

SNF RAPPORT NR 10/01

CGE-modellering: CES-produktfunksjoner, modellanvendelse og norsk jordbruksbasert næringsmiddelindustri

av

Arngrim Hunnes

SNF Prosjekt Nr 2265

Kartlegging og modellering av norsk landbruksbasert næringsmiddelindustri.

Prosjektet er finansiert av Finansdepartementet, Arbeids- og administrasjonsdepartementet, Nærings- og handelsdepartementet og Landbruksdepartementet.

SNF Prosjekt Nr 2620

Oppdatering og videreutvikling av JORDMOD.

Prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd.

STIFTELSEN FOR SAMFUNNS- OG NÆRINGSLIVSFORSKNING
Bergen, april 2001

©Dette eksemplar er fremstilt etter avtale med
KOPINOR, Stenergate 1, 0050 OSLO.
Ytterligere eksemplarfremstilling uten avtale og
i strid med åndsverkloven er straffbart og kan
medføre erstatningsansvar.

ISBN 82-491-0130-8

ISSN 0803-4036

Sammendrag

Denne rapporten er en del av to prosjekter som er utført ved Stiftelsen for Samfunns- og Næringslivsforskning (SNF): (i) ”Kartlegging og modellering av norsk landbruksbasert næringsmiddelindustri” finansiert av Finansdepartementet, Arbeids- og administrasjonsdepartementet, Nærings- og handelsdepartementet og Landbruksdepartementet og (ii) ”Oppdatering og videreutvikling av JORDMOD” finansiert av Norges forskningsråd. Rapportens hovedfokus er generell likevektsmodellering og består av to deler. Den første delen (kapitlene 2, 3 og 4) omhandler Computable General Equilibrium (CGE) og norsk jordbruksbasert næringsmiddelindustri. I kapittel 2 omtales CGE-modellering. Hensikten er å gi en intuitiv om CGE-modellering som metode. I kapittel 3 gis en oversikt over norsk jordbruksbasert næringsmiddelindustri og dens relasjoner til norsk jordbruk. Kapittel 4 har som oppgave å gi en kort oversikt over sentrale elementer i CGE-modellen som er utviklet ved SNF. Rapportens andre del, CES-produktfunksjoner og modellanvendelse, dekkes av kapitlene 5 og 6. Kapittel 5 trekker ut ett forhold ved modelleringsprosessen; nemlig bruken av funksjoner av typen Constant Elasticity of Substitution (CES) for å beskrive produksjonsteknologien. Det gis en forholdsvis detaljert teoretisk oversikt over CES-funksjonen før det gis eksempler på praktisk bruk av funksjonen og noen av de problemstillingene som naturlig oppstår. Kapittel 6 viser hvordan man ved hjelp av en CGE-modell kan belyse ulike praktiske problemstillinger i økonomisk politikk. Motivasjonen for beregningene er de kommende forhandlingene i World Trade Organization (WTO) og deres innvirkning på norsk jordbruk. Selv om utfallet av forhandlingene i skrivende stund (mars 2001) ikke er kjent, er det i analysen fokusert på fjerning av eksportsubsidier på norsk ost og reduksjon i tollsatsene på utvalgte jordbruksprodukter. Videre gjøres en beregning hvor det legges en skranke på hvor mye sysselsettingen i jordbruket skal reduseres som følge av den økonomiske politikken. Kapitlet avsluttes med en sensitivitetanalyse av et par utvalgte parametre.

Forord

*We have not succeeded in answering all our problems.
The answers we have found only serve to raise a whole set
of new questions. In some ways we feel we are as confused
as ever, but we believe we are confused on a higher level
and about more important things.*

Posted outside the mathematics reading room,
Tromsø University

Denne rapporten er en del av to prosjekter som er utført ved Stiftelsen for Samfunns- og Næringslivsforskning (SNF): (i) ”Kartlegging og modellering av norsk landbruksbasert næringsmiddelindustri” finansiert av Finansdepartementet, Arbeids- og administrasjonsdepartementet, Nærings- og handelsdepartementet og Landbruksdepartementet og (ii) ”Oppdatering og videreutvikling av JORDMOD” finansiert av Norges forskningsråd. Rapporten er med et par små unntak identisk med min skriftlige utredning ved Høyere Avdelings Studium ved Norges Handelshøyskole (NHH).

Jeg ønsker å takke min veileder professor Lars Mathiesen ved NHH som har gitt meg mange grundige tilbakemeldinger. En spesiell takk fortjener forsker Ivar Gaasland ved SNF som ga meg muligheten til å gjennomføre min oppgave i tilknytning til de aktuelle prosjektene, og som også har gitt meg mange detaljerte kommentarer. Tilbakemeldingene fra både Mathiesen og Gaasland har åpenbart gjort denne oppgaven bedre. Gjenstående feil og mangler er selvfølgelig undertegnede ansvar.

Bergen i april 2001

Arngrim Hunnes

Innhold

1	Innledning	1
1.1	Markedsliekevekt	1
1.2	Oversikt over oppgaven	3
1.3	Oppgavens målsetting	3
I	CGE-modellering og norsk næringsmiddelindustri	5
2	Introduksjon til generell likevektsmodellering	7
2.1	Innledning	7
2.2	CGE-modeller og CGE-modellering	8
2.2.1	Hva er en CGE-modell?	8
2.2.2	Modelleringsprosess og modellbruk	8
2.2.3	Computational economics	10
2.3	Hvor pålitelig er CGE-modeller?	12
2.3.1	The Viking Model	12
2.3.2	Eksempel med den spanske økonomien	14
2.3.3	Tilbake til start: hvor pålitelig er CGE-modeller?	14
3	Norsk jordbruksbasert næringsmiddelindustri	15
3.1	Innledning	15
3.2	Formålet med modellen	15
3.3	Norsk næringsmiddelindustri	16
3.3.1	Noen avgrensninger	16

3.3.2	Næringsanalyse	22
3.3.3	To utvidede fotnoter	35
4	En kort presentasjon av modellen	41
4.1	Innledning	41
4.2	Generelt om modellen	41
4.3	Produksjonssektorer	42
4.4	Husholdninger	42
4.5	Offentlig sektor	44
4.6	Import- og eksportfunksjoner	45
II	CES-produktfunksjoner og modellanvendelse	47
5	CES-produktfunksjoner i CGE-modeller	49
5.1	Innledning	49
5.2	Et teoretisk utgangspunkt	49
5.2.1	Homogenitet	50
5.2.2	Separabilitet	53
5.2.3	Substitusjonselastisitet	55
5.2.4	Transformasjonselastisitet	63
5.2.5	Produktfunksjoner av typen Constant Elasticity of Substitution (CES)	65
5.3	En liten presisering – Dualitet	76
5.4	Fra teori til empiri	77
5.4.1	Potetsektoren	78
5.4.2	Struktur i funksjonen	79
5.4.3	Verdi, pris, mengde og elastisiteter	81
5.5	Avsluttende merknader	88

6	Anvendelse av modellen	89
6.1	Innledning	89
6.2	Fjerning av eksportsubsidier	90
6.3	Reduksjon i tollsatsene	94
6.4	Sysselsettingsgulv	101
6.5	Sensitivitetsanalyser	105
6.6	Konklusjon	111
7	Oppsummering	115
A	Matematisk vedlegg	117
A.1	Nivåmengder	117
A.2	Konveks mengde	117
A.3	Konkavitet og kvasikonkavitet	117
A.3.1	Kvasikonkavitet	118
A.4	En homogen funksjon og dens partielle deriverte	119
A.5	Bevis for Euler's teorem.	120
A.6	Young's teorem	121
A.7	Kofaktor	121
A.8	The envelope theorem	121
A.9	Shepard's lemma	122
B	Mellomberegninger	123
B.1	"Utledning" av substitusjonselastisiteten (σ)	123
B.2	Utledning av alternativ definisjon av substitusjonselastisiteten . .	124
B.3	The Allen Elasticity of Substitution	125
B.3.1	Mellomberegning 1	125
B.3.2	Mellomberegning 2	128
B.4	Utregning av σ_{ij} for en CES-produktfunksjon	128
B.5	En CES-funksjon er homogen av grad ν	129
B.6	Pris lik én i basisløsningen	130
	Referanser	133

Kapittel 1

Innledning

Dette innledende kapitlet har tre formål: (i) gi en kort omtale av generell likevekt, (ii) gi en oversikt over de ulike kapitlene i oppgaven og (iii) klarlegge målsettingen med oppgaven.

1.1 Markedslikevekt

Generell versus partiell analyse Likevekt tolkes ofte som en tilstand som hele eller deler av økonomien beveger seg mot. I likevekt har aktørene i økonomien tilpasset seg optimalt gitt de rammebetingelsene som eksisterer. Økonomiske teser er blant annet at bedriftene har maksimert sin profitt og konsumentene har maksimert sin nytte.

Det skiller mellom partiell og generell likevektsanalyse. Anta vi ønsker å studere en bestemt sektor. I en partiell analyse studeres sektoren isolert fra resten av økonomien, eller mer presist; resten av økonomien tas for gitt. I en generell analyse tillates tilbakekopling fra sektoren til resten av økonomien. En av fordelene med generell likevektsanalyse i forhold til partiell analyse er at man fanger opp de interaksjonene som er mellom de ulike sektorene. På den annen side er en av ulempene med generell likevektsanalyse at analysen fort blir komplisert.

Teoriutvikling Den første fullstendige formuleringen av generell likevekt tilskrives den franske økonomen Leon Walras som i 1870-årene publiserte et banebrytende verk. Viktige spørsmål knyttet til generell likevekt ble satt på den forskningsmessige dagsorden; for eksempel eksistens, entydighet og stabilitet til likevekter.

Den moderne formuleringen av generell likevekt daterer seg tilbake til 1950-årene og da først og fremst til Kenneth Arrow og Gerard Debreu. Arbeidet resulterte i blant annet Debreus klassiske *Theory of Value* fra 1959 (Debreu [1959]). Blant annet påviste man eksistensen av generell likevekt ved hjelp av såkalte fikspunkt-teoremer.¹ Økonomien i en Arrow-Debreu-modell karakteriseres ved (i) et antall varer, konsumenter og produsenter; herunder konsumentenes preferanser, produsentenes atferd og teknologi, og (ii) initialbeholdninger av goder og produksjonsfaktorer. Viktige økonomiske momenter er blant annet (i) ingen produsent kan ha en positiv profitt ut over normal avlønning til innsatsfaktorene, (ii) tilbud må være lik etterspørsel i alle markedene, og (iii) verdien av hver aktørs inntekt må være lik verdien av hans faktorbeholdning.

Blant andre viktige bidrag i utviklingen av generell likevektsteori finner man numeriske algoritmer for å bestemme likevekten. Et banebrytende arbeid er Scarf [1973].² Et annet viktig bidrag ble gitt av Lars Mathiesen på begynnelsen av 1980-tallet. Mathiesen viste at en Arrow-Debreu-modell kunne formuleres ved hjelp av det som i matematikken kalles komplementaritetsformatet. Han utarbeidet også en algoritme for å løse en Arrow-Debreu-modell formulert som et komplementaritetsproblem. Se for eksempel Kapittel 3 i Mathiesen [1992] og Mathiesen [1987].

Modellering Anvendt modellering av generell likevekt betegnes ofte med Applied General Equilibrium (AGE) og Computable General Equilibrium (CGE). For å forenkle arbeidet med CGE-modeller utviklet Thomas Rutherford, med bakgrunn i Mathiesens arbeider, et subsystem til GAMS kalt MPSGE. GAMS står for General Algebraic Modeling System og er et høynivå modelleringsspråk for matematisk programmering. Se for eksempel Zenios [1996] og Brooke, Kendrick og Meeraus [1996]. MPSGE er en betegnelse for Mathematical Programming System for General Equilibrium. For en introduksjon til MPSGE henvises det til Rutherford [1999].³ Kombinasjonen GAMS/MPSGE gjør at det er relativt greit å konstruere en CGE-modell.

¹Mer presist brukte man Brouwers og Kakutanis fikspunkt-teoremer for henholdsvis funksjoner og korrespondanser.

²Terje Hansen ga her viktige bidrag til det som ble kjent som Scarfs algoritme. Se Scarf [1973] og Scarf [1999].

³Rutherford er i gang med å skrive en bok med tittelen *Economic Equilibrium Modeling with GAMS. An Introduction to GAMS/MPSGE and GAMS/MCP*. Forventet utgitt av forlaget Springer i desember 2001.

1.2 Oversikt over oppgaven

Oppgaven er delt i to. Den første delen, CGE-modellering og norsk jordbruksbasert næringsmiddelindustri, er dekket i kapitlene 2, 3 og 4. I kapittel 2 gis en omtale av CGE-modellering. Hensikten er å gi en intuisjon om CGE-modellering som metode. I kapittel 3 gis en oversikt over norsk jordbruksbasert næringsmiddelindustri og dens relasjoner til norsk jordbruk. Kapittel 4 har som oppgave å gi en kort oversikt over sentrale elementer i den CGE-modellen som er utviklet ved SNF. Oppgavens andre del, CES-produktfunksjoner og modellenanvendelse, dekkes av kapitlene 5 og 6. Kapittel 5 trekker ut ett forhold ved modelleringprosessen; nemlig bruken av funksjoner av typen Constant Elasticity of Substitution (CES) for å beskrive produksjonsteknologien. Det gis en forholdsvis detaljert teoretisk oversikt over CES-funksjonen før det gis eksempel på praktisk bruk av funksjonen og noen av de avveiningene som naturlig oppstår. Kapittel 6 forsøker å vise hvordan man ved hjelp av en CGE-modell kan belyse ulike praktiske problemstillinger i økonomisk politikk. Utgangspunktet for analysen er fjerning av eksportsubsidier for norsk ost og reduksjon i tollsatsene på utvalgte jordbruksprodukter. Videre gjøres en beregning hvor det legges inn en skranke som begrenser nedgangen i sysselsettingen i jordbruket. Kapitlet avsluttes med å utføre sensitivitetsanalyse på et par utvalgte parametre.

1.3 Oppgavens målsetting

Det er vanskelig å fastsette én eksakt målsetting eller én enkelt problemstilling for oppgaven; til det favner den for bredt. Men kjernen utgjøres av del to, det vil si fremstillingen av CES-produktfunksjoner og anvendelse av modellen. Målet har vært å ta ut én problemstilling ved CGE-modellering, nemlig modelleringen av produksjonsteknologien ved hjelp av CES-funksjoner, og belyse dette ut fra både en teoretisk og en praktisk side. Målet med anvendelse av modellen har vært å få innsikt i, samt belyse, bruken av CGE-modeller. Målsettingen med kapitlene i del en har delvis vært å utfylle kapitlene i del to. Men det bør presiseres at ingen av kapitlene i del en gjør krav på verken å være omfattende, detaljert eller uttømmende på noen som helst måte.

Del I

CGE-modellering og norsk jordbruksbasert næringsmiddelindustri

Kapittel 2

Introduksjon til generell likevektsmodellering

2.1 Innledning

Det finnes en stor litteratur som gir gode beskrivelser av CGE-modeller og CGE-modellering. Blant de fremste er ”klassikerne” Shoven og Whalley [1984] og Shoven og Whalley [1992]. To andre publikasjoner som fortjener oppmerksomhet er Hertel [1999] og Petersen [1998]. Den førstnevnte av disse to relaterer CGE-modellering til landbruks- og ressursøkonomi mens den siste, som forøvrig er skrevet på dansk, gir en god elementær innføring i emnet.¹ Formålet med dette kapitlet blir således ikke å gi en fullstendig beskrivelse av CGE-modeller og modelleringen av disse. Jeg ønsker i stedet å ta opp noen forhold ved modelleringen som jeg finner interessante.

