

*Bente Halvorsen, Bodil M. Larsen  
og Runa Nesbakken*

**Hvordan utnytte resultater fra  
mikroøkonometriske analyser  
av husholdningenes energi-  
forbruk i makromodeller?**  
En diskusjon av teoretisk og  
empirisk litteratur om aggregering

## 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.

## Reports

This series contains statistical analyses and method and model descriptions from the different research and statistics areas. Results of various single surveys are also published here, usually with supplementary comments and analyses.

© Statistisk sentralbyrå, januar 2001  
Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen,  
vennligst oppgi Statistisk sentralbyrå som kilde.

ISBN 82-537- 4879-5  
ISSN 0806-2056

**Emnegruppe**  
01.03.10 Energi

Design: Enzo Finger Design  
Trykk: Statistisk sentralbyrå

<b>Standardtegn i tabeller</b>	<b>Symbols in tables</b>	<b>Symbol</b>
Tall kan ikke forekomme	Category not applicable	.
Oppgave mangler	Data not available	..
Oppgave mangler foreløpig	Data not yet available	...
Tall kan ikke offentliggjøres	Not for publication	:
Null	Nil	-
Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	Less than 0.5 of unit employed	0
Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	Less than 0.05 of unit employed	0,0
Foreløpig tall	Provisional or preliminary figure	*
Brudd i den loddrette serien	Break in the homogeneity of a vertical series	—
Brudd i den vannrette serien	Break in the homogeneity of a horizontal series	
Rettet siden forrige utgave	Revised since the previous issue	r

# Sammendrag

*Bente Halvorsen, Bodil M. Larsen og Runa Nesbakken*

## **Hvordan utnytte resultater fra mikroøkonometriske analyser av husholdningenes energiforbruk i makromodeller?**

En diskusjon av teoretisk og empirisk litteratur om aggregering

### **Rapporter 2001/2 • Statistisk sentralbyrå 2001**

Litteraturen om energietterspørsel viser at det er systematiske forskjeller i inntekts- og priselastisiteter fra analyser basert på makrodata og mikrodata. Selv om man estimerer modeller med de samme forklaringsvariablene, kan resultatene bli forskjellige med hensyn til estimert pris- og inntektsfølsomhet. Disse forskjellene kan skyldes problemer med overføring av mikroegenskaper til makro, eller at de estimerte makrosammenhengene ikke har tatt tilstrekkelig hensyn til at husholdninger har ulik adferd når det gjelder energietterspørsel.

Politiske målsettinger er ofte rettet mot hele husholdningssektoren. Partielle mikromodeller fanger ikke opp viktige likevektseffekter og tilbakevirkninger gjennom energimarkedene og økonomien generelt. Det er derfor av stor politisk og forskningsmessig interesse å foreta makroøkonomiske modellanalyser av ulike politikk-tiltak som påvirker energiforbruket. Resultater av adferdsanalyser, hvor man søker kunnskap om heterogeniteten i energietterspørselen, må imidlertid basere seg på informasjon om enkelthusholdninger. Det er ikke trivielt å aggregere egenskapene til etterspørselen estimert på basis av mikrodata til en total etterspørselsfunksjon for hele husholdningssektoren dersom ulike husholdningsgrupper har ulik adferd. Slik heterogenitet i adferden kan f.eks. oppstå dersom husholdninger i ulike regioner har ulikt oppvarmingsutstyr som følge av regionale variasjoner i elektrisitetsprisene eller andelen av husholdninger i ulike grupper for adferd endres over tid. Temaet aggregering oppstår straks man vil trekke slutninger om husholdningssektoren på grunnlag av opplysninger om enkelthusholdninger, enten det gjelder hele populasjonen eller et utvalg av husholdninger. Aggregering er derfor aktuelt innenfor et bredt spekter av problemstillinger.

Denne rapporten er skrevet som en del av prosjektene "Fleksibel energibruk - økonomi og teknologi i industri og husholdninger" og "Analyser av aggregeringsproblemer i energietterspørselen basert på mikrodata". Prosjektene er finansiert av Norges forskningsråd. Formålet med denne rapporten har vært å skape et grunnlag for videre arbeid med aggregering ved å skaffe oss oversikt over litteraturen, få frem ideer til interessante analyseprosjekter og på basis av litteraturen komme med forslag til modellkonsepter for analyser av energibruk. Målsettingen med dette er å kunne gjennomføre økonometriske analyser med tanke på å implementere resultater i makromodeller.

**Prosjektstøtte:** Norges forskningsråd, SAMRAM-programmet (Samfunnsmessige rammebetingelser og virkemidler for norsk energi- og miljøpolitikk).



# Innhold

<b>1. Innledning .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Illustrasjon av aggregeringsproblemet .....</b>	<b>9</b>
2.1. Pris- og inntektselastisiteter i litteraturen .....	9
2.2. Andre sammenligninger av elastisiteter i litteraturen .....	10
2.3. Økonometrisk illustrasjon av aggregeringsproblemet.....	10
<b>3. Teoretisk litteratur .....</b>	<b>13</b>
3.1. En kort oppsummering av teoretisklitteratur.....	13
3.2. Deaton og Muellbauer (1980b): Economics and Consumer Behavior.....	13
3.3. Effekten av oppvarmingsutstyr på pris- og inntektselastisiteter .....	16
<b>4. Empirisk litteratur og forslag til modellkonsepter .....</b>	<b>18</b>
4.1. En kort oppsummering av empirisklitteratur .....	18
4.2. Etterspørselssystemer brukt i litteraturen .....	19
4.3. Aggregering i et AIDS utgiftssystem (Deaton og Muellbauer 1980a) .....	20
4.4. Aggregering i et QUAIDS utgiftssystem (Blundell et al. 1993) .....	21
4.5. Aggregering i QES og LES utgiftssystemer (Buse 1992).....	22
<b>5. Oppsummering og diskusjon av litteraturen .....</b>	<b>24</b>
5.1. Oppsummering av litteraturen.....	24
5.2. Relevans for våre problemstillinger .....	25
5.3. Hva kan litteraturen ikke hjelpe oss med? .....	26
<b>6. Planer for fremtidig arbeid .....</b>	<b>27</b>
<b>7. Avslutning .....</b>	<b>29</b>
<b>Referanser .....</b>	<b>31</b>
<b>Vedlegg .....</b>	<b>34</b>
A. Gjennomgang av artikler fra perioden 1974-2000.....	34
B. Liste over artikler studert innenfor prosjektet.....	56
<b>Tidligere utgitt på emneområdet .....</b>	<b>58</b>
<b>De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter.....</b>	<b>59</b>



# 1. Innledning<sup>1</sup>

Litteraturen om energietterspørsel viser at det er systematiske forskjeller i inntekts- og priselastisiteter fra analyser basert på makrodata og mikrodata. Selv om man estimerer modeller med de samme forklaringsvariablene, kan resultatene bli forskjellige med hensyn til estimert pris- og inntektsfølsomhet. Disse forskjellene kan skyldes problemer med overføring av mikroegenskaper til makro, eller at de estimerte makrosammenhengene ikke har tatt tilstrekkelig hensyn til at husholdninger har ulik adferd når det gjelder energietterspørsel.

Politiske målsettinger er ofte rettet mot hele husholdningssektoren. Det er ofte av stor politisk og forskningsmessig interesse å foreta makroøkonomiske modellanalyser av ulike politikk-tiltak som påvirker energiforbruket siden partielle mikromodeller ikke fanger opp viktige likevektseffekter og tilbakevirkninger gjennom energimarkedene og økonomien generelt. Resultater av adferdsanalyser, hvor man søker kunnskap om heterogeniteten i energietterspørselen, må basere seg på informasjon om enkelt-husholdninger.

Det er ikke trivielt å aggregere egenskapene til etterspørselen estimert på basis av mikrodata til en total etterspørselsfunksjon for hele husholdningssektoren dersom ulike husholdningsgrupper har ulik adferd. Slik heterogenitet i adferden kan f.eks. oppstå dersom husholdninger i ulike regioner har ulikt oppvarmingsutstyr som følge av regionale variasjoner i elektrisitetsprisene eller andelen av husholdninger i ulike grupper for adferd endres over tid. Slike endringer kan oppstå hvis f.eks. husholdningsstørrelsen reduseres over tid eller yngre generasjoner har et annet forbruksmønster enn eldre generasjoner. Forskjeller i etterspørselsfunksjonene mellom ulike grupper av husholdninger gjør at estimerte egenskaper fra modeller for enkelt-husholdninger ikke nødvendigvis kan tolkes som egenskaper ved husholdningssektorens

etterspørselskurve. Heterogenitet i adferden er viktig å identifisere, fordi heterogenitet er av avgjørende betydning for hvordan egenskapene til etterspørselsfunksjonen for gjennomsnittskonsumenten i mikro skal aggregeres til makro. I empiriske makromodeller trenger man sammenhenger som er aggregerte for ikke å få store og lite brukervennlige modeller. Dette innebærer at man må ta stilling til aggregeringsmetoder for å bruke mikrodata til å si noe om makrosammenhenger. Temaet aggregering oppstår straks man vil trekke slutninger om husholdningssektoren på grunnlag av opplysninger om enkelthusholdninger, enten det gjelder hele populasjonen eller et utvalg av husholdninger. Aggregering er derfor aktuelt innenfor et bredt spekter av problemstillinger.

Den teoretiske litteraturen om aggregering er omfattende og går tilbake til arbeidene til Gorman på 1950-tallet (se Blackorby og Shorrocks 1995). Litteraturen peker bl.a. på at en enkel summering av egenskapene ved individenes etterspørselsfunksjoner i et tverrsnitt av husholdninger ikke gir en makro etterspørselsfunksjon med de samme egenskapene, med mindre husholdningene er identiske og funksjonsformene er lineære (se Bohi 1981 og Mas-Colell et al. 1995). Empiriske analyser er mer sjeldne. Fra slutten av 1980-tallet har det imidlertid kommet studier som ser lovende ut i forhold til å få mer kunnskap om aggregeringsproblemer i anvendte analyser. Det er også blitt utført arbeider ved Statistisk sentralbyrå som er relevante i forhold til aggregering av konsum. Blant annet omhandler Rødseth (1983) estimering av et utgiftssystem for energiplanlegging. Videre er konsummodellen i MSG basert på mikroøkonometri og gir, under visse forutsetninger, perfekt aggregering over alle husholdninger i Norge, jf. Aasness og Holtmark (1993). Konsummodellen i MSG har dessuten klare tilknytningpunkter til Rødseth (1983) og mikro-simuleringsmodellen Lotte-konsum utviklet i Statistisk sentralbyrå, jf. Benedictow et al. (2000).

Innenfor prosjektet "Fleksibel energibruk i husholdningene" har vi etablert omfattende tverrsnittsdata for mikroøkonometriske studier. Databasene er basert på forbruksdata fra Forbruksundersøkelsen, prisdata fra

<sup>1</sup> Takk til Tor Arnt Johnsen, Terje Skjærpen og Søren Leth-Petersen for kommentarer til et tidligere utkast av denne rapporten. Takk også til Knut Reidar Wangen for nyttige diskusjoner i forbindelse med en kollokvie-serie vi hadde våren 1999.

NVE og grunnlagsdataene for konsumprisindeksen (dette gir oss prisvariasjon i tverrsnitt) og temperaturdata fra DNMI, jf. Halvorsen et al. (1999). Disse dataene er et nødvendig utgangspunkt for å angripe aggregeringsproblemet fra mikrosiden. Vi har gjennomført flere mikroøkonometriske studier av energietterspørsel (se referanselisten). I adferdsstudier basert på dette datasettet har vi observert at energietterspørselen for husholdninger med høy inntekt er mer prisfølsom enn for husholdninger med lav inntekt (se Nesbakken 1999 og Halvorsen og Nesbakken 2000). Denne observasjonen er en indikasjon på at forutsetningene som vanligvis gjøres om at alle aktører har identisk etterspørselsstruktur, ikke er oppfylt.

Denne rapporten er skrevet som en del av prosjektene "Fleksibel energibruk - økonomi og teknologi i industri og husholdninger" og "Analyser av aggregeringsproblemer i energietterspørselen basert på mikrodata". Prosjektene er finansiert av Norges forskningsråd. Formålet med denne rapporten har vært å skape et grunnlag for videre arbeid med aggregering ved å skaffe oss oversikt over litteraturen, få frem ideer til interessante analyseprosjekter og på basis av litteraturen komme med forslag til modellkonsepter for analyser av energibruk. Målsettingen med dette er å kunne gjennomføre økonometriske analyser med tanke på å implementere resultater i makromodeller.

I kapittel 2 gir vi en oversikt over forskjeller i pris- og inntektselastisiteter hentet fra internasjonal og nasjonal litteratur. Forskjeller i elastisiteter ved å estimere på data fra ulike aggregeringsnivåer presenteres også. Kapittel 3 inneholder en gjennomgang av teoretisk litteratur om aggregering. Deaton og Muellbauer (1980b), som vi vurderer som et av de viktigste bidragene i denne litteraturen, gjennomgås i et eget avsnitt. Kapittel 4 inneholder en gjennomgang av empirisk litteratur om aggregering samt forslag til modellkonsepter, mens kapittel 5 gir en oppsummering av litteraturen med diskusjon. En angivelse av våre planer for fremtidig arbeid og avslutning er gitt i kapittel 6 og 7. Vedlegg A inneholder en gjennomgang av artiklene vi har studert, og vedlegg B inneholder en alfabetisk liste over artiklene.



## 2. Illustrasjon av aggregeringsproblemet

Anslagene på pris- og inntektselastisiteter varierer til dels svært mye mellom ulike studier, og i dette avsnittet gir vi en oversikt over noen resultater i litteraturen. For å illustrere problemet med aggregering, viser vi også hvor store forskjellene i elastisiteter blir når vi i en enkel, stilisert modell estimerer på data med ulikt aggregeringsnivå; mikrodata, aggregerte mikrodata og makrodata.

### 2.1. Pris- og inntektselastisiteter i litteraturen

Tabell 2.1 viser anslag på inntekts- og priselastisiteter fra ulike studier, både norske og internasjonale. Resultatene varierer av flere årsaker. For det første bygger resultatene på estimeringer fra ulike modeller. Selv om modellene bak analysene er like, kan resultatene variere på grunn av at observerbare og uobserverbare karakteristika ved husholdningene varierer mellom

land. I tillegg til at modellene er forskjellige, varierer også kvaliteten på data, estimeringsperioden og energitypene. Videre estimerer noen langsiktige elastisiteter, mens andre estimerer kortsiktige elastisiteter. De fleste resultatene i tabell 1 er basert på mikrodata. De tre første studiene i tabellen har en litt annen karakter enn de øvrige studiene, da dette er elastisiteter som er brukt i makromodeller. Aasness og Holtsmark (1993) og Strømsheim Wold (1998) har benyttet mikrodata og total forbruksutgift i den enkelte husholdning, mens Skjerpen (2001) har benyttet makrodata og total aggregert konsumutgift minus utgifter til bolig- og helsetjenester fra Nasjonalregnskapet. I MSG er det total forbruksutgift som allokteres til ulike goder (utgiftssystem). I de øvrige norske studiene er inntekt, og ikke forbruksutgift, brukt som forklaringsvariabel.

Tabell 2.1. Utgifts-, inntekts- og priselastisiteter for elektrisitetsforbruk i litteraturen

Referanse	Utgifts- eller inntektselastisitet	Priselastisitet
Resultater for Norge:		
Aasness og Holtsmark (1993). Lang sikt. Total forbruksutgift	0,28	-0,20
Strømsheim Wold (1998). Dagens input i MSG-6. Lang sikt. Total forbruksutgift	0,40	-0,24
Skjerpen (2001). Dagens input i MODAG. Total konsumutgift.	Lang sikt	-0,31
	Kort sikt	-0,33
Halvorsen og Larsen (2001a). Inntekt. Kort og lang sikt Uten areal, hustype, hush.str., temperatur (bruttoelastisitet)	0,13	-0,44
	0,16	-0,46
Nesbakken (2001). Energi i alt til oppvarming. Lang sikt. Inntekt	0,06	-0,21
Nesbakken (1999). Energi i alt til alle formål. Lang sikt. Inntekt Inntekt under gjennomsnittet Inntekt over gjennomsnittet Uten areal, hustype, hush.str., temperatur (bruttoelastisitet)	0,09	-0,64
	0,14	-0,52
	0,09	-0,71
	0,14	-0,36
Resultater internasjonalt:		
Parti og Parti (1980). USA. Kort sikt	0,15	-0,58
Morss og Small (1989). USA.	Lang sikt	-0,38
	Kort sikt	-0,23
Baker, Blundell og Micklewright (1989). UK	0,17	-0,76
Dennerlein (1987). Tyskland. Lang sikt	0,42	-0,38
Dubin og McFadden (1984). USA. Elektrisitet og gass	0,02	-0,26
Bernard, Bolduc og Bélanger (1996). Canada. Kort sikt	0,14	-0,67
Branch (1993). USA. Kort sikt	0,23	-0,20
Garbacz (1983). USA.	Lang sikt	-1,40
	Kort sikt	-0,19

Resultatene i tabell 2.1 antyder at elastisitetene avhenger av dataenes aggregeringsnivå. Resultatene er imidlertid ikke direkte sammenlignbare, fordi det er forskjell på hvor mange forklaringsvariable som inngår i de ulike modellene og på grunn av årsakene nevnt ovenfor. Vi har gjennomført regresjonsberegninger ved å ta ut regressorene boligareal, hustype, husholdningsstørrelse og temperatur i modellene i Halvorsen og Larsen (2001a) og Nesbakken (1999) for å gjøre modellene mer sammenlignbare i forhold til dagens konsummodell i MSG-6 (se dokumentasjon av konsummodellen i MSG-6 i Strømsheim Wold 1998). Inntektselastisitetene endres på den måten fra å være nettoelastisiteter til å bli bruttoelastisiteter, og blir dermed en del høyere siden inntekten er positivt korrelert med alle disse variablene. For å få mer sammenlignbare estimater har vi videre estimert forskjellige varianter når det gjelder inntekt og utgift (ikke rapportert i tabellen). Vi finner at utgiftselastisiteten<sup>2</sup> er betraktelig høyere enn inntektselastisiteten, og brutto utgiftselastisitet er da mer lik nivået i Strømsheim Wold (se også avsnitt 2.3 for mer om sammenligning av inntekts- og utgiftselastisiteter).

## 2.2. Andre sammenligninger av elastisiteter i litteraturen

Bohi (1981) er en omfattende bok om studier av energielastisiteter og analyser av etterspørselsadferd. Kapittel 3 i boka inneholder en sammenligning av kortsiktige og langsiktige pris- og inntektselastisiteter i empiriske etterspørselsstudier av elektrisitet. Bohi gjennomfører en grundig sammenligning av 25 ulike studier for husholdningssektoren, hvor studiene er gruppert etter aggregeringsnivå og modelltype. Han konkluderer med at for priselastisiteten henger de klareste mønstre sammen med aggregeringsnivå i dataene, hvor langsiktige priselastisiteter fra aggregerte data er høyere (i absoluttverdi) enn fra disaggregerte data. På den annen side er de kortsiktige priselastisitetene fra disaggregerte data høyere enn de fra aggregerte data. I tillegg påpeker Bohi at elastisitetsestimater relatert til marginale priser tenderer til å være mindre enn de som er relatert til gjennomsnittspriser. Når det gjelder inntektselastisitetene i studiene Bohi evaluerer, finner han ingen klare mønstre. Inntektselastisiteten varierer mye, noe Bohi tilskriver korrelasjon mellom inntekt og andre variable som f.eks. antall rom og antall utstyrsenheter (se diskusjonen i kapittel 3.3 om brutto- og nettoelastisiteter). Bohi konkluderer kapittelet om elektrisitetsspørsmål i husholdningssektoren med at han anbefaler leseren å konsentrere seg om studier som benytter mikrodata, integrerer utstyrsbeholdning i analysen og måler pris på marginal basis.

Bohi og Zimmerman (1984) er en oppdatering av økonomiske studier av energietterspørsel, og innslaget av mikrostudier er større enn i Bohi (1981).

Metodene i nyere studier er mer sofistikerte, og data har bedre kvalitet. En av konklusjonene er at studier som benytter aggregerte data ofte får problemer med ikke-signifikante pris- og inntektselastisiteter. Demografiske karakteristika og boligkarakteristika er signifikante kun når disaggregerte data benyttes.

## 2.3. Økonometrisk illustrasjon av aggregeringsproblemet

For å illustrere forskjeller mellom mikro- og makroelastisiteter har vi foretatt noen enkle estimeringer ved bruk av OLS. Vi har estimert elektrisitetsforbruket ved å benytte henholdsvis mikrodata, aggregerte mikrodata og makrodata for perioden 1975-93. Makrodataene er hentet fra NOS Energistatistikk (elektrisitetsforbruk, -priser og graddager), NOS Boforholdsundersøkelsen (boligareal), NOS Folke- og bolig tellingen (antall husholdninger), NOS Forbruksundersøkelsen (antall husholdningsmedlemmer), NOS Statistisk årbok (antall innbyggere) og NOS Historisk statistikk (disponibel husholdningsinntekt).<sup>3</sup> Mikrodataene og de aggregerte mikrodataene er hentet fra de årlige Forbruksundersøkelsene (se f.eks. Statistisk sentralbyrå 1996). Elektrisitetstariffer fra NVE og Norges energiverkforbund, inntektsinformasjon fra Statistisk sentralbyrås skattestatistikk samt temperaturdata fra Det norske meteorologiske institutt er koblet på de enkelte husholdninger i Forbruksundersøkelsen på kommunenivå. Dette gir oss god variasjon i mikrodataene ikke bare i forbruk, men også i priser mellom ulike husholdninger.

Venstresidevariabel i mikro-spesifikasjonen er elektrisitetsforbruk (i kWh) i den enkelte husholdning, venstresidevariabel i den aggregerte mikro-spesifikasjonen er summert elektrisitetsforbruk for alle husholdningene i utvalget, mens venstresidevariabel i makro-spesifikasjonen er elektrisitetsforbruk for hele husholdningssektoren. Tilsvarende er alle høyresidevariable i mikromodellen knyttet til den enkelte husholdning og summert for alle husholdningene i de aggregerte mikro-dataene, mens makromodellene har totaltall for husholdningssektoren. Vi har imidlertid brukt gjennomsnittstall for priser og graddager i estimeringene på aggregerte mikrodata og makrodata. I estimeringene på de aggregerte mikrodataene er antall husholdninger i utvalget for hver enkelt årgang brukt som vekter.

Vi har testet flere ulike modellspesifikasjoner. Vi starter med en modell med kun elektrisitetspris og inntekt som høyresidevariable, for deretter å utvide modellen med én og én ny forklaringsvariabel for elektrisitetsforbruket. Dermed får vi også frem forskjellene på brutto- og nettokoeffisienter som oppstår som følge av utelatte variable som er korrelert med høyresidevariable i modellen. I mikro-estimeringene benytter vi både husholdningens netto inntekt stat (bruttoinntekt minus inntektsfradrag, som i selvangivelsen) fratrukket skatt

<sup>2</sup> Deaton og Muellbauer (1980b) kaller denne for budsjettelastisitet.

<sup>3</sup> Se Statistisk sentralbyrå 1994, 1996, 1998, 1999, 2000a og 2000b.

**Tabell 2.2. Høyresidevariable i de økonometriske modellene**

Modell nr.	Mikro-spesifikasjon (alle variable er på husholdningsnivå)	Makro-spesifikasjon (alle variable er totaltall for Norge)
Uten trend		
1	Elektrisitetspris, inntekt	Elektrisitetspris, inntekt
2	.	Elektrisitetspris, inntekt, antall husholdninger i Norge
3	Elektrisitetspris, inntekt, antall husholdningsmedlemmer	Elektrisitetspris, inntekt, antall husholdningsmedlemmer
4	Elektrisitetspris, inntekt, antall husholdningsmedlemmer, boligareal	Elektrisitetspris, inntekt, antall husholdningsmedlemmer, boligareal
5	Elektrisitetspris, inntekt, antall husholdningsmedlemmer, boligareal, utetemperatur (graddager)	Elektrisitetspris, inntekt, antall husholdningsmedlemmer, boligareal, utetemperatur (graddager)
Med trend		
6	Elektrisitetspris, inntekt, trend	Elektrisitetspris, inntekt, trend
7	.	Elektrisitetspris, inntekt, antall husholdninger i Norge, trend
8	Elektrisitetspris, inntekt, antall husholdningsmedlemmer, trend	Elektrisitetspris, inntekt, antall husholdningsmedlemmer, trend
9	Elektrisitetspris, inntekt, antall husholdningsmedlemmer, boligareal, trend	Elektrisitetspris, inntekt, antall husholdningsmedlemmer, boligareal, trend
10	Elektrisitetspris, inntekt, antall husholdningsmedlemmer, boligareal, utetemperatur (graddager), trend	Elektrisitetspris, inntekt, antall husholdningsmedlemmer, boligareal, utetemperatur (graddager), trend

og total forbruksutgift som inntektsvariabel. Netto inntekt stat inkluderer ikke ikke-skattepliktige stønader og overføringer fra det offentlige som f.eks. sosialhjelp, men kun overføringer som er skattepliktige (som alders- og uførepensjoner). I makro-estimeringene er alle stønader inkludert.<sup>4</sup> Alle modellene er estimert med total forbruksutgift som alternativ til inntekt. Modellene 1-5 er formulert uten trend-variabel, mens modellene 6-10 er med trend-variabel. Alle variable er i naturlige logaritmer. En oversikt over de ulike økonometriske spesifikasjonene er gitt i tabell 2.2.

Formålet med disse estimeringene er ikke å forklare elektrisitetsforbruket på best mulig måte<sup>5</sup>, men å få frem forskjeller mellom resultater fra mikro- og makroestimeringer ved å sammenligne elastisiteter fra mikrodata og makrodata. Samtidig ønsker vi å få frem forskjellen mellom elastisiteter fra modeller med en rekke høyresidevariable og modeller med få forklaringsvariable (brutto- og nettoelastisiteter).

Vi har benyttet to ulike inntektsbegreper i estimeringene. For forklare forskjellen mellom elastisiteten av elektrisitetsforbruket med hensyn på henholdsvis inntekt og total forbruksutgift, tar vi utgangspunkt i at inntekten ( $Y$ ) skal være lik summen av total forbruksutgift ( $X$ ) og sparing ( $S$ ),  $Y = X + S = \sum_j q_j p_j + S$ , der  $q_j$  er kvantum av gode  $j$  og  $p_j$  er pris på gode  $j$ . Inntektselastisiteten for gode  $i$  (elektrisitet) er definert ved

<sup>4</sup> Vi har også estimert makro-modellen uten skattepliktige og ikke-skattepliktige stønader. Resultatene fra disse estimeringene er ikke rapportert fordi hovedbildet og de prinsipielle poengene forblir uendret.

<sup>5</sup> Vi tar bl.a. ikke hensyn til at kapitalbeholdningen er viktig for elektrisitetsforbruket, og har heller ikke inkludert pris på alternative energibærere. Vi har heller ikke forsøkt å benytte instrumentvariabelmetoden og endogen total forbruksutgift, dynamiske modeller og stokastisk trend.

$$E_i^y = \frac{\partial q_i}{\partial Y} \frac{Y}{q_i} \text{ og utgiftselastisiteten for elektrisitet ved}$$

$$E_i^x = \frac{\partial q_i}{\partial X} \frac{X}{q_i} . \text{ Så lenge sparingen ikke er lik null blir}$$

inntektselastisiteten forskjellig fra utgiftselastisiteten.

Tabell 2.3 og 2.4 viser inntekts-, utgifts- og priselastisiteter fra å estimere modellene 1-10 både på makrodata, mikrodata og aggregerte mikrodata. Tabellene viser at mikrodata gir svært god signifikans både for inntekts- og utgiftselastisiteter og for priselastisiteter når trendledd er inkludert. Makrodataene gir dårligere signifikans på inntektselastisitetene enn mikrodataene. Signifikansen på utgiftselastisitetene er imidlertid noe bedre. De fleste priselastisitetene estimert på makrodata har svært god signifikans, men fortegnet er feil i alle modellspesifikasjonene. Når det gjelder estimatene basert på aggregerte mikrodata, er pris- og inntektselastisitetene svært ustabile og i hovedsak ikke signifikante, mens utgiftselastisitetene er svært signifikante og stabile.

Tabell 2.3 viser at nivået på inntekts- og utgiftselastisitetene estimert i mikro er betydelig lavere enn i makro og aggregert mikro, og resultatet gjelder alle modellene. De aggregerte mikrodataene gir svært høye utgiftselastisiteter, og inntektselastisiteten er også forholdsvis høy i de modeller hvor disse er signifikante. Inntektselastisiteten reduseres kraftig når vi korrigerer for antall husholdningsmedlemmer i mikro og makro, men er mer upåvirket av modell i aggregert mikro, spesielt når det gjelder utgiftselastisiteten (sammenligning av modell 1 og 3). Når vi korrigerer for totalt antall husholdninger i makro (modell 1 og 2), blir utgiftselastisiteten kraftig redusert, mens inntekten ikke lenger er signifikant forskjellig fra null. Dette betyr at i makrodataene er det i stor grad antall husholdninger som driver elektrisitetsetterspørselens inn-

Tabell 2.3. Inntekts- og utgiftselastisiteter i de ulike modellspesifikasjonene

Modell nr.	Inntekt			Total forbruksutgift		
	Mikrodata	Makrodata	Aggregerte mikrodata	Mikrodata	Makrodata	Aggregerte mikrodata
<i>Uten trend</i>						
1	0,35**	0,93**	0,85**	0,37**	0,93**	0,88**
2	.	0,38	.	.	0,43*	.
3	0,16**	0,64*	0,60*	0,22**	0,55**	0,83**
4	0,09**	0,38	-0,18	0,16**	0,27	0,93**
5	0,08**	0,31	0,39	0,15**	0,21	0,95**
<i>Med trend</i>						
6	0,33**	0,52*	0,86**	0,35**	0,49*	0,88**
7	.	0,23	.	.	0,38*	.
8	0,14**	0,73*	0,20	0,18**	0,40*	0,76**
9	0,08**	0,56*	-0,25	0,13**	0,25	0,88**
10	0,08**	0,46	-0,71	0,13**	0,03	0,84**

\*\*Signifikant på 1% nivå. \*Signifikant på 10% nivå.

tekstfølsomhet. Når vi inkluderer antall husholdningsmedlemmer, reduseres også inntektseffekten. Dette bildet er det samme for utgiftselastisiteten estimert i makro, der utgiftselastisiteten når antall husholdninger (modell 2) eller husholdningsmedlemmer (modell 3) er inkludert blir om lag halvparten av brutto utgiftselastisitet (modell 1).

I mikro-estimeringene får vi relativt store forskjeller mellom inntekts- og utgiftselastisitetene, med unntak av modellene 1 og 6. Forskjellen øker med antall forklaringsfaktorer som inkluderes. Spesielt blir forskjellen stor når vi inkluderer husholdnings- og boligkarakteristika. Årsaken til dette er at den totale forbruksutgiften er sterkere korrelert med antall husholdningsmedlemmer enn inntekten er (korrelasjonskoeffisient på er henholdsvis 0,43 og 0,38), samtidig som total forbruksutgift er sterkere korrelert med elektrisitetsforbruket enn inntekten er (korrelasjonskoeffisient på 0,37 og 0,30).<sup>6</sup> Videre finner vi i alle våre estimeringer basert på mikro- og aggregerte mikrodata at utgiftselastisiteten er høyere enn inntektselastisiteten (jf. tabell 3). Uten å studere ulike effekter nærmere er det vanskelig å si med sikkerhet hva årsaken til dette er. En forklaring kan være at sparingen ikke er separabel fra elektrisitetsforbruket, fordi husholdningene sparer til, og lånefinansierer, investeringer i oppvarmingsutstyr og andre varige konsumgoder. Videre er det grunn til å tro at husholdninger med store boliger, og dermed stort oppvarmingsbehov, har større lån (dvs. negativ sparing) enn husholdninger i mindre boliger. Av den grunn er det rimelig å anta en sammenheng mellom sparing og forbruk av elektrisitet.