Avsnitt to ser på CGE-modeller samtidig som det gis en omtale av den retningen innenfor økonomisk forskning som kalles ”Computational Economics”. Det siste avsnittet retter søkelyset mot påliteligheten til CGE-modeller ved å studere to artikler.

¹Følgende referanser anbefales også: (i) Bergman [1990] ser på utviklingen av CGE-modeller, (ii) Dixon [1994] gir en oversikt over fordeler, ulemper og potensiale av CGE-modeller og (iii) Thissen [1998] gir en presis definisjon/klassifisering av empiriske CGE-modeller.

2.2 CGE-modeller og CGE-modellering

2.2.1 Hva er en CGE-modell?

I litteraturen synes det å være enighet om at CGE-modellering startet med Leif Johansens arbeid rundt 1960. Hans doktoravhandling hadde tittelen ”*A Multi-Sectoral Study of Economic Growth*” og modellen som der ble presentert fikk etter hvert navnet MSG. Modellen er siden blitt både utvidet og utviklet videre og brukes fremdeles i Norge. Den nyeste generasjonen heter MSG-6.

Bergman [1990] skriver at det finnes ingen eksakt definisjon på en CGE-modell, men at de fleste CGE-modellene deler noen karakteristika. For eksempel (i) både kvantum og relative priser blir endogent bestemt i modellen, (ii) modellene løses numerisk for priser som klarer både produktmarkedene og faktormarkedene, (iii) fokus er på realsiden i økonomien, (iv) CGE-modeller forsøker å forklare ressursallokering i likevekt fremfor konjunkturfenomen, (v) modellene prøver å forklare hvordan mekanismene i den økonomiske politikken påvirker økonomien fremfor de endelige utfallene av den aktuelle politikken, (vi) CGE-modeller blir brukt til kvantitative, komparative statistiske analyser og (vii) modellene gir en relativt aggregert beskrivelse av økonomien.²

2.2.2 Modelleringsprosess og modellbruk

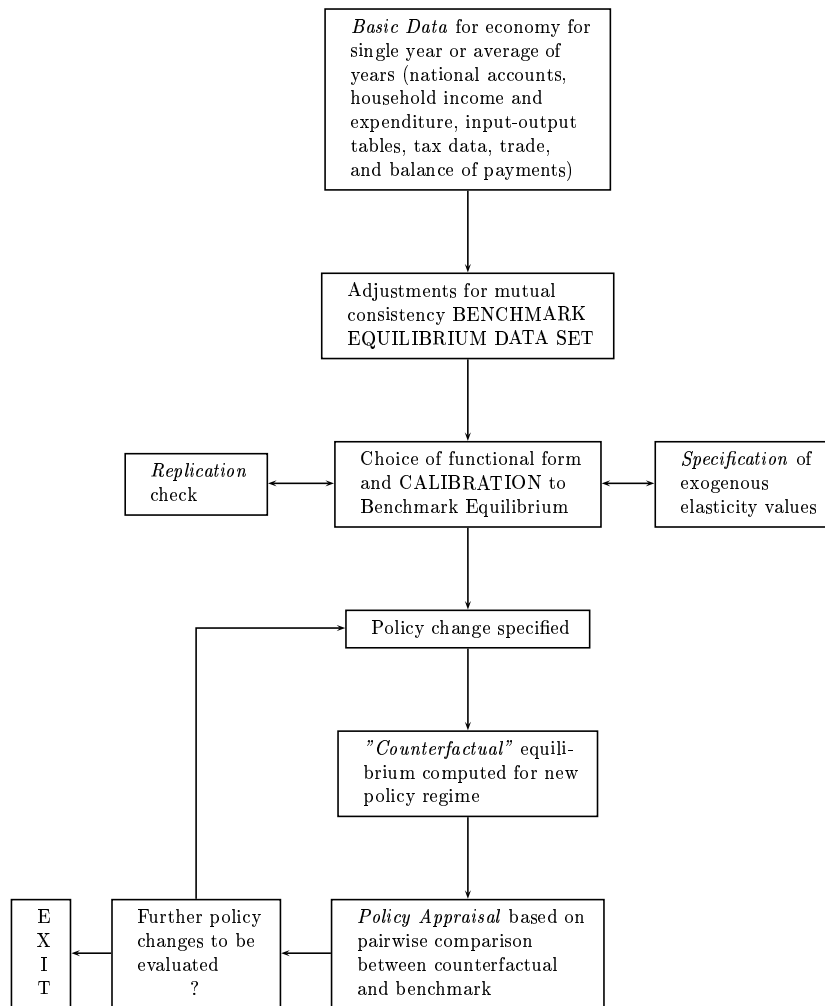
De tre første boksene i Figur 2.1 viser hovedstegene i modelleringsprosessen mens de tre siste viser hovedflyten i modellbruken.

Modelleringsprosess

En av forutsetningene for å lage en god CGE-modell er at datamaterialet er av god kvalitet. Dataene kan ha sin bakgrunn i nasjonalregnskapsdata, industristatistikk, mikrodata osv. Dataene må tilpasses det detaljeringsnivået man ønsker i modellen. Man må også sørge for at data fra ulike kilder snakker samme språk; for eksempel når det gjelder ulike verdibegreper og andre definisjoner. I praksis er dette ofte en problematisk og tidkrevende prosess.

²Til dette siste punktet skriver Bergman på side 4

Hence, if the label ”general equilibrium model” is reserved for models of the interaction of the microunits in the economy, a CGE model is not a general equilibrium model.



Figur 2.1: Oversikt over flyten i modelleringsprosessen og modellbruken. *Kilde:* Shoven og Whalley [1992].

Etter at dataene er gjort mikrokonsistente må den funksjonelle formen på de ulike funksjonene i modellen velges. Mange CGE-modeller benytter seg av den fleksible funksjonstypen Constant Elasticity of Substitution (CES). Se Kapittel 5. I dette steget må også eventuelle eksogene parametre fastsettes, først og fremst elasticitetsverdier (igjen henvises det til Kapittel 5). Når disse valgene er gjort, kan man kalibrere modellen. På grunnlag av dataene og de eksogent fastsatte elasticitetene kan man finne parameterverdiene i de ulike funksjonene som er slik at den observerte løsningen, det vil si priser og kvanta, replikeres. Man forutsetter altså her at de ulike utgangsdataene gir et representativt bilde av økonomien. Kalibreringsløsningen er funnet dersom modellen gjengir

utganglikevekten som løsning på modellen.^{3, 4}

Modellbruk

Gitt at kalibreringsløsningen er funnet og man mener at modellen gir et godt bilde av det man ønsker å modellere, kan modellen tas i bruk. Modellen brukes ved at man endrer verdier og/eller modellformuleringer. Ved å beregne en ny likevekt finner man resultatet av den nye økonomiske politikken ved å sammenligne den nye likevekten med kalibreringsløsningen.

I utgangspunktet kan det se relativt enkelt ut både å konstruere en CGE-modell og ikke minst å bruke modellen. Imidlertid ligger det langt flere avveininger til grunn ved konstruksjon av modellen enn hva som er skissert ovenfor. Noen av de referansene som dette kapitlet åpnet med, tar for seg en rekke av problemstillingene. Også når det gjelder modellbruken er det flere forhold man må være oppmerksom på. Det første, og kanskje viktigste, er å huske på at vi arbeider med en modell og ikke virkeligheten. En modell kan aldri gjengi virkeligheten; hvis det var tilfellet ville vi aldri kunne forstå modellen. En kompleks modell kan på den ene siden gi en bedre beskrivelse av virkeligheten enn en enkel modell, men på den andre siden desto vanskeligere å tolke. Det er også viktig å utvise aktsomhet ved tolkning av modellresultatene. Man må skille mellom tolkninger som kan forankres i modellen og tolkninger som gjøres utenfor modellen.⁵

2.2.3 Computational economics

I de siste par tiårene har man fått en ny retning innenfor økonomisk forskning som kalles for Computational Economics (CE). Løst kan man si at CE er en *metode* for å studere økonomiske problemstillinger ved hjelp av datamaskiner. Problemstillinger som for få år siden var vanskelige, og ikke minst tidkrevende å gjennomføre, kan i dag løses relativt raskt ved hjelp av datamaskiner. CGE-modeller er et eksempel på dette. Judd [1997] skriver på side 912

³I GAMS/MPSGE er kalibreringsløsningen funnet dersom alle indekser for priser og kvantum har verdien 1.

⁴Kalibreringstilnærmingen som benyttes møter ofte kritikk. Et av hovedargumentene i kritikken omhandler det at kalibreringsmetoden ikke bygger på økonometriske prinsipper. Se for eksempel McKittrick [1998].

⁵Judd [1997] skriver på side 919

Some economists seem to claim that they have the correct model and know exactly the correct parameter values, apparently from a conversation with God since data analysis cannot accomplish this [...].

Computational general equilibrium is the most mature computational area in economics.

På side 913 skriver Judd

In fact, it is difficult to think of a problem in economic theory where there does not now exist a reasonable algorithm to use.

Nå kan det hevdes at økonomer lenge har gjort utstrakt bruk av datamaskiner i sitt arbeide, for eksempel innenfor økonometriske analyser. Det som jeg imidlertid finner interessant i denne sammenhengen er den muligheten som CE gir for å belyse komplekse, nye problemstillinger og teorier. Utviklingen av ny teori innenfor økonomifaget har en tendens til å bestå av forutsetninger, analyse av matematiske egenskaper, teoremer og bevis for disse. Samspeilet mellom denne ”tradisjonelle” teoriutviklingen og bidrag fra CE reiser mange meget interessante problemstillinger, for eksempel hvilken vekt skal man tillegge en teori som har sine resultater fra simuleringer i stedet for bevisføring. Denne og lignende problemstillinger drøftes i den fremragende artikkelen til Kenneth Judd (Judd [1997]), og som, etter min mening, burde være obligatorisk lesning i ethvert økonomistudium på høyere nivå.^{6, 7} En riktig og relevant bruk av CE kan gi et løft til mange komplekse problemstillinger i økonomifaget. Ofte ser man i litteraturen at problemstillinger som fortøner seg analytisk vanskelige ofte blir redusert til en rekke ”spesialtilfeller” som forenkler analysene vesentlig. I en leder i tidsskriftet *Computational Economics* skriver Hans Amman (Amman [1997])

[...] in the next twenty-five years, Computational Economics will have a promising future. It is likely though, that Computational Economics will eventually follow the same course as Mathematical Economics. It will cease to exist. What we now call Computational Economics will become an integrated part of studying economics. A pity? No, it is as it should be.

⁶Se også Kapittel 1 i Judd [1998].

⁷Foruten referansene til Judd anbefales Kendrick og Amman [1999], som ser på ulike programmeringsspråk for bruk i økonomisk forskning, og Kendrick [1994] som tar for seg ulike problemstillinger innenfor Computational Economics. Det vises også til hjemmesiden for The Society of Computational Economics <http://wuecon.wustl.edu/sce/>.

2.3 Hvor pålitelig er CGE-modeller?

I dette avsnittet forsøkes det å gi et innblikk i hvor pålitelige resultater fra CGE-modeller er. Det vil si i hvilken grad en modell faktisk fanger opp endringer i økonomien. Det ligger i en modells natur at den aldri vil forutsi enhver endring i økonomien da modellen er en (sterk) forenkling av virkeligheten. For å belyse påliteligheten drøftes to artikler.⁸

2.3.1 The Viking Model

De fleste CGE-modeller brukes for å studere effekten av ulike virkemidler i den økonomiske politikken *før* virkemidlene faktisk endres. Imidlertid vil det være vanskelig å se påliteligheten av CGE-modellen *ex post* da det skjer mange endringer i virkemiddelbruken samtidig. I et paper av Hall og Sturluson [1999] mener forfatterne at en slik *ex post*-analyse er mulig for den islandske økonomien for året 1987. På slutten av 1986 bestemte de islandske myndighetene at skattesystemet skulle legges om med effekt fra 1988. Det gjeldende skattesystemet var slik at skatten ble betalt etterskuddsvis. Det vil si at den skatten man betalte i 1987 var skatt på lønnsinntekt opptjent i 1986. Fra 1988 skulle man innføre et skattesystem basert på pay-as-you-earn. Implikasjonen av omleggingsperioden ble at all inntekt opptjent i 1987 ble skattefri. Mer presist ble marginals-katten som skattebetalerne stod overfor lik null.⁹

Forfatterne påpeker at det selvfølgelig var andre forhold som også påvirket den islandske økonomien i 1987, men at de allikevel har en fin mulighet for en *ex post*-analyse hvor de håper å fange opp elementer som for eksempel endringer i arbeidstilbudet.¹⁰ Modellen de bruker kalles for The Viking Model og er en multisektormodell av den islandske økonomien, og er kalibrert for året 1992.^{11, 12} Den er utviklet ved IoES (Institute of Economic Studies, University

⁸Kehoe, Polo og Sancho [1995] skriver på side 116

Although a large amount of energy and resources has gone into constructing applied general equilibrium models and using them to perform policy analysis, it is surprising how little effort has gone into doing [...] *ex post* performance evaluation [...].

⁹For året 1987 observerte man blant annet at lavinntektsgrupper økte sitt arbeidstilbud relativt mer enn høyinntektsgrupper.

¹⁰Eksogene sjokk i økonomien, som sjelden vil være modellert *ex ante*, vil alltid forstyrre forholdet mellom modellen og virkeligheten.

¹¹Her vil det også ligge en feilkilde da modellen er kalibrert for et annet år enn for det året man gjennomfører *ex post*-analysen.

¹²Egentlig bruker de en utvidet modellversjon av the Viking Model som kalles for the Green Viking Model.

		<i>Faktisk</i>	<i>Simulert</i>
<i>GDP</i>	(Bruttonasjonalprodukt)	4,2	4,3
<i>C</i>	(Privat konsum)	9,7	5,1
<i>I</i>	(Investering)	8,7	3,6
<i>G</i>	(Offentlig konsum)	0,8	0,0
<i>X</i>	(Eksport)	3,5	4,3
<i>M</i>	(Import)	13,3	3,7
<i>Labor</i>	(Arbeidstilbud)	8,1	7,4

Tabell 2.1: Sammenligning mellom faktiske og simulerte prosentvise endringer i makrovariabler. *Kilde:* Hall og Sturluson [1999]

<i>Familiestatus</i>	<i>Brutto månedsinntekt (I) pr voksen i tusen ISK (1992-priser)</i>			
	$I \leq 60$	$60 < I \leq 120$	$120 < I \leq 200$	$I > 200$
<i>Enslig</i>				
Faktisk	25	7	6	21
Simulert	19	6	7	5
<i>Enslig med barn</i>				
Faktisk	18	-1	-19	0
Simulert	14	7	8	4
<i>Par uten barn</i>				
Faktisk	6	9	10	19
Simulert	45	4	5	2
<i>Par med barn</i>				
Faktisk	23	6	7	8
Simulert	28	7	6	3

Tabell 2.2: Sammenligning mellom faktiske og simulerte prosentvise endringer i arbeidstilbudet for ulike inntektsgrupper. *Kilde:* Hall og Sturluson [1999]

of Iceland). For en beskrivelse av modellen vises det til avsnitt tre i Hall og Sturluson [1999] og Hall, Clements og Sturluson [1998]. Resultatet for deler av analysen er gitt i Tabell 2.1 og Tabell 2.2.