Tabell 2.4. Priselastisiteter i de ulike modellspesifikasjonene

Modell nr.	Inntekt		
	Mikrodata	Makrodata	Aggregerte mikrodata
<i>Uten trend</i>			
1	+0,08**	+0,62**	+0,34**
2	.	+0,48**	.
3	+0,13**	+0,58**	+0,41**
4	-0,00	+0,06	+0,10
5	-0,00	+0,08	+0,10
<i>Med trend</i>			
6	-0,45**	+0,51**	+0,20
7	.	+0,47**	.
8	-0,44**	+0,20	+0,21
9	-0,45**	+0,05	+0,04
10	-0,45**	+0,08	+0,02

\*\*Signifikant på 1% nivå. \*Signifikant på 10% nivå.

Tabell 2.4 viser priselastisitetene i modellene hvor inntekt er brukt som forklaringsvariabel (resultatene for utgift rapporteres ikke, da bildet er det samme for disse). Alle modellene som ikke inneholder trendvariabel gir priselastisiteter med feil fortegn eller som ikke er signifikante. For modellene med trendvariabel blir priselastisitetene estimert i mikro svært signifikante og stabile og de har riktig fortegn. Makro-estimatene og estimatene basert på aggregerte mikrodata har feil fortegn.

Fra denne gjennomgangen ser vi at selv om vi sammenligner tilsynelatende identiske modeller blir de estimerte elastisitetene svært forskjellige avhengig av aggregeringsnivået på dataene som er benyttet.

<sup>6</sup> Se f.eks. Wonnacott og Wonnacott (1979) for en dekomponering av bruttokoeffisienten fra minste kvadraters metode i nettokoeffisienten og korrelasjonen mellom høyresidevariablene.

## 3. Teoretisk litteratur

En viktig del av forprosjektet om aggregering har vært å gå gjennom litteratur på området. Artiklene vi har gjennomgått er fra perioden 1974 til 2000 og omhandler temaet aggregering over husholdninger og varer. Deaton og Muellbauer (1980a og 1980b) er svært sentrale innenfor den teoretiske litteraturen, og et eget avsnitt er viet Deaton og Muellbauer (1980b). En mer eksplisitt gjennomgang av hver enkelt artikkel er gjengitt i alfabetisk rekkefølge i Vedlegg A. En nærmere beskrivelse av de viktigste empiriske arbeider følger i forbindelse med diskusjonen av modellkonsepter (kapittel 4). Referanseliste for litteraturen omtalt i denne rapporten er gitt i vedlegg B.

### 3.1. En kort oppsummering av teoretisk litteratur

Mye av litteraturen på dette temaet bærer preg av at mikrodata ikke har vært tilgjengelig. Derfor har en ønsket å identifisere hvilke teoretiske forutsetninger som kreves for at det skal være mulig å gi etterspørselsfunksjoner estimert på makrodata en adferdstolkning. Dette medfører at en stor del av både den teoretiske og empiriske litteraturen fokuserer på tester for eksakt aggregering av enkelthusholdningers preferanser, som er kriteriet for at makroetterspørselen skal kunne gis en adferdstolkning.

I litteraturen finnes det flere bøker som oppsummerer den teoretiske diskusjonen knyttet til aggregering av individuelle etterspørselsfunksjoner for enkeltgoder til markedsetterspørselen etter godegrupper. I Deaton og Muellbauer (1980b), kapittel 5 og 6, gis en bred og ryddig oversikt over de teoretiske kriteriene for eksakt aggregering, både av varer og over individer. Her fokuseres det på teoretiske egenskaper ved atferd og preferanser som må være oppfylt for at en slik eksakt aggregering kan finne sted. I Deaton og Muellbauer (1980a), originalreferansen til AIDS-modellen (Almost Ideal Demand System), gjennomgås hvordan egenskapene fra et AIDS-system kan aggregeres perfekt fra mikro til makro. Videre gir Mas-Colell et al. (1995) en god fremstilling av flere teoretiske poenger knyttet til mulighetene for å overføre egenskaper ved husholdningenes adferd til makroadferd, men denne

gjennomgangen er ikke så omfattende som i Deaton og Muellbauer (1980b).

I forhold til de teoretiske og metodiske argumentene som gjennomgås i Deaton og Muellbauer (1980a og b) er det relativt få teoretiske nyvinninger i litteraturen de siste årene. Unntak er artikler av Heineke og Shefrin (1988) som presiserer kriteriene for eksakt aggregering og Forni og Brighi (1991) som gir en god oversikt over litteraturen og sammenhenger i teorien om aggregering over individer. Av annen litteratur vil vi nevne Bohi (1981), som gir en gjennomgang av tidlig litteratur og relevansen av aggregering over individer og goder for energietterspørselen, Stoker (1993) som gir en svært god diskusjon av det meste av litteraturen og Wang (1993) som konstruerer en mer generalisert AIDS-modell som tilfredsstiller betingelsene for aggregering og hvor en samtidig kan inkludere sosio-demografiske variable.

### 3.2. Deaton og Muellbauer (1980b): Economics and Consumer Behavior

Denne boka (Deaton og Muellbauer 1980b, heretter D&M) går gjennom ulike aspekter ved modellering av konsumentenes adferd. Vi har tatt for oss del to, som omhandler ulike problemer knyttet til aggregering av individuell etterspørsel. Vi vil her gi en gjennomgang av kapittel 6, som omhandler problemer knyttet til aggregering av ulike individers etterspørsel etter en vare til markedets etterspørselskurve. En gjennomgang av kapittel 5, som inneholder diskusjon av problemer med aggregering over ulike varer innen et enkelt individs etterspørsel, er gitt i vedlegg A.

#### D&M, kapittel 6. Teori for markedets etterspørselskurve; aggregering over individer

Dette kapittelet diskuterer aggregering over individuell adferd til markedets etterspørselskurve. Det omhandler temaer som eksakt lineær aggregering over individer, eksakt ikke-lineær aggregering, aggregering med endogent arbeidstilbud og aggregering med restriksjoner.

D&M påpeker at dersom man kun har aggregerte husholdningsdata og ikke mikrodata, er det ikke

opplagt at egenskapene ved de individuelle etterspørselsfunksjonene som diskuteres i mikroteorien kan overføres direkte til en aggregert sammenheng. Mange ser dette som et problem, og søker å finne under hvilke betingelser det er mulig å gi den aggregerte etterspørselen en positiv teoretisk tolkning (adferdstolkning) som om etterspørselen skulle være resultatet av en nyttemaksimerende representativ konsument. Flere økonomer har argumentert for at en slik *eksakt aggregering* er mulig, bl.a. Hicks (1956). Argumentet er at individuelle forskjeller kanselleres ut ved aggregering, og at kun de mest grunnleggende egenskapene ved etterspørselen, som pris- og inntektsfølsomhet, gjenstår. D&M argumenterer med at det hverken er nødvendig, eller nødvendigvis ønskelig, å gi makroetterspørselen en adferdstolkning. Det å tvinge eksakt aggregering på estimeringene forhindrer ofte en tilfredsstillende beskrivelse av markedsetterspørselen.

### D&M 6.1 Eksakt lineær aggregering

D&M skiller mellom de betingelsene som skal til for at en aggregert etterspørselsfunksjon (som en funksjon av aggregert utgift og priser) skal eksistere og hva som skal til for å gi den aggregerte etterspørselsfunksjonen en positiv adferdstolkning (f.eks. ved å forutsette Gormans representative konsument). I argumentasjonen forutsetter D&M at totale utgifter i alle husholdninger er eksogent gitt og at alle står overfor samme pris.<sup>7</sup> Under disse forutsetningene kan betingelsene for eksakt aggregering pålegges som restriksjoner på egenskapene til Engel-funksjonen.

For at en eksakt aggregert etterspørselsfunksjon skal eksistere, må rike og fattige husholdninger allokere budsjettet på identisk måte. Da vil en omfordeling av budsjett mellom ulike husholdninger (mellom fattige og rike) ikke føre til en endring i det aggregerte forbruket. Dette er oppfylt dersom den budsjettderiverte er uavhengig av husholdningskarakteristika, dvs. at alle husholdningene har lik derivert av etterspørselsfunksjonen mht. totalbudsjettet. I tillegg må vi forutsette positive utgifter til alle goder som konsumeres i alle husholdninger.

En nødvendig betingelse for å kunne gi den aggregerte etterspørselsfunksjonen en *positiv adferdstolkning* (dvs. et resultat av nyttemaksimering for en representativ konsument) er at alle husholdningene har *kvasi-homotetiske preferanser*, noe som igjen impliserer *lineære Engel-kurver* med samme helning for alle individer uavhengig av budsjett.<sup>8</sup> Lineære Engel-

funksjoner impliserer at ethvert gode som ikke konsumeres av alle husholdninger skal ekskluderes, og at allokeringen av en utgiftsøkning mellom ulike goder er lik hos rike og fattige konsumenter. D&M argumenterer for at lineære Engel-kurver kan være en plausibel forutsetning dersom vi opererer med aggregerte godegrupper (pga. mindre problemer med null-konsum), men at den nok er noe restriktiv når vi ser på etterspørselen etter enkeltgoder.

### D&M 6.2 Eksakt ikke-lineær aggregering

I stedet for å anta at det er mulig å aggregere konsumet av et gode perfekt, kan man forutsette eksakt aggregering av utgiften til et gode. På tilsvarende måte som for eksakt lineær aggregering kan betingelser for en representativ konsument defineres på utgiftsnivå, hvor konsumenten kun er representativ mht. sin markedsadferd og ikke mht. sine preferanser. I dette tilfellet ønsker man å finne restriksjoner på adferden som gjør at den gjennomsnittlige budsjettandelen for alle husholdningene kan skrives som en funksjon av et representativt nivå på utgiften og prisene (som antas like for alle husholdninger også her). Dette legger restriksjoner på levekostnadsfunksjonen som er mindre restriktive enn i tilfellet med eksakt lineær aggregering. Det tillater at den deriverte av kostnadsfunksjonen mhp. prisen på et gode, og dermed den deriverte av etterspørselen av godet mhp. budsjettet, kan variere over husholdninger. D&M viser at med denne formen for eksakt aggregering blir budsjettandelene lineære funksjoner av hverandre når totalutgiften varierer for gitte priser, selv om de ikke nødvendigvis er lineære i seg selv. Denne egenskapen har gitt denne typen ikke-lineær aggregering navnet *Generalisert linearitet* (GL, jf. Muellbauer 1975).

Et spesialtilfelle av slike GL levekostnadsfunksjoner forekommer når det representative totale utgiftsnivået er uavhengig av priser og kun avhenger av fordelingen av de individuelle totalutgiftene. Dette tilfellet er kjent som prisuavhengig generalisert linearitet (PIGL). I dette tilfellet kan de individuelle levekostnadsfunksjonene skrives på formen:

$$c^h(u^h, p) = k^h [a(p)^\alpha (1 - u^h) + b(p)^\alpha u^h]^{1/\alpha},$$

hvor  $\alpha$  angir graden av ikke-linearitet i levekostnadsfunksjonen og  $k^h$  er en variabel som inneholder informasjon om husholdningskarakteristika. Den logaritmiske formen av PIGL er kjent som PIGLOG. D&M viser at i tilfeller med PIGL og PIGLOG utgiftsstrukturer hvor parameteren  $k^h$  er lik 1 for alle  $h$ , kan man skrive det representative totale utgiftsnivået ( $x_0$ ) som produktet av gjennomsnittsutgiften ( $\bar{x}$ ) og en aggregeringsparameter ( $\kappa_0$ ) som summerer de kombinerte effektene av ikke-linearitet i Engel-funksjonen og ulikheten i fordelingen av totalutgiften ( $x_0 = \kappa_0 \bar{x}$ , og  $\kappa_0$  er en funksjon av  $k^h$ ). På denne måten kan man

<sup>7</sup> Ingen av disse forutsetningene kan sies å gjelde i praksis. Spesielt har vi ulike priser for ulike husholdninger i våre data. Dette gjør at de betingelsene som D&M setter opp ikke er tilstrekkelige i slike tilfeller.

<sup>8</sup> Kvasi-homotetiske preferanser  $\Rightarrow$  lineære Engel-kurver. Homotetiske preferanser  $\Rightarrow$  lineære Engel-kurver gjennom origo. Preferanser er homotetiske dersom, for en normalisert preferansestruktur, en k-dobling av konsumet k-dobler nytten. Se også diskusjonen i avsnitt 5.4 i D&M.

modellere ulikheter mellom husholdninger med hensyn til de inntektsderiverte. På tilsvarende måte er det mulig å modellere at konsumet er mindre for barn enn for voksne (ekvivalensskala).

Ved estimeringer på makrodata er man sikret eksakt lineær aggregering, dvs. at man kan bruke gjennomsnittlig totalutgift som regressor når totalutgiften varierer mellom husholdninger, dersom de individuelle Engel-kurvene faktisk er lineære. Ved bruk av GL til later man ikke-lineære Engel-kurver på bekostning av å bruke representativ utgift snarere enn gjennomsnittlig utgift.<sup>9</sup> Hvis fordelingen av totalutgift og forskjellene i demografiske karakteristika (gitt ved  $k^h$ ) er konstante over tid, vil også aggregeringsparameteren ( $\kappa_0$ ) være konstant over tid slik at den representative utgiften er proporsjonal med gjennomsnittsutgiften til enhver tid. *Gitt at  $\kappa_0$  er konstant over tid og at fordelingen av totalutgiften og demografiske variable faktisk er konstant over tid, kan man analysere aggregerte etterspørselsstrukturer ved hjelp av gjennomsnittlig total forbruksutgift uten problemer. Dvs. at vi har eksakt ikke-lineær aggregering.* I tillegg gir dette en elegant metode for å modellere fordelingen av demografiske variable og fordeling av totalutgift i analyser av utgiftssystemer. D&M foreslår å estimere  $\alpha$  og  $k^h$  ved hjelp av mikro utgiftsdata og kombinere denne informasjonen med data for fordelingen av total forbruksutgift for å beregne aggregeringsparameteren  $\kappa_0$  og det representative totale utgiftsnivået  $x_0$ , for siden å bruke denne informasjonen i analyser på aggregerte data (se også forslagene til analyser i Stoker 1986 og Buse 1992).

### D&M 6.3 Aggregering med endogent arbeidstilbud

D&M ser på mulighetene for eksakt aggregering når arbeidstilbudet er endogent. Ved å forutsette eksakt lineær aggregering, kan aggregert etterspørsel etter fritid skrives som en funksjon av aggregert "full" inntekt under forutsetning av at alle konsumentene står overfor like godepriser og lik timelønn. I tilfeller hvor konsumentene står overfor ulik lønn, vil  $b(w, p)$  i levekostnadsfunksjonen også variere med  $h$  (se ligningen i avsnittet foran). Det medfører at den marginale effekten på konsumet av gode  $i$  varierer med  $h$ , og *det vil ikke være mulig med eksakt aggregering uten ytterligere restriksjoner på de individuelle levekostnadsfunksjonene.* Eksakt aggregering kan oppnås ved å separere effektene i  $a(p, w)$  og  $b(p, w)$  mellom  $p$  og  $w$  slik at lønnsulikhet ikke påvirker marginaleffekten i etterspørselsfunksjonene (se ligning 3.3 i D&M).

D&M påpeker at denne typen analyser ikke bare er av interesse dersom man skal analysere arbeidstilbudet, men også i analyser av goder hvor prisene varierer

mellom husholdninger. Metoden krever at ethvert gode med varierende priser må kunne "separeres" fra resten av konsumet for å sikre perfekt aggregering, noe som impliserer sterkere restriksjoner på estimeringene jo flere slike goder man har.

### D&M 6.4 Aggregering med andre restriksjoner

D&M stiller i dette avsnittet spørsmålsteget ved hvorfor man skal insistere på eksakt aggregering av etterspørselsstrukturene, og hvorfor man skal insistere på å gi makroetterspørselen en adferdstolkning (dvs. forutsette en representativ nyttemaksimerende konsument). De foreslår heller å forutsette eksakt aggregering i tilfeller hvor dette virker rimelig empirisk, enten ved (i) at fordelingen av totalutgiftene er konstant over tid, eller (ii) at det er grunnlag for å pålegge visse restriksjoner f.eks. på fordelingen av inntekt (se også diskusjonen i Mas-Colell et al. 1995). De diskuterer også om det er mulig å bruke forutsetningen som gjøres i den økonometriske spesifiseringen om identisk preferansestruktur til å sikre perfekt aggregering av egenskaper fra mikro til makro. Videre diskuterer D&M hvorvidt eksakt aggregering er enklere når man ikke krever en positiv adferdstolkning av den aggregerte etterspørselsfunksjonen.

Dersom alle husholdninger står overfor like priser, vil mulighetene for eksakt aggregering avhenge av formen på Engel-kurvene. Betingelsene for eksakt lineær aggregering (lineære Engel-kurver), som betingelse for representative preferanser, og eksakt ikke-lineær aggregering (GL levekostnadsfunksjoner), som betingelse for eksistensen av et representativt utgiftsnivå ( $x_0$ ), er uavhengige av forutsetningen om en nytte maksimerende adferd i makro. Dette poenget (med GL-funksjonene) gjelder selv om man strengt tatt ikke kan snakke om levekostnadsfunksjoner i tilfellet hvor det ikke foreligger en nyttemaksimering. I PIGL-tilfellet vil integrabilitet<sup>10</sup>, som følger av nyttemaksimering i makro, pålegge ytterligere restriksjoner på formen på Engel-kurvene på mikronivå (relativt til tilfellet uten nyttemaksimering i makro) selv om man ikke trenger ytterligere restriksjoner på makronivå. Dette skyldes at de leddene som skaper problemer kanselleres ut i makro (se D&M øverst side 164).

I dette avsnittet diskuteres også hvordan restriksjoner på fordelingen av total forbruksutgift kan sikre eksakt

<sup>10</sup> "The Integrability Problem" er omtalt i Varian (1992) s. 125-129 og i Mas-Colell (1995) s. 75-80. Vi velger i denne rapporten å benytte ordet integrabilitet på norsk for "integrability". Integrabilitetsproblemet består i følgende: For et gitt system av etterspørselsfunksjoner med symmetrisk og negativ semidefinit substitusjonsmatrise; finnes det en nyttefunksjon hvorfra disse etterspørselsfunksjonene kan utledes? Eller sagt på en annen måte: En etterspørselsfunksjon som er kontinuerlig differensierbar er generert av rasjonelle preferanser (nytttemaksimerende adferd) dersom den er homogen av grad null, tilfredsstillter Walras' lov og har en substitusjonsmatrise som er symmetrisk og negativ semidefinit.

<sup>9</sup> Fremdeles trenger man å legge restriksjoner på utfallsrommet for totalutgiften som sikrer ikke-negativt forbruk av alle goder.

aggregering. De påpeker at slike restriksjoner gir større forskjeller på tilfellene med og uten maksimering av aggregert nytte (positiv adferdstolkning i makro) enn restriksjoner på Engel-kurvene. Det første tilfellet de ser på er tilfellet med *perfekt kompensasjon*. Det oppstår dersom myndighetene gir løpende og simultane lump-sum overføringer slik at fordelingen av *nytte* holdes konstant over tid. Det innebærer at en husholdnings nytte kan skrives som produktet av en "velferdsvekt" og et representativt nyttenivå ( $u^h = \pi^h u_0$ ). D&M påpeker at dette tilfellet er lite sannsynlig, men at det illustrerer hvorfor konstant fordeling av total forbruksutgift ikke er tilstrekkelig for å sikre perfekt aggregering av nyttemaksimerende konsumenter. I dette tilfellet vil endringer i prisene påvirke nyttenivået slik at restriksjonene på Engel-kurvene for en representativ konsument er svært likt tilfellet med GL-levekostnadsfunksjoner. *I tilfellet hvor vi ikke krever en nyttemaksimerende representativ konsument i makro vil aggregering i seg selv alltid være mulig* under forutsetning av at fordelingen av total forbruksutgift og husholdningskarakteristika holdes konstant over tid (dette er tilfellet med konstant fordeling av nytte). Merk at i dette tilfellet er det grunn til å anta at den aggregerte etterspørselsfunksjonen skal tilfredsstillende andre egenskaper enn homogenitet og Walras' lov (oppsummeringsbetingelsen). Det andre eksemplet på fordelingsregler for total forbruksutgift er å anta at fordelingen er gitt. De viser at dette gir muligheter for eksakt aggregering dersom Engel-kurvene er lineære og parallelle (dvs. at den deriverte av forbruket mhp. totalutgiften er uavhengig av  $h$ ) eller dersom fordelingen av nytte er fast slik at endringen i utgiften til godet er uavhengig av  $h$ . D&M har samme innvendig her som i tilfellet med lineære Engel-kurver; at fattige og rike konsumenter høyst sannsynlig vil fordele budsjettet sitt ulikt slik at man kun har perfekt aggregering i tilfellet hvor endringer i priser og total forbruksutgift er slik at de påvirker velferden identisk for alle husholdninger.

D&M diskuterer også hvorvidt forutsetningen om identiske preferanser, som ofte gjøres i økonometriske analyser, gjør det lettere å forutsette eksakt aggregering. De sier at dette vil lette utledningen av makrofunksjonen for gitte mikrofunksjoner. I dette tilfellet kan den aggregerte funksjonen skrives som en funksjon av priser og noen aggregeringsparametre. Dersom man ikke har identiske preferanser, trenger man informasjon om den simultane fordelingen av total forbruksutgift i husholdningene og en vektor av relevante husholdningskarakteristika dersom man ikke godtar restriksjoner på etterspørselsstrukturen. Dette gjelder i tilfellet hvor vi ikke krever noen adferdstolkning i makro. I kapittel 6.2. viser D&M at *GL-levekostnadsfunksjoner er nødvendige og tilstrekkelige betingelser for å forutsette en representativ konsument*. Dette er ikke det samme som å forutsette at alle konsumenter har identiske preferanser, siden de generelle funksjonene av  $a()$  og  $b()$  kan variere mellom ulike husholdninger.

De påpeker derfor at dersom man ønsker å forutsette en representativ konsument, vil ikke identiske preferanser gjøre aggregering lettere. Årsaken er at identiske preferanser ikke er ekvivalent med identisk utgiftsmønster.

D&M konstaterer at det i det hele tatt ikke er noen grunn til å anta at de aggregerte etterspørselsfunksjonene vil gjenspeile egenskapene til de mikrofunksjonene som genererte dem (jf. diskusjonen i Mas-Colell et al. 1995 om manglende overføring av Weak Axiom fra mikro til makro. D&M nevner også eksempler hvor man har vist at goder som ikke er substitutter i mikro er det i makro og omvendt). *Konklusjonen er at man ikke på generelt grunnlag kan slutte noe om mikro- og makrofunksjonene på basis av hverandre. Spesielt er det farlig å dedusere mikroadferd på basis av makroobservasjoner, og spesielt dersom disse deduksjonene brukes til å gjøre vurderinger av økonomisk velferd.*

### 3.3. Effekten av oppvarmingsutstyr på pris- og inntektselastisiteter

Et av problemene Bohi (1981) diskuterer, er problemer med utelatte variable. Vi finner at utelatte variable har effekt både i mikro- og makro-estimeringene våre (se tabell 3 og 4). Bohi nevner spesielt at husholdninger i ulike regioner med forskjeller i relative priser kan ha ulik prisfølsomhet i energietterspørselen fordi ulikheter i de relative prisene mellom regioner høyst sannsynlig vil føre til ulikheter i regional fordeling av oppvarmingsutstyr. En annen variabel det er rimelig å anta vil påvirke oppvarmingsporteføljen er husholdningens inntekt.

En korrelasjon mellom inntekt og oppvarmingsportefølge vil påvirke inntektsefølsomheten i elektrisitetsforbruket. Det er rimelig å anta at fleksibiliteten øker med inntekten, og dette ser også ut til å bli bekreftet av våre data. En mer fleksibel oppvarmingsportefølge gir husholdningen mulighet til å substituere seg bort fra energibærere som er blitt relativt dyrere å forbruke, og dermed potensiale for en mer fleksibel elektrisitets- etterspørsel. En mer fleksibel oppvarmingsportefølge medfører også et lavere forventet elektrisitetsforbruk, alt annet likt, fordi en del av oppvarmingsbehovet blir dekket av andre energibærere. Dersom man utelater oppvarmingsutstyret fra estimeringene på tverrsnittsdata, slik at vi kun estimerer bruttoeffektene av inntekt på elektrisitetsforbruket, vil det føre til at elektrisitetsforbruket øker mindre med inntekt enn det ville gjort dersom dette utstyret var inkludert i modellen. Årsaken er at det er en positiv korrelasjon mellom inntekten og fleksibiliteten i oppvarmingsutstyret. Dette bidrar til å redusere de estimerte inntektseffektene, og dermed til at den estimerte inntektselastisiteten i tverrsnitt blir for lav i forhold til egenskapene ved de sanne individuelle etterspørselsfunksjonene.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Se Green (1993) side 246 om utelatte variable og korrelasjoner.



Det er rimelig å anta at husholdninger som bor i områder hvor elektrisitet er relativt dyrt i forhold til andre energibærere vil investere mer i oppvarmingsutstyr som bruker alternative energikilder (ved, olje, parafin) alt annet likt. Det innebærer at disse husholdningene har en mer fleksibel portefølje og et lavere elektrisitetsforbruk enn husholdninger som bor i områder hvor elektrisitet er relativt dyrt. Dersom vi utelater utstysvariablene fra estimeringer på tverrsnittsdata vil man estimere en for høy negativ priselastisitet. Årsaken til det er at vi har en positiv korrelasjon mellom utstysbeholdning og relativ elektrisitetspris og en negativ korrelasjon mellom elektrisitetsforbruk og beholdningen av alternative oppvarmingskilder.

Dersom sammenhengen mellom pris, inntekt og utstyr (både oppvarmingsutstyr og annet elektrisk utstyr) ikke blir modellert, f.eks. ved at utstysvariable ikke inkluderes i estimeringene, vil det gi seg utslag i skjeve estimater for adferdsparametrene. Vi vil med andre ord forvente at estimeringer på mikro tverrsnittsdata, hvor oppvarmings- og annet energiforbrukende utstyr ikke er inkludert, vil overestimere priselastisiteten (i absoluttverdi) og underestimere inntektselastisiteten. Tilsvarende effekter vil man finne i makro-data dersom beholdningen av ulike typer utstyr endres over tid, og dette ikke inkluderes i analysen.

Selv om vi i mikroøkonometriske tverrsnittsanalyser grupperer husholdningene etter karakteristika som påvirker etterspørselsstrukturen, som f.eks. oppvarmingsportefølje, kan vi ikke sikre oss mot at det ikke finnes andre uobserverbare karakteristika som har innflytelse på husholdningenes adferd. Enkelte variable er unike for hver husholdning (som f.eks. holdninger, samfunnsbevissthet, o.l) og kan være den ledende motivasjonen for husholdningens handlinger. En måte å redusere problemer med utelatte-variabel-skjevheter på er å skille ut heterogenitet mellom ulike husholdninger ved å benytte paneldata. Ved hjelp av ulike prosedyrer for behandling av paneldata er det mulig å skille mellom variasjonen i data som skyldes heterogenitet mellom ulike husholdninger (mellom-variasjon) og variasjon som skyldes at den enkelte husholdning tilpasser seg ulikt når priser, inntekt og andre variable som er viktige for forbruket endres (innen-variasjon). Ved bruk av slike paneldata vil man dermed kunne redusere effektene på adferdsparametrene av heterogenitet i husholdningenes adferd, og derigjennom redusere problemene med å aggregere egenskapene fra mikroestimeringer til markedets etterspørselsfunksjon.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Forbruksundersøkelsen er ikke egnet for slike paneldatastudier, fordi den kun inneholder to-års roterende panel for en liten del av utvalget. På sikt håper vi imidlertid å få gode paneldata fra Statistisk sentralbyrås levekårsundersøkelse (se f.eks. Sundvoll 1999 for en dokumentasjon av levekårsundersøkelsen).

## 4. Empirisk litteratur og forslag til modellkonsepter

Basert på litteraturgjennomgangen vi har gjennomført, oppsummert i vedlegg A, har vi valgt å beskrive fire ulike måter å modellere overgangen fra mikro- til makroetterspørselen. Alle metodene baserer seg på ulike utgiftssystemer som er brukt i den empiriske aggregeringslitteraturen: AIDS, QUAIDS, LES og QES. Avsnitt 4.1 gir en oppsummering av viktig empirisk litteratur, avsnitt 4.2 omhandler ulike etterspørsels-systemer brukt i litteraturen og avsnittene 4.3-4.5 gir en gjennomgang av hvordan man kan aggregere i de fire ulike utgiftssystemene.

Formålet med våre forslag til modellkonsepter er i størst mulig grad å innarbeide litteraturens forslag når det gjelder å ta hensyn til aggregering over husholdninger (og goder) i våre fremtidige økonometriske analyser. Vi håper på grunnlag av slike økonometriske analyser å kunne beskrive, og forklare, årsakene til de store forskjellene i pris- og inntektselastisiteter som er funnet i mikro- og makrostudier og å kunne gi retningslinjer for hvordan man på best mulig måte kan benytte estimater basert på data for enkelthusholdninger i makromodeller (MSG-6 og MODAG), både til fremskrivninger og politikk-analyser. I tillegg ønsker vi en modell som fanger opp viktige forhold som er spesielle for energiforbruket, for eksempel den nære sammenhengen mellom utstyr og energiforbruk, samt mulighetene for substitusjon mellom ulike energityper. Vi vil presisere at det så langt ikke har vært tid eller ressurser til å teste ulike modeller empirisk ved hjelp av norske mikrodata for perioden 1975-95. Grunnlaget for valg av modeller og diskusjonene nedenfor er derfor kun litteraturen vi har gjennomgått innenfor forprosjektet.

### 4.1. En kort oppsummering av empirisk litteratur

Det meste av den empiriske litteraturen for estimering av totalte utgiftssystemer forutsetter eksakt aggregering både over individer og goder. Unntak er Stoker (1986), Buse (1992) og Blundell, Pashardes og Weber (1993) (jf. også vedlegg A og kapittel 4.4 og 4.5).

Stoker (1986) utvikler en metode for å estimere utgiftssystemer på makrodata og korrigere for endringer i

sammensetningen av husholdninger med forskjellige karakteristika (Stoker ser her på inntekt). Et av Stokers poenger er at parametre estimert kun ved aggregerte data inneholder både adferdseffekter og karakteristika-effekter<sup>13</sup>, og at estimatorene for adferdsparametrene dermed er skjeve. Mikro Engel-kurvener er generelt ikke lineære, og dette medfører at forutsetningen om en representativ konsument skaper aggregeringsskjevheter. Metoden til Stoker går ut på å approksimere ikke-linearitet i mikroadferden ved å inkludere andelen av husholdningene i ulike inntektsgrupper i makrorelasjonen (karakteristika-variable). Gjennomsnittlig utgift blir da lineært relatert til gjennomsnittlig inntekt via mikro regresjonskoeffisientene og karakteristika-variablene. Karakteristika-variablene representerer interaksjonen mellom ikke-linearitet i mikro og endring i andelen av husholdningene som tilhører de ulike inntektsgruppene over tid. Stoker oppsummerer ved å trekke tre hovedkonklusjoner; (i) at eksistensen av karakteristika-effekter i makrorelasjoner sammenfaller med eksistensen av ikke-lineariteter i mikro adferdsrelasjoner, (ii) at adferdsforskjellene mellom husholdninger ikke kan estimeres ved aggregerte data fordi de inneholder for lite variasjon i karakteristika-endringene over tid og (iii) at det å utelate karakteristika-effekter medfører en for sterk vektlegging av dynamiske effekter i aggregerte data.

Buse (1992) er en oppfølger av Stoker (1986). Buse tester om Stokers resultat om at karakteristika-effekter kan erstatte dynamikk gjelder mer generelt, dvs. han tester på andre data og flere modeller og han ser også på ulike typer dynamikk. Buse får bekreftet Stokers resultater når det gjelder rollen til karakteristika-effekter i etterspørselssystemer. Buse sine empiriske resultater viser at karakteristika-effektene er statistisk signifikante og erstatter AR(1)-dynamikk. Buse videreutvikler analysen i Stoker ved å både studere LES- og QES-modellen, og finner at standard "habit formation" dynamikk simpelthen reflekterer utelatte karakteristika-effekter. Dette får Buse til å konkludere

<sup>13</sup> I denne rapporten velger vi å oversette det Stoker (1986) kaller "distributional effects" med karakteristika-effekter. Dette er effekter via endring i fordelingen av ulike husholdningskarakteristika.

med at vi kan ha trukket feil konklusjoner fra utgiftsstudier; heller enn å trekke slutninger om dynamisk adferd skulle vi ha konkludert med at disse modellene er feilspesifiserte.

Blundell, Pashardes og Weber (1993) søker å identifisere karakteristika-effektene ved å estimere det de kaller aggregeringsfaktorer basert på mikrodata. Blundell et al. (1993) utvikler metoder for å beregne aggregeringsfaktorene for ulike husholdningskarakteristika i et kvadratisk AIDS-system, og tester om de er stabile over tid for å undersøke om forutsetningene for eksakt aggregering er oppfylt. Til forskjell fra Stoker (1986) og Buse (1992), som ikke hadde tilgang på mikrodata, tester Blundell et al. både fra mikrosiden og makrosiden. Problemstillingen er å vurdere viktigheten av å bruke mikrodata i en økonometrisk analyse av konsumentenes etterspørsel. De bruker flere ulike aggregeringsprosedyrer og konkluderer med at aggregerte data alene ikke kan gi troverdige estimater på pris- og inntektskoeffisienter pga. karakteristika-effektene. Blundell et al. viser også at fremskrivninger av aggregerte størrelser basert på en aggregert modell som inkluderer karakteristika-variable for heterogenitet mellom husholdninger ikke nødvendigvis vil bli utkonkurrert av fremskrivninger basert på en ren mikrobasert modell (som er aggregert på Blundell et al.s måte) dersom man ser på fremskrivningsegenskaper. Blundell et al. tolker imidlertid dette resultatet som en konsekvens av at aggregeringsfaktorene er relativt stabile i deres fremskrivningsperiode. Når aggregeringsfaktorene er stabile, viser Blundell et al. at en modell basert på aggregerte data er god både for

fremskrivningsformål og for evaluering av aggregerte effekter av politikk-tiltak.

#### 4.2. Etterspørselssystemer brukt i litteraturen

I tabell 4.1 har vi oppsummert de viktigste modellene som er benyttet i den empiriske litteraturen for å diskutere problemer med aggregering over husholdninger og varer. Utgiftssystemet AIDS og varianter av AIDS er en PIGLOG-spesifikasjon som er mye brukt i litteraturen. CES og varianter av CES er mye brukt i (norske) empiriske makromodeller. Translog-systemet har den fordel at det pålegger få restriksjoner (fleksibelt system). PIGL-klassen av modeller har gode egenskaper når det gjelder å utlede enkle aggregerte etterspørselsfunksjoner. Denne modellklassen blir imidlertid forkastet i Aasness og Rødseth (1983), som tester på data fra Forbruksundersøkelsen 1973 (de har ikke prisseffektene med, da de ikke har prisdata). Det er imidlertid ikke bare aggregeringsegenskaper som er viktige ved valg av funksjonsform, men også mulighetene for å få frem substitusjonsmulighetene på en god måte.

Basert på litteraturgjennomgangen vi har gjennomført innenfor dette prosjektet (oppsummert i vedlegg A), har vi valgt å beskrive fire ulike måter å modellere overgangen fra mikro- til makroetterspørselen. Alle metodene baserer seg på ulike utgiftssystemer som er brukt i den empiriske aggregeringslitteraturen. I det følgende studerer vi aggregering i utgiftssystemene AIDS, QUAIDS, LES og QES (basert på Deaton og Muellbauer 1980a, Blundell et al. 1993, Stoker 1986 og Buse 1992).

Tabell 4.1. Oversikt over utgiftssystemer\*

Modell	Forklaring	Referanse	Kommentar
AIDS	Almost Ideal Demand System	Deaton og Muellbauer (1980a)	Tar utgangspunkt i utgiftsfunksjonen. Engel-kurven er av PIGLOG-form. Lineære Engel-kurver
QUAIDS	QUadratic AIDS	Blundell et al. (1993)	AIDS pluss kvadratisk ledd. Kvadratiske Engel-kurver.
Translog	Transcendental logarithmic	Jorgenson et al. (1982), (Christensen et al. 1975)	Tar utgangspunkt i den indirekte nyttefunksjon. PIGLOG-spesifikasjonen kan utledes fra Translog.
LES	Linear Expenditure System	Klein og Rubin (1948), Geary (1950), Stone (1954)	Additive preferanser, sterk separabilitet. Kan utledes fra både PIGL og QES. Lineære Engel-kurver.
QES	Quadratic Expenditure System	Pollak og Wales (1978), Buse (1992)	LES pluss kvadratisk ledd. Kvadratiske Engel-kurver.
CES	Constant Elasticity of Substitution	Varian (1992), Chung (1994)	Relativt lite fleksibelt system mht. Engel-elasticiteter (se TCES).
TCES	Translated CES	Blackorby et al. (1978), også brukt i Strømsheim Wold (1998) (MSG-6)	Utgiftselastisiteten kan variere for godene innen en gruppe.
Rotterdam		Theil (1965)	En generalisering av LES. Lineære Engel-kurver.
S-branch		Mackinnon (1976)	En generalisering av LES. Bedre enn LES og QES mht. substitusjon. Lineære Engel-kurver.

\* Se også Aasness og Rødseth (1983) for en interessant artikkel om ulike etterspørselssystemer. Forfatterne foreslår et nytt etterspørselssystem hvor Engel-kurvene for de øvrige modellene kan utledes som spesialtilfeller (under forutsetning av konstante priser, dvs. ingen prisseffekter).

### 4.3. Aggregering i et AIDS utgiftssystem (Deaton og Muellbauer 1980a)

Denne modellen baserer seg på Deaton og Muellbauer (1980a), hvor de bruker et AIDS utgiftssystem til å estimere makro budsjettandelsfunksjoner for ulike godegrupper. Vi vil i dette avsnittet gi en oppsummering av hvordan D&M innenfor en AIDS-modell aggregerer husholdningenes individuelle budsjettandelsfunksjoner til makro budsjettandelsfunksjoner.

AIDS er en PIGLOG-spesifikasjon av levekostnadsfunksjonen, dvs. at man forutsetter levekostnadsfunksjoner som er generalisert lineære (GL), hvor det representative totale utgiftsnivået er uavhengig av priser (PI) skrevet på logaritmisk form (LOG) og hvor alle individer står overfor identiske priser.

#### AIDS utgiftssystem i mikro

Levekostnadsfunksjonen til et AIDS-system for en husholdning  $h$  kan skrives som:

$$(1) \quad \ln d(u^h, p) = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \ln p_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{jk}^* \ln p_k \ln p_j + u^h \beta_0 \prod_k p_k^{\beta_k}$$

For at denne levekostnadsfunksjonen skal være homogen av grad 1 i alle priser, som er et av kriteriene for integrabilitet, må følgende restriksjoner på parametrene være oppfylt:

$$\sum_i \alpha_i = 1 \quad \text{og} \quad \sum_j \gamma_{ij}^* = \sum_k \gamma_{kj}^* = \sum_j \beta_j = 0.$$

Ved å benytte Shephards lemma (den deriverte av levekostnadsfunksjonen mhp. pris er lik etterspørselsfunksjonen) og definisjonen av en budsjettandel (som er lik den deriverte av  $\ln$  til levekostnadsfunksjonen mhp.  $\ln$  til prisen) kan vi skrive en husholdnings budsjettandel til gode  $i$  ( $w_{ih}$ ) som:

$$(2) \quad w_{ih} = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_i u^h \beta_0 \prod_k p_k^{\beta_k},$$

$$\text{hvor } \gamma_{ij} = \frac{1}{2} (\gamma_{ij}^* + \gamma_{ji}^*).$$

Dersom (1) løses mhp.  $u^h$ , og dette uttrykket settes inn for  $u^h$  i (2), kan en husholdnings budsjettandel til gode  $i$  skrives som:

$$(3) \quad w_{ih} = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_j +$$

$$\beta_i \left[ \ln(x_h) - \ln \left( \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \ln p_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_j \gamma_{jk} \ln p_k \ln p_j \right) \right]$$

hvor  $x_h$  er total levekostnad (forbruksutgift) for husholdning  $h$ .<sup>14</sup> Leddet i klammeparentes kan tolkes som logaritmen til realverdien av total forbruksutgift,  $\ln(x_h/P)$ , hvor  $P$  er en prisindeks definert ved annet ledd i klammeparentesen.<sup>15</sup>

For at utgiftsandel ligningene skal oppfylle integrabilitetsforutsetningen må følgende betingelser være oppfylt:

$$(i) \quad \sum_i \alpha_i = 1, \quad \sum_i \gamma_{ij} = 0 \quad \text{og} \quad \sum_i \beta_i = 0,$$

$$(ii) \quad \sum_j \gamma_{ij} = 0 \quad \text{og}$$

$$(iii) \quad \gamma_{ij} = \gamma_{ji},$$

dvs. utgiftsandel ligningene må være homogene av grad 0 i priser og inntekt, Slutsky-matrisen må være negativt semidefinit og oppsummeringsbetingelsen må være oppfylt ( $\sum_i w_{ih} = 1$ ). Betingelsene (ii) og (iii) kan

testes dersom de ikke legges *a priori* på estimeringene. Konkavitet i et bestemt observasjonspunkt kan testes ved å sjekke egenverdiene til Slutsky-matrisen, som skal være negativt semidefinit. Dersom vi kan og ønsker å gi makroetterspørselen en adferdstolkning, skal disse restriksjonene gjelde både i mikro- og makroestimeringer.

#### Aggregering av et AIDS utgiftssystem fra mikro til makro

Siden et AIDS-system er en PIGLOG er det mulig med eksakt ikke-lineær aggregering over individer i et slikt utgiftssystem, dersom karakteristika-effektene er stabile over tid (se D&M 1980b). Dersom et AIDS-system skal kunne aggregeres eksakt (også ikke-lineært), må alle husholdninger stå overfor de samme prisene og reagere likt på prisendringer, slik at man ikke får problemer med heterogenitet ved aggregeringen på andre variable enn for budsjettet. Vi vil i dette avsnittet gå gjennom hvordan D&M modellerer heterogenitet mellom husholdningene i dette utgiftssystemet, og se hvilke konsekvenser dette får for den eksakte aggregeringen.

<sup>14</sup> Denne levekostnadsfunksjonen har en PIGLOG-struktur fordi alle ledd med  $x_h$  er uavhengige av alle prisledd og fordi budsjettandelsfunksjonene (Engel-funksjonene) er lineære logaritmiske funksjoner av hverandre.

<sup>15</sup> I anvendelser benyttes ofte LAIDS (lineær AIDS) der  $P$  approksimeres ved Stone-prisindeksen.

D&M (1980a) antar at all heterogenitet mellom husholdningene kan uttrykkes ved en faktor  $k^h$ , som inngår i budsjettandelsfunksjonen for husholdning  $h$  på følgende måte (dvs. ingen heterogenitet i de øvrige parametrene):

$$(4) \quad w_{ih} = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_i [\ln(x_h / k^h) - \ln(P)] .$$

D&M (1980a og 1980b) omtaler  $k^h$  som en variabel som inneholder informasjon om husholdningenes heterogenitet i adferden som følge av f.eks. ulik husholdningsstørrelse, sammensetning osv. (se også vårt kapittel 3.2 om D&M 6.2). I ligning (4) er det heterogenitet både via  $k^h$  og via total forbruksutgift.

Under forutsetning av at de individuelle budsjettandelene kan skrives som (4), er den aggregerte budsjettandelen til gode  $i$  gitt ved å summere alle variable over  $h$ :

$$(5) \quad w_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_i \left[ \sum_h \frac{\ln(x_h / k^h) x_h}{X} - \ln(P) \right] ,$$

hvor  $w_i = \frac{\sum_h p_i q_{ih}}{\sum_h x_h} = \frac{\sum_h x_h w_{ih}}{X}$ ,  $X$  er aggregert total

forbruksutgift og  $q_{ih}$  er konsumert mengde av gode  $i$  for husholdning  $h$ .

Budsjettandelsfunksjonen for den representative konsument kan skrives som:

$$(6) \quad w_{i0} = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_i [\ln(x_0 / k) - \ln(P)] ,$$

hvor  $x_0$  er total forbruksutgift for den representative konsument og  $k$  er en aggregeringsindeks. For å kunne bruke (6) til å estimere på makrodata, dvs. for å kunne forutsette en representativ konsument i makro, må vi finne den  $k$  som gjør at budsjettandelsfunksjonen til den representative konsumenten er lik den aggregerte budsjettandelsfunksjonen ( $w_{i0} \equiv w_i$ ), dvs. at:

$$\ln(x_0 / k) = \sum_h x_h \ln(x_h / k^h) / X .$$

Løser vi dette mhp.  $\ln(k)$ , forutsetter at  $k^h = 1$  for alle  $h$ <sup>16</sup> og benytter Theils entropimål for spredning ( $Z$ )

(jf. Theil 1967) definert ved  $\ln(Z) = - \sum_h \frac{x_h}{X} \ln\left(\frac{x_h}{X}\right)$ , får vi følgende uttrykk for aggregeringsindeksen ( $k$ ):

$$(7) \quad \ln(k) = \ln\left(\frac{x_0 Z}{X}\right) \Leftrightarrow k = \frac{x_0 Z}{X} .$$

Dersom vi antar at den representative utgiften kan anslås ved hjelp av gjennomsnittsutgiften over alle husholdninger ( $x_0 = X/H$ ), kan vi skrive aggregeringsindeksen som Theils entropimål dividert med antall husholdninger:  $\ln(k) = \ln(Z / H)$ .<sup>17</sup> Antar vi derimot at den representative utgiften kan anslås ved hjelp av den totale utgiften til alle husholdningene ( $x_0 = X$ ) kan vi skrive aggregeringsindeksen som Theils entropimål ( $k = Z$ ).

D&M (1980a) diskuterer stabiliteten i  $k$  over tid. De argumenterer for at en mangel på korrelasjon mellom  $k$ , totalforbruket til den representative konsumenten og prisen er en indikator på at vi ikke har problemer i estimeringene med skjevheter pga. utelatte variable dersom vi forutsetter at  $k$  er en konstant i estimeringene. D&M (1980a) påpeker at dersom  $k$  er konstant, vil heterogenitet i husholdningenes individuelle etterspørsel ikke påvirke gyldigheten av å forutsette en representativ konsument i makro, og det er mulig å aggregere perfekt.

#### 4.4. Aggregering i et QUAIDS utgiftssystem (Blundell et al. 1993)

I et QUAIDS-system inneholder husholdningenes budsjettandelsfunksjon for gode  $i$  et kvadratisk ledd i tillegg til det opprinnelige AIDS-systemet (jf. Blundell et al. 1993):

$$(8) \quad w_{ih} = \alpha_{ih} + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_j + \beta_{ih} \ln(y_h) + \lambda_{ih} [\ln(y_h)]^2$$

hvor  $y_h = x_h / P$ , dvs. deflatert total forbruksutgift.<sup>18</sup> Blundell et al. (1993) tillater heterogenitet mellom husholdningene både ved variasjon i konstantleddet og i leddene der den totale forbruksutgiften inngår.<sup>19</sup> Dette ivaretas ved at parametrene  $\alpha$ ,  $\beta$  og  $\lambda$  er funksjoner av husholdningsspesifikke variable:

$$\alpha_{ih} = a_0 + \sum_k a_{ik} C_{kh} ,$$

$$\beta_{ih} = b_0 + \sum_d b_{id} D_{dh} \text{ og}$$

$$\lambda_{ih} = \lambda_0 + \sum_d \lambda_{id} D_{dh} ,$$

<sup>17</sup> Dette innebærer at aggregeringsfaktoren som diskuteres i D&M (1980b) ( $\kappa^0$ ) er den inverse av aggregeringsindeksen ( $k$ ) i D&M (1980a):  $k = 1/\kappa^0$ .

<sup>18</sup> I estimeringene benytter Blundell et al. den deflaterte variabelen  $y_h$  (ikke den fulle modellen).

<sup>19</sup> Blundell et al. (1993) antar altså at de prisderiverte er like for alle husholdninger.

<sup>16</sup>  $k^h = 1$  for alle  $h$  innebærer at den eneste form for heterogenitet mellom husholdninger er i totalbudsjettet og at ingen andre karakteristika-effekter er av betydning.

hvor  $C_{kh}$  og  $D_{dh}$  er variable som ivaretar husholdningskarakteristika osv. Dette gir følgende ligning for husholdning  $h$ 's budsjettandelsfunksjon for gode  $i$ :

$$(9) \quad w_{ih} = a_0 + \sum_k a_{ik} C_{kh} + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_j + \left( b_0 + \sum_d b_{id} D_{dh} \right) \ln(y_h) + \left( \lambda_0 + \sum_d \lambda_{id} D_{dh} \right) [\ln(y_h)]^2$$

Konsistent aggregering til makro oppnås ved å veie husholdningens budsjettandel med dens andel av totalutgiften i makro ( $x^h/X$ ) og summere over  $h$ , noe som gir følgende aggregerte budsjettandelsfunksjon for gode  $i$ :

$$(10) \quad w_i = a_0 + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_j + \sum_k a_{ik} \sum_h \frac{x_h C_{kh}}{X} + b_0 \sum_h \frac{\ln(y_h) x_h}{X} + \sum_d b_{id} \sum_h \frac{\ln(y_h) D_{dh} x_h}{X} + \lambda_0 \sum_h \frac{[\ln(y_h)]^2 x_h}{X} + \sum_d \lambda_{id} \sum_h \frac{[\ln(y_h)]^2 D_{dh} x_h}{X}$$

Når Blundell et al. (1993) skriver budsjettandelsfunksjonen til en representativ husholdning, benytter de noe de kaller aggregeringsparametre, som er en koeffisient ( $\pi_{0k}, \pi_1, \pi_{2d}, \pi_3, \pi_{4d}$ ) multiplisert med egenskapene til en representativ husholdning ( $C_{k0}, D_{d0}, y_0$ ) for de aggregerte variablene. Budsjettandelsfunksjonen til en representativ husholdning kan da skrives som:

$$(11) \quad w_{i0} = a_0 + \sum_k a_{ik} \pi_{0k} C_{k0} + \sum_j \gamma_{ij} \ln p_j + \left( b_0 \pi_1 + \sum_d b_{id} \pi_{2d} D_{d0} \right) \ln(y_0) + \left( \lambda_0 \pi_3 + \sum_d \lambda_{id} \pi_{4d} D_{d0} \right) [\ln(y_0)]^2$$

På generell form, hvor vi ikke spesifiserer nærmere hvilke verdier som skal brukes for den representative husholdningen, kan vi skrive aggregeringsparametrene på følgende måte:

$$\pi_{0k} = \sum_h \frac{x_h C_{kh}}{X C_{k0}} \quad \forall k, \\ \pi_1 = \sum_h \frac{x_h \ln(y_h)}{X \ln(y_0)}, \\ \pi_{2d} = \sum_h \frac{x_h \ln(y_h) D_{dh}}{X \ln(y_0) D_{d0}} \quad \forall d,$$

$$\pi_3 = \sum_h \frac{x_h [\ln(y_h)]^2}{X [\ln(y_0)]^2} \quad \text{og} \\ \pi_{4d} = \sum_h \frac{x_h [\ln(y_h)]^2 D_{dh}}{X [\ln(y_0)]^2 D_{d0}} \quad \forall d.$$

Blundell et al. (1993) har valgt å spesifisere funksjonen (11) slik at de representative variablene for  $y_h$  og  $D_d$  er gitt ved gjennomsnittsverdiene, og den representative verdien for  $C_k$  er gitt ved summen over alle husholdningene.

#### 4.5. Aggregering i QES og LES utgiftssystemer (Buse 1992)

LES og QES er mye brukte spesifikasjoner og er bl.a. benyttet i aggregeringssammenheng i Stoker (1986) og Buse (1992).<sup>20</sup> Følgende mikro-spesifikasjon av QES benyttes i Buse (1992):

$$(12) \quad y_{iht} = \gamma_{ih} p_{iht} + \beta_{ih} \left( x_{ht} - \sum_j \gamma_{jh} p_{jht} \right) + \left( \alpha_{ih} p_{iht} - \beta_{ih} \sum_j \alpha_{jh} p_{jht} \right) \left( \prod_j p_{jht}^{-2\beta_j} \left( x_{ht} - \sum_j \gamma_{jh} p_{jht} \right)^2 \right),$$

hvor  $y_{iht}$  er utgiften til gode(gruppe)  $i$  i husholdning  $h$  i periode  $t$ ,  $p_{iht}$  er prisindeksen for gode  $i$ ,  $x_{ht}$  er total forbruksutgift og  $\sum_j \beta_{jh} = 1$ . Dersom  $\alpha_{ih} = 0$  (for alle

$i$ ) blir ligning (12) lik LES-spesifikasjonen. Ligning (12) er en ikke-lineær Engel-funksjon, og det kan da oppstå aggregeringsskjevheter. Buse forutsetter at det eksisterer en representativ husholdning. Den aggregerte (makro) estimeringsrelasjonen med karakteristika-effekter inkludert og som korresponderer med ligning (12) representeres i Buse ved å erstatte  $y_{iht}$  og  $x_{ht}$  med gjennomsnittsverdier for husholdningssektoren. Gjennomsnittsverdiene er dermed estimatorene for henholdsvis  $E_t(y_{iht})$  og  $E_t(x_{ht})$ , og den aggregerte estimeringsligningen skrives da som:

$$(13) \quad E_t(y_{ih}) = g_i p_{it} + b_i \left( E_t(x_h) - \sum_j g_j p_{jt} \right) + \left( a_i p_{it} - b_i \sum_j a_j p_{jt} \right) \left( \prod_j p_{jt}^{-2b_j} \left( E_t(x_h) - \sum_j g_j p_{jt} \right)^2 \right) + \sum_k^{N-2} d_{ik} P_{kt} + d_{i0} + e_i V_t(x_h) + v_{it}$$

hvor  $N$  er antall inntektsgrupper,  $d$  er karakteristika-effektene ("distributional effects"),  $V_t$  er varians-

<sup>20</sup> Se også omtalen av Buse (1992) og Stoker (1993) i vedlegg A.

operatoren og  $V_t(x_h)$  er variansen til inntekten (når mikro Engel-funksjonen er ikke-lineær, blir makro-relasjonen bestående av en lineær komponent og et tilleggsledd som avhenger av avviket fra linearitet, se Buse 1992 for detaljer),  $v_{it}$  er det aggregerte restleddet (veid sum av mikro restleddene når gjennomsnittsverdiene for  $y$  og  $x$  alle er observerbare, og det innebærer heteroskedastisitet som bør tas hensyn til ved estimeringen eller testes for) og  $\sum_j b_j = 1$ . Dersom  $a_i = e_i = 0$  gir (13) makro LES-spesifikasjonen.

## 5. Oppsummering og diskusjon av litteraturen

Problemer med aggregering av adferd fra mikro til makro oppstår i mange sammenhenger. Hvilken form man ønsker på aggregeringen avhenger av hvilken målsetting man har for analysen. Den aggregerte makrorelasjonen kan enten forutsettes å gjelde den representative konsument, eller den kan være en aggregert (summert) markedsrelasjon. Den vanligste målsettingen i litteraturen er å kartlegge hvilke egenskaper som må være oppfylt i mikro for at man skal kunne gi adferdstolkninger til estimater fra estimeringer av aggregerte tidsserier. Adferdstolkning i makro innebærer at man kan forutsette en nyttemaksimerende representativ konsument i makro. Årsaken til at man ønsker en slik forutsetning kan være at man ønsker å foreta prediksjoner om mikroadferd selv om man kun har tilgang til aggregerte tidsserier, eller at forutsetningen om en nyttemaksimerende representativ konsument er ønskelig i forhold til problemstillingen.

En annen målsetting med å studere aggregeringsproblemer er å gi bedre prediksjoner av endringer i markedsetterspørselen som følger av f.eks. politikktiltak, basert på mikroestimater hvor vi tar hensyn til at ulike husholdninger reagerer ulikt når det gjelder endringer i pris og inntekt avhengig av egenskaper ved husholdningen. I denne sammenhengen er det viktig å påpeke at formålet med analysen vil legge føringer på ønsket grad av eksakt aggregering, og dermed hvilke forutsetninger som legges til grunn, samt hvilke data som kan (og bør) brukes til å gi disse sammenhengene et empirisk innhold. Vi vil i dette avsnittet gi en oppsummering av aggregeringslitteraturen samt en diskusjon av relevansen relativt til våre analyser av husholdningenes energietterspørsel.

### 5.1. Oppsummering av litteraturen

Problemer med aggregering kan oppstå dersom man på generelt grunnlag ønsker å slutte noe om mikro- og makrofunksjonene på basis av hverandre. Det er problematisk å dedusere mikroadferd på basis av makroobservasjoner, spesielt dersom disse deduksjonene brukes til å gjøre vurderinger av økonomisk velferd (se Deaton og Muellbauer 1980b). Det sentrale spørsmålet blir da i hvilke tilfeller det er mulig å

dedusere fra makro til mikro og omvendt fra mikro til makro, dvs. under hvilke forutsetninger om preferanser eller adferd er det mulig med eksakt aggregering fra mikro til makro? Svaret på dette spørsmålet vil avhenge av problemstillingen; om man ønsker å (i) sikre eksistensen av en aggregert etterspørsel som en funksjon av priser og aggregert inntekt eller (ii) forutsette en representativ nyttemaksimerende konsument (gi makrorelasjonen en positiv adferdstolkning). Dersom vi ikke krever en nyttemaksimerende konsument i makro, vil ikke egenskapene ved mikro-etterspørselen, som f.eks. Slutsky-symmetri, homogenitet og "weak axiom" (WA), nødvendigvis overføres som egenskaper ved makroetterspørselsfunksjonen. Ønsker man derimot å si noe om egenskapene i mikro ut fra en estimering på aggregerte tidsserier vil det være ønskelig og nødvendig å forutsette en nyttemaksimerende representativ konsument. Dersom man ønsker å bruke resultater fra estimeringer på mikrodata til å si noe om den aggregerte etterspørselen, er det hverken nødvendig å sikre eksistensen i) eller ii), siden man kan finne den aggregerte sammenhengen direkte ved aggregering på mikroligningene. Egenskapene fra mikro kan aggregeres til egenskaper ved makroetterspørselen ved å bruke aggregeringsparametre til å veie egenskapene til husholdningsgrupper med ulik adferd (jf. Stoker 1986 og Blundell et al. 1993).

Den teoretiske litteraturen om aggregeringsproblemet peker på at mulighetene for eksakt aggregering er nært knyttet til formen på Engel-funksjonen, under forutsetning av at alle husholdninger står overfor identiske priser. Dersom man ikke ønsker å legge noen adferdstolkninger på den aggregerte etterspørselsfunksjonen, dvs. at man kun ønsker å kunne skrive aggregert etterspørsel som en funksjon av aggregert inntekt, må enten alle husholdningene ha identisk inntektsderivert (f.eks. som følge av parallelle og lineære Engel-kurver eller GL-levekostnadsfunksjoner),<sup>21</sup> eller så må man kunne forutsette en entydig sammenheng mellom

<sup>21</sup> I tilfellet hvor man ikke krever nyttemaksimerende adferd i makro, kan man prinsipielt ikke snakke om levekostnadsfunksjoner, men det er forholdsvis enkelt å omdefinere kriteriene til budsjettandelsform (se diskusjon i D&M 1980b).



aggregert inntekt og fordelingen av inntekt (se diskusjon i Mas-Colell et al. 1995 og D&M 1980b). Hverken eksistensen av lineære Engel-funksjoner eller den lineære sammenhengen mellom helningene på Engel-funksjonene under forutsetningen om GL er utledet med utgangspunkt i nyttemaksimering. Alt man trenger for å sikre GL er at det eksisterer en representativ utgift slik at man kan skrive den aggregerte etterspørselen som en funksjon av denne. Vi trenger med andre ord ikke å pålegge ytterligere restriksjoner om homotetiske preferanser til den representative konsumenten dersom man ikke krever nyttemaksimering i makro. Restriksjonene på Engel-kurvene vil være identiske i maksimerings- og ikke-maksimerings-tilfellet på aggregert nivå, men kravet om nyttemaksimering i makro legger restriksjoner på Engel-kurvene i mikro som ikke er nødvendige dersom man ikke pålegger en positiv adferdstolkning av makro-etterspørselen (se diskusjon s. 162 i D&M 1980b). Spesifikasjonene GL, PIGL og PIGLOG ("Generalised Linearity", "Price Independent Generalised Linearity", og PIGL på logaritmisk form) tar utgangspunkt i Muellbauers representative konsument, som er representativ i adferd og ikke preferanser og som derfor er mindre restriktiv enn Gormans representative konsument.

Hvilken feil gjør vi så dersom vi ignorerer aggregeringsproblemene? Hvilke aggregeringsskjevheter får vi i våre estimater dersom aggregeringen ikke modelleres eksplisitt, eller dersom kriteriene for en eksakt aggregering ikke er oppfylt? Igjen vil svaret avhenge av formålet med analysen, i tillegg til hvordan data varierer. Problemet med aggregeringsskjevheter i estimeringer på aggregerte data oppstår dersom sammensetningen av samlet aggregert konsum på ulike grupper av husholdninger med ulik adferd endres over tid (se Stoker 1986 eller Buse 1992 for en diskusjon av slike karakteristika-effekter). Dersom man har mikrodata, kan budsjettandelsfunksjonene estimeres med heterogenitet i adferd og priser for å finne egenskapene til mikroetterspørselen. Den aggregerte etterspørselen vil også kunne estimeres ved hjelp av aggregerte mikrodata ved å konstruere de aggregerte variablene som inngår. Problemet med mangel på eksakt aggregering oppstår når man ønsker å estimere etterspørselen til en representativ konsument (med eller uten nyttemaksimering) på basis av makro- eller aggregerte mikrodata hvor man ikke har benyttet informasjon om husholdningenes heterogenitet i adferd og f.eks. endring i befolkningssammensetningen over tid. Dersom man ikke tar hensyn til denne heterogeniteten i en makroestimering, vil effekten av karakteristika-endringer i husholdningssektoren (uttrykt ved endringer i aggregeringsparametrene over tid) inngå i adferdsparametrene. Dersom endringen i adferdsstrukturen og befolkningssammensetningen har vært

betydelig i perioden, kan slike karakteristika-effekter dominere estimatene.<sup>22</sup>

En måte å løse aggregeringsproblemet på er å korrigere adferdsparameter-estimatene for karakteristika-endringer ved å benytte informasjon om fordelingen av ulike husholdningskarakteristika i estimeringene, f.eks. ved bruk av en aggregeringsindeks (som i D&M 1980a) eller aggregeringsfaktorer (som i Blundell et al. 1993). D&M (1980a) foreslår å estimere aggregeringsindeksen ved hjelp av tverrsnittsdata, for så å bruke dette estimatet som en "kjent" parameter i estimeringen på aggregerte tidsserier. Dersom man benytter aggregeringsfaktorer, kan man finne anslag på disse ved hjelp av mikrodata eller andre makrodatakilder og benytte dem som variable i makroestimeringen. På den måten er det mulig å sortere ut effektene på makro-estimatene som skyldes karakteristika-endringer, og man står tilbake med rene adferdsparametre (under forutsetning av at det er mulig med perfekt aggregering og at utgiftssystemet som er valgt gir en god beskrivelse av adferden).<sup>23</sup>

## 5.2. Relevans for våre problemstillinger

Hvordan relaterer den teoretiske litteraturen om aggregeringsproblemer seg til forskjellene i elastisiteter mellom estimeringer av egenskapene til energietterspørselen i husholdningene basert på henholdsvis mikro- og makrodata, diskutert i kapittel 2? Tabellene 2.1, 2.3 og 2.4 viser at det er til dels store og systematiske forskjeller i pris- og inntektselastisiteter fra analyser basert på estimeringer på henholdsvis mikro- og makrodata. Noen av disse forskjellene skyldes forskjeller i formål og tolkning av estimatene og noen kan skyldes problemer med aggregering.