For de makroøkonomiske variablene fanger modellen opp retningen på endringen, det vil si endringene har samme fortegn. For brutto nasjonalprodukt, offentlig konsum, eksport og arbeidstilbud er det ganske bra overensstemmelse mellom virkeligheten og modellen. For de øvrige makrovariablene er forskjellene større. Når det gjelder arbeidstilbudet til de ulike husholdningsgruppene er avvikene generelt store. Men med unntak av to grupper fanger modellen opp de kvalitative endringene.

Konklusjonen må bli, ikke overraskende, at samvariasjonen mellom modellen og hva som faktisk skjedde i den islandske økonomien i 1987 varierer, men at fortegnene på endringene for det fleste variablene som presenteres i notatet er riktig. Hall og Sturluson [1999] skriver i "abstract" til publikasjonen

The comparison shows that the model captures to a large extent the major developments that occurred in the Icelandic economy in 1987.

The results increase our confidence in the quantitative estimates derived from the model in other simulation exercises.

2.3.2 Eksempel med den spanske økonomien

I 1985/1986 ble det lagd en CGE-modell for den spanske økonomien. Formålet med modellen var å analysere virkningen på den spanske økonomien av Spanias inntreden i EU.¹³ For å tilpasse seg EU måtte de spanske myndighetene fra 1. januar 1986 iverksette finanspolitiske tiltak. De viktigste endringene var endringer i skattesystemet og reduksjoner i tollsatsen på varer importert fra andre EU-land.

I ettertid utførte Kehoe et al. [1995] en *ex post*-evaluering av modellen. De skriver på side 117

One explanation for the relative accuracy of the predictions of the Spanish model is that the fiscal reform of 1986 was the ideal sort of policy change for this type of model to analyze: it had a major effect on relative prices and resource allocation but did not seem to have an impact on intertemporal decision making that was impossible to capture in a static framework.

Hovedkonklusjonen til forfatterne er at modellen predikerte mange av de relevante endringene som faktisk inntraff. Spesielt da de i tillegg korrigererte for to signifikante eksogene sjokk: (i) drastisk fall i importprisen på petroleum og (ii) reduksjon i produktiviteten i jordbrukssektoren som følge av hovedsakelig dårlige værforhold.

2.3.3 Tilbake til start: hvor pålitelig er CGE-modeller?

Det er selvfølgelig umulig å gi et entydig svar på dette. Men begge de to studiene vi har sett på viser at modellene er i stand til å fange opp enkelte elementer. Analysen av den spanske økonomien viser også at en *ex post*-analyse må hensynta eventuelle eksogene sjokk i tillegg til den endringen man ønsker å studere.

Et spørsmål i denne sammenhengen vil jo selvfølgelig være hvorvidt man har bruk for modeller som gir gode prediksjoner, eller om det er tilstrekkelig at de kvalitative implikasjonene er korrekte.

¹³Daværende the European Community.

Kapittel 3

Norsk jordbruksbasert næringsmiddelindustri

3.1 Innledning

I dette kapitlet gis en oversikt over norsk jordbruksbasert næringsmiddelindustri. Hensikten er ikke å foreta en grundig og detaljert beskrivelse av næringsmiddelindustrien, men å skissere noen av de forhold som preger sektoren. Vi skal likevel sette beskrivelsen inn i et analytisk rammeverk slik at fremstillingen blir oversiktlig. Rammeverket vi skal benytte oss av er Porter's diamant med to eksogene forhold, se Figur 3.1 side 22. Som en motivasjon starter kapitlet imidlertid med en presentasjon av formålet med modellen.

3.2 Formålet med modellen

Modellens formål beskrives kanskje best ut fra prosjektets navn: "Kartlegging og modellering av norsk jordbruksbasert næringsmiddelindustri". Ønsket har vært å legge til rette for å studere næringsmiddelindustrien nærmere. Det er åpenbart at denne næringen står overfor betydelige utfordringer i årene som kommer, noe som skyldes flere forhold. Blant annet har næringsmiddelindustrien lenge vært en skjermet sektor i Norge. Det vil si at konkurranse fra internasjonale aktører har vært et tilnærmet ukjent fenomen i motsetning til hva mange andre næringer har opplevd. Det å være skjermet for konkurranse kan blant annet gi seg utslag i et høyt kostnadsnivå fordi incentivene til å holde kostnadene under kontroll blir begrenset. Videre vil WTO-avtalen¹ frem-

¹World Trade Organization.

tvinge en gradvis reduksjon i tollsatsene på matvarer, samt en omlegging av støtte- og reguleringsregimene. De utfordringene som næringsmiddelindustrien står overfor vil ikke bare ha betydning for næringen *per se*, men også for de relasjonene som forbinder næringen med andre næringer. Herunder tenkes spesielt på den næringen som er hovedleverandør til næringsmiddelindustrien; nemlig jordbrukssektoren.

En næring kan påvirkes, i all hovedsak, på tre ulike måter. (i) Næringen kan bli påvirket direkte gjennom midlertidige og permanente sjokk, for eksempel gjennom endringer i sektorspesifikke avgifts- og støtteordninger. (ii) Direkte og indirekte relasjoner med andre næringer vil åpenbart ha implikasjoner for den næringen vi studerer. Et eksempel vil her være næringsmiddelindustriens sterke relasjon til jordbruket. (iii) Næringen kan bli utsatt for generelle sjokk som vil ramme hele økonomien; eksempel kan være endringer i det generelle skatte- og avgiftsnivået.

Det jeg ønsker å fremheve er at det ikke bare er viktig å analysere en næring isolert sett, men kanskje til og med avgjørende å analysere næringen betraktet ut fra et større perspektiv.

3.3 Norsk næringsmiddelindustri

3.3.1 Noen avgrensninger

Med industri, bransje og næring skal vi forstå det samme.² Selv om det kan være nyanser i betydningen av de ulike begrepene skal vi betrakte innholdet i alle tre som et gitt antall produksjonsenheter som mottar innsatsfaktorer og transformere disse til produkter.³

Hvilke kriterier skal vi benytte for å tilordne den enkelte bedrift den næringen den er en del av? I utgangspunktet er det intuitivt å betrakte to kriterier. Det første er knyttet til det som går inn i produksjonen, det andre er relatert til det som kommer ut av produksjonen. Vi kan altså si at en bransje består av de bedriftene som tilnærmet benytter de samme innsatsfaktorene, eller vi

²Av og til brukes sektor om de ovennevnte begrepene. Men sektor brukes også på andre deler av økonomien som for eksempel husholdningssektoren.

³En definisjon på produkt finnes for eksempel i Debreu [1959] på side 30

a *commodity* is therefore defined by a specification of all its physical characteristics, of its availability date, and of its availability location. As soon as one of these three factors changes, a *different* commodity results.

kan definere en bransje bestående av de produksjonsenhetene som produserer (tilnærmet) de samme produktene.

Vi skal betrakte ulike næringer slik de er definert i Industristatistikken (IND).⁴ Den hierarkiske oppbyggingen i IND er vist i Tabell 3.1

	Eksempel	
Næring	15	Næringsmidler
Næringshovedgruppe	15.4	Vegetabiliske og animalske oljer og fettstoffer
Næringsgruppe	15.41	Uraffinerte oljer og fett
Næringsundergruppe	15.411	Rå fiskeoljer og fett

Tabell 3.1: Den hierarkiske næringsgrupperingen i Industristatistikken. *Kilde:* Industristatistikk 1997.

I IND er Nærings- og nytelsesmiddelindustrien definert som næringene 15 og 16. I Tabell 3.2 vises det hvordan Nærings- og nytelsesmiddelindustrien er oppbygd. Med Nærings- og nytelsesmiddelindustrien (NNMI) skal vi forstå næringen slik den er definert i Industristatistikken. Næringsmiddelindustrien (NMI) skal vi imidlertid definere som Nærings- og nytelsesmiddelindustrien unntatt Næringshovedgruppe 15.9 og Næring 16. Til slutt skal vi la Jordbruksbasert Næringsmiddelindustri (JNMI) omfatte NMI unntatt næringshovedgruppe 15.2 Fisk og fiskevarer.⁵

For å svare på hvilken aktivitet som finner sted i JNMI har vi lånt en definisjon gitt i Borch og Stræte [1999] side 30

Jordbruksbasert næringsmiddelindustri omfatter mottak av råvarer fra jordbruket (førstehåndsomsetning), råvarebehandling, videreforedling (både hos førstehåndsomsetter og hos andrehåndsomsetter) og distribusjon til detaljist.

NNMI utgjør en betydelig del av industrien i Norge.⁶ Tabell 3.3 viser at i perioden 1993 til 1997 utgjorde sysselsettingen i næringen ca 18% av den totale industrisysselsettingen, mens antall bedrifter var ca 16% av det totale antall industribedrifter. Brutto produksjonsverdi⁷ utgjorde imidlertid i gjennomsnitt ca

⁴Se for eksempel Industristatistikken for 1997. Tilgjengelig på <http://www.ssb.no/vis/emner/10/07/nos-industri/main.html>.

⁵Vi har ikke valgt å inkludere næringshovedgruppe 15.9 Drikkevarer da dens mottak av råvarer fra norsk jordbruket er relativt lite.

⁶NNMI utgjør dog en liten del av det totale næringslivet i Norge.

⁷Rent teknisk er brutto produksjonsverdi (unntatt merverdiavgift) definert som summen av: (1) Produksjon for egen regning, (2) Reparasjonsarbeid utført for kunder, (3) Leiearbeid utført for andre, (4) Andre inntekter og (5) Bruttofortjeneste på salg av handelsvarer; jf IND.

15.1	Kjøtt og kjøttvarer
15.11	Slakting og produksjon av kjøtt
15.12	Slakting og produksjon av fjørfekjøtt
15.13	Kjøtt- og fjørfevarer
15.2	Fisk og fiskevarer
15.201	Salt-, tørr- og klippfisk
15.202	Frysing av fisk
15.203	Fiskehermetikk
15.209	Fisk og fiskevarer ellers
15.3	Frukt og grønnsaker
15.31	Poteter
15.32	Juice av frukt og grønnsaker
15.33	Frukt og grønnsaker ellers
15.4	Vegetabilske og animalske oljer og fettstoffer
15.41	Uraffinerte oljer og fett
15.411	Rå fiskeoljer og fett
15.419	Andre oljer og fett
15.42	Raffinerte oljer og fett
15.421	Animalske oljer og fett
15.422	Vegetabilske oljer og fett
15.43	Margarin og andre spiselige fettstoffer
15.5	Meierivarer og iskrem
15.51	Meierivarer
15.52	Iskrem
15.6	Kornvarer, stivelse og stivelsesprodukter
15.61	Kornvarer
15.62	Stivelse og stivelsesprodukter
15.7	Dyrefor
15.71	For til husdyrhold
15.72	For til kjæledyr
15.8	Andre næringsmidler
15.81	Brød og ferske konditorvarer
15.82	Kavring, kjeks og konserverte konditorvarer
15.84	Kakao, sjokolade og drops
15.85	Pastavarer
15.86	Te og kaffe
15.87	Smakstilsetningsstoffer og krydderier
15.88	Homogeniserte matprodukter og diettmat
15.89	Næringsmidler ellers
15.9	Drikkevarer
15.91	Destillerte alkoholholdige drikkevarer
15.92	Etylalkohol av gjærede råvarer
15.94	Andre fruktviner
15.96	Øl
15.98	Mineralvann og leskedrikker
16	Tobakksvarer

Tabell 3.2: Oversikt over sektorene 15 og 16, Nærings- og nytelsesmiddelindustrien, slik den er definert i Industristatistikken i henhold til standard for næringsgruppering. *Kilde:* Industristatistikk 1997.

År	Sysseissetting			Brutto produksjonsverdi		
	<i>Industri^a</i>	<i>NNMI^b</i>		<i>Industri</i>	<i>NNMI</i>	
	Antall	Antall	% ^c	Verdi ^d	Verdi	%
1993	262 278	48 845	18,6	313 991	85 278	27,2
1994	269 609	50 497	18,7	341 234	89 232	26,2
1995	277 136	51 445	18,6	367 958	92 205	25,1
1996	281 947	52 450	18,6	390 959	96 608	24,7
1997	292 090	52 444	18,0	428 187	101 327	23,7

År	Antall bedrifter			Brutto produksjonsverdi pr sysselsatt		
	<i>Industri</i>	<i>NNMI</i>		<i>Industri</i>	<i>NNMI</i>	
	Antall	Antall	%	Verdi ^e	Verdi	%
1993	10 652	1 788	16,8	1 197	1 746	145,9
1994	10 957	1 812	16,5	1 266	1 767	139,6
1995	10 668	1 768	16,6	1 328	1 792	134,9
1996	11 019	1 729	15,7	1 387	1 842	132,8
1997	11 646	1 680	14,4	1 466	1 932	131,8

^aIndustri er definert som næringene 15 - 37.

^bNNMI er definert som næringene 15 og 16.

^cNNMI i prosent av Industrien.

^dMill kr.

^e1 000 kr.

Tabell 3.3: Nærings- og nytelsesmiddelindustrien relativt til resten av industrien. *Kilde:* Industristatistikk 1997.

25% sammenlignet med industrien totalt sett. En siste observasjon er at brutto produksjonsverdi pr sysselsatt var større enn for industrien; i gjennomsnitt ca 1,4 ganger større. Forklaringen på dette siste tallet ligger sannsynligvis i internleveransene.⁸ NNMI er en næring med stor vertikal integrasjon, sett i forhold til mange andre næringer, og favner over flere ledd i verdikjeden.

Det er grunn til å påpeke at det innad i NNMI kan være forskjeller mellom de ulike næringshovedgruppene. I denne oversikten kommer jeg dog ikke til å fremheve disse forskjellene da det vil falle utenfor oversiktens ramme. Imidlertid gir tabellene 3.4, 3.5, 3.6 og 3.7 en oversikt over henholdsvis sysseissetting, brutto produksjonsverdi, antall bedrifter og brutto produksjonsverdi pr sysselsatt innad i NNMI. Med andre ord er disse tabellene en mer detaljert fremstilling av tallene for NNMI i Tabell 3.3.

⁸I IND for 1997 finner vi under beskrivelsen av brutto produksjonsverdi at

For produkter som leveres til andre bedrifter i eget foretak, er det så vidt mulig nyttet markedspriser.

Med andre ord er begrepet ikke korrigeret for internleveranser.