Ulikhetene i de estimerte egenskapene for en gjennomsnittlig mikrohusholdning og for den samlede aggregerte etterspørselen som er funnet i litteraturen trenger ikke skyldes problemer med aggregering, men kan snarere gjenspeile forskjeller i formålet med studien. Vi kan imidlertid ikke utelukke at disse forskjellene også kan skyldes problemer med aggregering og utelatte variable (og da spesielt informasjon om utviklingen i oppvarmings- og annet energikrevende utstyr, se diskusjonen i avsnittene 2.2 og 3.3). For å kunne vurdere årsaken til ulikhetene i mikro- og makro-elastisitetene må vi av den grunn sammenligne estimeringer hvor formålet er identisk (f.eks. si noe om mikroadferden) og hvor heterogeniteten mellom grupper av husholdninger modelleres eksplisitt slik at man kan kontrollere for endringer i sammensetningen av de ulike husholdningsgruppene samt inkludere alle variable av spesiell betydning for energiforbruket (f.eks. oppvarmingsutstyret). Man må studere hvordan slike forskjeller påvirker de pris- og inntektsderiverte

<sup>22</sup> Dette vil kunne gi seg utslag i parameterustabilitet i makro, slik at estimatene f.eks. er følsomme overfor estimeringsperiode.

<sup>23</sup> Det er disse poengene Stoker (1986) presenterer.

for å identifisere de ulike effektene på de estimerte egenskapene ved etterspørselsfunksjonen.

### 5.3. Hva kan litteraturen ikke hjelpe oss med?

I alle resonnementene som diskuteres i litteraturen om aggregeringsproblemer forutsettes det at alle husholdninger står overfor de samme prisene, samt at alle har samme prisfølsomhet i etterspørselen. Vi vet fra tidligere undersøkelser av husholdningenes energietterspørsel at disse forutsetningene ikke er oppfylt for norske forhold. I våre data har vi til dels store regionale prisforskjeller, spesielt for elektrisitet, men også for enkelte andre energibærere. Videre er det rimelig å anta at de prisderiverte vil avhenge av bl.a. oppvarmingsutstyr slik at husholdningene med de største substitusjonsmulighetene i oppvarmingen vil være mest følsomme overfor endringer i de relative prisene på energi.

Alle diskusjonene i teorien bygger på at det ikke finnes null-konsum av noen goder for alle observasjonene som inngår i datasettet. Denne forutsetningen er ikke oppfylt i mikrodataene, siden ca. 20 prosent av alle husholdningene kun bruker elektrisitet som oppvarmingskilde (dvs. har null konsum av petroleumsprodukter og ved til oppvarmingsformål). Videre er det i mikrodata ofte vanskelig å vite om null-konsum skyldes adferd eller målefeil. Et annet, og nært beslektet problem når vi estimerer utgiftssystemer hvor det eksisterer null-konsum eller hvor antallet goder er få, er at man kan få tautologi-problemer i utgiftssystemet. Slike problemer kan oppstå fordi man bruker totalutgiften for den godegruppen man ser på som forklaringsvariabel i estimeringen av et (partiell) utgiftssystem.

Litteraturen tyder på at det er en fordel å bruke mikrodata når man skal estimere egenskapene til etterspørselen etter et gode. Ofte ønsker vi å si noe om effektene av f.eks. ulike politikk-tiltak på økonomien som helhet, og av den grunn trenger vi å vite hvordan egenskapene til markedsetterspørselen ser ut. Problemet blir da hvordan man skal kunne beregne makroegenskaper basert på mikroegenskapene. Dersom det er mulig å forutsette eksakt aggregering og mikromodellen som er spesifisert gir en god beskrivelse av egenskapene til mikroadferden, burde det være mulig å beregne makroegenskapene ved hjelp av aggregeringsfaktorene og mikroestimatene.

Hva skjer når utgiftssystemet ikke fanger opp strukturen i husholdningenes etterspørsel etter varer og tjenester? Et av de mest sentrale problemene her er problemer med utelatte variable som er viktige for å beskrive heterogenitet i adferden, som f.eks. oppvarmings- og annet energiforbrukende utstyr. Dersom disse variablene er korrelert med pris, inntekt eller andre inkluderte variable vil vi få problemer med skjevheter som følge av utelatte variable. Et annet problem er at de egenskapene som estimeres ved hjelp

av mikrodata i tverrsnitt vil være en beskrivelse av egenskapene til gjennomsnittet av husholdningene for gitte karakteristika. Problemet er at disse estimatene ikke nødvendigvis kan tolkes som adferdsparametre siden estimatene representerer ulikheter mellom husholdninger med ulike karakteristika som inntekt og pris og ikke hvordan en husholdning vil endre sitt konsum når inntekt og pris endres. Dette kan være noe av årsaken til differansen vi finner mellom mikro- og makroegenskapene. Bohi (1981) påpeker at noe av årsaken til dette problemet skyldes at man har en systematisk sammenheng mellom forklaringsvariable som f.eks. pris og inntekt og adferd. I tilfellet med energietterspørsel kan slike sammenhenger gå via fleksibiliteten i oppvarmingsutstyret dersom husholdninger med høy (og/eller varierende) elektrisitetspris relativt til andre energityper og høy inntekt har en mer fleksibel oppvarmingsportefølje og dermed en mer elastisk elektrisitetsetterspørsel enn andre husholdninger. Dette gjør at det er viktig å modellere heterogenitet i adferden med hensyn til slike egenskaper når man skal estimere energietterspørselen. Med mikropaneldata vil man kunne skille tverrsnitteffektene fra adferden, mens man med mikro tverrsnittsdata kun kan skille ut karakteristika-effektene, og ikke tverrsnitteffektene, fra adferden.

## 6. Planer for fremtidig arbeid

Innenfor forprosjektet har vi ikke hatt ressurser til å gjennomføre økonometriske analyser eller testing av ulike modellkonsepter på våre data. Litteraturen om aggregering er omfattende og relativt komplisert og tungt tilgjengelig. Vi har kommet et godt stykke når det gjelder oversikt, men det er fortsatt viktige arbeider vi ikke har studert.<sup>24</sup> Vi har heller ikke kunnet studere grundig alle arbeidene vi har funnet interessante i litteraturen, noe som også har sammenheng med at vi ikke har gjennomført økonometriske analyser av våre data med litteraturens metodikk for aggregering. Dette ønsker vi å arbeide med fremover. I det følgende presenterer vi ideer til analyser vi finner spesielt interessante.

Basert på den brede gjennomgangen av aggregeringslitteraturen, ønsker vi å studere nærmere utvalgte artikler for å teste hvorvidt problemer med aggregering av adferd er gjeldende for energiforbruket i norske husholdninger. Viktige spørsmål i dette arbeidet vil være å vurdere hvorfor mikro- og makroestimer basert på norske data blir forskjellige og hva som må til for at mikrodata kan brukes til å si noe om reaksjoner i makroetterspørselen. For å belyse denne problemstillingen vil vi gjennomføre økonometriske analyser både ved hjelp av mikrodata og aggregerte data. Resultatene fra de ulike estimeringene vil bli sammenlignet for å teste stabiliteten av resultatene med hensyn til valg av datakilde. På bakgrunn av slike sammenligninger vil vi diskutere fordeler og ulemper ved de ulike metodene, og hvordan man skal få estimert gode pris- og inntektselastisiteter som er tilpasset det formålet man fokuserer på. Det er ikke opplagt at det finnes ett svar på f.eks. priselastisiteten. Svaret kan f.eks. vise seg å avhenge av om vi ønsker å si noe om effekten på en gjennomsnittshusholdning eller alle husholdningene samlet. Testing av ulike økonometriske spesifikasjoner av utgiftssystemer hvor aggregeringsfaktorene (karakteristika-parametrene) er

ekspisitt modellert vil stå sentralt i dette arbeidet, samt tester for om enkelte teoretiske egenskaper ved etterspørselsfunksjonene er oppfylt i mikro og/eller i makro.

Som vi har diskutert er det flere modeller som peker seg ut som utgangspunkt for analyser av aggregeringsproblemer innenfor temaet energietterspørsel. Analysene av aggregeringsproblematikk vil fremover være nært knyttet til husholdningenes investeringer i oppvarmingsportefølje og elektriske husholdningsapparater, og derigjennom til analyser hvor vi ser på substitusjon mellom forbruk av ulike energibærere. Når det gjelder mikroanalyser, er det interessant å undersøke økonometrisk om etterspørselsfunksjonene er lineære og identiske for ulike husholdningsgrupper, eller om ikke-lineære etterspørselssammenhenger som f.eks. varierer mellom ulike inntektsgrupper passer bedre i forhold til data. Ut fra mikroøkonometriske studier vi har foretatt tidligere forventer vi å kunne forkaste en hypotese om at etterspørselsfunksjonene er lineære og identiske, og da oppstår det aggregeringsproblemer ved overgang fra mikro til makro.

Sett fra makrosiden kan det være interessant å gjennomføre et teoretisk og økonometrisk arbeid med testing av forutsetninger som ligger bak aggregeringen i MSG-6 (individer og varer). En tilsvarende analyse som i Buse (1992) basert på våre data for norske husholdninger i perioden 1975-94 vil her være aktuelt. Vi vil da kunne benytte en makro QES-spesifikasjon med henholdsvis karakteristika-effekter, AR(1)-dynamikk og vanedannelsesdynamikk, for å få frem pris- og inntektselastisiteter i de ulike modellene estimert ved hjelp av makrodata. Deretter kan vi benytte en mikro QES-spesifikasjon og sammenligne mikro- og makroelastisitetene. På samme måte vil det være interessant å teste AIDS- og varianter av AIDS-systemet samt CES- og Translog-spesifikasjonene på våre data.

I Stokers metode (Stoker, 1986) er etterspørselsfunksjonene konstante over tid, og han ser ikke på tilfeller hvor det er naturlig at det eksisterer dynamiske effekter. I energietterspørselen er det ikke urimelig at

<sup>24</sup> Arbeider vi har kommet over etter at sluttstrek for arbeidet med denne rapporten ble satt er Russell et al. (1998), Adda og Robin (1996) og (1998), Blundell og Robin (1999) og (2000), Nichele og Robin (1995), Robin (1993), Meghir og Robin (1992) Hildenbrand (1998) og Hildenbrand, ed. (1999). Takk til Terje Skjerpen, som gjorde oss oppmerksomme på disse arbeidene.

det finnes genuine dynamiske effekter som har en adferdstolkning med basis i økonomisk teori. Årsaken er f.eks. at avgiftsendringer kan få følger for fremtidig beholdning av oppvarmingsutstyr i husholdningene. Litteraturen peker på at ikke-lineariteter er et problem ved aggregering, og i likhet med Stoker (1986) og Blundell et al. (1993) ønsker vi å finne sammenhengene mellom ikke-linearitet, karakteristika-effekter og dynamiske effekter. En makroestimering med og uten dynamiske effekter vil kunne gi informasjon om dette. Videre vil det være interessant å sammenlikne resultater fra en makroestimering med dynamiske effekter og resultater fra estimeringer på aggregerte mikrodata, jf. metoden i Blundell et al. (1993).

Når det gjelder valg av funksjonsformer, vil vi studere nærmere bl.a. Aasness og Rødseth (1983), som tester en rekke ulike etterspørselssystemer på norske mikrodata for 1973. Vi kunne ønske å gjennomføre tilsvarende analyser for nyere data, og fokusere spesielt på stasjonær energi. Et annet viktig arbeid for oss fremover vil være Deaton og Muellbauer (1980b). Vi vil blant annet fokusere på deres kapittel 6.3, som tar opp mulighetene for eksakt aggregering i analyser av goder hvor prisene varierer mellom husholdninger, siden dette er tilfellet i våre mikrodata. Hvilken modell som er "best" når det gjelder aggregering og substitusjon er til syvende og sist et empirisk spørsmål som vi først kan ta stilling til når vi har gjennomført flere økonomiske analyser av mikrodataene.

I statistikkproduksjon og analyser som baserer seg på utvalg av husholdninger brukes det ofte vektorer for å korrigere for skjevheter i utvalget som følge av trekke-metode og frafall. En rekke variable forklarer energiforbruket i husholdningene, bl.a. husholdningsstørrelse, inntekt og beholdning av utstyr som bruker energi, og fordelingen av disse variablene i husholdningsutvalget stemmer ikke alltid overens med fordelingen i husholdningspopulasjonen. Vektene konstrueres på grunnlag av et fåtall utvalgte variable (se f.eks. Belsby 1995). Hvis for eksempel husholdningsstørrelse inngår i beregningen av vektene, forsøker man å korrigere dataene slik at andelen énpersonhusholdninger best mulig skal stemme overens med andelen i populasjonen, og tilsvarende for de andre husholdningstypene. Dersom vektene konstrueres bare med basis i én eller svært få forklaringsvariable, er det ikke sikkert at de korrigerer godt når det gjelder f.eks. inntekt og energiforbrukende utstyr. En slik korreksjon for utvalgs-skjevheter kan være problematisk dersom vektene ikke korrigerer for de aggregeringsproblemer en faktisk står overfor i analyser av energibruk. Bruk av vektorer i økonomiske estimeringer for å justere for skjevheter i utvalget på grunn av trekke-metode og frafall henger derfor sammen med aggregeringsproblematikken. Ved analyser av aggregeringsproblematikk og energibruk ønsker vi å studere internasjonal litteratur på området

frafallsvektor i statistikkproduksjon og regresjon. I tillegg vil vi teste empirisk betydningen av vektorer for f.eks. pris- og inntektselastisiteter i økonomiske analyser.

## 7. Avslutning

Dette arbeidet om aggregeringsproblematikk i analyser av husholdningenes energietterspørsel har vært svært nyttig av flere grunner. Vi har kunnet sette oss grundig inn i sentral konsument- og aggregeringsteori, fått oversikt over både original og nyere litteratur om aggregering over husholdninger, samt studert viktige empiriske arbeider som har mikrodata som grunnlag og som er relevante i aggregeringssammenheng. Vi har også kommet frem til metodikk som vil bli svært interessant å benytte på mikrodata for norske husholdninger for perioden 1975 til i dag. Dette har gitt oss et bredere perspektiv på analyser av husholdningenes energietterspørsel, noe som utgjør et godt grunnlag for videre analyser av dette temaet.

Aggregering er et omfattende og krevende forskningsfelt. Vi har i denne omgang fokusert på litteraturstudier, og gjennomgangen av litteraturen kan oppsummeres som følger:

- Litteraturen om aggregering er relativt omfattende, men de fleste teoretiske poengene er beskrevet i Deaton og Muellbauer (1980a og 1980b).
- De fleste empiriske arbeidene innenfor aggregeringslitteraturen bærer preg av at mikrodata ikke har vært tilgjengelig, og at man derfor har hatt behov for å finne argumenter for bruk av makrodata.
- I svært mange av arbeidene er det benyttet en AIDS-modell eller varianter av denne (jf. Deaton og Muellbauer, 1980a).
- De mest interessante arbeidene, foruten Deaton og Muellbauer (1980a og 1980b), er Stoker (1986 og 1993), Buse (1992) og Blundell, Pashardes og Weber (1993).
- Empirisk litteratur samt våre empiriske illustrasjoner viser at for en gitt modell er det avgjørende for resultatene om man benytter mikrodata eller makrodata.
- For energi er det noen spesielle forhold som gjør seg gjeldende i aggregeringssammenheng, blant annet den nære sammenhengen mellom oppvarmingsutstyr og energiforbruk, og det forhold at energiprisene varierer mellom husholdninger (i våre data).

Ulike modeller og data kan gi svært ulike pris- og inntektselastisiteter. Det finnes dermed ikke ett svar for inntekts- og priselastisitetene for elektrisitetsforbruk (eller energiforbruk) i den norske husholdningssektoren. Hovedformålet vårt med å studere aggregeringsproblematikk er å komme frem til gode elastisiteter som gjelder for hele husholdningssektoren samlet sett, eventuelt for grove grupper av husholdninger med ulike kjennetegn. Spørsmålet er da hvorvidt man kan estimere direkte på makrodata eller om man bør estimere på mikrodata og deretter utnytte dette for å komme frem til makroelastisiteter. Svaret kan vise seg å avhenge av om vi ønsker å si noe om effekten på en gjennomsnittshusholdning, grove grupper av husholdninger eller alle husholdningene samlet, og i hvilken grad man ønsker å estimere rene adferdsparametre eller parametre som inneholder både adferdskomponenter og karakteristika-komponenter.

De tre viktigste empiriske arbeidene i litteraturen i forhold til vårt videre arbeid fokuserer alle på hva som skal til for å kunne gi makroestimer en adferdstolkning, og konkluderer med å trekke frem viktigheten av å estimere på individuelle husholdningsdata (mikrodata). Årsaken er at aggregerte data vanligvis ikke inneholder nok informasjon til å få skilt karakteristika-effektene fra adferdseffektene. De estimerte makroparametrene blir skjeve i forhold til å kunne gi dem en adferdstolkning fordi de også inneholder karakteristika-effekter. En viktig karakteristika-variabel som typisk endrer seg over tid er andelen av husholdninger i ulike inntektsgrupper. Andre viktige karakteristika-variable i energisammenheng er beholdning av oppvarmingsutstyr og elektriske husholdningsapparater. Disse variablene har endret seg svært mye over tid (se bl.a. Halvorsen et al. 1999, Halvorsen og Larsen 1999 og Halvorsen og Larsen 2001b), og dette må det tas hensyn til dersom aggregeringsskjevheter skal unngås.

Det finnes ikke noe fasitsvar på hvilken tolkning man bør gi den estimerte parameteren (elastisiteten). Svaret avhenger av hva elastisiteten skal brukes til, hvordan den skal benyttes og hvilke forutsetninger en ønsker å gjøre. Inntekts- og priselastisitetene avhenger av i

hvilken kontekst de skal benyttes (f.eks. makromodell). Våre resultater viser også at nivået på inntektselastisiteten og utgiftselastisiteten for energi og elektrisitet er svært forskjellige, noe som betyr at nivået på elastisiteten som implementeres i modellen er svært avhengig av om en benytter total forbruksutgift eller inntekt som forklaringsvariabel.

Elastisitetene bør avhenge av om de skal benyttes i en langsiktig eller kortsiktig makromodell, og hvordan makromodellen for øvrig er formulert. I makromodell-analyser, f.eks. fremskrivninger av husholdningenes elektrisitetsforbruk ved hjelp av MSG, forutsettes det at flere karakteristika-variable er konstante over tid (f.eks. samme inntektsfordeling som i modellens basisår) eller at endringene i karakteristika-variablene har samme utvikling fremover som i estimeringsperioden for elastisitetene. Dersom modellbrukeren faktisk ønsker å utføre en fremskrivning hvor det er forutsatt konstant inntektsfordeling, må den implementerte elastisiteten være en ren adferdsparameter. Dette innebærer at karakteristika-effektene må være rensert ut. Dette innebærer igjen at elastisiteten må estimeres på mikrodata. Dersom modellbruker ønsker å forutsette samme utvikling i karakteristika-variablen som historisk, kan elastisiteten inneholde både adferds-effekter og karakteristika-effekter. Litteraturen tyder på at slike elastisiteter kan estimeres med makrodata. Imidlertid bør det være konsistens mellom den implementerte elastisiteten og de karakteristika-effekter som det faktisk tas hensyn til i makromodellen. Dersom makromodellen for eksempel tar hensyn til endring i antall barn og antall voksne (input fra befolknings-fremskrivninger), bør elastisitetene estimeres med karakteristika-variable for disse slik at disse karakteristika-effektene blir skilt ut. Videre bør inntekts-elastisiteten ikke inneholde effekten av vekst i antall husholdninger eller boligareal dersom modellen elastisiteten skal benyttes i fanger opp dette via egne variable. Dette betyr at koeffisientene må estimeres med den grad av bruttotolkning som ligger i makromodellen.

Et viktig formål med å studere aggregeringsproblematikk fremover vil være å studere den empiriske betydningen av ulike karakteristika-effekter i forhold til adferdseffektene i norske husholdninger og skille disse effektene fra hverandre. Resultatene vil kunne få betydning for hvordan konsumdelen av makromodellene bør utformes. Dersom det f.eks. er karakteristika-variable som er spesielt viktige for energi- eller elektrisitetsforbruket, bør disse vurderes implementert som egne variable i makromodellene. Fordelene med en slik modell må imidlertid veies opp mot ulempene. Ulempen er at en trenger eksogene anslag på karakteristika-variablene fremover, og at modellbrukeren blir stilt overfor en mer detaljert og kanskje mindre håndterlig modell. Fordelen er at ulike eksogene anslag på utviklingen i de ulike

karakteristika-variablene fremover kan testes i forhold til virkninger på f.eks. elektrisitetsforbruk og makroøkonomi.

# Referanser

- Adda, J. og J.-M. Robin (1996): Aggregation of Non Stationary Demand Systems, Working paper 9634, INSEE.
- Adda, J. og J.-M. Robin (1998): Estimation from Cross-Sections of Integrated Time-Series, Discussion Paper 98/02, CEPREMAP, Paris.
- Baker, P., R. Blundell og J. Micklewright (1989): Modelling household energy expenditures using micro-data, *The Economic Journal* 99, 720-738.
- Belsby, L. (1995): Forbruksundersøkelsen. Vektmetoder, frafallskorrigerering og intervjuer-effekt, Notater 95/18, Statistisk sentralbyrå.
- Benedictow, A., M. Hussein og J. Aasness (2000): Fordelingseffektivitet av direkte og indirekte skatter, *Økonomiske analyser* 9/2000, Statistisk sentralbyrå.
- Bernard, J.T., D. Bolduc og D. Bélanger (1996): Quebec residential electricity demand: a microeconomic approach, *Canadian Journal of Economics* XXIX, 1, 92-113.
- Blackorby, C., R. Boyce og R.R Russel (1978): Estimation of Demand Systems Generated by the Gorman Polar Form: A Generalization of the S-Branch Utility Tree, *Econometrica* 46, 345-363.
- Blackorby, C. og A.F. Shorrocks, eds. (1995): *Separability and Aggregation*. Collected Works of W. M. Gorman, Clarendon Press, Oxford.
- Blundell, R., P. Pashardes og G. Weber (1993): What Do We Learn About Consumer Demand Patterns from Micro Data?, *The American Economic Review* 83, 3, 570-97.
- Blundell, R. og J.-M. Robin (1999): Estimation in Large and Disaggregated Demand Systems: An Estimator for Conditionally Linear Systems, *Journal of Applied Econometrics* 14, 3, 209-32.
- Blundell, R. og J.-M. Robin (2000): Latent Separability: Grouping Goods without Weak Separability, *Econometrica*, 68, 1, 53-84.
- Bohi, D. R. (1981): *Analyzing Demand Behavior - A Study of Energy Elasticities*, John Hopkins University Press, Baltimore.
- Bohi, D.R. og M.B. Zimmerman (1984): An update on econometric studies of energy demand behavior, *Annual Review Energy* 9, 105-154.
- Branch, E.R. (1993): Short run income elasticity of demand for residential using consumer expenditure survey data, *The Energy Journal*, 14, 4, 111-121.
- Buse, A. (1992): Aggregation, Distribution and Dynamics in the Linear and Quadratic Expenditure Systems, *The Review of Economics and Statistics* 74, 45-53.
- Chung, J.W. (1994): *Utility and Production Functions: Theory and Applications*, Oxford, Blackwell.
- Deaton, A. og J. Muellbauer (1980a): An Almost Ideal Demand System, *The American Economic Review* 70, 3, 312-326.
- Deaton, A. og J. Muellbauer (1980b): *Economics and Consumer Behavior*, Cambridge University Press.
- Dennerlein, R.K.H. (1987): Residential Demand for Electrical Appliances and Electricity in Federal Republic of Germany, *The Energy Journal* 8, 1, 60-86.
- Dubin, J.A. og D.L. McFadden (1984): An Econometric Analysis of Residential Electric Appliance Holdings and Consumption, *Econometrica* 52, 2, 345-362.
- Forni, M. og L. Brighi (1991): Aggregation across Agents in Demand Systems, *Ricerche Economiche* 45, 1, 79-114.

- Garbacz, C. (1983): A model of residential demand for electricity using a national household sample, *Energy Economics* **5**, 2, 124-128.
- Geary, R.C. (1950): A Note on 'A Constant-Utility Index of the Cost of Living', *Review of Economic Studies* **18**, 1, 65-66.
- Gorman, W.M. (1959): Separable Utility and Aggregation, *Econometrica* **27**, 469-81.
- Green, W.H. (1993): *Econometric Analysis*, Second Edition, MacMillan.
- Halvorsen, B., B.M. Larsen og R. Nesbakken (1999): Energibruk i husholdningene 1974 - 1995. En dokumentasjon av mikrodata etablert for økonomiske formål innenfor prosjektet *Fleksibel energibruk i husholdningene*, Rapporter 99/8, Statistisk sentralbyrå.
- Halvorsen, B. og B.M. Larsen (1999): Hvilke faktorer har betydning for veksten i husholdningenes elektrisitetsforbruk?, *Økonomiske analyser* 5/99, Statistisk sentralbyrå.
- Halvorsen, B. og B.M. Larsen (2001a): The Flexibility of Household Electricity Demand over Time, *Resource and Energy Economics* **23**, 1, 1-21.
- Halvorsen, B. og B.M. Larsen (2001b): Norwegian residential electricity demand - A microeconomic assessment of the growth from 1976 to 1993, *Energy Policy* **29**, 3, 227-236.
- Halvorsen, B. og R. Nesbakken (2000): Fordelingseffekter av økt elektrisitetsavgift for husholdninger, Notater 2000/16, Statistisk sentralbyrå.
- Heineke, J.M. og H.M. Shefrin (1988): Exact Aggregation and the Finite Basis Property, *International Economic Review* **29**, 3, 525-538.
- Hildenbrand, W. (1998): How relevant are the specifications of behavioral relations on the micro-level for modelling the time path of population aggregates?, *European Economic Review* **42**, 437-458.
- Hildenbrand, W. (1999): Special Issue on Aggregation, *Journal of Mathematical Economics* **31**, 1.
- Jorgenson, D.W., L.J. Lau og T.M. Stoker (1982): The Transcendental Logarithmic Model of Aggregate Consumer Behavior, *Advances in Econometrics* **1**, 2, 97-238.
- Klein, L.R. og H. Rubin (1948): A constant-utility index of the cost of living, *Review of Economic Studies* **15**, 2, 84-87.
- MacKinnon, J.G. (1976): "Estimating the Linear Expenditure System and its Generalizations", in Goldfeld og Quandt (1976).
- Mas-Colell, A., M. D. Whinston og J. R. Green (1995): *Microeconomic Theory*, Oxford University Press, New York.
- Meghir, C. og J.-M. Robin (1992): Frequency of Purchase and the Estimation of Demand Systems, *Journal of Econometrics* **53**, 1-3, 53-85.
- Morss, M.F. og J.L. Small (1989): Deriving Electricity Demand Elasticities from a Simulation Model, *The Energy Journal* **10**, 3, 51-76.
- Nichele, V. og J.-M. Robin (1999): Simulation of Indirect Tax Reforms Using Pooled Micro and Macro French Data Large, *Journal of Public Economics* **56**, 2, 224-44.
- Nesbakken, R. (1999): Price Sensitivity of Residential Energy Consumption in Norway, *Energy Economics* **21**, 493-515.
- Nesbakken, R. (2001): Energy Consumption for Space Heating: A Discrete-Continuous Approach, kommer i *Scandinavian Journal of Economics*.
- Parti, M. og C. Parti (1980): The total and appliance-specific conditional demand for electricity in the household sector, *The Bell Journal of Economics* **11**, 1, 309-321.
- Pollak, R.A. og T.J. Wales (1978): Estimation of Complete Demand Systems from Household Budget Data: The Linear and Quadratic Expenditure Systems, *The American Economic Review* **68**, 3, 348-359.
- Robin, J.-M. (1993): Econometric Analysis of the Short-Run Fluctuations of Households' Purchases, *Review of Economic Studies* **60**, 4, 923-34.
- Russell, R.R., R.V. Breunig og C.-H. Chiu (1998): "Aggregation and Econometric Analysis of Demand and Supply", kapittel 6 i Ullah og Giles (eds.): *Handbook of Applied Economic Statistics*, Marcel Dekker.
- Rødseth (1983): "An expenditure system for energy planning", i Bjerkholt, Longva, Olsen og Strøm (red.): *Analysis of Supply and Demand of Electricity in the Norwegian Economy*, Samfunnsøkonomiske studier 53, Statistisk sentralbyrå.
- Skjerpen, T. (2001): "Husholdningenes tilpasning", kapittel 5.5 i Boug og Johansen (red.): *MODAG - en makroøkonomisk modell for norsk økonomi*, kommer i serien Sosiale og økonomiske studier, Statistisk sentralbyrå.



- Statistisk sentralbyrå (1994): *Historisk statistikk 1994*, NOS C 188.
- Statistisk sentralbyrå (1996): *Forbruksundersøkelsen 1992-1994*, NOS C 317.
- Statistisk sentralbyrå (1998): *Boforholdsundersøkelsen 1995*, NOS C 465.
- Statistisk sentralbyrå (1999): *Folke- og bolig telling 1990. Dokumentasjon og hovedtall*, NOS C 524K.
- Statistisk sentralbyrå (2000a): *Statistisk årbok 2000*, NOS C 600.
- Statistisk sentralbyrå (2000b): *Energistatistikk 1998*, NOS C 595.
- Stoker, T.M. (1986): Simple Tests of Distributional Effects on Macroeconomic Equations, *Journal of Political Economy* **94**, 4, 763-795.
- Stoker, T.M. (1993): Empirical Approaches to the Problem of Aggregation Over Individuals, *Journal of Economic Literature* XXXI, 1827-1874.
- Stone, R. (1954): Linear Expenditure Systems and Demand Analysis: An Application to the Patterns of British Demand, *Economic Journal* **64**, 511-527.
- 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.
- Sundvoll, A. (1999): Samordnet levekårsundersøkelse 1999 - panelundersøkelsen. Dokumentasjonsrapport, Notater 1999/66, Statistisk sentralbyrå.
- Theil, H. (1965): The Information Approach to Demand Analysis, *Econometrica* **33**, 67-87.
- Theil, H. (1967): *Economics and Information Theory*, Amsterdam: North-Holland.
- Varian, H.R. (1992): *Microeconomic Analysis*, W.W. Norton & Company, Inc.
- Wang, C. (1993): A Generalization of an Aggregate Almost Ideal Demand System, *Economics Letters* **41**, 4, 369-371.
- Wonnacott, R.J. og T.H Wonnacott (1979): *Econometrics*, John Wiley & Sons.
- Aasness, J. og B. Holtmark (1993): Consumer Demand in a General Equilibrium Model for Environmental Analysis, Discussion Papers 105, Statistics Norway.
- Aasness, J. og A. Rødseth (1983): Engel Curves and Systems of Demand Functions, *European Economic Review* **20**, 95-121.