Sysselsetting innad i NNMI						
År	15-16	15.1	15.2	15.5	15.3-4/6-8	15.9/16
	Antall	Antall ^a	Antall	Antall	Antall	Antall
1993	48 845	10 517 (21,5)	11 384 (23,3)	5 824 (11,9)	16 058 (32,9)	5 062 (10,4)
1994	50 497	10 807 (21,4)	12 140 (24,0)	5 910 (11,7)	16 164 (32,0)	5 476 (10,8)
1995	51 445	10 862 (21,1)	12 540 (24,4)	5 654 (11,0)	16 447 (32,0)	5 942 (11,6)
1996	52 450	11 465 (21,9)	12 474 (23,8)	5 507 (10,5)	16 800 (32,0)	6 204 (11,8)
1997	52 444	11 547 (22,0)	12 870 (24,5)	5 635 (10,7)	16 473 (31,4)	5 919 (11,3)

^aTallene i parentes er næringshovedgruppe i prosent av næringene 15 og 16.

Tabell 3.4: Sysselsetting innad i Nærings- og nytelsesmiddelindustrien i perioden 1993 til 1997. *Kilde:* Industristatistikk 1997.

Brutto produksjonsverdi innad i NNMI						
År	15-16	15.1	15.2	15.5	15.3-4/6-8	15.9/16
	Verdi ^a	Verdi ^b	Verdi	Verdi	Verdi	Verdi
1993	85 278	22 336 (26,2)	13 447 (15,8)	13 940 (16,4)	24 284 (28,5)	11 270 (13,2)
1994	89 232	22 282 (25,0)	15 197 (17,0)	13 814 (15,5)	25 542 (28,6)	12 396 (13,9)
1995	92 205	22 283 (24,2)	16 464 (17,9)	13 455 (14,6)	27 298 (29,6)	12 705 (13,8)
1996	96 608	23 719 (24,6)	17 867 (18,5)	12 715 (13,2)	28 152 (29,1)	14 154 (14,7)
1997	101 327	24 562 (24,2)	19 418 (19,2)	13 888 (13,7)	28 855 (28,5)	14 604 (14,4)

^aMill kr.

^bTallene i parentes er næringshovedgruppe i prosent av næringene 15 og 16.

Tabell 3.5: Brutto produksjonsverdi innad i Nærings- og nytelsesmidler i perioden 1993 til 1997. *Kilde:* Industristatistikk 1997.

Antall bedrifter innad i NNMI						
År	15-16	15.1	15.2	15.5	15.3-4/6-8	15.9/16
	Antall	Antall ^a	Antall	Antall	Antall	Antall
1993	1 788	252 (14,1)	485 (27,1)	131 (7,3)	870 (48,7)	50 (2,8)
1994	1 812	263 (14,5)	497 (27,4)	124 (6,8)	877 (48,4)	51 (2,8)
1995	1 768	244 (13,8)	493 (27,9)	114 (6,5)	861 (48,7)	56 (3,2)
1996	1 729	251 (14,5)	493 (28,5)	99 (5,7)	832 (48,1)	54 (3,1)
1997	1 680	257 (15,3)	509 (30,3)	99 (5,9)	763 (45,4)	52 (3,1)

^aTallene i parentes er næringshovedgruppe i prosent av næringene 15 og 16.

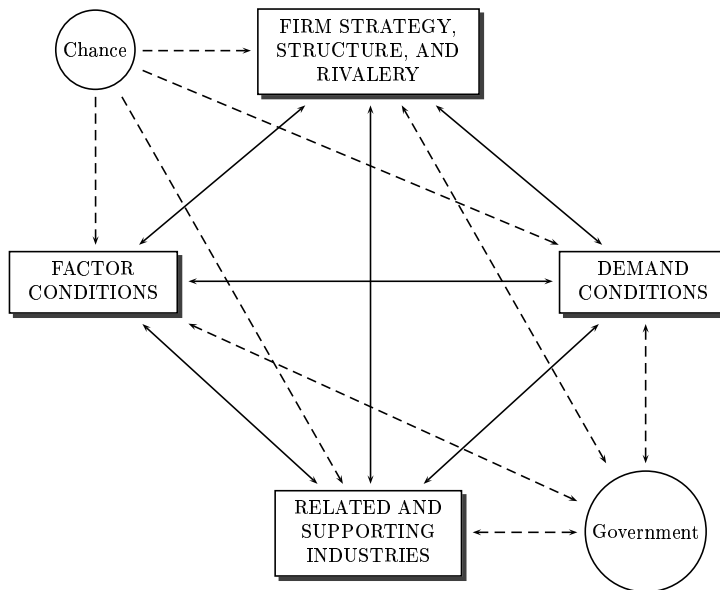
Tabell 3.6: Antall bedrifter innad i Nærings- og nytelsesmiddelindustrien i perioden 1993 til 1997. *Kilde:* Industristatistikk 1997.

Brutto produksjonsverdi pr sysselsatt innad i NNMI						
År	15-16	15.1	15.2	15.5	15.3-4/6-8	15.9/16
	Verdi ^a	Verdi ^b	Verdi	Verdi	Verdi	Verdi
1993	1 746	2 124 (121,7)	1 181 (67,6)	2 394 (137,1)	1 512 (86,6)	2 226 (127,5)
1994	1 767	2 062 (116,7)	1 252 (70,9)	2 337 (132,3)	1 580 (89,4)	2 264 (128,1)
1995	1 792	2 051 (114,5)	1 313 (73,3)	2 380 (132,8)	1 660 (92,6)	2 138 (119,3)
1996	1 842	2 069 (112,3)	1 432 (77,7)	2 309 (125,4)	1 676 (91,0)	2 281 (123,8)
1997	1 932	2 127 (110,1)	1 509 (78,1)	2 465 (127,6)	1 752 (90,7)	2 467 (127,7)

^a1 000 kr.

^bTallene i parentes er næringshovedgruppe i prosent av næringene 15 og 16.

Tabell 3.7: Brutto produksjonsverdi pr sysselsatt innad i Nærings- og nytelsesmidler i perioden 1993 til 1997. *Kilde:* Industristatistikk 1997.



Figur 3.1: Porter's diamant med to eksogene sett av forhold. *Kilde:* Porter [1990].

3.3.2 Næringsanalyse

I industrianalysen brukes rammeverket til Porter (Porter [1990]). Se Figur 3.1. Hensikten er på ingen måte tenkt å være verken detaljert eller uttømmende, men å trekke frem noen viktige forhold ved næringen. Begrunnelsen for å bruke Porter's rammeverk ligger i dets mulighet til å strukturere fremstillingen på en oversiktlig og fin måte.^{9,10}

Porter's diamant består av fire elementer som *gjensidig* påvirker hverandre: (i) Faktorforhold, (ii) Etterspørselsforhold, (iii) Relaterte næringer og (iv) Konkurransarena. I tillegg kommer to eksogene sett av forhold: (i) Myndigheter som kan påvirke, og som selv blir påvirket av, de fire elementene i diamanten og (ii) Tilfeldigheter.

Faktorforhold

Med faktorforhold menes tilgangen på innsatsfaktorer. Vi skal konsentrere oss om tre forhold: (i) råvaretilgang, (ii) sysselsetting og (iii) produksjonsutstyr/-teknologi.

⁹For detaljerte analyser av norsk landbruksbasert næringsmiddelindustri henvises det til for eksempel Bjorvatn, Gaasland og Hunnes [2001], Bjorvatn [1999] og Borch og Stræte [1999].

¹⁰For en beskrivelse av Porter's rammeverk og teori vises det til Porter [1990].

Råvaretilgang Vareinnsatsen, herunder råvareinnsatsen, utgjør den dominerende delen av innsatsfaktorene i JNMI. Råvarene kommer i all hovedsak fra norsk landbruk. I tillegg kommer en begrenset import.¹¹ Råvareinnsatsen i JNMI kjennetegnes ved at varene har begrenset holdbarhetstid, noe som krever spesiell oppmerksomhet hva logistikk angår. Logistikken må også håndtere det faktum at antall leverandører er mange¹² og tillegg spredd over et stort geografisk område.¹³ Med andre ord blir transportkostnadene en viktig parameter. I noen tilfeller kan man ikke se bort fra at transportkostnadene overstiger produktets markedsverdi. Spørsmålet blir da hvem som skal dekke disse kostnadene. For medlemmene i Landbrukets Samvirkeorganisasjoner (Samvirket) tilstrebes det at bøndene skal få omtrent den samme prisen for produktene uavhengig av hvor i landet de måtte befinne seg. Eksempelvis har man for melk en utjevningsordning som er slik at alle medlemmene mottar den samme prisen for melk uavhengig av avstanden fra primærleverandør til førstehåndsmottaker. Samvirket har også mottakspålykt for leveranser fra sine medlemmer.

Samvirkeordningen gir også et uttrykk for den sterke koblingen mellom primærleverandører og førstehåndsmottakere. For de aller fleste produkter har Samvirket en dominerende og ledende rolle med markedsandeler på over 2/3 for de fleste produkter, mens dets andel for melk er på hele 99,6%.^{14,15} Denne relasjonen, samt Samvirkets sterke posisjon, har vært stabil blant annet grunnet det sterke grensevernet som Norge har hatt.

Råvareinnsatsens betydelig del av innsatsfaktorene vil også gjenspeiles i produktets sluttpris. Prisene på råvarer er administrativt styrt gjennom Hovedavtalen mellom Staten og de norske landbruksorganisasjonene; Norges Bondelag

¹¹Ifølge statistikk for utenrikshandelen for året 1996 var importen av matvarer klassifisert som vareinnsats 3,4 milliarder kroner. Den totale vareinnsatsen i matvarebasert næringsmiddelindustri var ca 46 milliarder kroner. Det vil si en importandel på ca 7%. Importen av matvarer til konsum var 10,5 milliarder kroner, mens det totale konsumet av mat og drikke var 85 milliarder kroner; en importandel på ca 12%. Eksporten av matvarer til vareinnsats var i 1996 på 0,6 milliarder kroner. Eksport av matvarer til konsum var 23 milliarder kroner hvor ca 93% var relatert til fisk.

¹²I 1998 var antall landbrukseiendommer i drift 77 500 enheter. Dette tallet anslås å reduseres med 2,5% årlig, jf St.meld nr 19 (1999-2000).

¹³NOU [2000] viser til en undersøkelse gjennomført av Transportbrukernes Fellesorganisasjon i 1998 som viste at logistikk-kostnadene utgjorde 11,7% av omsetningen for industrien i Norge i gjennomsnitt. Tilsvarende tall for Europa var 7,2%. Ut av kostnadene knyttet til logistikken i Norge var transportens andel 68% mens tilsvarende andel for Europa var mindre enn 1/3. Denne forskjellen forklares i all hovedsak ut fra fire forhold: (i) Norges topografi, herunder klima, bosetting og næringsstruktur, (ii) avstanden mellom produsent og marked, (iii) myndighetenes rammebetingelser og (iv) organiseringen av transportarbeidet i næringslivet. Se NOU [2000] side 328 - 329.

¹⁴Landbrukets nettsenter <http://www.landbruk.no/statistikk/>.

¹⁵Også for ferdigvarer har Landbrukssamvirket en dominerende posisjon.

og Norsk Bonde- og Småbrukarlag.¹⁶

Altså: råvaresituasjonen karakteriseres ved mange, små leverandører med stor romlig spredning, som leverer produkter til priser som for en stor del er administrativt styrt. For JNMI innebærer dette høye råvare- og transportkostnader.¹⁷

Sysselsetting Tabell 3.4 side 20 viser utviklingen i sysselsettingen i årene 1993 til 1997. Jevnt over har det for NNMI vært en liten økning i antall ansatte. Gjennomsnittlig antall ansatte har i perioden vært ca 51 100. Innad i NNMI er det kun næringshovedgruppe 15.5 Meierivarer og iskrem som har hatt en reduksjon i antall sysselsatte i perioden.

En mer detaljert fremstilling for året 1996 finnes i Tabell 3.10 på side 39. Ut fra tabellen ser vi at de tre næringshovedgruppene som sysselsetter relativt flest er 15.2 (24%), 15.8 (23%) og 15.1 (22%).

Produksjonsutstyr/-teknologi På mange måter gjenspeiler JNMI situasjonen på råvaresiden når det gjelder den romlige dimensjonen. JNMI har mange små produksjonsenheter spredd over et stort geografisk område. På mange måter skyldes dette også råvarenes karakteristikk, blant annet holdbarhetstid og transport av levende dyr. Sammenlignet med produksjonsanlegg for næringsmidler i andre land fremstår de norske anleggene som små.

Borch og Stræte [1999] henviser til en undersøkelse som viste at kun 23% av bedriftene utnyttet kapasiteten i produksjonsanleggene. Dette tyder på en betydelig overkapasitet i næringen. Som kjent er det kostnader forbundet med både det å ha for liten kapasitet og det å ha for stor kapasitet. Det er mange forhold som taler for at JNMI ikke har en bedriftsøkonomisk optimal anleggsstruktur. I den senere tiden har man dog sett eksempler på at man har forsøkt å forbedre dette ved å legge ned enheter og flytte produksjonen til større anlegg

¹⁶Dette innebærer at prisene mister sin verdi som informasjonsbærere for beslutningstakerne. Generelt vil prisene i en markedsøkonomi gi informasjon om relativ knapphet av et gode eller en innsatsfaktor.

¹⁷ECON [1998] er en benchmarkstudie av norsk meieri- og kjøttbransje. Rapporten prøver blant annet å gi en oversikt over forskjeller i kostnader mellom Norge, Sverige og Danmark når det gjelder de to bransjene. Rapporten konkluderer med at

Både i meieri- og slaktebransjen er det først og fremst råvarekostnadene som er forskjellige mellom landene.

Det dog grunn til å påpeke at spesielt de danske anleggene har en betydelig større skala enn de norske anleggene, og hvor stikkordet er stordriftsfordeler.

for å utnytte de stordriftsfordelene som måtte finnes.¹⁸

Et særtrekk ved produksjonen i næringen er de strenge hygienekravene som både sannsynliggjør og rettferdiggjør et betydelig vedlikeholdsprogram for produksjonsutstyret.

Produksjonsutstyret blir også i økende grad mer komplekst og stiller store krav til vedlikeholdet og de ansattes kompetanse.¹⁹ Generelt er det liten aktivitet i næringen hva angår forskning og utvikling. Det meste av ny kunnskap ser ut til å komme fra innkjøp av produksjonsutstyr, som i all hovedsak kommer fra utenlandske leverandører. Jf Borch og Stræte [1999] kapittel 8. Samtidig gir det komplekse produksjonsutstyret fleksibilitet hva angår omstilling av produksjonen, for eksempel ved å produsere mange varianter av et og samme produkt.

Etterspørselsforhold

Den norske konsumenten bruker en stadig mindre andel av sin disponible inntekt til matkonsum.²⁰ I 1958 var husholdningenes budsjettandel for matvarer ca 40%, i 1990 ca 15% og i 1998 ca 12,6%. Se St.meld nr 19 (1999 - 2000). Av naturlige grunner vil det alltid være etterspørsel etter produkter fra næringsmiddelindustrien. Spørsmålet er hvorvidt det er norsk NMI eller utenlandske produsenter som skal forsyne den norske konsumenten.²¹

¹⁸I Bergens Tidende torsdag 26. oktober 2000 kunne vi lese om at 160 årsverk skulle forsvinne i slakteri- og foredlingsbedriftene til Vestlandske Salslag (VS), en reduksjon som også medførte nedleggelse av anlegg. Målet for tiltakene var en innsparing på 530 - 630 millioner kroner i løpet av tre til fem år. I bakgrunnen for disse tiltakene ligger en fusjonsstrategi for Norsk Kjøttamvirke, se Norsk Kjøttamvirke [2000]. I min egen hjemkommune (Surnadal) blir slakteriet nedlagt og aktiviteten overføres til Molde. I Driva fredag 27. oktober 2000 kunne vi blant annet lese at

Kjøttamvirket omstiller for å møte presset på bondens økonomi og kjøttindustriens dårlige inntjening, sier han [administrerende direktør i Gilde bøndernes salslag].