## Gjennomgang av artikler fra perioden 1974-2000

Dette vedlegget er ment å gi en objektiv gjennomgang (referat) av arbeider vi har studert innenfor forprosjektet om aggregering. I tillegg gir vi en kort subjektiv vurdering i forhold til vår nytte av arbeidene (i vårt videre arbeid).<sup>25</sup>

**Anderson, R.W. (1979): Perfect Price Aggregation and Empirical Demand Analysis, *Econometrica*, 47(5), 1209-1230**

*Vår vurdering: Artikkelen er utdatert i forhold til nyere litteratur.*

Arbeidet bygger på Gorman, det bruker LES-modellen, nyttefunksjonen forutsettes å være strengt separabel av typen generalisert Gorman polar form som tillater ikke-lineære Engel-kurver.

**Barker, T. og M.H. Pesaran, eds. (1990): Disaggregation in econometric modelling, Routledge, London/New York**

*Vår vurdering: Vi har ikke studert denne grundig. Her gjengis kun hovedpunkter fra innledningen.*

Denne boka er en samling av arbeider som i utgangspunktet ser aggregeringsproblematikken fra makrosiden. Spørsmålet som reises er: Dersom en starter fra makrosiden, hva er fordelene ved å disaggregere og hvordan kan det gjøres uten for store kostnader?

Dersom en starter med en mikromodell og mikrodata er spørsmålet: Hva er kostnadene ved å aggregere i form av tap av informasjon, og "is aggregation necessarily bad"? Innledningen er en nyttig oppsummering av aggregeringsproblemet i anvendt økonometri, f.eks. i analyser av konsumutgifter. Forfatterne påpeker at hovedanliggende i anvendt økonometri ikke er om konsistent aggregering er mulig, men heller på hvilket aggregerings- eller disaggregeringsnivå analysen bør utføres. Det som trengs er et rammeverk for å foreta dette valget i de spesifikke analysene. Faktorer som påvirker aggregeringsnivået er hensikten med analysen (f.eks. fremskrivning eller politikk-analyser), spesifikasjonsfeil en står overfor, hvilke data som er tilgjengelige og forskerens holdning når det gjelder enkelhet og eventuell aversjon mot komplekse hypoteser. Forfatterne argumenterer for at jo mer disaggregert analysen er, jo bedre, men at aggregerte analyser kan forsvares av flere årsaker.

**Belsby, L. (1995): Forbruksundersøkelsen. Vektmetoder, frafallskorrigerings og intervjuer-effekt, Notater 95/18, Statistisk sentralbyrå**

*Vår vurdering: Dette notatet er relevant for vårt planlagte arbeid om veiing, jf. kapittel 6.*

Utgangspunktet for notatet var at utvalgsplanen for Forbrukundersøkelsen ble forandret fra og med 1992. Tidligere ble husholdningene trukket ut direkte, mens fra 1992 ble det trukket personer. Dermed var det behov for å revurdere metoden for å beregne vektene. Belsby (1995) gjør rede for tre forskjellige metoder for å korrigere for frafall.

**Benedictow, A., M. Hussein og J. Aasness (2000): "Fordelingseffektivitet av direkte og indirekte skatter". Økonomiske analyser 9/2000, Statistisk sentralbyrå**

*Vår vurdering: Arbeidet baserer seg på Lotte-konsum, og har en litt annen karakter enn de øvrige, idet den er en mikrosimuleringsmodell.*

Lotte-konsum er en mikrosimuleringsmodell der 2,5 millioner husholdninger (4,5 millioner individer) er representert ved 15 000 husholdninger (40 000 individer). Lotte-konsum muliggjør aggregering også når det eksisterer ikke-linearitet. Det tillates hjørneløsninger (null-konsum). Konsum-delen av modellen beregner budsjettandeler for 30 konsumgoder for alle husholdningene samt prisindekser for godene. Lotte-delen beregner skatter og avgifter og offentlige budsjetter. For å aggregere utvalget på 15 000 husholdninger til populasjonen brukes vektorer fra Inntekts- og formuesundersøkelsen (inkl. registerinformasjon) slik at skatter og avgifter stemmer og at det demografiske bildet er representativt.

**Blackorby, C. og A.F. Shorrocks, eds. (1995): Separability and Aggregation. Collected Works of W. M. Gorman, Clarendon Press, Oxford**

*Vår vurdering: Dette er en omfattende samling av Gormans arbeider om aggregering over varer og individer. Gormans arbeider er relativt tunge å lese. Vi har ikke studert denne grundig.*

**Blundell, R., C. Meghir og G. Weber (1993): Aggregation and Consumer Behaviour: Some Recent Results, *Ricerche Economiche*, 47(3), 235-252**

*Vår vurdering: Dette vil være en sentral artikkel i vårt videre arbeid. Metoden bygger på Blundell, Pashardes og Weber (1993).*

I artikkelen vurderes kilder til aggregeringsskjevhet med utgangspunkt i mikrodata. De illustrerer en metode som går ut på å beregne aggregeringsfaktorer over husholdningene. Dersom disse aggregeringsfaktorene er stabile over tid, kan aggregerte data brukes til å estimere mikroparametre. Standard eksakt aggregering ser bort fra preferanseheterogenitet, noe som er svært restriktivt i forhold til Blundell et al.s metode.

<sup>25</sup> Referanser som nevnes kun i vedlegget er ikke med i referanselisten.

Temaet aggregering over individer har siden starten av 1980-tallet kunnet trekke på tilgang til mikrodata og økt PC-kapasitet, noe som har åpnet for empiriske analyser av dette temaet. To forhold har vært spesielt interessante når det gjelder analyser på mikro- versus makrodata. (i) På den ene side inneholder individ-data både genuin informasjon og støy. Men dataene kan grupperes på en slik måte at forholdet genuin informasjon/støy blir maksimert, og spredningsmål kan beregnes for å gi større vekt til data som inneholder mer informasjon. På denne måten kan aggregering brukes som en metode for å generere instrumenter som ikke er korrelert med målefeil (jf. Wald 1940). (ii) På den annen side innebærer aggregering tap av informasjon. Dette gjelder spesielt når aggregerte data kun gir begrenset summarisk statistikk, normalt bare aritmetiske gjennomsnitt.

Representativ agent modeller er svært usannsynlige i forhold til å fange opp observerte etterspørselsmønstre i mikrodatene. Tilgangen på mikrodata for lange perioder har medført at empiriske modeller for konsumadferd kan frigjøre seg fra tvangstrøyen om en representativ agent. I tillegg har det medført at aggregeringsbetingelsene kan testes. Mange av de anvendte mikroarbeidene som er utført de senere årene har vist at mikrodata i mye mindre grad forkaster restriksjonene fra optimeringsteorien enn aggregerte data, til tross for den mye høyere styrken i de statistiske testene (svært store utvalg).

I tillegg til å gjengi deler av analysen i Blundell, Pashardes og Weber (1993), diskuteres aggregering innenfor en modell for intertemporalt konsum (likevektsmodeller). En studie av Attanasio og Weber (1993) diskuteres.

**Blundell, R., P. Pashardes og G. Weber (1993): What Do We Learn About Consumer Demand Patterns from Micro Data?, *The American Economic Review*, Vol. 83 No. 3, 570-97**

*Vår vurdering: Dette er et svært interessant empirisk arbeid som benytter mikrodata og makrodata for å studere aggregeringsproblemet. En av de mest sentrale artiklene for oss i forhold til videre økonometriske analyser. Se også vårt kapittel 4.4.*

I denne artikkelen benyttes et kvadratisk Almost Ideal Demand System (QUAIDS) på et datasett fra den britiske forbruksundersøkelsen. Dataene består av uavhengige tverrsnitt på 4 000 husholdninger fra 1970 til 1984, dvs. 15 årganger, og 7 godegrupper estimeres. Formålet med studien er å vurdere viktigheten av bruk av mikrodata og ikke aggregerte data i økonometriske analyser av husholdningenes etterspørsel etter ulike goder. Hovedfokus er hvilke skjevheter som oppstår dersom man bruker aggregerte tall til å estimere mikroegenskaper.

Blundell et al. benytter en metode for å teste hvorvidt det vil oppstå aggregeringsskjevheter. Metoden består i å teste stabiliteten til flere aggregeringsfaktorer over tid. Disse faktorene kan tolkes som forholdet mellom den veide og uveide summen av husholdningskarakteristika (inkludert total forbruksutgift) over alle husholdninger, hvor vektene er husholdningenes andel av de totale utgiftene til et gode. De finner at disse parametrene ser ut til å variere over tid, spesielt for enkelte husholdningsgrupper.

De tester også en del egenskaper ved AIDS-systemet, som homogenitet og Slutsky-symmetri. De får ikke forkastning for homogenitetshypotesen (i likhet med Deaton og Muellbauer 1980). De finner videre at lite blir tapt ved å pålegge symmetriegenskaper på førsteordensleddene, men at symmetriegenskapene på 2. ordensleddene blir klart forkastet.

For å vurdere estimeringsskjevhetene som oppstår ved bruk av aggregerte data, aggregerer de over alle husholdninger i utvalget og gjennomfører en tilsvarende analyse som Stoker (1986) på den aggregerte tids-serien. De tester hvorvidt de estimerte pris- og budsjettelastisitetene er like i mikro- og makroestimeringene. De forkaster at budsjettelastisitetene er like, men det er mer uklart med hensyn til systematiske estimeringsskjevheter i priselastisitetene, selv om noen elastisiteter varierer en del. De finner også systematiske tids- og sesongvariasjoner (de har månedsdata) samt en systematisk trend i Theils entropimål. De har også testet prediksjonsegenskapene i makro for både mikro- og makroestimeringene og finner at makromodellen predikerer totaltallene minst like godt som mikromodellen.

**Bohi, D.R. (1981): Analyzing Demand Behavior - A Study of Energy Elasticities, (s. 28-33), Johns Hopkins University Press, Baltimore.**

*Vår vurdering: Dette er en interessant bok om energi- etterspørselsanalyser. Den inneholder sammenligninger av studier som bruker ulike metoder og data og har mange interessante diskusjoner, jf. også vårt kapittel 2.2. Boka diskuterer ulike aspekter ved å analysere etterspørselen etter energi ved hjelp av empiriske analyser. Under kapittel 2, som omhandler metodiske spørsmål knyttet til empiriske analyser av energietterspørselen, diskuterer han bl.a. aggregerings- og måleproblemer.*

Bohi påpeker at aggregeringsproblemene oppstår fordi den økonomiske teorien er definert ut fra et enkelt individs beslutning, mens vår interesse (og data) ofte er relatert til egenskapene til etterspørselen på aggregert nivå. Problemer med å overføre egenskapene fra en mikroenhet til makroetterspørselen oppstår fordi de ulike beslutningsenhetene ikke har samme adferd, bl.a. fordi de har ulikt oppvarmings- og elektrisk utstyr, ulik husholdningssammensetning, m.m.

Bohi påpeker at det er vel kjent at en enkel lineær summering over individer innebærer to grunnleggende problemer. For det første vil parametrene i den aggregerte etterspørselsfunksjonen generelt avhenge av ikke bare av mikroparametrene, men også av en kombinasjon av parametre som ikke korresponderer med mikro. Det innebærer at parametre fra mikrorelasjoner ikke nødvendigvis kan overføres til makrorelasjoner. For det andre vil de estimerte koeffisientene i en aggregert sammenheng være utsatt for aggregeringsskjvheter, fordi forventningen til en aggregert parameter er lik summen av de individuelle parametrene *pluss* en eller flere kovarians-ledd som inneholder mikroparametre.

Bohi fortsetter med å gå gjennom den teoretiske litteraturen for å finne under hvilke forutsetninger aggregeringsproblemet ikke oppstår, eller i det minste kan tolereres. Han skiller mellom aggregering over varer og over konsumenheter. Under henvisning til litteraturen<sup>26</sup> konkluderer han med at man trenger separabilitet (enten sterk eller svak) for å kunne aggregere problemfritt over varer. Det innebærer at en prisendring på en vare ikke påvirker etterspørselen av den aggregerte varen. For å kunne aggregere over individer må enten alle individene ha samme inntektselastisitet (Gorman 1953) eller man må kunne forutsette en representativ konsument (Pearce 1964).<sup>27</sup>

**Browning, M. og C. Meghir (1991): The Effects of Male and Female Labor Supply on Commodity Demands, *Econometrica*, Vol. 59 No. 4, 925-951.**

*Vår vurdering: Et relativt lettlest og interessant arbeid med mange gode metodiske poenger og interessante empiriske resultater.*

Browning og Meghir bruker en enkel metode for å teste forutsetningen om svak separabilitet (mellom konsum og fritid). De estimerer et etterspørselssystem (AIDS og systemet i Pollak 1969) for 7 godegrupper hvorav energi ("fuel") og arbeidstilbud (endogen). Mikrodata fra forbruksundersøkelser er brukt. Et interessant resultat er at utgifts- og priselastisiteter blir for høye i tallverdi når arbeidstilbud utelates (skjevhet).

**Buse, A. (1992): "Aggregation, Distribution and Dynamics in the Linear and Quadratic Expenditure Systems", *The Review of Economics and Statistics*, 45-53.**

*Vår vurdering: En av de mest sentrale artiklene for oss i forhold til videre økonometriske analyser. Se også omtale under Stoker (1986) og i kapittel 4.5.*

Artikkelen bekrefter Stoker (1986) sine resultater når det gjelder rollen til karakteristika-effekter (distributional effects) i etterspørselssystemer. Bekreftelsen består i bevis fra LES-modellen som viser at karakteristika-effektene er statistisk signifikante og erstatter AR(1)-dynamikk. Buse videreutvikler analysen i Stoker ved å studere QES modellen, og finner at standard "habit formation"-dynamikk simpelthen reflekterer utelatte karakteristika-effekter. Dette får Buse til å konkludere med at vi kan ha trukket feil konklusjoner fra utgiftsstudier; heller enn å trekke slutning om dynamisk adferd skulle vi ha konkludert med at disse modellene er feilspesifiserte.

Litteraturen om eksakt aggregering (for eksempel Heineke og Shefrin 1988) gjør det klart at bortsett fra i de lineære tilfellet må indekser for inntektsfordelingen utover gjennomsnittet inkluderes i korrekte aggregerte ligninger. Spesifikasjonsfeil som oppstår pga. utelatelse av slike indekser innebærer aggregeringsskjvhet som forvrenger inferens og politikkanalyse. Utelatelse av heterogenitet mellom husholdninger (f.eks. demografiske karakteristika) kan også føre til aggregeringsskjvhet. Buse fokuserer imidlertid på karakteristika-effektene definert ved inntektsfordelingen. Buse referer Stoker (1986), som har utviklet tester for karakteristika-effekter i makrorelasjoner som essensielt er tester for aggregeringsbias. Buse vil teste Stokers resultater (at karakteristika-effekter erstatter modell-dynamikk både når det gjelder adferds- og restledds-komponenter) ved hjelp av andre data og andre modeller (QES og vanedannelse), for å få et bilde av hvor generelle og robuste resultatene er.

Ikke-linearitet i adferd genererer karakteristika-effekter hvis størrelse avhenger av avviket fra linearitet i Engel-funksjonen. Stoker har vist at disse avvikene fra linearitet kan operasjonaliseres ved å bruke data for andeler av husholdninger av ulike typer (og forutsette at gjennomsnittsinntekten innen hver gruppe er konstant over tid). Aggregert utgift (makrorelasjonen) kan skrives som en lineær funksjon av aggregert inntekt og andelen husholdninger i hver inntektsgruppe.

Buse opererer med 4 makro utgiftskategorier ( $j=1, \dots, 4$ ; mat, klær, bolig og annet) og data for inntektsfordeling og variansen til inntektsfordelingen for Canada i perioden 1965-86. Han poengterer også at inntektsfordelingen er en proxy for fordelingen av total forbruksutgift, fordi budsjettrestriksjonen i modellen er definert i form av total forbruksutgift til de goder som er inkludert i analysen. Fordi data for forbruksutgiftsfordelingen mangler bruker han en vanlig forutsetning i litteraturen og antar at utgiftsfordelingen er proporsjonal med inntektsfordelingen. Buse måler utgiftsvariablene i nominelle dollar. Avvikene fra en underliggende lineær eller kvadratisk Engel-kurve målt ved karakteristika-effektene er i nominelle størrelser. Tidsseriene for andelen av husholdningene i de ulike

<sup>26</sup> Hicks (1939), Leontief (1936), Gorman (1953, 1959), Strotz (1959), Brown and Deaton (1972, p. 1166) og Barten (1970).

<sup>27</sup> Se Mas-Colell et al. (1995) for en diskusjon av forutsetningen om en representativ konsument. Se også Deaton og Muellbauer (1980b) for en diskusjon av denne forutsetningen i et AIDS utgiftssystem.

inntektsgruppene er derfor også beregnet ut fra nominelle størrelser. Ut fra data konstruerer Buse tidsserier for 5 husholdningsgrupper for inntekt.

Buse tester empirisk for karakteristika-effekter under alternative dynamiske strukturer; AR(1)-dynamikk og vanedannelse. Han finner at både pris- og inntekts-elasticiteter varierer svært mye avhengig av om karakteristika-effekter, AR(1) eller vanedannelse inkluderes. Den minst restriktive versjonen av modellen er når restleddene følger en AR(1)-prosess. I denne modellen viser de økonometriske resultatene i Buse at Engell-kurvene er ikke-lineære. Til forskjell fra Stoker (1986) er ikke Buse sine resultater slik at han kan konkludere med at AR(1) og karakteristika-effekter er alternative metoder for å ta hensyn til den underliggende data-genererende prosessen. Når det gjelder vanedannelses-modellen (Pollak 1970; konsumet i dag er en funksjon av konsumet i går), tester Buse om introduksjon av karakteristika-effektene innebærer ikke-signifikante habit-effekter. Buse finner at når karakteristika-effekter inkluderes, blir vanedannelses-dynamikk statistisk overflødig.

Hovedkonklusjonen i Buse er at han er skeptisk til den omfattende litteraturen om dynamikk i konsumetterspørselssystemer (f.eks. Chambers 1990 som finner at vanedannelses-spesifikasjonen har klart bedre frem-skrivningsegenskaper enn fem alternative spesifikasjoner). Årsaken til hans skepsis er at konvensjonell dynamikk og karakteristika-effekter er alternative måter som er like kapable til å forklare data. En annen, og viktigere, årsak er at dynamikken observert i litteraturen fanger opp effekter av utelatte variable (karakteristika-effektene). Resultatene i Buse ser ut til å bekrefte at vanedannelses-dynamikk i makrorelasjoner er tilsynelatende viktig utelukkende fordi karakteristika-variable ikke har blitt inkludert i modellen.

**Cappelen, Å., T. Skjerpen og J. Aasness (1995): Konsumetterspørsel, tjeneste-produksjon og sysselsetting - en mikro til makro analyse, Notater 95/17, Statistisk sentralbyrå.**

*Vår vurdering: Interessant arbeid med tanke på tidsbruk og aggregering over varer.*

Cappelen et al. kombinerer økonometriske analyser av nasjonalregnskapet og forbruksundersøkelser. De gjennomfører en mikroøkonometrisk analyse av paneldata fra forbruksundersøkelsen og tverrsnittsdata samt en økonometrisk analyse av Nasjonalregnskapets mest detaljerte konsumdata. De får til dels ganske sprikende resultater mht. priselastisiteter, og foretar sensitivitetsanalyser for å illustrere betydningen av dette for modellsimuleringer på MODAG. I tillegg diskuteres aggregering over varer og hvordan tidsbruk kan inkluderes i en nyttetremodell: "Konsummønsteret er nært knyttet til husholdningenes tidsbruk. I nå-

værende konsummodell er husholdningenes tidsbruk bare med implisitt, men i en senere fase ønsker vi å ha med en eksplisitt simultan modellering av forbruksmønster og tidsbruk. Da vil vi kombinere våre forbruks-data med data for tidsnyttingsundersøkelsen. For å få en fullt ut tilfredsstillende modell bør en ha en eksplisitt og simultan modellering av forbruksmønster og tidsbruk. Teorier for dette ble utviklet av Lancaster (1966) og Becker (1965), men disse er lite brukt i empirisk arbeid. En grunn til dette er manglende data, spesielt finnes det (nesten) ikke utvalgsundersøkelser der husholdninger både registrerer detaljert bruk av tid og penger. I Norge har vi imidlertid både forbruksundersøkelser og tidsnyttingsundersøkelser i periodene 1971-73, 1980-81 og 1990-91. Det er ikke de samme husholdningene som har deltatt i de to undersøkelsene, men dataene kan i prinsippet utnyttes i en felles analyse, hvor tid og forbruk er koblet sammen i modellen men ikke i hvert enkelt datasett som brukes til å tallfeste noen av parametrene. Et nylig utarbeidet opplegg for et slikt prosjekt er gitt i Aslaksen, Gravningsmyhr og Aasness (1994)."

**Carroll, C.D. (2000): Requiem for the Representative Consumer? Aggregate Implications of Microeconomic Consumption Behavior, *The American Economic Review*, Vol. 90 No. 2, 110-115.**

*Vår vurdering: Interessant, rett på sak og lett å lese.*  
The ratio of consumption to permanent labor income ( $C/wL$ ) is a concave function of the ratio of total current resources (nonhuman wealth plus current income) to permanent labor income ( $K/wL$ ) - data from a 1995 US survey. This non-linearity implies that the distribution of wealth will affect the level of aggregate consumption, the average marginal propensity to consume (MPC) and other aggregate statistics. Despite the global non-linearity of the function, it is relatively smooth and is almost linear at large values of  $K/wL$ . If aggregate wealth was distributed relatively tightly around some large value of  $K/wL$ , aggregate behavior would closely resemble the behavior of a representative consumer with wealth equal to the mean of the distribution. Conversely, if wealth is very unequally distributed, the grounds for hoping for any "approximate aggregation" result is much weaker. By "approximate aggregation" Carroll means that a representative-agent model is a good approximation in all important macroeconomic dimensions. Consider what the figure implies about a statistic which is critical to the analysis of fiscal policy: the MPC. Concavity implies that the MPC is much higher at low wealth than at high wealth. If there are many consumers with little wealth one would expect an aggregate MPC much higher than implied by the representative-agent model; if most consumers had large amount of wealth, one would expect the representative-consumer model to perform well. Data for USA (fig 1): The representative agent has a very

large amount of wealth and therefore spends essentially all of its time in a region where the consumption function is very flat. The high-mean, low-variance wealth distribution generates an attractive “approximate aggregation” result: Behavior of the economy is very similar in essentially all respects to behavior in the representative-agent model. Thus, the approximate aggregation result depends critically on the models’ failure to capture either of the key microeconomic facts cited above: the extreme skewness of the wealth distribution and the (consequent) high average value of the MPC. Fortunately, a final simple model modification makes the model capable of generating both skewness in the wealth distribution and a high MPC: relax the assumption that all consumers have identical tastes. Similar results can be obtained by assuming identical tastes but differing expectations about income growth. The crucial requirement for many purposes is likely to be simply that the model have multiple classes of households: some with little wealth and a high MPC, and some with substantial wealth and a low MPC.

An apparent message from several recent papers that have introduced idiosyncratic risk into representative agent economies has been that microeconomic heterogeneity may not matter much for macroeconomic outcomes. This paper argues that the models that produce this “approximate aggregation” result do not really have solid microeconomic foundations, in the sense that they do not match the key microeconomic facts of a skewed wealth distribution and a high MPC. When the model is modified in ways that help it to capture these microeconomic facts, the behavior of the resulting aggregate economy differs from the behavior of the representative-agent economy in ways that may be very important for understanding aggregate fluctuations and analyzing the effects of economic policies, though perhaps not for analyzing the long-run questions typically addressed in growth models.

**Chipman, J.S. (1974): Homothetic Preferences and Aggregation, *Journal of Economic Theory*, 8(1), 26-38.**

*Vår vurdering: Svært teknisk paper med gamle referanser som er utdatert i forhold til annen litteratur. Ikke så interessant i forhold til vårt videre arbeid.*

The possibility of aggregation when preferences are homothetic and identical is proved. The possibility of aggregation when preferences are homothetic and incomes proportional is also proved (directly) in terms of integrability theory. An indirect proof in terms of welfare is presented.

**Deaton, A. (1992): *Understanding consumption*, Oxford University Press Inc, New York. Chapter 5: Macroeconomics and Microeconomics**

*Vår vurdering: Dette er en sentral bok om konsum. Vi har tatt for oss kapittel 5.*

Kapittel 5 går tilbake til mikrodata for å se om teorien treffer bedre her enn på makrodata, og om det er mulig å gjøre fremskritt i forhold til å forstå “the macroeconomics of consumption and saving by working from the bottom up”. Tre underkapitler omhandler studier som har brukt mikrodata for konsum og inntekt til å studere ulike aspekter ved teorien for intertemporalt konsum (bl.a. permanentinntekts-hypotesen). Økonometriske analyser av mikrodata ser ikke ut til å generere inkonsistens med teori, slik aggregerte data gjør, i hvert fall når det gjelder kortsiktig adferd. To aggregeringsproblemer; endelig levetid og heterogen informasjon diskuteres i konteksten av permanentinntekts-hypotesen i et underkapittel.

Mikrostudier har den fordel at de bruker data som passer med teorien, som jo er formulert på individnivå. Heterogenitet er opplagt så viktig at det er vanskelig å forsvare modeller som ikke tillater eksistensen av uobserverbare individuelle “fixed effects”, effekter som helt sikkert er korrelert med inntekt og konsumvariable, og hvis inkludering i enkelte tilfeller genererer problemer med statistisk inferens. Aggregering jevner ut individuelle forskjeller og eliminerer eller reduserer effektene av målefeil. Mange utvalgsundersøkelser for husholdningers inntekter og utgifter mangler plausible tall for sparing. I tillegg viser ofte slike data husholdninger som har større utgifter enn inntekter. Disse tingene har mest sannsynlig sin årsak i målefeil. De laveste prosentene i inntektsfordelingen (fattige) ser ut til å ha negativ sparing. Denne effekten “is predicted by random measurement error”; helningen på regresjonsfunksjonen for konsum på inntekt som er målt feil er skjev mot null, noe som genererer tilsynelatende negativ sparing ved lave inntekter og tilsynelatende positiv sparing ved høye inntekter (samme effekt som Friedmans permanentinntekts-teori). Likevel er det også grunn til å mistenke en systematisk underrapportering av inntekt, spesielt når det gjelder selvstendig næringsdrivende, som det i tillegg er vanskelig å måle inntekt for. Det kanskje største problemet er at en ofte mangler data som kan brukes til å teste konsumteorien, nemlig paneldata. Som regel må en basere seg på tverrsnittsdata, og da må tidsvariasjonen som ideelt skulle identifisere modellen erstattes med tverrsnittsvariasjon, noe som ikke kan gjøres uten farlige forutsetninger. En annen mulighet er dersom forbruksundersøkelsen har pågått over flere år. Selv om den individuelle husholdning ikke kan følges, har man da en tidsserie av uavhengige tverrsnitt, noe som gjør det mulig å konstruere

syntetiske kohorter (se Browning et al. 1985 og Deaton 1985).

Det kan ikke betviles at det eksisterer målefeil i inntekt. Altonji og Siow (1987) rapporterer at regresjonskoeffisienten for endring i matutgift ved endring i inntekt tredobles når OLS erstattes med en instrumentvariabelestimerting som bruker lagget inntekt, lønn og annen sysselsettingsinformasjon som instrumenter.

Attanasio og Weber (1993) argumenterer mot en forutsetning om at fritid og konsum er separable i preferansene, og konsumet må derfor betinges på variable slik som antall arbeidstimer og antall inntektstakere, med instrumentvariabelteknikker for å ta hensyn til mulig endogenitet.

Individer kjenner ofte ikke til aggregert informasjon, noe som kan føre til aggregeringsproblemer. Konsumenter finner ikke informasjon om aggregert inntekt eller andre makrovariable før etter en viss tid (lag), og et annet spørsmål er om aggregert informasjon er relevant for den enkelte (krever trening i forhold til tolkning og trekking av implikasjoner for egen fremtid).

**Deaton, A. og J. Muellbauer (1980a): An Almost Ideal Demand System, *The American Economic Review*, Vol. 70 No. 3, 312-326**

*Vår vurdering: En svært sentral artikkel som også er originalreferansen til AIDS-systemet.*

I denne artikkelen presenterer og tester D&M et utgiftssystem som de kaller Almost Ideal Demand System (AIDS). Resultatene fra denne modellen blir sammenlignet med to andre utgiftssystemer: Rotterdam-modellen og en Translog-modell. I den empiriske implementeringen av utgiftssystemet bruker de aggregerte tall, og i den forbindelse diskuteres også aggregeringsegenskapene til dette utgiftssystemet. D&M tester egenskapene fra økonomisk teori, som homogenitet og Slutsky-symmetri på utgiftssystemet sitt.

D&M sier at eksakt aggregering kun eksisterer hvis man for enhver individuell husholdning kan beskrive adferden ved hjelp av en budsjettandelsfunksjon, hvor husholdningens karakteristika er representert ved variabel ( $k^h$ ) og på aggregert nivå er husholdningskarakteristika representert ved en indeks av husholdningskarakteristika for hele populasjonen. I denne indeksen ligger all informasjon om fordelingen av husholdningskarakteristika og fordeling av husholdningenes budsjett, og den kan tolkes som Theil's entropimål.<sup>28</sup> På grunn av datamangel er ikke D&M i stand til å identifisere denne variasjonen (de har kun makrotall), og må derfor anta at det eksisterer en representativ konsument som tar hensyn til hele denne

fordelingen (se Mas-Colell et al. 1995 for en beskrivelse av hva det innebærer).<sup>29</sup> For at dette skal være oppfylt må fordelingsindeksen over husholdningskarakteristika enten være konstant over tid (det Blundell et al. 1993 tester) eller ukorrelert med gjennomsnittsbudsjett og priser. D&M tester ikke disse forutsetningene, men de har ideer for hvordan dette kan gjøres. Disse ideene er senere fulgt opp av bl.a. Stoker (1986), Buse (1992) og Blundell et al. (1993).

I et vedlegg går D&M nærmere inn på hvordan AIDS-systemet passer inn i aggregeringsteorien. De påpeker bl.a. at en representativ konsument eksisterer hvis alle gjennomsnittlige budsjettandeler kan skrives som en funksjon av priser og en enkelt skalar av totalutgift, som igjen er en funksjon av priser og en fordelingsvektor. Dvs. at de bruker den samme definisjonen av en representativ konsument som diskuteres i Mas-Colell et al. (1995).

**Deaton, A. og J. Muellbauer (1980b): *Economics and Consumer Behavior*, Cambridge University Press**

*Vår vurdering: Den mest sentrale boka i konsumlitteraturen. Vi har tatt for oss kapittel 5 og 6 i dette prosjektet. Se omtale av kapittel 6 i kapittel 3.2.*

**D&M Kapittel 5. Restriksjoner på preferansene; aggregering over goder**

I dette kapittelet fokuseres det på flere teoretiske elementer som gjør aggregering over goder mulig: "The composit good theorem" (CGT) (Hicks 1936 og Leontief 1936), separabilitet og to-trinns budsjettering, sterk separabilitet og additive preferanser og homotetiske/kvasihomotetiske preferanser.

**D&M 5.1 Godegrupper og separabilitet**

CGT sier at *hvis en gruppe av priser beveger seg parallelt vil den tilhørende gruppen av goder kunne behandles som ett gode*. Dette illustreres så i en tre-gode modell hvor to av prisene utvikles parallelt. Det kan vises at et nytt sett av preferanser over det aggregerte godet og det andre godet som gir en levekostnadsfunksjon av nyttenivået, prisen på andre goder og veksttakten i det aggregerte godet gir den samme tilpasningen som det "ikke-aggregerte" beslutningsproblemet. De påpeker at siden man ofte venter at utviklingen i ulike priser er uavhengig i de fleste tilfeller, vil CGT i svært få tilfeller kunne brukes til å gruppere og identifisere aggregerte goder.

De fortsetter med å se litt mer generelt på separabilitet og to-trinns budsjetteringsprosedyrer. I en to- eller flertrinns budsjetteringsprosedyre forutsetter man at det er mulig å separere nyttefunksjonen i flere

<sup>28</sup> Samme tolkning som i Stoker (1986), Buse (1992) og Blundell et al. (1993).

<sup>29</sup> Det er denne ideen Stoker bringer videre når han foreslår at man skal identifisere "distributional effects" ved hjelp av mikrodata eller annen informasjon, for så å inkorporere det som en variabel i makroestimertingene.

delfunksjoner for hver av de ulike godegruppene, og at total nytte så er en funksjon av disse delfunksjonene (nyttetre). Videre forutsettes det i en slik flertrinns budsjetteringsprosess at man kun trenger informasjon som er knyttet til det enkelte trinnet man optimerer på. Dersom nyttestrukturen er separabel, vil en slik flertrinns budsjetteringsprosedyre føre til samme tilpasning som fullstendig optimering. Det finnes ulike forutsetninger om optimeringsmekanismen bak en slik flertrinns budsjettering. For det første kan man forutsette at det skjer en separat optimering på hvert trinn. En svakere form for flertrinnsbudsjettering er at gitt at en optimal allokering er oppnådd, kan den bli opprettholdt ved endringer i pris og total forbruksutgift.

D&M påpeker at separabilitet og to-trinns budsjettering ikke er ekvivalente problemer. Ingen av dem impliserer det andre, men *svak separabilitet* (dvs. at nyttefunksjonen kan skrives som en funksjon av ulike delnyttefunksjoner) er både en nødvendig og tilstrekkelig betingelse for at man kan gjøre en optimering på siste trinnet i budsjetteringsprosessen. I dette tilfellet kan etterspørselen etter et gode som kun inngår i en delnyttefunksjon skrives som en funksjon av utgiften til denne delgruppen av goder og prisene på disse godene alene.

D&M nevner fire viktige anvendte implikasjoner av svak separabilitet: For det første medfører en regresering av etterspørselen på et gitt tidspunkt at vi implisitt forutsetter svak separabilitet i konsumet over tid. For det andre medfører en flertrinns budsjetteringsprosess, eller estimering av et totalt utgiftssystem, at vi implisitt forutsetter svak separabilitet mellom konsum og fritid. For det tredje gjør en forutsetning om svak separabilitet at vi kan estimere på laveste trinn kun som en funksjon av totalutgiften til og prisene i denne godegruppen. For det fjerde er det slik at dersom et gode er rasjonert, og dette er separabelt fra resten av konsumet, vil den eneste effekten av en slik rasjonering være på total forbruksutgift. Spesielt nevner de i denne forbindelse at dersom fritid er rasjonert (liten innflytelse på arbeidstiden) og fritid er svakt separabelt fra resten av konsumet, vil konsumet av andre goder være uavhengig av antall arbeidstimer. Dette impliserer at dersom denne separabiliteten ikke holder og fritiden er rasjonert, så vil antall arbeidstimer påvirke allokeringen av utgiftene.

D&M påpeker at det første trinnet i en to-trinns budsjetteringsprosess (dvs. fordeling av total forbruksutgift på ulike godegrupper) er mer problematisk enn det siste trinnet dersom man ikke kan bruke CGT. Årsaken er at de teoretiske forutsetninger som som vil garantere en eksakt behandling av konsumet av en aggregert vare som et enkelt gode med en enkelt pris er direkte usannsynlige.

### **D&M 5.2 Separabilitet og to-trinns budsjettering: Flere resultater**

I dette avsnittet gir D&M en mer teknisk beskrivelse av hva separabilitet er og hvilken effekt det har på en nyttemaksimerende konsument. De går gjennom argumentasjonen i Gorman (1971) mht. hvordan svak separabilitet påvirker substitusjonsegenskapene til etterspørselsfunksjonene, og da spesielt Slutsky-symmetri. De viser Gormans nødvendige og tilstrekkelige betingelse for svak separabilitet. I tilfellet med aggregerte varer vil hele varegrupper være substitutter eller komplementære. De viser også at svak separabilitet innebærer en full optimering innen hver gruppering på laveste trinn uten noen restriksjoner, mens optimeringen på første trinn blir avgrenset av visse betingelser på Slutsky-matrisen.

De fortsetter med å diskutere hvilken effekt svak separabilitet får for definisjonen av gruppevise levekostnads- og indirekte nyttefunksjoner (Gorman 1959). De går gjennom ulike betingelser hvor svak separabilitet (i tillegg til disse restriksjonene) gir separable levekostnads- og indirekte nyttefunksjoner. Den første muligheten er å skrive levekostnadene som produktet av en kvantumsindeks med korresponderende prisindeks for de aggregerte godegruppene. Problemet med denne metoden er at den impliserer at budsjettandelen innen hver enkelt gruppe er uavhengig av totalbudsjettet for gruppen. Det medfører at alle godene innen en gruppe må ha den samme budsjettelastisiteten. Den andre muligheten er at den indirekte nyttefunksjonen er på Gormans "*generalized polar form*" samtidig som nyttefunksjonen er additiv i de ulike nyttekomponentene for hver godegruppe. Også under denne maksimeringen skal levekostnadene være summen av produktet av en kvantums- og prisindeks for hver godegruppe. Selv om denne maksimeringen ikke er fullt så restriktiv, påpeker D&M at den additive nyttestrukturen likevel er temmelig restriktiv. Et annet alternativ er å spesifisere levekostnaden på en slik måte at Engel-kurvene blir lineære. Sammen med svak separabilitet kan det vises at gruppeutgiften kan skrives som en funksjon av totalutgiften og to sett prisindekser med den samme strukturen som levekostnadsfunksjonen. Dette er den teoretiske bakgrunnen for Rotterdam-spesifikasjonen av et utgiftssystem (Barten og Turnovsky 1966, Barten 1970, Theil 1976).

### **D&M 5.3 Sterk separabilitet og additive preferanser**

D&M bruker et underkapittel på å diskutere sterk separabilitet og additive preferanser, dvs. at nyttefunksjonen kan skrives som en sum av ulike undernyttefunksjoner, siden dette er en av de mest brukte forutsetningene (Gossen, Jevons, Marshall, Pigou, LES). Av den grunn ønsker de å kartlegge hvilke restriksjoner dette legger på adferdsrelasjoner som etterspørsel, indirekte nytte m.m.



Sterk separabilitet innebærer at det er irrelevant hvilke goder som grupperes på grunn av den additive nyttestrukturen, som igjen forhindrer enkelte sammenhenger mellom godepar. D&M viser at dersom man forutsetter sterk separabilitet, trenger man bare informasjon om budsjettelastisiteten og pengenes grensenyttefleksibilitet for å kunne beregne alle pris- og krysspriseffekter (første gang vist av Frisch 1959). Ulempen er at det ikke er mulig å ha inferiøre goder eller godepar som er komplementære i den totale godevektoren. Mer problematisk er (i følge D&M) at dersom antallet goder i hver aggregerte godegruppe er stor, vil det medføre tilnærmet proporsjonalitet mellom egenpris og budsjettelastisiteten (Pigou's lov, Pigou 1910). Denne proporsjonaliteten kan oppstå selv for grupper av 8-10 goder. Det er liten grunn, ifølge D&M, til å forutsette denne proporsjonaliteten *a priori*. De påpeker at dette ofte fører til at det er liten sammenheng mellom priselastisitetene i et LES-system og andre, ikke-additive utgiftssystemer. *De konkluderer med at sterk separabilitet og additive nyttestrukturer (som LES) er en for sterk forutsetning til å kunne brukes i empiriske arbeider på tross av de økonometriske fordelene.*

D&M ser også på hvilke konsekvenser forutsetningen om sterk separabilitet og additive preferanser har for den indirekte nyttefunksjonen og målinger av marginalnytt. Ved bruk av Roy's identitet kan det vises at denne forutsetningen medfører et estimat på verdien av den deriverte av grensenytten av utgiften med hensyn til utgiften. Denne er blitt brukt av mange økonomer (starter med Frisch 1932) for å gi et nytte-/velferdsestimat. D&M argumenterer mot at en slik nytteforklaring er mulig, og at den kun måler preferanseordningen siden den er uavhengig av den valgte nyttefunksjonen. Årsaken er at grensenytten av utgiften bør forventes å avhenge av normalisering av preferansene. Man kan kun tolke den estimerte parameteren for det relative forholdet mellom budsjett- og egenpriselastisiteten som den deriverte av grensenytten av utgiften med hensyn på utgiften dersom a) vi aksepterer en kardinal/målbar nyttestruktur og b) konsumenter med additive preferanser alltid velger å måle nytte på en eksplisitt additiv form. D&M mener derfor at det ikke er noen grunn til å gi noen nytteforklaring av denne parameteren.

#### **D&M 5.4 Homotetiske og kvasihomotetiske preferanser**

Det siste underkapittelet inneholder en diskusjon av homotetiske og kvasihomotetiske preferanser. Preferanser vil være *homotetiske* dersom en  $k$ -dobling av konsumet fører til en  $k$ -dobling av nytten, som igjen vil være tilfelle dersom nytten produseres med konstant skalautbytte. Det innebærer for det første "the constant slope property" som gjør at at grensenytten er lik for alle nyttenivåer langs en stråle (rett linje) gjennom origo. Denne egenskapen gjør at

sammensetningen av budsjettet (dvs. budsjettandelene) er uavhengig av total utgift og nyttenivå. For det andre vil kostnaden ved å oppnå et gitt nyttenivå ( $u$ ) være proporsjonal med nytten. Det gjør at alle utgiftselastisitetene er like. D&M påpeker at de fleste empiriske undersøkelser ikke bygger opp under denne forutsetningen, og at forutsetningen om konstant skalautbytte i konsumet er mindre anvendelig enn i produksjonsteorien.

Alternativt kan man forutsette *kvasihomotetiske* preferanser. Slike preferanser kan uttrykkes ved hjelp av Gormans generaliserte polare form (Gorman 1961, 1976) på kostnadsstrukturen:  $c(u, p) = a(p) + ub(p)$ . I denne spesifikasjonen uttrykker  $a(p)$  levekostnadene når  $u = 0$  og kan derfor tolkes som *subsistensutgift* (i LES er  $a(p) = \sum \gamma_k p_k$ ). Den indirekte nytten vil da kunne tolkes som realverdien av utgiftene utover subsistensminimum. I tilfellet med *homotetiske* preferanser vil alle Engel-kurvene være lineære og gå gjennom origo slik at alle utgiftselastisitetene er like. I tilfellet med *kvasihomotetiske* preferanser trenger ikke de lineære Engel-kurvene å gå gjennom origo og utgiftselastisitetene går mot hverandre (blir like) når de totale utgiftene øker. De viser også at med kvasihomotetiske preferanser vil det faktiske utgiftsmønsteret være et veid gjennomsnitt av utgiftsandelene til veldig rike og veldig fattige konsumenter.

#### **Denton, F.T., D.C. Mountain og B.G. Spencer (1999): Age, Trend, and Cohort Effects in a Macro Model of Canadian Expenditure Patterns, Journal of Business & Economic Statistics, Vol. 17. No. 4, 430-443**

*Vår vurdering: Et interessant arbeid som fokuserer på demografiske effekter.*

Hovedformålet er å studere i hvilken grad demografiske effekter på utgiftsmønster kan fanges opp (blir tatt hensyn til) med aggregerte tidsseriedata. Pooling av tidsserier for geografiske områder er et skritt i denne retning fordi det øker den geografiske variasjonen i data. De finner at aggregert etterspørsel har blitt påvirket av alder, trend og kohorteffekter. De tar også inn en variabel for arbeidstilbud (men ikke signifikant, 5 prosent nivå). De benytter QUAIDS (som i Blundell, Pashardes og Weber 1993) med regional dimensjon for å skille mellom trendeffekter og demografiske endringer. Pooled 1961-92 tidsserier for 5 regioner og 6 utgiftskategorier. Det virker som om de benytter aggregerte mikrodata (data fra utvalgsundersøkelse aggregert opp til region og vare).

#### **Diewert, W.E. og T.J. Wales (1988): A Normalized Quadratic Semiflexible Functional Form, Journal of Econometrics, 37, 327-342**

*Vår vurdering: Relativt teknisk paper om semifleksibile funksjonsformer.*

For estimation of large consumer or producer demand systems Diewert and Wales propose the concept of a

semiflexible form, which is a special case of a flexible form but which requires fewer free parameters. The method allows the researcher to choose the degree of flexibility consistent with feasibility of estimation, while at the same time maintaining the concavity in prices properly required by economic theory. In addition to being semiflexible the normalized quadratic expenditure function has two other desirable properties: (i) it aggregates over consumers and (ii) it permits the imposition of the required concavity in prices property globally. Diewert and Wales use aggregate annual time series data on ten consumption categories for the Canadian economy for the period 1947-1980.

**Forni, M. og L. Brighi (1991): Aggregation across Agents in Demand Systems, *Ricerche Economiche*, 45(1), 79-114**

*Vår vurdering: En grundig teoretisk oversikt over aggregeringsproblematikken. God fremstilling av sammenhenger i teorien og litteraturen.*

Formålet med artikkelen er å presentere hovedresultatene fra den økonomiske litteraturen om aggregering over individer i etterspørselssystemer på en enkel og tilgjengelig måte. Fokus er på teoretiske aspekter, og implikasjoner for empirisk arbeid er gjort eksplisitt, men ikke detaljert. Forfatterne diskuterer Gormans og Muellbauers representative agenter og deres relasjon til aggregeringsproblemet, og de presenterer Muellbauers GL, PIGL og PIGLOG etterspørselsfunksjoner. De argumenterer for at Laus teori for eksakt aggregering og dens utvidelser, f.eks. Lewbels deflatert inntekt etterspørselssystemer og Stokers prisavhengig eksakt aggregering, har store fordeler, selv om de generelt ikke tillater noen representativ agent tolkning. Gormans representative agent er definert ved at markedsetterspørselsadferden gjenspeiler individuell etterspørselsadferd. Muellbauers representative agent er definert ved at budsjettandelene i markedsetterspørselen gjenspeiler individuelle budsjettandeler. Muellbauer postulerer ikke eksistensen av aggregerte relasjoner for etterspurte kvanta, men aggregerte relasjoner for budsjettandelene for hvert gode. En representativ agent for budsjettandelene innebærer generelt at kvanta etterspurt av den representative agent er forskjellig fra aggregert etterspørsel. Muellbauers definisjon pålegger ikke så strenge restriksjoner som Gormans.

Forfatterne konsentrerer seg om litteratur som diskuterer restriksjonene som aggregering legger på mikroadferden. Generelt innebærer det å postulere en makrorelasjon (relasjon mellom aggregerte variable) at man pålegger restriksjoner (inntekt er brukt som eksempel) enten på fordelingen av mikro-inntekter (f.eks. at mikro-inntektene beveger seg proporsjonalt slik at de alle er faste andeler av aggregert inntekt) eller på formen for mikroadferd (de individuelle Engelkurvene er lineære og parallelle) eller begge deler.

Målet er å finne en makrorelasjon som har nok struktur til å tillate en enkel teoretisk modell for aggregerte variable, uten å måtte pålegge altfor urealistiske restriksjoner på mikroadferden.

Aggregering over budsjettandeler over individer (Muellbauer 1975, 1976): Under hvilke betingelser eksisterer det en makrorelasjon som uttrykker de aggregerte budsjettandelene som funksjon av priser og en funksjon  $g$  av mikro-inntektene? Funksjonen  $g$  kan tolkes som en aggregert variabel som summerer karakteristika-effektene på aggregerte budsjettandeler ("which summarizes the distributional effects on aggregate budget shares"). En nødvendig og tilstrekkelig betingelse er at mikrorelasjonene (for budsjettandelene) har en GL form, dvs. at for gitte priser er aggregerte budsjettandeler for hvert gode lineære transformasjoner av en av de andre (derav Generalisert Linearitet, GL). Det er to tilfeller hvor dette er oppfylt. Det ene er tilfellet med lineære og parallelle Engel-kurver ( $g=1/x$ , hvor  $x$ = aggregert inntekt). Det andre tilfellet er mer interessant: De individuelle funksjonene er her relativt lite restriktive, og de individuelle Engel-kurvene trenger ikke være lineære i inntekt. Dette innebærer at GL formen i seg selv ikke pålegger noen restriksjoner på mikrofunksjonen av et gode. Restriksjonen som pålegges er at individuell etterspørsel (for gitte priser) er lineære kombinasjoner av de samme to vektorene, bortsett fra konstantleddet. Dette betyr at inntektsekspanjonslinjen for de ulike individene må være parallelle.

Muellbauers PIGL (Prisuavhengig generalisert linearitet) form er et etterspørselssystem som tillater en å avlede en operativ funksjonsform for aggregeringsindeksen  $g$ . PIGL er, i likhet med GL, mer generell enn Gormans mikrofunksjoner, ved at de ikke nødvendigvis er lineære i inntekt og ved at heterogenitet ikke bare representeres ved konstantleddet, men også gjennom de individuelle funksjonene  $g$ . I forhold til GL pålegger PIGL restriksjonen at priser må kombineres multiplikativt med inntekt. PIGLOG er log-formen av PIGL.

AIDS er en anvendt form for en integrabel PIGLOG (integrabilitet betyr at homogenitet, symmetri, negativitet og oppsummering er tilfredsstillt). Et operativt uttrykk for aggregeringsvariabelen

$$g = \sum_i x_i \ln x_i / x \quad (x = \text{inntekt}) \text{ kan finnes ved å bruke}$$

Theils entropimål for likhet, definert ved

$$\ln 1 / Z = \sum_i x_i / x \ln x_i / x = g. \quad Z \text{ har høyest verdi}$$

(lik antall individer) når alle individer har lik inntekt. Innenfor AIDS-modellen kan karakteristika-effektene på aggregert etterspørsel (definert ved  $Z$ ) estimeres ved hjelp av forbruksdata fra tverrsnitt. Ulighet i inntektsfordelingen innebærer at inntekten til den

representative konsument blir høyere enn gjennomsnittsinntekten.

Hos Muellbauer avhenger aggregerte kvanta av et gode av aggregert inntekt og en funksjon av mikro-inntekter. I teorien for eksakt aggregering utviklet av Lau (1977) og Jorgenson, Lau og Stoker (1982) avhenger aggregert etterspørsel av mer enn to funksjoner av mikro-inntektene. Disse funksjonene kan tolkes som indekser som beskriver fordelingen av inntekt mellom konsumenter. Laus makrorelasjon blir derfor ikke lik hverken Gormans eller Muellbauers, og den har ikke en representativ agent tolkning hverken i etterspurte kvanta eller budsjettandeler fordi antall forklaringsfaktorer (generelt) er større enn 2. Uten en representativ agent tolkning blir slike ting som "effekten av aggregert inntekt på aggregert etterspørsel" tvetydig.

Anta f.eks. at karakteristika-parameteren i  $g$  funksjonen avhenger av individuelle attributter, f.eks. alder på hovedperson i familien. Estimeringer av etterspørsels-systemer med aggregerte tidsseriedata ved en standard modell krever at karakteristika-parameteren er konstant over tid. Dette er en streng forutsetning som ikke er nødvendig i "attributt"-modellen. Her kan endringer i preferanser over tid modelleres ved hjelp av observerbare variable. Laus fundamentalteorem for eksakt aggregering er relatert til denne "attributt"-modellen. Laus makrofunksjon er definert ved at aggregert utgift er en funksjon av priser og flere aggregeringsvariable  $g_i$ , hvor  $g_i$  ( $I <$  antall individer) er en funksjon av ulike individers inntekter og en vektor av individuelle attributter (og de må være uavhengig av priser). En nødvendig betingelse for eksakt aggregering er at mikrofunksjonene er like for alle individer opp til et ledd som bare avhenger av priser. Heterogenitet tas hensyn til ved hjelp av de individuelle attributtene. Makrofunksjonen til Lau eksisterer (og tilfredsstillende visse betingelser for eksakt aggregering) dersom mikrorelasjonene antar en viss form (se Forni og Brighi s 98 for detaljer). Denne formen innebærer bl.a. at makro forklaringsvariablene må kunne uttrykkes som summer av funksjoner hvor hver av funksjonene bare avhenger av  $x_i$  og vektoren av individuelle attributter. Denne egenskapen er nyttig for spesifisering av makro-systemet siden karakteristika-variable som ikke tilfredsstillende egenskapen, f.eks. Gini-indeksen, ikke er tillatt å inngå i makrofunksjonen. Den visse formen på mikrorelasjonene favner en vid klasse av aggregerbare mikrofunksjoner, ikke bare med hensyn til Gorman-formen, men også PIGL-formen til Muellbauer. Restriksjonene på adferd som den visse mikrorelasjonen pålegger er at mikrorelasjonene må være lineære i visse funksjoner av inntekt og attributter som er de samme for alle individer og alle varer. Disse funksjonene trenger ikke være lineære i inntekt slik som hos Gorman, og de trenger heller ikke være maksimum 2 i antall slik som hos Muellbauer. Når det gjelder heterogenitet innebærer GL funksjonen at inntekts-

ekspansjonsveien må ligge i et plan (i det to-dimensjonale rom). Eksakt aggregering fjerner denne restriksjonen og tillater en rikere spesifisering av inntektseffekter ved at inntekts-ekspansjonsveien må ligge i parallelle hyperplan. Dette er en streng restriksjon mht. heterogenitet dersom antallet aggregeringsindekser  $g_i$  som spesifiseres i makro er lavt.

En interessant anvendelse av teorien for eksakt aggregering er Translog etterspørselssystemet til Jorgenson, Lau og Stoker (1982), heretter JLS 1982, se også Jorgenson (1990). JLS 1982 benytter den Translog indirekte nyttefunksjonen til Christensen, Jorgenson og Lau (1975) og pålegger den betingelsene for eksakt aggregering. Aggregert utgift for hvert gode avhenger i dette systemet av aggregert inntekt, aggregeringsindeksen for inntekt og indeksene for attributter multiplisert med inntekt (se Forni og Brighi s. 100). Attributtene er representert ved dummy-variable lik 1 for individer som har en gitt karakteristikk og 0 ellers, slik at hvert element er total inntekt for gruppen som har det demografiske attributtet. Visse parametre i Translog modellen kan estimeres ved ett enkelt tverrsnittsdatasett (de parametre hvor makroparameteren er den samme som mikroparameteren og samtidig er uavhengig av priser) mens andre kan estimeres ved bruk av tidsseriedata.

Forni og Brighi har også en interessant gjennomgang i sitt kapittel 9 om integrable mikrofunksjoner (en funksjon er integrabel dersom den oppfyller de fire betingelsene om homogenitet, symmetri, negativitet og oppsummering for nyttemaksimerende adferd). Bl.a. påpeker de (og refererer til Heineke og Shefrin 1987) at en forutsetning om oppsummering og ikke-negativitet resulterer i den såkalte "bounded budget shares" betingelsen (BBS), dvs. at alle budsjettandeler (for alle individer og alle goder) skal være større enn 0 og mindre enn 1 og dette skal gjelde globalt (for alle nivåer på individuell utgift). Forfatterne stiller spørsmålsteget ved om en slik global betingelse bør pålegges: Fra et økonomisk og empirisk ståsted er det ikke viktig hva som skjer på urealistisk lave eller høye inntektsnivåer. "In our point of view, it seems more sensible to define the microfunctions over a relevant interval of the expenditure where we may still employ the useful approximating property of polynomial specifications". Forfatterne kommer også inn på full rang ("full rank") etterspørselssystemer (Lewbel 1990), som er svært nyttige fordi de maksimerer etterspørselens inntektsfleksibilitet på en slik måte at antall parametre minimeres. Full rang-én systemer er homotetiske, mens full rang-to systemer har PIGL form. Lewbel finner at full rang-tre systemer er integrable hvis, og bare hvis, de kan skrives på en av tre følgende former: (i) generalisert kvadratisk (herunder QES), (ii) kvadratisk logaritmisk og (iii) trigonometrisk.

I teorien for eksakt aggregering må forklaringsvariablene (indeksene)  $g_j$  være uavhengig av priser (en praktisk forenkling). Teoretisk er det ingenting i veien for å inkludere priser som argumenter i  $g_j$ . En slik generalisering av Laus teori er relativt rett frem, og makrorelasjonen (i motsetning til Laus makrorelasjon) blir da restriktiv bare dersom antall indekser er mindre enn antall goder. Stoker (1984) viser at en slik makrorelasjon (hvor aggregeringsvariablene avhenger av priser), under en forutsetning om maksimerende adferd, tilfredsstiller de generaliserte Slutsky-betingelsene (GSC) introdusert av Diewert (1977). Dette betyr at makrorelasjonen holder når det bare er én aggregeringsvariabel når individuelle Engel-kurver er lineære og parallelle og Gormans representative agent eksisterer. Den aggregerte Slutsky-matrisen er da symmetrisk og negativt semidefinit. Dersom antall aggregeringsvariable er lik antall goder, er makrorelasjonen svært lite restriktiv: maksimerende adferd legger da ingen struktur på aggregert etterspørsel utover Walras' lov og homogenitet. Altså: når antall aggregeringsvariable øker fra 1 (hvor GSC degenererer til de vanlige Slutsky-betingelsene) synker strengheten av GSC.

Dersom en har tilgjengelig statistikk over fordelingen av realinntekt, er det mulig å estimere en form for deflatert inntekt etterspørselssystem, se Lewbel (1989a). Mikroligningene i et slikt system har egenskaper som gjør eksakt aggregering mulig, og deflaterte etterspørselssystemer er relativt generelle og har maksimum rang lik 4, noe som tillater mer generelle Engel-kurver.

Lewbel (1989b) foreslår en ikke-parametrisk prosedyre for å estimere rang, og anvender både US og UK "family expenditure survey" data. Resultatene fra begge datasettene indikerer sterkt at de har rang 3. Det som er spesielt bemerkelsesverdig ved dette resultatet er at rang 3 utelukker en representativ agent tolkning av makrosystemet, selv i den minst restriktive versjonen (til Muellbauer). Videre innebærer rang 3 en forkastning av LES, AIDS og Translog utgiftssystemer, fordi de forutsetter rang 2.

**Heineke, J.M. (1993): Exact Aggregation of Consumer Demand Systems, *Ricerche Economiche*, 47(2), 215-232**

*Vår vurdering: Heineke og Shefrin (se nedenfor) er sentrale personer i aggregeringslitteraturen fra 1980-tallet og fremover.* Artikkelen omhandler to temaer som er nært beslektet. Det ene er en teoretisk studie av nødvendig og tilstrekkelig struktur for etterspørselssystemer som kan aggregeres eksakt. Det andre temaet er hva slike restriksjoner (eksakt aggregering) innebærer empirisk. Her studeres ulike funksjonsformer.

**Heineke, J.M. og H.M. Shefrin (1988): Exact Aggregation and the Finite Basis Property, *International Economic Review*, 29(3), 525-538**

*Vår vurdering: Dette er en interessant artikkel om grunnleggende forutsetninger for eksakt aggregering.* Hovedbidraget i artikkelen er at det fokuseres på to fundamentale spørsmål om aggregeringsproblemet, som hverken har blitt eksplisitt fremsatt eller besvart i aggregeringslitteraturen: 1. Hvilke restriksjoner, om noen, trenger å bli pålagt vektoren av aggregater for at den aggregerte etterspørselsfunksjonen skal være ikke-triviell, økonomisk interessant og ha Gormans generalisering av Gormans polar-form som sin eneste løsning? 2. Hvilke økonomiske restriksjoner, om noen, påfører den generaliserte formen omtalt i punkt 1 på etterspørselsfunksjonene, både på individ- og aggregert nivå?

Som svar på spørsmålene viser Heineke og Shefrin at "the finite basis property" er en nødvendig og tilstrekkelig betingelse for eksakt aggregering. Restriksjonene som følger av "the finite basis property" er (kort formulert) et krav om at Engel-kurvene er tilstrekkelig lik hverandre innenfor tre kategorier: ved sammenligning over priser, varer og husholdningstyper.

**Heineke, J.M. og H.M. Shefrin (1990): Aggregation and Identification in Consumer Demand Systems, *Journal of Econometrics*, 44, 377-390**

*Vår vurdering: En interessant artikkel som inneholder nyttige presiseringer av viktige poenger.* Artikkelen har som målsetning å besvare spørsmålet om hvorvidt det finnes betingelser som gjør det mulig å identifisere parametrene i et individuelt etterspørselssystem på bakgrunn av parametrene i en estimert aggregert etterspørselsfunksjon. Denne problemstillingen oppstår fordi det finnes lite paneldata for husholdningsetterspørsel, og vanligvis bruker man aggregerte data. De oppsummerer med at en *nødvendig* betingelse for å oppnå identifikasjon er at ingen relevante opplysninger går tapt i aggregeringsprosessen, dvs. at det aggregerte etterspørselssystemet er fremkommet ved *eksakt aggregering*. Spørsmålet er derfor under hvilke betingelser det er mulig med eksakt aggregering (betingelsene bak eksakt aggregering diskuteres nærmere i Heineke og Shefrin 1988). Et tilgrensende spørsmål er om betingelsene bak eksakt aggregering også er *tilstrekkelige* for å kunne identifisere den individuelle etterspørselen fra et aggregert system.

De starter med en generell etterspørselsstruktur som de først pålegger en betingelse om at skal ha oppstått fra et nyttemaksimeringsproblem. Deretter legger de på restriksjoner for at de skal være eksakt aggregerbare. Det innebærer at funksjonen *må* være separabel i priser

og husholdningskarakteristika.<sup>30</sup> Dette innebærer at den individuelle etterspørselen består av to ledd som er separable<sup>31</sup>: Et individuelt prisledd og et generelt ledd som inneholder inntekt og husholdningskarakteristika. Siden det første leddet ikke inneholder noen husholdningskarakteristika, vil det kunne aggregeres eksakt.

**Jorgenson, D.W. (1990): Aggregate Consumer Behavior and the Measurement of Social Welfare, *Econometrica*, Vol. 58 No. 5, 1007-1040**

*Vår vurdering: Jorgenson er en sentral person i aggregeringslitteraturen (hans arbeider er ofte skrevet i samarbeid med Lau og Stoker, se bl.a. nedenfor)*

Jorgenson beskriver en ny tilnærming til normativ økonomi, der teorien for "social choice" kombineres med økonometrisk modellering av aggregert konsumadferd. Et system av aggregerte etterspørselsfunksjoner utledes ved eksakt aggregering over individuelle etterspørselsfunksjoner. Det konstrueres mål for individuell velferd, som senere inkluderes i en "social welfare function". Dette anvendes på levestandarden i USA og kostnader for perioden 1947-85.

En vanlig tilnærming til problemet med å representere individuelle preferanser i modellering av konsumadferd og "social choice" er modellen for den representative konsument. Den enkleste versjonen av modellen er basert på identiske homotetiske preferanser for alle individer. Under identiske homotetiske preferanser er aggregerte kvanta funksjoner av aggregerte utgifter og priser. Disse funksjonene har eksakt samme egenskaper som etterspørselsfunksjonene i teorien for individuell konsumadferd. Betingelsen om identiske homotetiske preferanser ble løst på av Gorman (1953). Gorman viste at en nødvendig og tilstrekkelig betingelse for at aggregerte etterspørselsfunksjoner skal avhenge av aggregerte utgifter er at alle individer må ha parallelle lineære Engel-kurver. Gormans betingelse er tilfredsstillt for aggregerte etterspørselsfunksjoner generert fra det lineære utgiftssystemet implementert av Stone (1954). Betingelsen er også tilfredsstillt av generaliseringer av det lineære utgiftssystemet som "the Gorman polar form", bl.a. brukt av Blackorby, Boyce and Russell (1978).