Molde blir hovedanlegget på nordvestlandet og blir utgangspunktet for slakting, skjæring, foredling, ekspedisjon og distribusjon i området. Ved å gjennomføre dette tiltaket håper man å oppnå en rasjonaliseringsgevinst på 17 millioner kroner. Nestlederen i styret for Nordmøre og Romsdal slakteri i Molde sier at

Det har vært en overkapasitet i området her. Kjøttamvirket må rasjonalisere for å øke inntjeninga og dermed opprettholde prisen til produsentene.

¹⁹Størsteparten av de ansatte i JNMI har kun grunnskole eller videregående skole. Jf Borch og Stræte [1999].

²⁰ Dette skyldes ikke at prisene er blitt rimeligere, men at den disponible inntekten er blitt høyere.

²¹ I en pressemelding fra Norsk Institutt for Landbruksøkonomisk Forskning (NILF) av 24. mars 2000 ble det hevdet at markedsandelen for norsk næringsmiddelindustri i hjemmemarkedet for året 1998 var på 86,4%. Sett i forhold til 1994 var dette en reduksjon på 3%, noe

Selv om markedet har vært relativt stabilt har det skjedd endringer. Blant annet har vi fått en stor fremvekst av kjeder innenfor detaljist-leddet, jf det som blir sagt i avsnittet om konkurranse. Videre har forbrukerens preferanser og atferd endret seg. For eksempel når det gjelder sammensetning av matkonsumet, hvor og hvor ofte innkjøp gjøres osv. I Borch og Stræte [1999] henvises det blant annet til en undersøkelse gjennomført av SIFO²² hvor det fremkommer at forbrukerne blir mindre prisbevisste. I 1990/91 svarte 58% av de som var med i undersøkelsen at de oppfattet seg som prisbevisste og aktivt sammenlignet priser. I 1995/96 var denne andelen falt til 38%. En av forklaringene som fremsettes for å forklare denne nedgangen er at konsumenten har overlatt prissammenligningen til den butikk-kjeden han handler i.

En annen trend, som JNMI deler med mange andre næringer, er at konsumentene blir mindre lojale overfor ulike produkter. Forbrukerne etterspør også flere varianter av det samme produktet, noe som stiller krav både til fleksibilitet i produksjonen og evne til produktutvikling. Med andre ord blir produktets levetid stadig kortere.

Et viktig særtrekk ved JNMI, som vi også har nevnt tidligere, er hygiene og kvalitetskontroll. Dermed blir tillit til produktene viktig. En undersøkelse som nylig er gjennomført ved SIFO²³ viser at konsumenten har størst tillit til matvarer fra hjemlandet. På grunn av at tillit er viktig for matprodukter blir også industrien sårbar for hendelser som mistanke om kugalskap, skrapesyke etc. Trygg mat er også et uttalt mål i St.meld nr 19 (1999 - 2000) "Om norsk landbruk og matproduksjon".

I tilknytning til trygg mat finner vi blant annet økologisk jordbruk. Det norske markedet for økologiske produkter er lite sammenlignet med for eksempel det danske markedet. Mange av de norske produsentene av økologiske produkter føler seg motarbeidet av de tradisjonelle jordbruksprodusentene.²⁴ Antall bruk som produserer økologisk har økt fra ca 600 bruk i 1995 til ca 1 500 bruk i 1998; det økologiske arealet har økt med 136%. Det økologiske arealet utgjør

som tilsvarer en verdi på ca tre milliarder kroner. Se <http://www.nilf.no/>.

²²Statens Institutt for Forbruksforskning. SIFO foretar en rekke undersøkelser knyttet til mat, varehandel, distribusjon etc. Se for eksempel <http://www.sifo.no/>.

²³Se sammendrag og pressemeling på <http://www.sifo.no/>.

²⁴Et eksempel på konflikten mellom tradisjonelle og økologiske produsenter er den annonsekampanjen som fant sted i oktober 2000 hvor man forsøkte å få økt oppmerksomhet omkring økologiske produkter. I utgangspunktet var en del av budskapet at "Økologisk landbruk er framtidens landbruk". Dette så de tradisjonelle produsentene av jordbruksprodukter som en trussel da budskapet kunne tolkes dit hen at tradisjonelt landbruk ikke var fremtidsrettet. Det budskapet som ble presentert var "Økologisk landbruk er fremtidsrettet landbruk". Kilden til denne konflikten ble gitt i Forbrukerinspektørene på NRK i september/oktober 2000. Eksempel på annonsekampanjen finnes blant annet i Dagbladet mandag 23. oktober 2000.

dog ikke mer enn ca 1,5% av det totale jordbruksarealet som var i drift i 1998 (St.meld nr 19 (1999 - 2000)). Myndighetenes målsetting er at 10% av det totale jordbruksareal skal være omlagt til økologisk areal innen en 10-års periode.

Hovedmarkedet for JNMI har, er og vil, mest sannsynligvis, være hjemmemarkedet, det vil si Norge. Vi kan si at bedriftene i JNMI produserer for levering til andre bedrifter i NMI og/eller levering til konsumenter. Men sluttmarkedet vil uansett være den norske konsumenten. Selv om vi tidligere nevnte at det var færre som oppfattet seg selv som prisbevisste ser det allikevel ut til at man er bevisst prisforskjeller mellom Norge og våre naboland. For det er et faktum at norske matvarepriser kommer dårlig ut ved prissammenligninger med våre nærmeste naboland.

Norsk JNMI har en begrenset eksport. Eksporten finner først og fremst sted som en følge av at man ønsker å kvitte seg med overskuddsproduksjon. Spesielt gjelder dette for ost. Eksporten skjer for det meste ved hjelp av eksportsubsidier.

Sett under ett er det norske markedet, når det gjelder produkter fra norsk JNMI, for en stor del skjermet fra utenlandsk konkurranse. Dette er dog et forhold hvor endringer vil tvinge seg frem blant annet gjennom de føringene som Norge pålegges gjennom WTO.

Relaterte næringer

Med relaterte næringer skal vi først og fremst forstå leverandører og servicebedrifter som er knyttet til JNMI på en eller annen måte.

Norsk JNMI har behov for en rekke støttefunksjoner. Dette gjelder for eksempel tjenester innen kjemi, biokjemi, mikrobiologi, bakteriologi, IT, logistikk, kjøle- og fryseteknikk osv. Men det mest nærliggende er å tenke på produksjonsutstyret/-teknologien.

Næringsmiddelindustriens årbok 1999/2000 inneholder en oversikt over leverandører til næringsmiddelindustrien. I denne listen er det 587 (99%) norske bedrifter og 4 (1%) utenlandske bedrifter (2 danske og 2 svenske bedrifter). Ut fra denne oversikten er det grunn til å tro at norsk leverandørindustri har en sterk relasjon til næringsmiddelindustrien. Ser vi imidlertid på listen kalt "Handelsnavn og Representasjoner" *op cit* blir bildet tilnærmet snudd på hodet. I denne listen er det kun 79 norske (10%) og 681 (90%) utenlandske handelsnavn. Dette indikerer at det meste av leveransene til næringsmiddelindustrien kommer fra utlandet.²⁵

²⁵Oversikten i Næringsmiddelindustriens Årbok inneholder ikke alle leverandørene, jf re-

Konkurransenarena

Konkurransenarena skal vi definere som næringsstruktur, konkurranse blant bedriftene i næringen og bedriftenes strategiske valg.

Tabell 3.6 side 21 viser utviklingen i antall bedrifter i NNMI. Men når vi skal beskrive konkurransearenaen kan vi ikke komme forbi Samvirke sin dominerende posisjon. Vi skal derfor konsentrere oss om det.

Samvirket Landbrukssamvirket hadde i 1996 ca 34 milliarder kroner i omsetning, 200 arbeidsteder fordelt på 90 selvstendige bedrifter og 18 000 sysselsatte. Markedsandelene for ferdigvarer varierer fra 26% (Gartnerhallen) til 98% (TINE Norske Meierier). For andre produkter ligger andelen fra omtrent 50% og oppover. Det er da ikke vanskelig å forestille seg at Landbrukssamvirket er en dominerende del av norsk JNMI. I tillegg må vi huske på den sterke koblingen mellom primærleddet og førstehåndsmottakerne.

I praksis fungerer Landbrukssamvirket som en hovedorganisasjon bestående av 16 organisasjoner underlagt Norsk Landbrukssamvirke.²⁶ Disse 16 organisasjonene kan grovt deles inn i Salgssamvirke, Innkjøpsamvirke og Avlssamvirke, og hvor det er Salgssamvirket som vi møter igjen i JNMI.²⁷

Landbrukssamvirket har en relativt lang og solid tradisjon i Norge.²⁸ Landbrukssamvirket ble opprettet med det formål å styrke bøndenes markedsrett, samt å ivareta bøndenes interesser i samfunnet generelt. Som medlemmer i Landbrukssamvirket vil bøndene inneha forskjellige roller som medlemmer, kunder, leverandører og eiere. Av denne grunn er det ikke til å komme forbi at organisasjonen fort kan bli tungrodd og lite egnet til å møte mange av de utfordringene som industrien står overfor.

Hvorfor denne fokuseringen på Samvirket? Årsaken ligger jo selvfølgelig i den markedsretten som Samvirket har og som oppstår som følge av den horisontale og vertikale integrasjonen som Samvirket inviterer til. Ut fra økonomisk teori vet vi at en slik markedsrett vil føre til ineffektivitet i økonomien i form

daktørens Leder i Årboken.

²⁶3. juli 2000 foretok man et navneskifte fra Landbrukssamvirkets Felleskontor til Norsk Landbrukssamvirke.

²⁷For enkelhets skyld skriver vi fra nå av Samvirket isteden for Salgssamvirket.

²⁸Landbrukssamvirket er imidlertid ikke spesielt for Norge. LeVay [1983] skriver på side 2

[...], agricultural co-operation is a worldwide phenomenon, both in developed and less developed countries.

av høyere priser og mindre omsatt kvantum enn hva et markedsbasert økonomisk system medfører. I utgangspunktet er en slik kartellvirksomhet ulovlig. Men Landbrukssamvirket er unntatt fra disse reguleringene på grunn av den politiske forvaltningsrollen som Samvirket er satt til å administrere. Med andre ord sier politiske myndigheter at de politiske hensynene veier tyngre enn den ineffektiviteten vi får i økonomien. Landbrukssamvirket blir altså på den ene siden pålagt oppgaver fra myndighetene mens det på den andre siden blir belønnet med legitimitet som rettferdiggjør dets eksistens og, ikke minst, dets markedsrett.²⁹ I St.meld nr 19 (1999 - 2000) kan vi i kapittel 2.2.3 merke oss at myndighetene ønsker å fortsette denne praksisen da de skriver³⁰

Regjeringen mener landbrukssamvirket fortsatt skal ha en sentral plass i gjennomføringen av landbrukspolitikken.

Selv om vi på konkurransearenaen har relativt få aktører og en stor grad av politisk styring har konkurransen blitt betraktelig intensivert det siste ti-året. Hovedforklaringen på dette finnes i den maktforskyvning som har skjedd fra primærleddet og førstehåndsmottakerne til detaljist- og distribusjonsleddet. I det norske dagligvaremarkedet finner man i dag fire aktører som dominerer 99% av markedet.³¹ Resultatet av denne maktkonsentrasjonen finner vi igjen som prispress og krav om rasjonalisering og effektivitet i hele verdikjeden.

Jeg har ikke gjort noen omfattende studie av litteratur relatert til landbrukssamvirker. Men jeg viser her til to artikler. LeVay sin artikkel fra 1983 (LeVay [1983]) gir en fyldig oversikt over litteraturen om samvirke i landbrukssammenheng. Forfatteren belyser her ulike sider ved kooperasjoner som for eksempel etableringen, målene, ledelsen, forholdet til myndigheter etc. Det forsøkes også å gi en definisjon av samvirke.³² Den andre artikkelen jeg ønsker å henviser til er Sexton [1986]. Sexton betrakter her dannelsen av et innkjøpsamvirke ut

²⁹Myndighetene er selvfølgelig inneforstått med denne markedsmakten og prøver å regulere den gjennom blant annet jordbruksavtalen hvor maksimalpriser settes.

³⁰Det er dog interessant å bemerke at i samme kapittel står det at "Regjeringen ønsker reell konkurranse i verdikjeden."

³¹Disse fire aktørene er Norgesgruppen (33%), Hakon-gruppen (28%), Coop Norge (25%) og Reitan-gruppen (13%). Coop Norge ble etablert 1. oktober 2000 med bakgrunn i NKL (Norges Kooperative Landsforening).

³²I denne sammenhengen kan jeg ikke dy meg for å gjengi en definisjon på kooperativ som LeVay *op cit* henviser til. Definisjonen stammer fra Babcock, H. E. [1935]. "Co-operatives – the Pacesetters in Agriculture." *Journal of Farm Economics* **17**, 153 - 156.

I regard a farmer-owned, farmer-controlled co-operative as a legal, practical means by which a group of self-selected, selfish capitalists seek to improve their individual economic position in a competitive society.

fra kooperativ spillteori; en tilnærming som er forskjellig fra den tradisjonelle organisatoriske innfallsvinkelen til samvirke.³³

Myndigheter

I følge Porter er myndighetenes rolle å påvirke de fire elementene i diamanten slik at det skapes konkurranse og gunstige føringer for industrien.³⁴

NNMIs produkter skiller seg vesentlig fra andre konsumgoder fordi de spises eller drikkes og således har en viktig rolle hva helse og ernæring angår. Dette gjenspeiles også i de lover og reguleringer som gjelder for NNMI. Næringsmiddelindustriens Årbok 1999/2000 angir en liste med fem lover og 116 forskrifter/instrukser som gjelder for industrien spesielt. Et viktig element i denne forbindelse er kontrollaspektet; dårlig vedlikehold av produksjonsutstyret kan for eksempel øke smitterisikoen for bakterier, virus etc. Det meste av kontrollvirksomheten ivaretas av Statens Næringsmiddeltilsyn (SNT) som er et direktorat underlagt tre ulike departementer: Sosial- og helsedepartementet, Landbruksdepartementet og Fiskeridepartementet.³⁵

Den videre diskusjonen i dette avsnittet skal vi dele opp i to deler: (i) norske føringer og (ii) internasjonale føringer.

Norske føringer Norge har en lang tradisjon for myndighetenes styring av jordbruket og JNMI, og målene er mange; blant annet matvaresikkerhet, bevare bosettingsmønsteret og miljøhensyn. Noen av disse målene er i konflikt med

³³Forskjellen mellom kooperativ og ikke-kooperativ spillteori ligger jo nettopp i det som samvirket inviterer til; forpliktende avtaler mellom de ulike agentene.

³⁴Porter [1990] skriver på side 128

Government has an important influence on national competitive advantage, though its role is inevitably *partial*.⁶⁷ Government policy will fail if it remains the only source of national competitive advantage. Successful policies work in those industries where underlying determinants of national advantage are present and where government reinforces them. Government, it seems, can hasten or raise the odds of gaining competitive advantage (and vice versa) but lacks the power to create advantage itself.