I Muellbauers modell for en representativ konsument er individuelle preferanser like, men ikke nødvendigvis homotetiske (se Muellbauer 1975). Aggregerte utgiftsandeler avhenger av priser og en funksjon av fordelingen av individuelle utgifter som ikke er begrenset til aggregert utgift. Engel-kurvene tillates å være ikke-lineære, slik at konsumerte aggregerte kvanta avhenger av fordelingen av totale utgifter mellom individene.

Lau (1977b) har utviklet en modell for aggregert konsumadferd som ikke krever en representativ konsument. Aggregerte etterspørselsfunksjoner oppnås ved eksakt aggregering over individuelle etterspørselsfunksjoner. Aggregerte etterspørselsfunksjoner avhenger av den sammenføyde fordelingen av karakteristika (som gjenspeiler forskjeller i individuelle etterspørselsfunksjoner) og totale utgifter over alle konsumentheter ved bruk av summariske observatorer for fordelingen.

Jorgenson (1990) har i tillegg til å modellere aggregert konsumadferd, som målsetning å utnytte restriksjoner for individuelle preferanser som følger av eksakt aggregering for å få mer presis informasjon for måling av sosial velferd. Betingelsen for eksakt aggregering er at individuelle utgiftsandeler er lineære i funksjoner for husholdningskarakteristika og total utgift for alle konsumentheter. Spesielt for modellen som brukes er at den inkorporerer "integrability" restriksjoner for individuelle etterspørselsfunksjoner (homogenitet, oppsummering, symmetri, ikke-negativitet og monotonitet), som sikrer eksistensen av en indirekte nyttefunksjon for hver konsum-enhet.<sup>32</sup> Han tar utgangspunkt i en translog indirekte nyttefunksjon og kommer fram til hvilke kriterier som må være oppfylt for å få til eksakt aggregering. Et utgiftssystem er "integrable" hvis det kan genereres fra en translog nyttefunksjon.

**Jorgenson, D.W., L.J. Lau og T.M. Stoker (1980): Welfare Comparison under Exact Aggregation, *Economic Theory of Index Numbers*, Vol. 70 No. 2, 268-272**

*Vår vurdering: Et sentralt arbeid.*

The new feature of their model of aggregate consumer expenditures is that they are able to dispense with the notion of a representative consumer by using the theory of exact aggregation. The theory makes it possible to incorporate prices, the level and distribution of income, and the demographic characteristics of the population into projections of aggregate expenditure patterns. The theory also makes it possible to recover systems of individual demand functions and to analyze the impact of economic policy on individual consumer welfare. They use both time-series data and cross-section data.

**Lau, L.J. og H.M. Wu (1996): Exact Aggregation under Summability and Homogeneity with Individually Variable Prices, *Economics Letters*, 50(3), 326-335**

*Vår vurdering: Svært tung artikkel å lese. Lau har arbeidet med temaet siden 1970-tallet.*

Exact aggregation of a system of individual expenditure functions with a single, individually variable price is analyzed. It is shown, under summability and homogeneity, that the individual and aggregate expenditure

<sup>30</sup> Dette vil ikke være oppfylt dersom husholdninger som bor i områder med høye el-priser har en mer fleksibel oppvarmingsportefølje enn husholdninger i områder hvor strøm er relativt billig.

<sup>31</sup> Dette for å kunne aggregeres over varer.

<sup>32</sup> Se Forni og Brighi (1991) for en ryddig og generell gjennomgang av betydningen av integrabilitetsrestriksjoner.

functions must take one of two specific functional forms. By using the Fundamental Theorem of Exact Aggregation (Lau, 1982b), and the results of Lau and Wu (1987, 1993) a theorem is established. The theorem tells in which form a system of aggregate expenditure functions can be written. "Index functions" are one of the ingredients when defining "exactly aggregable". The second theorem tells in which form a system of aggregate expenditure functions can be written when assuming that the system of individual expenditure functions is non-negative, summable, once continuously differentiable and homogeneous of degree one in prices, individual expenditure shares and individual expenditures.

**Lewbel, A. (1987): Characterizing Some Gorman Engel Curves, *Econometrica*, 55(6), 1451-1459**

*Vår vurdering: Artikkelen er teknisk og tung å lese.*  
The paper characterizes all utility derived demand systems having Engel curves that are linear in both income and an arbitrary function of income. This class encompasses virtually all utility derived demand systems that have been estimated in the past using aggregate data with explicit treatment of the problem of aggregation across individuals. The application of the characterized systems to problems of nesting, separability, flexibility, Engel curve analysis, estimation, and aggregation are briefly discussed.

**Lewbel, A. (1996): Aggregation without Separability: A Generalized Composite Commodity Theorem, *American Economic Review*, 86(3), 524-543**

*Vår vurdering: Et interessant arbeid om aggregering over varer. Lewbel har publisert mange arbeider innenfor temaet aggregering fra midten av 1980-tallet.*

This work provides general conditions for aggregating commodities without separable utility (weaker and more empirically plausible restrictions). The separable and two-stage budgeting literature imposes restrictions on utility functions to obtain group demand function rationality. In general, the separability assumptions required for rationality of group demand functions are rather strong, difficult to test powerfully (because of multicollinearity of disaggregate prices), and require group price indices that depend on the parameters of the individual's utility function. Although progress has been made in relaxing these restrictions (Blundell and Robin 1995, Blackorby et al. 1995) even weak forms of separability impose very strong elasticity restrictions among every good in every group. Nevertheless, separability is usually assumed for lack of any reasonable alternative. That is the problem this paper addresses, and the solution is as follows: The generalized composite commodity theorem, which consists of simple conditions that make the biases from aggregation over goods take the form of well behaved error

terms, and thereby provides a new rationalization for aggregation across goods.

**Lindquist, K-G. (1999): The Importance of Disaggregation in Economic Modelling, Documents 99/12, Statistics Norway**

*Vår vurdering: Interessant test på norske data (anvendelse av metodene i Barker og Pesaran 1990).*  
In this paper, the question of which level of aggregation to choose is addressed in the context of predicting Norwegian exports of manufacturing goods. An estimated aggregate export equation is compared with a system where manufacturing exports are divided into eight different sub-groups of goods. Important variation in both estimated long-run elasticities and dynamics are found across commodities. As a consequence, the disaggregated approach clearly outperforms the aggregate equation in periods where corresponding explanatory variables develop asymmetric across commodities and when the share of each commodity in total manufacturing exports change rapidly. When this is not the case, the two approaches perform equally well. The results illustrate that changes in commodity specific explanatory variables can give prediction failures and instability in aggregate equations. Before deciding which level of aggregation or disaggregation to choose in empirical analyses, one should study the development in both endogenous and explanatory variables at a disaggregated level if possible. If the development of corresponding disaggregated variables shows important asymmetric variation, this provides strong support for employing a disaggregated rather than an aggregate modelling approach.

**Mak, K. (1987): Consistent Aggregation of Demand Functions over Restricted Income Distributions, *Journal of Economics*, 47(2), 195-206**

*Vår vurdering: Svært teknisk artikkel som studerer et spesielt teoretisk problem.*

The purpose of the paper is to help to fill the gap in our knowledge about demand aggregation over narrowly restricted sets of income distributions and prices, for example, over those income distributions with a fixed income proportion. The paper shows that if individual incomes are restricted to be in a fixed proportion and tastes are identical, then, under a mild regularity condition, consistent demand aggregation is possible only if the identical consumer preferences are homothetic. It also shows that if the income distributions are instead restricted to be in some region, then the identical consumer preferences are basically quasi-homothetic. Further, if tastes are allowed to differ, they must still be basically quasi-homothetic.

**Marhuenda, F. (1995): Distribution of Income and Aggregation of Demand, *Econometrica* 63, 647-61**

*Vår vurdering: Dette er et teoretisk arbeid som viser at dersom inntektsfordelingen er pris-uavhengig og tilfredsstillende en betingelse ang. formen på kurven, er total markedsetterspørsel monoton.*

**Mas-Colell, A., M.D. Whinston og J.R. Green (1995): *Microeconomic Theory*, kapittel 4**

*Vår vurdering: En sentral bok om mikroøkonomi som diskuterer aggregering i et eget kapittel.*

Denne boka gir en oversikt over mikroøkonomisk teori, hvor kapittel 4 omhandler problemer med å aggregere etterspørselen. Utgangspunktet for kapitlet er at det er en rekke ulike egenskaper ved de individuelle etterspørselsfunksjonene som ikke nødvendigvis overføres til makroetterspørselen. Kapitlet fokuserer på tre hovedproblemstillinger: i) Når kan vi uttrykke den aggregerte etterspørselen som en funksjon av priser og aggregert inntekt (jf. D&Ms definisjon av en representativ konsument)? ii) Når vil den aggregerte etterspørselen tilfredsstillende "the Weak Axiom" (WA)? WA innebærer at dersom en konsument opptrer rasjonelt og godekombinasjon X foretrekkes framfor Y, vil konsumenten kun velge godekombinasjonen Y dersom X ikke er oppnåelig til gjeldende priser og inntekt. iii) Når har aggregert etterspørsel velferdsimplikasjoner? Mas-Colell et al. (heretter M-C et al.) ser m.a.o. på aggregeringsproblemet fra tre ulike ståsteder; fra økonometrikerens, adferdsteoretikerens (positiv theorist) og velferdsteoretikerens synsvinkel.

*i) Når kan aggregert etterspørsel uttrykkes som en funksjon av priser og aggregert inntekt?*

Økonometrikerens fokus er hvilke restriksjoner man kan legge på den aggregerte etterspørselsstrukturen under estimeringen. I gjennomgangen i dette kapitlet fokuserer M-C et al. hovedsakelig på hvorvidt det er mulig å estimere aggregert etterspørsel ved hjelp av bare aggregerte variable som f.eks. gjennomsnittsinntekt/formue. For at dette skal holde må aggregert etterspørsel være identisk for enhver ulik fordeling som gir samme aggregert/gjennomsnittlig inntekt/formue. Dette kan igjen kun være tilfredsstillende dersom alle individene har identisk effekt på individuell etterspørsel av en marginal endring i inntekten. Et spesialtilfelle hvor denne forutsetningen er oppfylt er dersom alle individene har identiske og homotetiske preferanser eller dersom alle konsumentene har kvasi-lineære preferanser mht. det samme godet. Begge disse tilfellene er spesialtilfeller av Gormans spesifikasjon av den indirekte nytten:  $V_i(P, Y_i) = a_i(P) + b(P)Y_i$ . Det impliserer at individ  $i$ 's indirekte nytte består av et individuelt ledd som avhenger av priser (P), men som er uavhengig av individets inntekt ( $Y_i$ ), og et felles ledd som både avhenger av prisene og individets inntekt.

Alternativt kan man beskrive den aggregerte etterspørselen som en funksjon av priser, aggregert inntekt/formue og fordelingen av denne mellom ulike individer. Dette krever ikke fullt så sterke restriksjoner som når vi ikke tar hensyn til fordelingen av velferd. M-C et al. går ikke nærmere inn på å beskrive hvilke forutsetninger som kreves her, men henviser til Deaton and Muellbauer (1980a), Lau (1982) og Jorgenson (1990). Et annet alternativ for å lette på restriksjonene oppstår dersom individuell inntekt/formue kan skrives som en funksjon av en generell fordelingsregel som kun avhenger av priser og aggregert inntekt/formue, f.eks. dersom den individuelle inntektsskatten baseres på lønnsatsen og total aggregert inntekt/formue.

*ii) Når vil den aggregerte etterspørselen tilfredsstillende Weak Axiom (WA)?*

Adferdsteoretikere er, på den annen side, mest interessert i hvilken grad de teoretiske egenskapene ved individuell adferd også gjelder for aggregerte etterspørselsfunksjoner, noe som vil påvirke våre prediksjoner fra modeller av markedlikevekt. Egenskaper som kontinuitet, homogenitet og Walras' lov (dvs. bindende budsjettskranke) vil automatisk overføres. Det impliserer at slike egenskaper kan legges på makroetterspørselen dersom de er oppfylt i mikro. Derimot er det ikke opplagt at en egenskap som WA overføres til makro når den er oppfylt i mikro. Selv om man f.eks. kan skrive aggregert etterspørsel som en funksjon av aggregert inntekt, vil vi fremdeles kunne oppleve at WA ikke er oppfylt i makro.

De påpeker at problemene skyldes at den aggregerte etterspørselen ikke automatisk tilfredsstillende "the Law of demand for compensated price change". Årsaken er at en kompenserende pris og inntektsøkning for individene ikke nødvendigvis er kompenserende i makro. Selv om ikke WA overføres til makro, finnes det andre egenskaper som "the uncompensated law of demand" (ULD) som lar seg overføre fra mikro til makro. Dersom de individuelle etterspørselsfunksjonene tilfredsstillende ULD, vil den aggregerte etterspørselen både tilfredsstillende ULD og WA.

Spørsmålet er så hvor restriktivt det er å pålegge ULD som et aksiom på etterspørselsstrukturen. M-C et al. påpeker at det ikke er tilstrekkelig å forutsette nyttemaksimering for at dette skal være oppfylt. De viser at et tilfelle hvor ULD er oppfylt er hvor preferanseordningen bak de individuelle etterspørselsfunksjonene er homotetiske. Mer generelt vil ULD være oppfylt dersom substitusjonseffektene (Slutsky) er tilstrekkelig store til å overkomme potensielle "perversiteter" fra inntektseffekten på en sann måte at matrisen av alle Marshallianske pris- og kryssprisderiverte er negativt semi-definit. De anser ikke dette som en ekstremt restriktiv forutsetning. Spesielt vil denne forutsetningen være oppfylt ved Gormans spesifikasjon av den

indirekte nyttefunksjonen, som dermed også impliserer at WA egenskapen kan overføres til makro.

Til slutt nevner de at den aggregerte etterspørselsfunksjonen kan oppstå av aggregeringsprosessen, og dermed være oppfylt i makro selv om de individuelle etterspørselsfunksjonene ikke oppfyller dette kriteriet. Denne situasjonen kan oppstå dersom alle individene har identiske preferanseordninger og inntekten er uniformt fordelt over alle individer over intervallet [0, gjennomsnittsinntekten].

*iii) Når har aggregert etterspørsel velferdsimplikasjoner?* Velferdsteoretikeren er interessert i de normative implikasjonene av aggregert etterspørsel. Ideelt sett ønsker han å bruke aggregert etterspørsel som om den var generert av en representativ konsument for å kunne si noe om endringer i aggregert velferd. Dette spørsmålet er mao. avhengig av under hvilke forhold det er gyldig å forutsette en representativ konsument.

De trekker frem to ulike tilfeller hvor det er meningsfullt å snakke om en representativ konsument. Den første er i adferdsbetydning (positive sense). En "positiv" representativ konsument eksisterer dersom det finnes en preferanseordning som gir den aggregerte etterspørselsfunksjonen.<sup>33</sup> I tillegg til at det må finnes en positiv representativ konsument, må det i tillegg være mulig å tilordne en velferdstolkning til dette konstruerte individets etterspørselsfunksjon for at en aggregert etterspørsel skal kunne ha en velferdstolkning. En representativ konsument hvis etterspørsel har velferdsimplikasjoner, kalles en *normativ* representativ konsument. Dette er den andre betydningen hvor det er meningsfullt å snakke om en representativ konsument. M-C et al. viser at der det finnes en sentral myndighet som maksimerer en Samuelson-Bergson velferdsfunksjon, vil den indirekte nyttefunksjonen ha positive egenskaper for en representativ konsument fordi den aggregerte etterspørselsfunksjonen følger av optimeringsproblemet. I dette tilfellet vil en positiv representativ konsument også være normativ, dvs. at etterspørselen hans har en velferdstolkning. Dette gjelder *kun* dersom inntekten fordeles på en slik måte at det maksimerer den samlede velferdsfunksjonen.

De diskuterer flere eksempler, og finner bl.a. at dersom den indirekte nytten er på Gorman polar form og velferdsfunksjonen er utilitariansk, vil den aggregerte etterspørselsfunksjonen alltid kunne sees som om den var generert av en normativ representativ konsument. Videre viser de at dersom den indirekte nyttefunksjonen har en Gorman form med en felles  $b(P)$ , vil preferansene til en representativ konsument være uavhengige av hvilken velferdsfunksjon som brukes.

De fremhever at implikasjonspilen ikke går begge veier. Det er ikke sikkert at dersom det eksisterer en positiv representativ konsument at preferansene hans har en normativ velferdstolkning. Det kan f.eks. tenkes at man er i en situasjon der det eksisterer en positiv representativ konsument, men at det ikke eksisterer noen velferdsfunksjon som fører til eksistensen av en normativ representativ konsument. Dette kan f.eks. være tilfelle dersom indifferenskurvene for den positive representative konsumenten i sin helhet ligger innenfor indifferenskurven for den aggregerte konsumvektoren (Scitovsky skranken). Det innebærer at det finnes godekombinasjoner som er tilgjengelige til omfordeling, og dermed økt samlet velferd, dersom man ikke bruker den positive representative konsumentens preferanser.

#### Konklusjon

En Gorman spesifisering av den indirekte nyttefunksjonen tilfredsstiller alle de ulike teoretiske aggregeringsproblemene. Dersom dette gir en god empirisk beskrivelse av de individuelle preferansene, skulle det eneste som da gjenstår, ifølge Bohi (1981), være aggregeringsskjvheter i estimeringen. Det er imidlertid et empirisk spørsmål hvorvidt Gormans spesifisering er oppfylt.

#### Mittelhammer, R.C., H. Shi og T.I. Wahl (1996): Accounting for Aggregation Bias in Almost Ideal Demand Systems, *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 21(2), 247-262

*Vår vurdering: Artikkelen er et eksempel på hvordan man kan identifisere et eksplisitt ledd for aggregeringsskjvhet, jf. Blundell, Pashardes og Weber (1993).*

Mittelhammer et al. fokuserer på egenskaper som må være oppfylt for å få konsistent aggregering av AIDS-modeller. De presenterer en metode som eksplisitt tar hensyn til skjvheter ved utgiftsaggregering som oppstår ved estimering av den aggregerte AIDS-modellen på grunnlag av tidsseriedata. Inkonsistens mellom aggregerte etterspørselsfunksjoner og etterspørselsfunksjoner på husholdningsnivå, kan bli resultatet av å ignorere slike aggregeringsskjvheter. I analysen brukes en metode som innebærer at man konstruerer et ledd som fanger opp aggregeringsskjvhet. Dette leddet utledes fra andelen av husholdninger i ulike inntektsgrupper. Metoden anvendes på en AIDS-modell for USA's etterspørsel etter kjøtt. Data for perioden 1963-89 er brukt til å estimere årlig inntektsfordeling. De har årlige data for konsum per kapita og prisindekser.

Ifølge Gorman (1959) er markedets etterspørselsfunksjon uttrykt som funksjon av aggregert inntekt konsistent med husholdningenes etterspørselsfunksjoner når alle husholdninger har lik marginal konsumtilbøyelighet (som fører til markedsetterspørsels-

<sup>33</sup> Dersom det finnes en positiv representativ konsument, vil alle de "positive" egenskapene ved etterspørselsfunksjonen automatisk være oppfylt.



funksjoner som er uavhengige av inntektsfordeling). Muellbauer (1975) foreslo en klasse av preferanser kalt "Price independent generalized linearity" (PIGL) og viste hvordan individuelle etterspørselsfunksjoner basert på denne typen preferansestruktur fører til eksakt aggregering. Under PIGL-preferanser trenger ikke etterspørselsfunksjonene være lineære i total (eller per kapita) inntekt for å få konsistent aggregering fra husholdningsetterspørsel til markedsetterspørsel. Imidlertid vil markedsetter-spørselen generelt avhenge av fordelingen av inntekt over husholdningene.

AIDS-systemet kan utledes av en logaritmisk form av PIGL-preferansene, kalt PIGLOG. AIDS-modellen gir konsistent aggregering over husholdninger dersom aggregert inntekt er jevnt fordelt over husholdningene og inntektsfordelingen mellom husholdningene er konstant over tid. Forfatterne bruker en metode der de tar hensyn til inntektsfordelingen blant husholdninger og beregner det Blundell, Pashardes og Weber (1993) kaller "aggregation factors". De identifiserer et eksplisitt ledd for aggregeringsskjevheter.

Under PIGLOG-preferanser vil alltid vanlig aritmetisk gjennomsnitt av husholdningenes utgifter underestimere den sanne verdien. I stedet må man bruke et geometrisk gjennomsnitt. Den aggregerte AIDS-modellen som benyttes har følgende form ( $i$  er gode):

$$\bar{w}_i = \alpha_i + \sum_j \gamma_{ij} \log(p_j) + \beta_i \log\left(\frac{\bar{x}}{p}\right) + \beta_i [\log(N) - \log(Z)] \quad \forall i$$

Leddene i klammeparentes representerer skjevheter i utgiftsaggregeringen. Metoden til Majumder og Chakravarty (1990) benyttes for å finne den informasjonen om fordelingen av husholdningenes inntekt som er nødvendig for å beregne leddene for aggregeringsskjevheter.

De estimerer modellen med og uten skjevhetsleddet. I disse to modellene tester de tre ulike variable for justering av konstantleddet (tidstrendvariabel, karakteristika-endring i preferansene etter periode  $t$ , endring i konsumtrend). Estimering skjer ved hjelp av iterert tretrinns MKM (IT3SLS). Modellene ble estimert på lineær form ved bruk av den modifiserte Stone's prisindeks foreslått av Moschini (1995).

Mittelhammer, Shi og Wahl benytter altså en metode for å estimere inntektsfordelings-karakteristika som er nødvendige for en empirisk spesifisering av en aggregert AIDS modell. Modellen er lett å implementere og krever ikke omfattende tverrsnittsinformasjon for husholdningene. Man trenger bare informasjon om

andelen av husholdningene som tilhører et diskret antall inntektskategorier.

**Muellbauer, J. (1975): Aggregation, Income Distribution and Consumer Demand, *Review of Economic Studies*, 42(4), 525-543**

*Vår vurdering: Et av de tidligste og mest sentrale arbeidene i litteraturen. Innfører GL, PIGL og PIGLOG.* Artikkelen omhandler teori for aggregering over individer. Generelt er det ingen grunn til at aggregerte markedsdata skulle følge samme regler som mikrodata for hvilket som helst individ selv når alle ha samme smak. Det er derfor svært viktig å etablere nødvendige og tilstrekkelige betingelser for at makrorelasjoner skal være konsistente med mikrorelasjoner når det gjelder funksjonsform. Artikkelen etablerer det Muellbauer tror er den mest generelle betingelsen for slik konsistens. Denne betingelsen kaller han GL (generalized linearity). Price independent generalized linearity (PIGL) og PIGLOG defineres og diskuteres.

**Muellbauer, J. (1976): Community Preferences and the Representative Consumer, *Econometrica*, 44(5), 979-999**

*Vår vurdering: Et av de tidligste og mest sentrale arbeidene i litteraturen. Innfører Muellbauers representative konsument.* Artikkelen diskuterer tolkninger, og betingelser for eksistensen, av en representativ konsument. Generelt eksisterer en representativ konsument dersom markedsadferden til et aggregat av ulike konsumenter er som om det var markedsadferden til flere identiske hypotetiske konsumenter som alle har samme inntekt.

Gorman fastslo i 1953 at dersom alle konsumenter har et visst inntektsnivå, så eksisterer "samfunnets preferanser" dersom marginal konsumtilbøyelighet for alle goder er lik for alle og dersom en inntektsomfordeling ikke påvirker markedsadferden. Disse betingelsene innebærer lineære ekspansjonsveier (gjennom origo eller ikke) som har identisk helning for alle konsumenter.<sup>34</sup> Samuelson foreslo i 1956 et alternativ for å forsvare eksistensen av indifferenskurver for samfunnet. Her har staten en Bergson-Samuelson sosial velferdsfunksjon definert over individuell nytte, og staten optimerer inntektsfordelingen og konsumentene optimerer sin budsjettallokering.

Muellbauers sett av betingelser for eksistens av samfunnspreferanser er mer generell enn Gormans, idet han definerer sin representative konsument gjennom representativitet i individets budsjettandeler heller enn kvanta eller utgift. Dette tillater Engel-kurvene å være

<sup>34</sup> Muellbauer (1975) påpeker i konklusjonsavsnittet at Gormans tilfelle ikke er det mest generelle. Dette er vist i Pearce (1964), og det innebærer at Engel-kurvene kan være ikke-lineære. Årsaken til at Gormans tilfelle innebærer et krav om lineære Engel-kurver er at han forutsetter at det representative inntektsnivået er lik gjennomsnittlig inntekt, heller enn at det kun eksisterer et representativt inntektsnivå.

ikke-lineære. Muellbauer presenterer to spesifikasjoner av kravene til eksistensen av samfunnspreferanser. Den svakeste av de to krever ikke maksimerende adferd (men krever fravær av pengeillusjon). Den strengeste spesifikasjonen antar nyttemaksimerende adferd i mikro og det samme for den representative konsument, dvs. det skal være mulig å "integre tilbake" fra markedsbudsjettandelsrelasjonene til en nyttefunksjon. Integrabilitetsbetingelsen for en individuell konsument er en betingelse om at det er mulig å "integre" seg tilbake til individets nyttefunksjon gitt hans markedsadferd, dvs. integrere tilbake til spesifikasjonen av preferanser fra de implisitte marginalbetingelser for nyttemaksimerende eller kostnadsminimerende adferd.

**Nicol, C.J. (1991): Aggregate Consumer Behaviour without Exact Aggregation, *Canadian Journal of Economics*, 24(3), 578-594**

*Vår vurdering: Dette empiriske arbeidet trekker på Jorgenson, Lau og Stoker (1982) om Translog modellen for aggregert konsumadferd.*

Nicol estimerer en modell for konsumadferd basert på pooled tverrsnitts- og tidsseriedata fra Canada (for 1978, 1982 og 1984 og perioden 1951-86). Imotsetning til Jorgenson, Lau og Stoker (1982) (JLS) pålegger han ikke restriksjoner om eksakt aggregering, homogenitet og symmetri, men tester det ut i stedet. Han spesifiserer en indirekte nyttefunksjon som er betinget av husholdningsstørrelse og der funksjonsformen er en variant av en translog indirekte nyttefunksjon. Det utledes et system av budsjettandelslikninger. Nicol ser på tre goder; mat, alkoholholdige drikker og røyk/tobakk. Bare husholdninger med positive utgifter i alle tre kategorier er inkludert i tverrsnittsdatasettet.

En konklusjon i dette arbeidet er at hvis en modell for aggregert konsumadferd skal estimeres på samme måte som i JLS, bør en ikke forutsette eksakt aggregering siden dette forkastes ved testing. Ofte vil tverrsnittsdata inneholde nok informasjon til å identifisere alle parametre av interesse, slik at det ikke er behov for å poole data. Homogenitets- og symmetrirestriksjonene blir tilfredsstillende av de dataene som inngår i analysen, spesielt i tverrsnittsdataene, slik at disse restriksjonene kan pålegges i slike situasjoner. Demografiske effekter bør modelleres, siden de ser ut til å være viktige forklaringsfaktorer for konsumadferd.

**Pesaran, M.H., R.G. Pierse og M.S. Kumar (1989): Econometric Analysis of Aggregation in the Context of Linear Prediction Models, *Econometrica*, Vol. 57 No. 4, 861-888**

*Vår vurdering: Denne gjelder produksjonssiden, og er ikke så interessant i forhold til vårt videre arbeid.*

I paperet fokuseres det på om man skal predikere aggregerte variable ved å bruke makro eller mikro likninger. De benytter Grunfeld-Griliches' (GG)

prediksjonskriterium for valg mellom aggregerte og disaggregerte ligninger, og utvider dette. De utvikler også en hypotese om "perfekt aggregering" som ikke nødvendiggjør kravet om at alle koeffisienter i likningene for den disaggregerte modellen må være de samme. De åpner for aggregering enten gjennom likhet mellom koeffisienter eller ved at sammensetningen av regressorer over mikroenheter ikke varierer over tid.

Pesaran et al. bruker prediksjonskriteriet og testen av perfekt aggregering på to alternative spesifikasjoner av sysselsettingsfunksjoner for den engelske økonomien, disaggregert for 63 næringer. Det benyttes en log-lineær dynamisk spesifikasjon for sysselsettingslikningen på næringsnivå, og en annen dynamisk spesifikasjon for den aggregerte sysselsettingsfunksjonen. Det estimeres både med og uten restriksjoner på etterspørselsfunksjonene.

Både den disaggregerte og aggregerte modellen kan være feilspesifisert, mens det for den aggregerte modellen i tillegg kan være aggregeringsproblemer. Hvorvidt disaggregering er nyttig for studier av makrofenomener avhenger i stor grad av den relative viktigheten mellom feil mht. spesifisering og aggregering. Valg av aggregert eller disaggregert modell kan ikke gjøres på forhånd, men må ses i forhold til det spesifikke problemet og konteksten for den spesifikke modellen.

Resultatene viser at for økonomien som helhet passer den disaggregerte modellen bedre enn den aggregerte spesifikasjonen (vurdert ved GG-prediksjonskriteriet). Testing tyder på forkastning av perfekt aggregering både for økonomien som helhet og for industri-sektoren. For industrisektorene gir de aggregerte modellene marginalt bedre forklaringskraft enn de disaggregerte modellene. Likevel har en et aggregeringsproblem. Forkastning av hypotesen om perfekt aggregering reflekteres også ved stor forskjell mellom langtids reallønns- og produksjonselastisiteter for industrisysselsetting basert på aggregerte og disaggregerte spesifikasjoner.

Det pekes også på at metodene som er brukt har liten gyldighet utenfor estimeringsperioden. I tilfellet med aggregering over mikroenheter er problemet spesielt alvorlig siden utvidelse av resultatene for aggregeringstestene til perioden etter estimeringsperioden krever stabilitet i mikro-koeffisientene så vel som stabilitet i sammensetningen av industrien.

**Pfouts, R.W. (1995): Integrability and Aggregation in the Theory of Demand, *Atlantic Economic Journal*, 23(3), 176-188**

*Vår vurdering: Artikkelen er rent teoretisk, og viser at aggregering ved summering over individuell etterspørsel når det eksisterer en budsjettbetingelse bare er gyldig når inntektseffektene er identiske for alle individer. Går*

*tilbake til arbeider av Hotelling (1932) og Samuelson (1956).*

The question to be considered is whether the aggregate of consumer demands will exhibit the Slutsky property. Under what condition, if any, can one set the sum of purchases of a good equal to a market demand equation written in the conventional way? The condition is that the change of the rate of consumption of any good with respect to income must be the same for all consumers. This is clearly contrary to fact. For extensive references and proposals for overcoming the difficulties, see Marhuenda (1995). This sounds worse than it is. Statistical/market demand functions cannot be expected to display all of the properties of individual demand functions. In particular, they cannot be expected to satisfy the Slutsky condition. In addition, they cannot be viewed as summations of individual demand functions except in an approximate way.

Individual demand equations are the results of a consumer seeking the greatest satisfaction from goods and services that income permits. Market demand equations are an aggregate of these optimizations by individuals but, as has been shown, the aggregation cannot be completely accurate if total income is used in the market demand function. An income distribution is required for complete accuracy, which is not feasible.

**Polemarchakis, H.M. (1983): Homotheticity and the Aggregation of Consumer Demands, *Quarterly Journal of Economics*, 98(2), 363-377**

*Vår vurdering:* I artikkelen presenteres to setninger og et teorem om aggregering og homotetiske preferanser. For tilfellet med en enkelt agent kan responsen på en prisendring karakteriseres ved negativ semidefinit (negativ direkte prisseffekt) og symmetrisk Slutsky (substitusjons) matrise. Jo større gruppe av aktører som vurderes, jo høyere er graden av vilkårlighet i aggregert adferd. Hvis antall aktører er lik eller større enn antall varer, er det ikke sikkert at aggregert behov tilfredsstiller andre restriksjoner enn homogenitet mht. priser og Walras' lov. Chichilinsky og Heal (1979), Chipman (1974), Eisenberg (1961), Gorman (1953) og Samuelson (1956) har pekt på to tilfeller som gjør aggregering mulig. For det første er aggregering mulig når aktørene har identiske homotetiske preferanser, dvs. at deres inntektseksponeringsveier er parallelle rette linjer. For det andre er aggregering mulig i tilfellet med mulighet for ulike homotetiske preferanser og en fast (uavhengig av priser og aggregert inntekt) fordeling av inntekt, eller (tilsvarende) av kollinære initiale beholdningsfordelingsvektorer.

Formålet med paperet er å komme fram til et poeng tilsvarende det i Mantel (1976): Under forutsetning av at aktørene er utstyrt med en gitt andel av den aggregerte beholdningsfordelingsvektoren, er homotetiske preferanser både nødvendig og tilstrekkelig for

aggregering. Det presenteres to setninger, der den ene gir grunnlag for aggregering under homotetiske preferanser og kollinære initiale beholdningsfordelingsvektorer. Den andre setningen slår fast at når det mangler restriksjoner på fordelingen av initiale beholdninger, vil homotetisitet ikke pålegge noen restriksjoner for aggregert etterspørsel.

Resultatet av paperet gis i form av et teorem som innebærer at homotetiske preferanser er nødvendig for aggregering under en kollinær fordeling av initiale beholdninger. I en merknad sies det at argumentene i beviset er helt avhengig av at restriksjonene på preferansene er pålagt aktør for aktør og ikke på samlingen av karakteristika. Shafer (1977) har vist at i det siste tilfellet er ikke homotetisitet en nødvendig betingelse for at aggregering skal være mulig under forutsetning om kollinære beholdningsfordelingsvektorer. I en annen merknad nevnes det at et arbeid av Polemarchakis *et al.* (1981) har vist at von Neumann-Morgenstern aktøren (preferansene er homogene av grad én) med konstant relativ risikoaversjon lik det inntektsveide harmoniske gjennomsnittet av gradene av relativ risikoaversjon for individene som aggregeres, er en god tilnærming til aggregering.

**Pollak, R.A. og T.J. Wales (1978): Estimation of Complete Demand Systems from Household Budget Data: The Linear and Quadratic Expenditure Systems, *The American Economic Review*, Vol. 68 No. 3, 348-359**

*Vår vurdering:* Et interessant og sentralt arbeid; introduksjon av QES og LES.

Pollak og Wales fokuserer på estimering av komplette systemer av etterspørselslikninger ved å bruke utgiftsdata og å inkludere demografiske karakteristika i slike systemer. De bruker utgiftsdata fra en årlig undersøkelse for engelske husholdninger for 1966 og 1972, der de som en forenkling har sett på tre konsumgrupper; mat, klær og annet. Husholdningene deles inn i grupper etter inntekt og husholdningsstørrelse (dvs. 32 grupper for 1972). Pollak og Wales bruker både LES og QES og estimerer på andelsform for å unngå heteroskedastisitet. QES er signifikant bedre enn LES (sannsynlighetskvotetest). De viser at komplette etterspørselssystemer kan estimeres på grunnlag av svært få utgiftsundersøkelser (holder med 2).

I analysen der de ser på betydningen av at husholdningene kan være forskjellige, brukes metoden "translating", som er en prosedyre for å inkorporere demografiske variable i etterspørselssystemer. Nye parametre introduseres og disse forutsettes å være de eneste som avhenger av de demografiske variablene. For å inkludere effekten av antall barn i LES eller QES, antas det at prisparameteren varierer lineært med antall personer i husholdningen. Pollak og Wales konkluderer med at komplette utgiftssystemer for analyser av effekter av demografiske variable er bedre

enn andre etterspørselsmodeller fordi man tar hensyn til at økning i utgiften til ett gode må motsvares av reduksjon i utgiften til et annet gode. Videre peker de på at et komplett etterspørselssystem tillater at man skiller demografiske effekter fra egen- og krysspris-effekter så vel som inntektseffekter.

**Rødseth (1983): “An expenditure system for energy planning”, i Samfunnsøkonomiske studier nr. 53, Statistisk sentralbyrå**

*Vår vurdering: Et interessant arbeid hvor problemstillingen er å utforme modell for substitusjon mellom energibærere og mellom energi og andre varer. Bruker QES og LES og makrodata for 1962-1978.*

We assume that each household has a utility function  $U$ . As in the “new” consumer theory developed by Morishima (1973) and Lancaster (1966), the commodities people buy in the market are inputs into the consumption activities which enter the utility function. For all but two of the activities we shall assume proportionality between commodity inputs and activity levels. The two exceptional activities are called “energy” and “transport”. By “energy” we mean the activity of using energy for any stationary purpose in the household (such as space heating, water heating, cooking etc.). Inputs in the energy activity are the (composite) commodities electricity and other fuels. These are combined in a production function, which may contain substitution possibilities. There are  $K$  different energy technologies available and each household applies one of them (4 categories with combinations of equipment and different housing characteristics). Ideally it would have been preferable to distinguish between several energy using activities specifying separate production functions for each activity. The budget constraint is  $qx=C$  ( $q$  is ordinary commodity prices and imputed rental price of having a car). For a justification of the use of the rental price of a durable good in complete systems of demand functions, cf. Diewert (1974). The commodity prices and total consumption  $C$  is given exogenously. Substituting the demand functions and production functions into the utility function, the utility function can be rewritten in terms of commodities instead of activities. In this utility function, transport and energy appear as two weakly separable groups of commodities, cf. Katzner (1970) or Deaton and Muellbauer (1980). The reason why we choose to formulate the model in terms of production functions instead of in terms of separable utility functions, was that the differences in the energy production function between households are best interpreted as differences in technology ( $k$ ) and not in preferences. Recall that with a homogenous production function, average and marginal costs are equal. Given  $k$  we can find the combinations of electricity and other fuels which minimises unit costs, and we can define a price of energy activity, which equals this unit cost. In addition to homotheticity, which is necessary for dividing the

maximisation into stages, we have assumed that the returns to scale follow the same pattern irrespective of which values are given for  $k$ . The return to scale may be different in heating with electricity and fossil fuels.

**Aggregate demand:** Most students of aggregate demand using the complete system approach have assumed a representative consumer. One of the distinguishing features of our model is that the consumers differ in an essential way. We therefore have to start with the individual consumer and consider the aggregation problem explicitly. What varies between households is total expenditure shares for the commodities. We have to integrate over total expenditure and then aggregate over the different energy technologies (avhenger også av the density function); se s. 203. We have now derived all the aggregate budget shares. They add to one since they have been derived by consistent aggregation from individual utility maximisation subject to a budget constraint.

**Functional forms, data and numerical results:**

We want to use the model for long-term planning purposes. Several indirect utility functions, which can be regarded as second order approximations to any indirect utility function, have been proposed. The generality of these functions means that they can yield a wide range of different demand functions. However, the experiences with these demand functions will predict behaviour inconsistent with utility maximisation under a linear budget constraint. To make long run projections from a demand system, which is too flexible, seems to be a most dangerous procedure. Another important consideration is aggregation. These considerations lead us to choose the indirect utility functions of the quadratic expenditure system proposed by Pollak and Wales (1978). We considered LES to be too restrictive to be the only case studied. Especially we believed it important to allow for more flexible Engel curves in a model, which is going to be used for long-term projections. Flexible Engel curves and few parameters mean that the system is rather restrictive with respect to the substitution effects. This should be born in mind if the model is used to study the effects of alternative pricing policies for energy. As an afterthought it seems that we put too little emphasis on modelling the substitution possibilities appropriately. In the LES a consumer with a low price of energy will have the same marginal budget share on energy as a consumer facing a higher price, which is unreasonable. In the QES the marginal budget share will change, but not much. MacKinnon (1976) estimated another generalisation of the LES, which he called the S-branch system. The system is better suited for investigating substitution possibilities, but retains the assumption of linear Engel curves. The elasticities for substitution are of primary interest. Therefore we choose to represent

the technologies by CES cost functions. Originally the intention was to use micro data for the estimation of as many as possible of the parameters of the model. However this had to be given up mainly because the Consumer Surveys contain no information on heating technology. Therefore we rely entirely on macro data, mainly the national accounts (1962-78). The computed elasticities are quite unreasonable. The QES may be well suited for estimation in a sample, which shows great variation in real income, and small variation in relative prices. In 1970 21 percent of the apartments in small houses (less than four dwelling units) had only electricity heating, while the same percentage of larger houses was 39. At the same time the shares of electricity heating only in new houses were 55 percent and 61 percent, respectively. If these had been the actual shares for the whole population in 1970, then, according to the model estimates, the electricity consumption would have been 18 percent higher and the consumption of other fuels 42 percent lower. This would then have been the long run equilibrium, i.e. the state we would reach if the prices and total expenditure from 1970 remain constant forever.

The contribution from the project has so far been primarily in the methodological field. We have shown how important ideas from the partial studies of energy demand can be incorporated in a complete system framework. We have also been able to utilise macro data without assuming a representative consumer.

**Salvanes, K.G. og D.J. DeVoretz (1997): Household Demand for Fish and Meat Products: Separability and Demographic Effects, *Marine Resource Economics*, 12(1), 37-55**

*Vår vurdering: Forfatterne tester ulike partielle nyttefunksjoner (ulike aggregeringsnivåer) i forhold til forutsetning om svak separabilitet. Bruker AIDS-modell.*

We directly test separability and relevant substitutes by estimating different demand systems over different aggregation levels for commodities. Theory predicts that disaggregation should yield larger own-price elasticities since the own-price response for aggregates would be reduced by the substitution among subgroups. Their data set includes demographic factors which are potentially important conditioners of aggregation as well as variables which influence household demand. For instance, a priori it is expected that families with different marginal utility of time will have different considerations in the choice between more or less prepared food (opportunity costs vis a vis labor-saving prepared food). For example, the product function for fish is expected to move to a less processed product as family size rises due to scale economies in food preparation, the alternative value in the labor market decreases, or the spouse is at home. Weak separability of a utility function over a given set of commodities implies that the marginal rate of

substitution between any two goods within one food group of goods is independent of the level of consumption of any other group of goods.

**Shafer, W.J. (1977): Revealed Preference and Aggregation, *Econometrica*, 45(5), 1173-1182**

*Vår vurdering: Et arbeid som viser et teoretisk poeng.*

Formålet med artikkelen er å etablere betingelser for at aggregert etterspørselsadferd skal ha egenskapene som normalt assosieres med individuell etterspørsel, når inntektsfordelingen holdes konstant. Artikkelen viser at dersom inntektsfordelingen er gitt, vil "the weak axiom of revealed preferences" holde for aggregatet dersom hvert individs etterspørsel tilfredsstiller dette aksiomet.

**Stoker, T.M. (1984): Exact Aggregation and Generalized Slutsky Conditions, *Journal of Economic Theory*, 33(2), 368-377**

*Vår vurdering: Ikke umiddelbart interessant (viser et teoretisk poeng).*

It is shown that Generalized Slutsky Conditions are assured when the number of consumers is greater than or equal to the number of goods, if and only if demands are of a generalized exact aggregation form.

**Stoker, T.M. (1986): "Simple Tests of Distributional Effects on Macroeconomic Equations", *Journal of Political Economy*, Vol. 94 no. 4, 763-795**

**Buse, A. (1992): "Aggregation, Distribution and Dynamics in the Linear and Quadratic Expenditure Systems", *The Review of Economics and Statistics*, 45-53**

*Konklusjon: Interessante bidrag som vi vil benytte oss av i vårt videre arbeid. Buse (1992) er en oppfølger til Stoker (1986). Se også omtale av Buse (1992) samt kapittel 4.5.*

Stoker (1986) og Buse (1992) studerer det de kaller 'distributional effects' eller karakteristika-effekter i etterspørselssystemer basert på aggregerte data. Slike karakteristika-effekter skyldes at husholdningenes fordeling på ulike kjennetegn (f.eks. beholdning av oppvarmingsutstyr, boligareal og antall husholdningsmedlemmer) varierer med hvilke tidsperioder vi ser på. Stoker foreslår en konkret metode for å korrigere estimeringene for slike karakteristika-effekter. Stokers utgangspunkt er at dersom man f.eks. overfører inntekt mellom to ulike husholdninger, vil høyst sannsynlig total etterspørsel endres selv om total inntekt ikke endres. Årsaken er at konsumtilbøyeligheten av en endring i inntekt er forskjellig for de to husholdningene. Stoker utvikler konkrete tester for slike karakteristika-effekter og aggregeringsskjevheter i makroligninger. Han påpeker at representativ agent modeller<sup>35</sup> bare kan beskrive adferd når alle individer tar beslutninger på basis av totalvariable for

<sup>35</sup> En vanlig forutsetning i litteraturen som innebærer at en f.eks. forutsetter at alle egenskaper ved husholdningen kan representeres ved en gjennomsnittshusholdning.

økonomien, eller alternativt når alle marginale reaksjoner for individene er identiske. Stoker estimerer et lineært utgiftssystem, og finner at forekomsten av karakteristika-effekter i makroøkonomiske ligninger har sammenheng med ikke-lineariteter i mikro adferdsrelasjonene. Buse (1992) bruker både et lineært og et kvadratisk utgiftssystem og får bekreftet Stokers resultater. Buse viser at karakteristika-effektene er statistisk signifikante og kan erstatte dynamikk i makroligningen.

**Stoker, T.M. (1993): "Empirical Approaches to the Problem of Aggregation Over Individuals", *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXI, 1827-1874**

*Vår vurdering: Svært interessant og omfattende oversiktsartikkel over aggregeringsproblematikken.* Stoker forsøker å slå sammen to separate trender i forskningen, nemlig empirisk makroøkonomi (representativ agent modeller) og teoretiske arbeider som tar hensyn til heterogenitet mellom individer. Et viktig poeng er at mens en aggregert sammenheng kan karakteriseres statistisk, så har den ingen adferdstolkning og heller ikke noe fundament i økonomisk teori, fordi ikke noe individ tar en beslutning på basis av den. I makroligninger har f.eks. dynamikk (AR(1) eller andre 'lag'-strukturer) ingen økonomisk tolkning, mens i en mikroligning er dynamikken genuin og har fundament i teorien (f.eks. investeringsteori). Stoker konkluderer med at adferdsmodeller må konstrueres fra bunnen av, dvs. med en modell for individuell adferd. Videre mener han at det er gjort for lite arbeid på testing av forutsetninger som er nødvendige for å kunne aggregere i forhold til arbeid på forutsetninger om formen på den individuelle adferdsmodellen. Han anbefaler å bruke både individuelle og aggregerte data i økonometriske analyser, dvs. å måle effekter av individuell heterogenitet med mikrodata og måle effekter av felles variable (makrovariable som individene tar beslutninger på basis av, f.eks. konsumprisindeksen og rentenivå) med aggregerte data.

**Wang, C. (1993): A Generalization of an Aggregate Almost Ideal Demand System, *Economics Letters*, 41(4), 369-371**

*Vår vurdering: Interessant - konstruerer en mer generalisert AIDS som både tilfredsstillende betingelsene for aggregering og hvor en har mulighet til å inkludere bl.a. sosio-demografiske variable. En kort, teoretisk artikkel.*

**Aasness, J. (1990): "Consumer Econometrics and Engel Functions", *Økonomiske doktoravhandlinger nr. 8, Sosialøkonomisk institutt, Universitetet i Oslo***

*Vår vurdering: Inneholder flere interessante arbeider (består av 6 artikler). Innenfor dette prosjektet har vi lest "Introduction and overview" og "Concluding comments". Flere av artiklene vil det være aktuelt å*

*komme tilbake til i vårt videre arbeid. Se for øvrig omtale av Essay 3 (Aasness og Rødseth 1983) i kapittel 4 i denne rapporten.*

I konsumøkonometri benyttes økonomisk teori for konsumentadferd, statistiske metoder og observerte data. Konsumøkonometriske modeller kan, avhengig av modellspesifikasjon og datasituasjonen, brukes til fremskrivningsformål og politikkanalyser. En Engel-funksjon viser hvordan en konsumentens konsum av en vare varierer med konsumentens totale utgift (eller inntekt eller formue). Den første artikkelen omhandler konsumøkonometri og vitenskapsfilosofi og den andre artikkelen omhandler aggregering over varer. Den tredje artikkelen presenterer en generell funksjonsform hvor de mest vanlige funksjonsformene i empiriske etterspørselsanalyser fremkommer som spesialtilfeller, bl.a. LES, QES, Translog, AIDS og PIGL. Innenfor dette nestbare systemet testes funksjonsformene på norske tverrsnittsdata. Alle funksjonsformene blir forkastet av testene, og resultatene viser også at funksjonsformene som i litteraturen omtales som "fleksible" innebærer Engel-kurver som er for rigide til å reflektere viktige trekk i data. De er imidlertid gode tilnærminger i visse dimensjoner, f.eks. for gjennomsnittskonsumenten. Aasness har ikke prisdata og priseffekter er dermed ikke inkludert (det er "rene" Engelfunksjoner).

**Aasness, J. og B. Holtmark (1993): *Consumer Demand in a General Equilibrium Model for Environmental Analysis, Discussion Papers 105, Statistics Norway***

*Vår vurdering: Interessant - grunnlag for konsumblokka i Statistisk sentralbyrås makromodell MSG.*

The theoretical starting point is the standard static consumer theory, with utility trees and parametric forms of the direct utility function. We interpret the consumer to be a household, where we take into account economies of scale in household production and that children and adults have different needs. We derive the macro demand functions by perfectly aggregating the demand functions over all households in Norway. The macro demand functions depend on the price vector, the macro total expenditure, the number of households, the number of adults and the number of children in Norway. The utility function is assumed to be weakly separable in the set of commodity groups. This implies that the conditional demand functions, i.e. the demand for commodity  $j$  as a function of group expenditure and prices within the group, is independent of total expenditure (or utility) and prices of other goods. The latter factors enter only through the group expenditure functions. The assumption of weak separability can be extended by assuming the subutility functions to be weakly separable in some sub grouping. Such preference structures are often called utility trees. The beta-parameters are assumed to sum to one for each subutility function, which makes it possible to interpret them as conditional marginal budget shares. The

marginal budget shares are assumed to be the same for all households, which facilitates aggregation over households. The gamma-parameters will be called minimum consumption as usual, although we do not restrict them to be positive. Smaller gamma's mean more possibilities for substitution. The minimum consumption varies between households, but in a restrictive way being linear functions of the number of children and adults in the household. This implies convenient aggregation properties. The constant term  $\gamma_0$  can capture economies of scale in household production. Maximization of the utility function subject to the linear budget constraint, assuming an interior solution (all households have positive consumption of all goods), implies that the Marshallian demand functions are given by a recursive equation system.

**Aggregation over households:** Macrovariables are defined by summation over households. Expenditure for group  $r$  in the population of  $H$  households and consumption of good  $j$  in the population. Heterogeneity is taken into account when transferring from agent to household. Note that the only type of income variable that enters the macro demand functions is total expenditure. How total expenditure is distributed among different households does not affect the macro demands. This is due to our assumption of equal marginal budget shares for all households. The preferences of the macro household will change when the number of households, number of children and number of adults change.

## Vedlegg B

## Liste over artikler studert innenfor prosjektet

- Anderson, R.W. (1979): Perfect Price Aggregation og Empirical Demand Analysis, *Econometrica*, **47**, 5, 1209-1230.
- Barker, T. og M.H. Pesaran, eds. (1990): *Disaggregation in econometric modelling*, Routledge, London/New York.
- Belsby, L. (1995): Forbruksundersøkelsen. Vektmetoder, frafallskorrigerings og intervjuer-effekt, Notater 95/18, Statistisk sentralbyrå.
- Benedictow, A., M. Hussein og J. Aasness (2000): Fordelingseffektivitet av direkte og indirekte skatter, *Økonomiske analyser* 9/2000, Statistisk sentralbyrå
- Blackorby, C. og A.F. Shorrocks, eds. (1995): *Separability and Aggregation. Collected Works of W. M. Gorman*, Clarendon Press, Oxford.
- Blundell, R., C. Meghir og G. Weber (1993): Aggregation and Consumer Behaviour: Some Recent Results, *Ricerche Economiche*, **47**, 3, 235-252.
- Blundell, R., P. Pashardes og G. Weber (1993): What Do We Learn About Consumer Demand Patterns from Micro Data? *The American Economic Review* **83**, 3, 570-97.
- Bohi, D. R. (1981): *Analyzing Demand Behavior - A Study of Energy Elasticities*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Browning, M. og C. Meghir (1991): The Effects of Male and Female Labor Supply on Commodity Demands, *Econometrica* **59**, 4, 925-951.
- Buse, A. (1992): Aggregation, Distribution and Dynamics in the Linear and Quadratic Expenditure Systems, *The Review of Economics and Statistics* **74**, 45-53.
- Cappelen, Å., T. Skjerpen og J. Aasness (1995): Konsumetterspørsel, tjenesteproduksjon og sysselsetting - en mikro til makro analyse, Notater 95/17, Statistisk sentralbyrå.
- Carroll, C.D. (2000): Requiem for the Representative Consumer? Aggregate Implications of Microeconomic Consumption Behavior, *The American Economic Review* **90**, 2, 110-115.
- Chipman, J.S. (1974): Homothetic Preferences and Aggregation, *Journal of Economic Theory* **8**, 1, 26-38.
- Deaton, A. (1992): *Understanding consumption*, Oxford University Press Inc, New York. Chapter 5.
- Deaton, A. og J. Muellbauer (1980a): An Almost Ideal Demand System, *The American Economic Review* **70**, 3, 312-326.
- Deaton, A. og J. Muellbauer (1980b): *Economics and Consumer Behavior*, Cambridge University Press.
- Denton, F.T., D.C. Mountain og B.G. Spencer (1999): Age, Trend, and Cohort Effects in a Macro Model of Canadian Expenditure Patterns, *Journal of Business & Economic Statistics* **17**, 4, 430-443.
- Diewert, W.E. og T.J. Wales (1988): A Normalized Quadratic Semiflexible Functional Form, *Journal of Econometrics* **37**, 327-342.
- Forni, M. og L. Brighi (1991): Aggregation across Agents in Demand Systems, *Ricerche Economiche* **45**, 1, 79-114.
- Heineke, J.M. (1993): Exact Aggregation of Consumer Demand Systems, *Ricerche Economiche* **47**, 2, 215-232.
- Heineke, J.M. og H.M. Shefrin (1988): Exact Aggregation and the Finite Basis Property, *International Economic Review* **29**, 3, 525-538.
- Heineke, J.M. og H.M. Shefrin (1990): Aggregation and Identification in Consumer Demand Systems, *Journal of Econometrics* **44**, 377-390.
- Jorgenson, D.W. (1990): Aggregate Consumer Behavior and the Measurement of Social Welfare, *Econometrica* **58**, 5, 1007-1040.
- Jorgenson, D.W., L.J. Lau og T.M. Stoker (1980): Welfare Comparison under Exact Aggregation, *Economic Theory of Index Numbers* **70**, 2, 268-272.
- Lau, L.J. og H.M. Wu (1996): Exact Aggregation under Summability and Homogeneity with Individually Variable Prices, *Economics Letters* **50**, 3, 326-335.
- Lewbel, A. (1987): Characterizing Some Gorman Engel Curves, *Econometrica*, **55**, 6, 1451-1459.
- Lewbel, A. (1996): Aggregation without Separability: A Generalized Composite Commodity Theorem, *American Economic Review* **86**, 3, 524-543.
- Lindquist, K-G. (1999): The Importance of Disaggregation in Economic Modelling, Documents 99/12, Statistics Norway.



- Mak, K. (1987): Consistent Aggregation of Demand Functions over Restricted Income Distributions, *Journal of Economics* **47**, 2, 195-206.
- Marhuenda, F. (1995): Distribution of Income and Aggregation of Demand, *Econometrica* **63**, 647-61.
- Mas-Colell, A., M. D. Whinston og J. R. Green (1995): *Microeconomic Theory*, Oxford University Press, New York.
- Mittelhammer, R.C., H. Shi og T.I. Wahl (1996): Accounting for Aggregation Bias in Almost Ideal Demans Systems, *Journal of Agricultural and Resource Economics* **21**, 2, 247-262.
- Muellbauer, J. (1975): Aggregation, Income Distribution and Consumer Demand, *Review of Economic Studies* **42**, 4, 525-543.
- Muellbauer, J. (1976): Community Preferences and the Representative Consumer, *Econometrica* **44**, 5, 979-999.
- Nicol, C.J. (1991): Aggregate Consumer Behaviour without Exact Aggregation, *Canadian Journal of Economics* **24**, 3, 578-594.
- Pesaran, M.H., R.G. Pierse og M.S. Kumar (1989): Econometric Analysis of Aggregation in the Context of Linear Prediction Models, *Econometrica* **57**, 4, 861-888.
- Pfouts, R.W. (1995): Integrability and Aggregation in the Theory of Demand, *Atlantic Economic Journal* **23**, 3, 176-188.
- Polemarchakis, H.M. (1983): Homotheticity and the Aggregation of Consumer Demands, *Quarterly Journal of Economics* **98**, 2, 363-377.
- Pollak, R.A. og T.J. Wales (1978): Estimation of Complete Demand Systems from Household Budget Data: The Linear and Quadratic Expenditure Systems, *The American Economic Review* **68**, 3, 348-359.
- Rødseth (1983): "An expenditure system for energy planning", i Bjerkholt, Longva, Olsen og Strøm: *Analysis of Supply and Demand of Electricity in the Norwegian Economy*, Samfunnsøkonomiske studier. 53, Statistisk sentralbyrå.
- Salvanes, K.G. og D.J. DeVoretz (1997): Household Demand for Fish and Meat Products: Separability and Demographic Effects, *Marine Resource Economics* **12**, 1, 37-55.
- Shafer, W.J. (1977): Revealed Preference and Aggregation, *Econometrica* **45**, 5, 1173-1182.
- Stoker, T. (1984): Exact Aggregation and Generalized Slutsky Conditions, *Journal of Economic Theory* **33**, 2, 368-377.
- Stoker, T.M. (1986): "Simple Tests of Distributional Effects on Macroeconomic Equations", *Journal of Political Economy* **94**, 4, 763-795.
- Stoker, T.M. (1993): Empirical Approaches to the Problem of Aggregation Over Individuals, *Journal of Economic Literature* **XXXI**, 1827-1874.
- Wang, C. (1993): A Generalization of an Aggregate Almost Ideal Demand System, *Economics Letters* **41**, 4, 369-371.
- Aasness, J. (1990): Consumer Econometrics and Engel Functions, *Økonomiske doktoravhandlinger* 8., Sosialøkonomisk institutt, Universitetet i Oslo.
- Aasness, J. og B. Holtmark (1993): Consumer Demand in a General Equilibrium Model for Environmental Analysis, Discussion Papers 105, Statistics Norway.

**Tidligere utgitt på emneområdet***Previously issued on the subject***Notater**

95/17: Konsum-etterspørsel, tjenesteproduksjon og sysselsetting - en mikro til makro analyse.

**Sosiale og økonomiske studier (SØS)**

53 Analysis of Supply and Demand of Electricity in the Norwegian Economy.

**Økonomiske analyser (ØA)**

9/2000: Fordelingseffektivitet av direkte og indirekte skatter.

**Documents**

99/12: The Importance of Disaggregation in Economic Modelling.

**Discussion Papers**

105: Consumer Demand in a General Equilibrium Model for Environmental Analysis.

**De sist utgitte publikasjonene i serien Rapporter***Recent publications in the series Reports*

- 2000/8 O. Rønningen: Bygg- og anleggsavfall: Avfall fra nybygging, rehabilitering og riving. Resultater og metoder. 2000. 36s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4791-8
- 2000/9 H. Hungnes: Beregning av årsrelasjoner på grunnlag av økonometriske kvartalsrelasjoner. 2000. 40s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4799-3
- 2000/10 T. Hægeland og J. Møen: Betydningen av høyere utdanning og akademisk forskning for økonomisk vekst: En oversikt over teori og empiri. 2000. 38s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4802-7
- 2000/11 E. Rønning: Holdninger til og kunnskap om norsk utviklingshjelp 1999. 2000. 49s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4804-3
- 2000/12 B.K. Frøyen og Ø. Skullerud: Avfallsregnskap for Norge: Metoder og resultater for treavfall. 2000. 30s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-37-4807-8
- 2000/13 K. Rypdal og L.-C. Zhang: Uncertainties in the Norwegian greenhouse Gas Emission Inventory. 2000. 44s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4808-6
- 2000/14 A. Benedictow: Inntektsforholdene i landbruket: 1992-1997. 2000. 24s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-37-4809-4
- 2000/15 Ø. Skullerud og S.E. Stave: Avfallsregnskap for Norge: Metoder og resultater for plast. 2000. 51s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4810-8
- 2000/16 G. Beleme, F. Gjertsen og J-K. Borgan: Health Indicators and Health Information System in Botswana. 2000. 34s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4810-8
- 2000/17 J.L. Hass, R.O. Solberg og T.W. Bersvendsen: Industriens investeringer og utgifter tilknyttet miljøvern - pilotundersøkelse 1997. 2000. 40s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4813-2
- 2000/18 F. Gundersen, U. Haslund, A.E. Hustad og R.J. Stene: Innvandrere og nordmenn som offer og gjerningsmenn. 2000. 68s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4816-7
- 2000/19 T. Smith: Utvikling av arealstatistikk for tettstedsnære områder - muligheter og begrensninger. 2000. 61s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4822-1
- 2000/20 A.S. Bye, K. Mork, T. Sandmo, B. Tornsjø: Resultatkontroll jordbruk 2000: Jordbruk og miljø, med vekt på gjennomføring av tiltak mot forureining. 2000. 82s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4824-8
- 2000/21 M. Torsvik: Etterspørsel og utgifter til pleie og omsorg. 2000. 25s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4827-2
- 2000/22 M. Bråthen og T. Pedersen: Evaluering av ordinære arbeidsmarkedstiltak - Deltakere i 1999. 2000. 36s. 140 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4833-7
- 2000/24 G.M. Pilskog og E. Sverrbo: Bruk av informasjons- og kommunikasjonsteknologi i næringslivet 1999: Undertittel. 2000. 50s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4838-8
- 2000/25 T. Lappgård: Frukthetsmønstre blant innvandrerkvinner i Norge. 2000. 54. s 155kr inkl. mva. ISBN 82-537-4839-6
- 2000/26 T.A. Johnsen, F.R. Aune og A. Vik: The Norwegian Electricity Market: Is There Enough Generation Capacity Today and Will There Be Sufficient Capacity in Coming Years?. 2000. 49s .140 kr inkl. mva. ISBN 82-5374859-0
- 2000/27 K. Mork, T. Smith og J. Hass: Ressursinnsats, utslipp og rensing i den kommunale avløpssektoren. 1999. 2000. 66s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4862-0
- 2000/28 A. Thomassen: Byggekostnadsindeks for boliger. Definisjoner og beregningsmetode. Vekter og representantvarer 2000. 2000. 72s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4867-1
- 2000/1 Use of ICT in Nordic enterprises 1999/2000. 2001. 28s. 155 kr inkl. mva. ISBN 82-537-4873-6