³⁵I Dagens Næringsliv onsdag 25. oktober 2000 kunne vi lese om den drakampen som finner sted når det gjelder den organisatoriske plasseringen av SNT. Det er en rimelig antakelse at det lett kan stilles spørsmål ved habiliteten til SNT med dagens plassering. I en utredning utført av Statskonsult anbefales det at SNT plasseres i sin helhet under Sosial- og Helsedepartementet. Direktøren i SNT sier selv i artikkelen at

Matskandalene i Europa viser at det ikke må være tvil om at tilsynet står på forbrukernes side [...].

hverandre.³⁶ Men det er vel ikke uvanlig å oppfatte landbrukspolitikken tilnærmet synonymt med distriktspolitikk. JNMI er en del av dette fordi industrien er viktig for å opprettholde produksjonen i jordbruket. I de områdene man ikke har mottakere av jordbruksprodukter vil man heller ikke kunne ha produksjon av disse produktene. Årsaken ligger i holdbarhetstid, tid for inntransport av levende dyr etc.

I utgangspunktet har Norge en topografi som ikke er gunstig for jordbruksproduksjon. Dette gjenspeiles blant annet i kostnadene både i primærleddet og foredlingsleddet og følgelig i de priser som konsumentene står overfor. For å kompensere for denne naturlige ulempen som Norge har i forhold til mange andre land må det offentlige bruke betydelige ressurser for å opprettholde det aktivitetsnivået som er knyttet til landbruket og JNMI. For det første gis det støtte i form av direkte jordbruksstøtte og for det andre gis det kompensasjon i form av skjermingsstøtte for å utjevne den kostnadsulempen norske produsenter har relativt til utenlandske produsenter.^{37,38}

Det norske støttenivået for jordbruket plasserer Norge på en tredjeplass i en OECD-sammenheng for 1999. Se Tabell 3.8. Tallene viser at Norge gir litt over 70% mer i støtte enn OECD-gjennomsnittet. Vi kan videre merke oss at på bunnen av tabellen ligger Australia og New Zealand, de eneste under 20%PSE³⁹, som begge er store eksportører av matvarer.

Landbrukspolitikken og næringspolitikken knyttet til JNMI brukes altså aktivt av myndighetene som et virkemiddel i distriktspolitikken. Implisitt ligger det her en aksept av den ressursbruken som denne virkemiddelbruken medfører. Med andre ord er det grunn til å tro at myndighetene er av den oppfatning at effektene av virkemiddelbruken overstiger kostnadene. Ut fra et økonomisk synspunkt kan dagens virkemiddelsystem vanskelig forsvares. Virkemidler bør rettes direkte inn mot de forholdene man ønsker å korrigere. Det er også grunn til å stille spørsmål med hvorfor landbruksnæringen og JNMI skal oppnå fordeler fremfor andre næringer.

³⁶For en generell innføring i norsk jordbrukspolitikk henvises det til Brunstad, Gaasland og Vårdal [1995].

³⁷Den totale støtten ligger på ca 17 - 19 milliarder kroner fordelt med ca 11 - 12 mrd kr på statsstøtten og ca 6 - 7 mrd kr på skjermingsstøtten.

³⁸Holden-utvalget (NOU [2000]) side 325 viser en oversikt over det de betegner *statlig budsjettmessig støtte*. I 1998 var den samlede næringsstøtten målt ved nettokostnader, det vil si differansen mellom de årlige utgifts- og inntektsstrømmene under en ordning, på 18 543 milliarder kroner. Av dette gikk 12 449 milliarder kroner til jordbruket, eller med andre ord 67,14%. Generelt er næringsstøtten i Norge høy sammenlignet med for eksempel EU. I 1998 utgjorde støtten 1,7% av BNP mens den i EU var 0,9%. (Dette høye nivået gjenspeiles også i utvalgets vurderinger og anbefalinger.)

³⁹OECD sin indikator på støtten til jordbruket i prosent av produksjonsverdien.

Country	%PSE ^a
Korea	74
Switzerland	73
Norway	69
Iceland	68
Japan	65
European Union	49
OECD	40
Turkey	36
Czech Republic	25
Poland	25
United States	24
Mexico	22
Canada	20
Hungary	20
Australia	6
New Zealand	2

^a**PSE** (Producer Support Estimate): an indicator of the annual monetary value of gross transfers from consumers and taxpayers to agricultural producers, measured at the farm-gate level, arising from policy measures that support agriculture, regardless of their nature, objectives or impacts on farm production or income.

%PSE: Support expressed as a percentage of gross farm receipts shows the amount of support to farmers, irrespective of the sectoral structure of a given country. For this reason, the %PSE is the most widely used indicator for comparisons of support across countries, commodities, and time.

Tabell 3.8: Producer Support Estimate (PSE) for OECD i 1999. *Kilde:* OECD.

Men det er tegn som tyder på at myndighetenes virkemidler går i retning av en mer optimal ressursbruk. Blant annet blir mer av støtten vridd fra produksjonsstøtte til mer produksjonsuavhengig/-nøytral støtte.⁴⁰ En slik vridning anbefales også fra OECD.

Gjennom dette oppnår man at produksjonen *per se* ikke blir et incentiv for å oppnå en høyere inntekt. Dermed kan det bli lettere å regulere produksjonen i

⁴⁰I denne sammenhengen er det interessant å merke hva Brunstad et al. [1995] skriver på side 119:

Siden økologisk jordbruk har lavere produktivitet både i forhold til arbeidsinnsats og arealbruk, vil en omlegging fra prisstøtte til areal-, husdyr- og årsverkstilskudd relativt sett favorisere økologiske driftsformer.

jordbruket. Norge har i dag overproduksjon innenfor blant annet melkesektoren. I denne forbindelse utføres reguleringseksport, det vil si eksport av norske melkeprodukter (i all hovedsak ost) med det formål å regulere det norske markedet slik at prisen forblir uendret. I økonomiske termer snakker vi her om dumping av norske jordbruksprodukter på verdensmarkedet.⁴¹

Det er også tegn som tyder på en mer prinsipiell endring der forbrukeren og konkurranse i verdikjeden blir satt mer i fokus. I St.meld. nr 19 (1999 - 2000) kapittel 2.2.2 står det blant annet

Forbrukerinteressene er sammensatte. Økende velferdsnivå og endrede samfunnsforhold bidrar til økt etterspørsel etter foredlede produkter og spesielle varianter og kvaliteter. I denne sammenheng er et velfungerende marked viktig.

I sin årlige vurdering av jordbrukspolitikken i OECD-området skriver OECD om den norske politikken (se OECD [2000])

In sum, the policy changes implemented in 1999 did little to make the sector more market-oriented. Norwegian agriculture remains a highly supported and protected industry, and production continues to be shielded to a considerable degree from developments in world markets.

Internasjonale føringer Det nasjonale politiske handlingsrommet blir stadig mer begrenset som følge av internasjonale føringer. De to mest fremtredende føringene i vår sammenheng er EU/EØS og WTO.

EU/EØS Som en følge av at Norge har godkjent EØS-avtalen må aktørene i norsk næringsliv følge de konkurransebetingelsene som er fastsatt i avtalen. Bearbeidede landbruksvarer er en del av denne avtalen. Avtalens protokoll 3 spesifiserer hvilke tollsatser som gjelder mellom EFTA, som Norge er en del av, og EU når det gjelder disse bearbeidede landbruksproduktene. Forhandlingene om protokollen er imidlertid ikke ferdige, og tollsatsene fastsettes inntil videre i henhold til den frihandelsavtalen som gjelder mellom Norge og EU. Holden-utvalget (NOU [2000]) skriver på side 328:

⁴¹Verdensmarkedet for mat kjennetegnes blant annet ved stor variabilitet i prisene. Årsaken ligger i at de fleste landene driver en proteksjonistisk jordbrukspolitik og bruker verdensmarkedet for å regulere tilbudet og etterspørselen i hjemlandet. For mange industriland vil det være slik at verdensmarkedsprisen ikke er nok til å dekke produksjonskostnadene.

Det kan ikke utelukkes at en ferdigstillelse av protokoll 3 til EØS-avtalen vil kunne øke den internasjonale konkurransen for norsk næringsmiddelindustri. Dette vil igjen kunne bidra til et press i landbruksoppgjørene i retning av lavere norske råvarepriser for denne industrien.

WTO De globale rammebetingelsene for jordbruket legges i WTO. Det var først i Uruguay-runden, som fant sted i 1994, at jordbruket for alvor ble en del av WTO-forhandlingene. Brunstad et al. [1995] kapittel 5 gir en kortfattet oversikt over hovedpunktene i WTO-forhandlingene. I korte trekk inneholder URAA⁴² elementer mhp markedsadgang (importvernet skal for eksempel legges om til tollsatser), eksportsubsidier (eksportstøtten skal blant annet reduseres) og støtteordninger generelt.⁴³ Det ble vedtatt at i løpet av 6 år (1995 - 2000) skulle tollsatsene på alle jordbruksprodukter reduseres med et snitt på 36% med et minimumskutt pr produkt på 15%. Den innenlandske støtten skulle reduseres med 20%. For eksport var målet at verdien av subsidiene skulle reduseres med 36% og at andelen subsidierte produkter skulle reduseres med 21%.⁴⁴ Man vedtok også å initiere nye forhandlinger ett år før slutten av implementeringsperioden.⁴⁵

Kort fortalt er målet for jordbruksforhandlingene i WTO å gjøre handelen med jordbruksprodukter og jordbrukssektoren mer markedsorientert. Det er dermed tre områder som forhandlingene konsentrerer seg om: (i) markedsadgang, (ii) innenlandsk støttenivå, herunder subsidier og prissøtte og (iii) eksportsubsidier. I økonomiske termer kan dette formuleres med at man ønsker å redusere eller fjerne støtteordninger som virker vridende på aktørenes atferd.⁴⁶

⁴²Uruguay Round Agreement on Agriculture

⁴³Støtten til jordbruket deles inn i ulike støtteordninger kalt for gul, grønn og blå. Den gule støtten omfatter støtte som virker vridende på agentenes atferd; herunder kommer skjermingsstøtte og ulike direkte tilskudd. Grønn støtte inkluderer støtteordninger som er mer perifere når det gjelder produksjon og handel. Støtte gjennom statsbudsjettet til produksjon som av en eller annen grunn er underlagt føringer når det gjelder produksjonen betegnes som blå støtte. Så langt er det den gule støtten som har vært i fokus under WTO-forhandlingene.

⁴⁴Utviklingsland fikk imidlertid en implementeringsperiode på 10 år samt at reduksjonene skulle være (i den rekkefølgen de er presentert i teksten ovenfor) 24%, 10%, 13%, 24% og 14%.

⁴⁵De nye forhandlingene ble innledet med et toppmøtet i Seattle i slutten av 1999. Møtet ble på ingen måter den suksessen man håpet på. Blant annet var det så mange, og tildels harde, demonstrasjoner mot WTO at det ble innført portforbud i byen. For jordbruket sin del var eksportsubsidier et hett tema hvor EU og USA hadde motstridende målsettinger. EU ønsket å beholde eksportsubsidene mens USA hadde som målsetting å redusere og/eller fjerne subsidiene helt.

⁴⁶I WTO [1999] skriver man om vridende effekter

The concept of "distortion" is used at lot when agricultural trade is discussed. Essentially, trade is distorted if prices are higher or lower than normal, and if

For eksempel vil en prisstøtte pr enhet som bonden får for et produkt virke som et incentiv for bonden til å øke produksjonen av varen gitt at hans marginalinntekt ved å gjøre dette overstiger hans marginalkostnad ved produksjonen.

Holden-utvalget (NOU [2000]) skriver på side 327

Det er særlig på tre områder de gjennomførte avtalene [EØS-avtalen og WTO] kan ha endret rammebetingelsene for norsk økonomi: For det første innebærer avtalene en nedbygging av norsk importvern, noe som i seg selv gir gunstige virkninger for norsk økonomi. For det andre er flere typer subsidier blitt forbudt. For det tredje innebærer avtalene tilsvarende reformer i landene vi eksporterer til, og dette påvirker etterspørselen rettet mot norsk økonomi.

Tilfeldigheter

Tilfeldigheter utgjør det stokastiske elementet i Porter's modell og er forhold som næringen vanskelig kan kontrollere. Tilfeldigheter har ikke et entydig innhold, men kan inneholde alt fra nye innovasjoner til krig. For jordbruket vil selvfølgelig værforhold være et viktig element. Eksterne sjokk vil alltid påvirke en næring; positivt eller negativt. Avgjørende blir om industrien har evne og ressurser til å håndtere sjokkene. Avslutningsvis kan det bemerkes at sjokk som i utgangspunktet er negativt også kan inneholde positive elementer, for eksempel ved å fremtvinge endringer i industrien som gjør den mer konkurransedyktig.

3.3.3 To utvidede fotnoter

I denne seksjonen ønsker jeg å trekke frem to bidrag i litteraturen om næringsmiddelindustrien. Det første bidraget er en spørreundersøkelse gjennomført av SINTEF Teknologiledelse. Fokuset i undersøkelsen er å se på status når det gjelder produksjon og vedlikehold i Nærings- og nytelsesmiddelindustrien. Det andre bidraget er Sexton [2000] som prøver å belyse hvordan industrialiseringen og konsentrasjonen av næringsmiddelsektoren i USA påvirker konkurransen og velferden.

quantities produced, bought, and sold are also higher or lower than normal – i.e. than the levels that would usually exist in a competitive market.

Ytre trusler mot bedriftens overlevelsessevne	
<i>Faktor</i>	<i>Prosent (ca)</i>
Synkede etterspørsel i markedet	45
Forstyrrelse i råvareleveransen	44
Synkende pris på produkt	32
Større konkurranse	32
Virus/bakterier etc i råvarene	27
Nye eller økte skatter og avgifter	27
EU/EØS-tilpasning	26
Økende pris på energi, råstoff, transport osv	24
Nye/strengere krav fra myndighetene	24
Tap av energiforskyning i en viss periode	15
Virus/bakterier etc i egne produkter	15
Tap av vannforsyning for en viss periode	15

Tabell 3.9: Bedriftene i NNMI sin vurdering av hva som er de største ytre truslene mot bedriftens overlevelsessevne. *Kilde:* Røstad et al. [1998].

Næringsmiddelbedriftenes egenoppfatning

I 1997 gjennomførte SINTEF Teknologiledelse en undersøkelse blant bedriftene i norsk NNMI for å kartlegge status for produksjon og vedlikehold (Røstad, Gjerstad, Nyen, Schjølberg og Alfnes [1998]). Rapporten inneholder en rekke interessante aspekt ved industrien; fokuset er dog rettet inn mot den teknologiske siden i NNMI.

SINTEF's undersøkelse viste blant annet at 52% av de som svarte på undersøkelsen oppfattet den økonomiske situasjonen for bedriften som god eller svært god, mens 42% mente økonomien var tilfredsstillende. På side 69 i rapporten er det en oversikt som viser hvilke faktorer bedriftene mener er de største *ytre* truslene mot bedriftenes overlevelsessevne. Oversikten er gjengitt i Tabell 3.9.⁴⁷ Ut fra denne ser vi at det er synkende etterspørsel i markedet som er den største frykten, tett etterfulgt av forstyrrelse i råvareleveransen. Denne siste faktoren understreker igjen det sterke avhengighetsforholdet mellom primærleverandørene og NNMI. Ellers kan vi merke oss at økende konkurranse (selvfølgelig) fremstår som en stor trussel (32%). En siste observasjon er at virus/bakterier i råvarene oppfattes som nesten dobbelt så stor trussel som virus/bakterier i egne produkter.

⁴⁷ Fordi bedriftene kan angi flere faktorer vil prosentsummen bli større enn 100.

Industrialiseringen av næringsmiddelsektoren i USA

I Waugh Lecture⁴⁸ for året 2000 forsøker Sexton (Sexton [2000]) å se på hvilke konsekvenser industrialiseringen av næringsmiddelsektoren i USA har for konkurransen og velferdsnivået.

På samme måte som i Norge preges det amerikanske markedet av en høy konsentrasjon både i produsentleddet og distribusjonsleddet. For å illustrere forholdene i USA skriver Sexton at

The top 20 food manufacturers accounted for over 50% of food processing value added in 1995, more than double the corresponding share in 1954.

Videre viser han til endringer i ”the four-firm concentration” (CR4) indeksen:⁴⁹

- * beef packing – from 30% in 1978 to 86% in 1994,
- * malt beverages – from 40% in 1967 to 90% in 1992,
- * wheat milling – from 30% in 1969 to 77% in 1995,
- * pasta manufacturing – from 34% in 1967 to 78% in 1992.

Når det gjelder dagligvaremarkedet står det

The top six supermarket retailers now control 50% of supermarket sales, versus 32% in 1992.

Det er interessant å se på hvilke implikasjoner denne konsentrasjon av verdikjeden har hatt på konkurransen og velferdsnivået. Sexton skriver på side 22 *op cit*

[...], let me offer and provide evidence in support of a number of loose propositions concerning the efficiency and distributional impacts of market power in the food chain:

⁴⁸The Fredrick V Waugh Memorial Lecture som gis i forbindelse med den årlige konferansen til the American Agricultural Economics Association. Se for eksempel <http://www.aaea.org/>.

⁴⁹The four-firm concentration (CR4) indeksen viser markedsandelen til de fire største aktørene i en industri. I denne forbindelse kan det nevnes at en annen mye brukt indeks for å måle konsentrasjonen i en industri er Herfindahl-Hirschman-indeksen (HHI). Denne er definert som $\sum_{i=1}^n \gamma_i^2$ hvor γ_i er markedsandelen til aktør i ($i = 1, \dots, n$). Indeksen vil da følgelig ligge i intervallet fra null til og med 10 000; med andre ord fullkommen konkurranse og monopol som (naturlige) ekstrempunkter. The United States Department of Justice bruker aktivt HHI. Dersom en industri har en HHI som er større eller lik 1 800 betegnes industrien som ”highly concentrated” (<http://www.usdoj.gov/>). Dersom vi anvender disse to indeksene på det norske dagligvaremarkedet får vi at CR4 er lik 99% og HHI er lik 2 667, jf Fotnote 31 side 29.

Efficiency (deadweight) losses from market power have been small and are exceeded in most cases by efficiency gains from consolidation.

Distributional losses to producers and consumers from market power vastly exceed the pure efficiency losses, both on an absolute and a percentage basis.

Producers and consumers on balance have been harmed by the increasing concentration in the food marketing sector, i.e., the gains from enhanced efficiency of marketing have not offset the distributional losses from market power.

Market power in processing and distribution reduces incentives to undertake demand-expanding or cost-reducing activities at the producer level, and these effects represent additional welfare losses from market power.

Næring	Sysselsetting		Brutto prod.verdi		Antall bedrifter		Brutto prod.verdi pr ansatt	
	Antall	% ^a	Verdi ^b	%	Antall	%	Verdi ^c	%
15-16	52 450	18,6	96 608	24,7	1 729	15,7	1 842	132,8
15.1	11 465	0,2	23 719	0,6	251	0,2	2 069	1,1
15.11	5 704	0,5	14 581	0,6	104	0,4	2 556	1,2
15.12	699	0,1	1 151	0,1	11	0,0	1 647	0,8
15.13	5 062	0,4	7 986	0,3	136	0,5	1 578	0,8
15.2	12 474	0,2	17 867	0,2	493	0,3	1 432	0,8
15.201	3 473	0,3	5 960	0,3	214	0,4	1 716	1,2
15.202	6 000	0,5	8 092	0,5	106	0,2	1 349	0,9
15.203	537	0,0	500	0,0	22	0,0	931	0,7
15.209	2 464	0,2	3 316	0,2	151	0,3	1 346	0,9
15.3	1 444	0,0	2 364	0,0	51	0,0	1 637	0,9
15.31	690	0,5	1 043	0,4	21	0,4	1 512	0,9
15.32	117	0,1	333	0,1	5	0,1	2 846	1,7
15.33	637	0,4	988	0,4	25	0,5	1 551	1,0
15.4	628	0,0	2 350	0,0	19	0,0	3 742	2,0
15.41	22	0,0	27	0,0	7	0,4	1 227	0,3
15.411	22	1,0	27	1,0	7	1,0	1 227	1,0
15.42	389	0,6	1 482	0,6	6	0,3	3 810	1,0
15.421	99	0,3	:	-	5	0,8	-	-
15.422	290	0,8	:	-	1	0,2	-	-
15.43	217	0,4	841	0,4	6	0,3	3 876	1,0
15.5	5 507	0,1	12 715	0,1	99	0,1	2 309	1,3
15.51	4 414	0,8	11 563	0,9	89	0,9	2 620	1,1
15.52	1 093	0,2	1 153	0,1	10	0,1	1 055	0,5
15.6	850	0,0	2 759	0,0	85	0,1	3 246	1,8
15.61	790	0,9	:	-	82	1,0	-	-
15.62	60	0,1	:	-	3	0,0	-	-
15.7	1 819	0,0	9 090	0,1	89	0,0	4 997	2,7
15.71	1 798	1,0	9 069	1,0	86	1,0	5 044	1,0
15.72	21	0,0	21	0,0	3	0,0	1 000	0,2
15.8	12 059	0,2	11 589	0,1	588	0,3	961	0,5
15.81	7 053	0,6	4 411	0,4	520	0,9	625	0,7
15.82	502	0,0	807	0,1	13	0,0	1 608	1,7
15.84	2 279	0,2	2 094	0,2	8	0,0	919	1,0
15.85	159	0,0	248	0,0	4	0,0	1 560	1,6
15.86	180	0,0	1 232	0,1	4	0,0	6 844	7,1
15.87	358	0,0	727	0,1	9	0,0	2 031	2,1
15.88	211	0,0	350	0,0	9	0,0	1 659	1,7
15.89	1 317	0,1	1 720	0,2	21	0,0	1 306	1,4
15.9	5 710	0,1	:	-	52	0,0	-	-
15.91	308	0,1	:	-	4	0,1	-	-
15.92	18	0,0	:	-	2	0,0	-	-
15.94	15	0,0	:	-	2	0,0	-	-
15.96	3 161	0,6	4 746	-	18	0,4	1 501	-
15.98	2 208	0,4	3 951	-	26	0,5	1 789	-
16	494	0,0	:	-	2	0,0	-	-

^a Andelene beregnes fra nivået over. Andelen til 15.12 beregnes fra 15.1 osv.

^b Mill kr.

^c 1 000 kr.

: Tall kan ikke offentligjøres.

- Tall kan ikke beregnes.

Tabell 3.10: Detaljert oversikt over noen nøkkeltall for Nærings- og nytelsesmiddelindustrien for året 1996. *Kilde:* Industristatistikk 1996. Kolonnen "Bruttoproduksjonsverdi pr sysselsatt" er imidlertid beregnet.

Kapittel 4

En kort presentasjon av modellen

4.1 Innledning

Formålet med dette kapitlet er å gi en kort beskrivelse av den modellen som er konstruert for å belyse norsk jordbruksbasert næringsmiddelindustri. Modellen er programmert i GAMS/MPSGE og programmeringen er utført av Forsker Ivar Gaasland ved SNF.¹ For detaljert beskrivelse av modellen og mer modelltekniske forhold henvises det til ulike publikasjoner av Gaasland.² I dette kapitlet vil det kun bli gitt en oversikt over sentrale elementer i modellen. For ordens skyld gjøres det oppmerksom på at deler av dette kapitlet bygger på et internt notat av Gaasland datert 30. november 2000.

4.2 Generelt om modellen

Modellen er en langsiktig, statisk generell likevektsmodell. Ved å beregne ulike scenarier kan man studere ulike likevektsløsninger. Det at modellen er langsiktig innebærer blant annet at de fleste innsatsfaktorene antas å være perfekt mobile mellom næringene.³ Modellen er statisk i den forstand at den ikke gir en beskrivelse av hvordan økonomien beveger seg mellom ulike likevektsløsninger.

¹Selve programkoden utgjør ca 2 400 linjer og i tillegg kommer en stor mengde tallmateriale som for eksempel nasjonalregnskapsdata.

²Fullstendige referanser kan i skrivende stund (29. januar 2001) ikke gis da publikasjonene ennå ikke er utgitt.

³Bondehusholdningenes arbeidskraft antas imidlertid å være delvis sektorspesifikk, det vil si at den ikke er perfekt mobil mellom næringene.

<i>Forkortelse</i>	<i>Region(er)</i>
O1	Østland (flat)
TF	Trøndelag (flat)
J	Jæren
OAD	Østland (skog) og Østland (dal)
TVA	Trøndelag (andre), Vestlandet, Agder og Rogaland
NN	Nord-Norge

Tabell 4.1: Oversikt over regionene i modellen.

Modellen gir en beskrivelse av en liten, åpen økonomi; mer spesifikt den norske.⁴ Utgangspunktet er nasjonalregnskapstall (NR) for 1996 som er basisåret. For enkelte sektorer, næringsmidler og primærjordbruket, er nasjonalregnskapssektorene byttet ut med mer disaggregerte data fra industristatistikken (IND) samt andre datakilder. Dette er gjort for å få det aggregeringsnivået man ønsket.⁵

4.3 Produksjonssektorer

I modelløkonomien er det totalt 123 produksjonssektorer. Av dette er 20 sektorer knyttet til JNMI, 90 sektorer, fordelt på 6 regioner, beskriver jordbruket og 13 sektorer beskriver resten av økonomien. Jordbruket og JNMI er altså betydelig mer detaljert modellert enn resten av økonomien. Den regionale inndelingen for jordbruket gjør det mulig å fange opp forskjeller i blant annet produksjonsforhold. Tabellene 4.1, 4.2, 4.3 og 4.4 gir oversikt over henholdsvis regioner, jordbrukssektorer, sektorer for JNMI og sektorer for resten av økonomien. Produksjonsteknologien er modellert ved hjelp av flernivå CES-produktfunksjoner.

I modellens økonomi finnes det totalt 61 ulike produkter hvorav de fleste er knyttet opp mot primærjordbruket og JNMI. Se Tabell 4.5 på side 46.

4.4 Husholdninger

Modellen har ett makrohushold. I tillegg er det egne bondehusholdninger for hver brukstype i primærjordbruket. Husholdningenes atferd er nyttemaksime-

⁴En liten, åpen økonomi innebærer blant annet at Norge må ta import- og eksportpriser for gitt.

⁵I denne forbindelse var det mange spørsmål som dukket opp. Blant annet var NR fra året 1996 mens tallene fra IND var fra 1993. En utfordring i denne sammenhengen var å gjøre data fra ulike kilder konsistente med hverandre.

<i>Brukstype</i>	<i>Produksjon foregår i hvilke(n) region(er)</i>					
	<i>O1</i>	<i>J</i>	<i>TF</i>	<i>OAD</i>	<i>TVA</i>	<i>NN</i>
<i>Melk</i>						
6 - 10 årskyr	X	X	X	X	X	X
15 - 20 årskyr	X	X	X	X	X	X
30 årskyr	X	X	X	X	X	X
<i>Okse</i>						
40 okser	X	X	X	X	X	X
100 okser	X	X	X	X	X	X
<i>Kjøttfe</i>						
22 ammekyr	X	X	X	X	X	X
44 ammekyr	X	X	X	X	X	X
<i>Sau</i>						
50 sauer	X	X	X	X	X	X
100 sauer	X	X	X	X	X	X
<i>Svin</i>						
15 - 21 purker	X	X	X	X	X	X
50 purker	X	X	X	X	X	X
<i>Egg</i>						
2000 - 6000 høner	X	X	X	X	X	X
<i>Korn</i>						
75 - 150 dekar	X		X	X		
300 - 600 dekar	X		X	X		
1000 dekar	X		X	X		
<i>Potet</i>						
20 dekar	X	X	X			
100 dekar	X	X	X			
<i>Kylling</i>						
50000 kyllinger	X					
<i>Grønnsaker</i>						
16 dekar	X					
<i>Frukt og bær</i>						
15 dekar	X					

Tabell 4.2: Oversikt over de ulike brukstypene i primærjordbruket og i hvilke regioner produksjonen foregår.

rende over konsumet av varer og fritid. Husholdningenes preferanser er representert ved flernivå CES-nyttefunksjoner.

Husholdningenes inntekter er relatert til deres beholdninger av arbeidskraft, kapital og areal som de leier ut. I tillegg kommer eventuelle overføringer fra det offentlige. Foruten å dekke konsumet benyttes inntektene til sparing både i form av realinvesteringer og finansinvesteringer. Sparingsens størrelse er bestemt utenfor modellen, det vil si eksogent, og er lik husholdningenes sparing i basisåret.

Det er valgt å skille ut bøndene fordi disse ser ut til å akseptere en lavere

<i>Næringsmiddelsektor</i>	<i>Marknad</i>
Storfe	Slakting og videreforedling av de respektive
Svin	kjøttslag til hhv. Stykningsdeler, saltet/tørket/
Sau	røykt kjøtt og konservert/tilberedt kjøtt.
Fjørfe	Dekomponering av sektor 15.1 i NR.
Potetvarer	Industrielt bearbejdede poteter (f.eks. Potetmos og potetmel). Sektor 15.31 i IND.
Konservere	Konserverindustri (f.eks. Grønnsaksblanding, syltetøy og juice). Sektor 15.32 + .33 i IND.
Olje og fett	Produserer bl.a. margarin, soyaolje og olivenolje. Sektor 15.4 i NR.
Konsummelk	Bygger på meieriprosesser fra Omsetningsrådet.
Ost, Norge	Erstatter sektor 15.5 i NR.
Ost, eksport	
Melkepulver	
Iskrem	Sektor 15.52 i IND.
Kornvarer	Produserer bl.a. matmel. Sektor 15.6 i NR fratrukket sektor 15.62 i IND.
Stivelse	Produserer bl.a. glukose. Sektor 15.62 i IND.
Dyrefôr	Sektor 15.7 i NR.
Bakeri	Sektor 15.81 i IND.
Konserverte konditorvarer	Inkluderer pizza. Sektor 15.82 i IND.
Sjokolade, kakao og sukkertøy	Sektor 15.84 i IND.
Diverse	Sektorene 15.85 - .89 i IND.
Drikkevarer	Produserer bl.a. brennevin, øl og mineralvann. Sektor 15.9 i NR.

Tabell 4.3: Oversikt over næringsmiddelsektorer i modellen.

avlønning enn hva tilfellet ellers er i samfunnet.⁶ Dette gjelder både på kort og lang sikt. En måte å fange opp dette på er via bøndernes preferansestruktur ved å innføre en komponent i tillegg til varer og tjenester. Denne nye preferansekomponenten gir uttrykk for en form for goder, som tilfaller bonden, avledet av bondens arbeidsinnsats i jordbruket.

4.5 Offentlig sektor

Den offentlige sektors inntekter kommer hovedsakelig fra skatter og avgifter. Eksempelvis produktavgifter, sektoravgifter, investeringsavgift, merverdiavgift og skatt på arbeidsinntekt. I tillegg kommer inntekter fra utleie av kapital.

⁶Man ønsker også å prøve å fange opp eventuelle fordelingsvirkninger av ulike virkemidler i den økonomiske politikken.

Skogbruk	Lettindustri
Fiske	Tungindustri
Oppdrett	Transport
Fiskeribasert næringsmiddelindustri	Varehandel
Tobakk	Private tjenester
Olje	Offentlige tjenester
Energi	

Tabell 4.4: Oversikt over sektorene i resten av økonomien i modellen.

Det offentlige får utgifter blant annet som følge av kjøp av varer og tjenester, overføringer til private husholdninger og subsidier til noen av produksjonssektorene. Offentlig sektor foretar også både real- og finansinvesteringer. Nivåene på utgiftspostene er eksogent gitt og tilsvarer nivåene i basisåret. Unntaket er overføringene til private husholdninger som bestemmes endogent ved differansen mellom det offentliges inntekter og det offentliges utgifter. Med andre ord er overføringene et "instrument" for å opprettholde offentlig sektors budsjettrestriksjon. Endringer i den økonomiske politikken som medfører endringer i det offentliges inntekter og/eller utgifter vil umiddelbart reflekteres i overføringene til de private husholdningene.

4.6 Import- og eksportfunksjoner

Modelleringen av import- og eksportfunksjoner, og da spesielt importvernet, blir fort relativt komplisert. Hovedtrekket i modellens importvern for de fleste jordbruks- og næringsmiddelvarer er kvoteimport til en relativt lav tollsats mens import ut over dette må foregå til en høy tollsats.

Det antas at de fleste norske jordbruksvarer og næringsmidler er perfekt substituerbar med importerte varer. For øvrige varer benyttes en såkalt Armington-forutsetning. Denne forutsetter at norske og utenlandske varer er imperfekte substitutter.

<i>Produktnavn</i>	<i>Forkortelser</i>	
01_Andre varer	samle	samle
02_Korn	korn	korn
03_Poteter	potet	potet
04_Andre jordbruksvarer	jordannet	jannet
05_Grønnsaker	gronnsak	grsak
06_Frukt	frukt	frukt
07_Bær	bar	bar
08_Storfe	storfe	storfe
09_Melk	melk	melk
10_Sauer	sau	sau
11_Svin	svin	svin
12_Fjærkre	fjarkre	fkre
13_Egg	egg	egg
14_Skogbruksvarer	skogvarer	skogv
15_Oppdrettsfisk	oppdrfisk	drfisk
16_Vill fisk	villfisk	vifisk
17_Energi	energi	energi
18_Olje	olje	olje
19_Tungindustri	tungind	tind
20_Kjøtt av storfe, ferskt, fryst eller kjølt	storfekj	stfekj
21_Kjøtt av svin, ferskt og fryst	svinekj	svinkj
22_Kjøtt av sau og geit	sauekj	saukj
23_Annet slakt	slaktannet	slann
24_Kjøtt- og slakteavfall fra fjærkre, ferskt og fryst	fjarkrekj	fkrekj
25_Annet fjørfe slakteri	fjarannet	fkrann
26_Kjøtt- og slakteavfall, saltet, tørket eller røkt	saltroykkj	saltkj
27_Kjøtt ol tilberedt eller konservert	konservkj	konskj
28_Annet kjøttforedling	kjottannet	kjann
29_Foredlet fisk	fiskevarer	fiskev
30_Mel og flak av poteter	potetvarer	potetv
31_Foredlet frukt og grønt	grontvarer	grontv
32_Fett og oljer	oljefett	fett
33_Melk og fløte	konsmelk	kmelk
34_Returnmelk	returnmelk	rmelk
35_Melkepulver	melkepulver	mpulv
36_Smør	smor	smor
37_Ost	ost	ost
38_Andre melkeprodukter, yoghurt, milkshake	melkannet	mann
39_Iskrem og spiseis	iskrem	iskrem
40_Mel og gryn	melgryn	melgr
41_Annet mel	melannet	melann
42_Stivelse	stivelse	stivel
43_Kraftforblanding for husdyr	kraftfor	kfor
44_Dyrefor for kjæledyr	forannet	forann
45_Brød og kaker	brodkaker	brod
46_Konditorvarer	konditor	kondit
47_Sukker	sukker	sukker
48_Kakao og sjokolade	sjokolade	sjoko
49_Annet næringsmidler	nmdiverse	nmdiv
50_Brennevin oa dest alk. drikkev	brennevin	brvin
51_Etylalkohol	etylalko	etylal
52_Annet drikke	drikkannet	drann
53_Eplesider oa gjærede drikkev	eplesider	sider
54_Øl	ol	ol
55_Malt	malt	malt
56_Tobakkvarer	tobakk	tobakk
57_Lettindustri	lettind	lind
58_Varehandel	varehandel	vareh
59_Transport	transport	trans
60_Private tjenester	privtjen	privtj
61_Offentlige tjenester	offtjen	offtj

Tabell 4.5: Oversikt over produktene i modellen.

Del II

CES-produktfunksjoner og modell anvendelse

Kapittel 5

CES-produktfunksjoner i CGE-modeller

5.1 Innledning

Hensikten med dette kapitlet er å gi en mer detaljert beskrivelse av modelleringen av produksjonssiden i en CGE-modell. Kapitlet starter med en gjennomgang av relevant produksjonsteorien¹ knyttet til produktfunksjoner av typen Constant Elasticity of Substitution (CES). Deretter rettes fokus mot praktisk modellering av produksjonsteknologien.

5.2 Et teoretisk utgangspunkt

En produktfunksjon viser hvordan en vektor med ulike innsatsfaktorer $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$ kan transformeres til en gitt mengde produkt y . Med andre ord vil produktfunksjonen f være en avbildning fra \mathbb{R}_+^n til \mathbb{R}_+ , eller mer formelt $f : \mathbb{R}_+^n \rightarrow \mathbb{R}_+$.²

Det er vanlig å forutsette at en produktfunksjon er (i) kontinuerlig, (ii)

¹Avsnitt 5.2, hvis hensikt er å danne det teoretiske rammeverket for diskusjonen, er ikke ment å være en generell innføring i produksjonsteori. I stedet har jeg valgt å trekke ut relevante elementer fra teorien som jeg anser formålstjenlig. For å gjøre fremstillingen enklere er det tatt utgangspunkt i énvareproduksjon til tross for at vi i modellen for det meste opererer med flervareproduksjon. For generell innføring i produksjonsteori vises det til for eksempel Chambers [1988], Mas-Colell, Whinston og Green [1995] og Hoel og Moene [1993], mens det for mer spesialisert litteratur vises til for eksempel Starr [1997], Ginsburgh og Keyzer [1997] og Debreu [1959].

² $\mathbb{R}_+^n \equiv \{(x_1, \dots, x_n) \mid x_i \geq 0, i = 1, \dots, n\}$

strengt økende og (iii) strengt kvasikonkav.³ I tillegg er det vanlig å forutsette at $f(\mathbf{0}) = 0$ hvor $\mathbf{0} = (0, \dots, 0)$. Kontinuitet til produktfunksjonen forsikrer oss om at små endringer i innsatsfaktorene medfører små endringer i produsert mengde. Vi ønsker at produktfunksjonen skal være strengt økende slik at en økning i innsatsfaktorene fører til en økning i output. Forutsetningen om streng kvasikonkavitet gjøres av matematiske hensyn. Den siste forutsetningen, $f(\mathbf{0}) = 0$, sier bare at vi ikke kan produsere en strengt positiv mengde output uten noen innsatsfaktorer.

5.2.1 Homogenitet

En produktfunksjon vil gjennom sine egenskaper beskrive en bedrifts produksjonsteknologi. En av disse egenskapene er graden av homogenitet.

Definisjon 5.1 (Homogenitet) *En funksjon $f=f(\mathbf{x})$, hvor $\mathbf{x} = x_1, \dots, x_n$, er homogen av grad k dersom*

$$f(t\mathbf{x}) \equiv t^k f(\mathbf{x}) \quad \forall t > 0.$$

Vi kan merke oss to spesialtilfeller: $f(\mathbf{x})$ er (i) homogen av grad 1, eller lineær homogen, dersom $f(t\mathbf{x}) \equiv t f(\mathbf{x})$ for alle $t > 0$, og (ii) homogen av grad 0 dersom $f(t\mathbf{x}) \equiv f(\mathbf{x})$ for alle $t > 0$.

Dersom $f(\mathbf{x})$ er homogen av grad k , vil dens partielle deriverte være homogen av grad $k - 1$. Se vedlegg A.4.

Graden av homogenitet forteller oss noe om skalaavkastningen til bedriftens produksjonsteknologi, eller, mer presist, hvordan produksjonsmengden endres dersom vektoren med innsatsfaktorer multipliseres opp eller ned med skalaren $t > 0$. Vi skiller mellom tre tilfeller: (i) *konstant skalaavkastning* $f(t\mathbf{x}) = t f(\mathbf{x})$ for alle $t > 0$ (det vil si homogen av grad én), (ii) *økende skalaavkastning* $f(t\mathbf{x}) > t f(\mathbf{x})$ for alle $t > 1$ eller (iii) *avtakende skalaavkastning* $f(t\mathbf{x}) < t f(\mathbf{x})$ for alle $t > 1$.

En annen nyttig egenskap ved homogene funksjoner er gitt ved Euler's teorem.⁴

Teorem 5.1 (Euler's teorem) *En funksjon $f=f(\mathbf{x})$ er homogen av grad k*

³For definisjon på kvasikonkavitet se vedlegg A.3

⁴Euler's teorem kalles også for the adding-up theorem.

hvis og bare hvis

$$kf(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n \frac{\partial f(\mathbf{x})}{\partial x_i} x_i \quad \forall \mathbf{x}.$$

For bevis henvises det til vedlegg A.5.

Geometrisk tolkning

Homogene funksjoner har en nyttig geometrisk egenskap som vises dersom vi betrakter en funksjon $f : \mathbb{R}_+^2 \rightarrow \mathbb{R}_+$. For å vise dette la utgangspunktet være nivåkurver, som i produksjonsteorien benevnes isokvanter. En isokvant viser hvordan ulike mengder av innsatsfaktorene x_1 og x_2 kan kombineres til å produsere mengden c . Langs isokvanten vil produksjonsmengden være konstant.

I den videre diskusjonen tas utgangspunkt i fire punkter i (x_1, x_2) -planet, $\mathbf{x}^j = (x_1^j, x_2^j)$, $j = 1, 2, 3, 4$. Anta videre at $\mathbf{x}^3 = t\mathbf{x}^1$ og $\mathbf{x}^4 = t\mathbf{x}^2$ for alle $t > 0$. x_2 vil være en implisitt funksjon av x_1 , med andre ord

$$f(x_1^j, x_2^j(x_1^j)) \equiv c. \quad (5.1)$$

Helningen i punktet \mathbf{x}^1 finnes ved å derivere identiteten (5.1), hvilket gir

$$\frac{\partial x_2^1}{\partial x_1^1} = -\frac{\partial f(\mathbf{x}^1)/\partial x_1^1}{\partial f(\mathbf{x}^1)/\partial x_2^1}. \quad (5.2)$$

Helningen på isokvanten betegnes med MRTS (Marginal Rate of Technical Substitution); den marginale tekniske substitusjonsraten. $\text{MRTS}_{ij}(\mathbf{x})$ angir hvordan man kan substituere mellom innsatsfaktor x_i og x_j gitt at produksjonsnivået holdes uendret og innsatsvektoren er gitt ved \mathbf{x} .

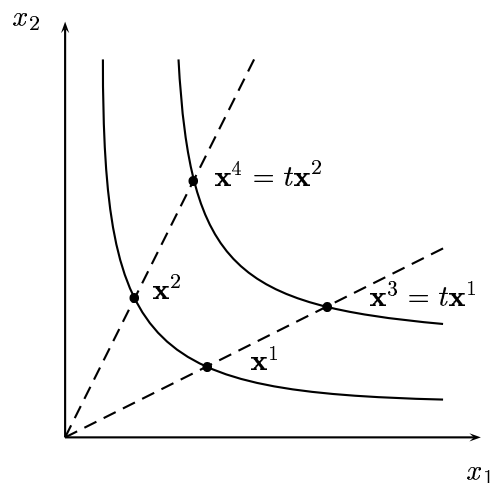
På tilsvarende måte er helningen i punktet \mathbf{x}^3 gitt ved

$$-\frac{\partial f(\mathbf{x}^3)/\partial x_1^3}{\partial f(\mathbf{x}^3)/\partial x_2^3}. \quad (5.3)$$

Fordi det ble antatt at $\mathbf{x}^3 = t\mathbf{x}^1$ kan (5.3) skrives som

$$-\frac{\partial f(t\mathbf{x}^1)/\partial x_1^1}{\partial f(t\mathbf{x}^1)/\partial x_2^1}.$$

Bruk nå egenskapen om at en funksjon som er homogen av grad k vil ha partiell



Figur 5.1: En homogen funksjon av grad k er slik at langs enhver stråle fra origo vil helningen til nivåkurvene være den samme. Avstanden mellom punktene \mathbf{x}^1 og \mathbf{x}^3 og mellom punktene \mathbf{x}^2 og \mathbf{x}^4 er lik parameteren t .

deriverte som er homogene av grad $k - 1$.

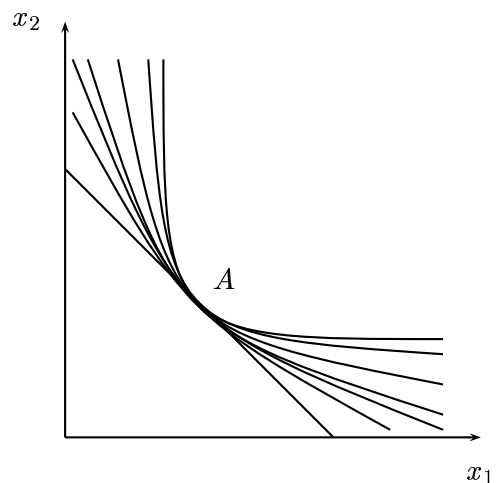
$$-\frac{\partial f(t\mathbf{x}^1)/\partial x_1^1}{\partial f(t\mathbf{x}^1)/\partial x_2^1} = -\frac{t^{k-1}\partial f(\mathbf{x}^1)/\partial x_1^1}{t^{k-1}\partial f(\mathbf{x}^1)/\partial x_2^1} \quad (5.4)$$

$$= -\frac{\partial f(\mathbf{x}^1)/\partial x_1^1}{\partial f(\mathbf{x}^1)/\partial x_2^1}. \quad (5.5)$$

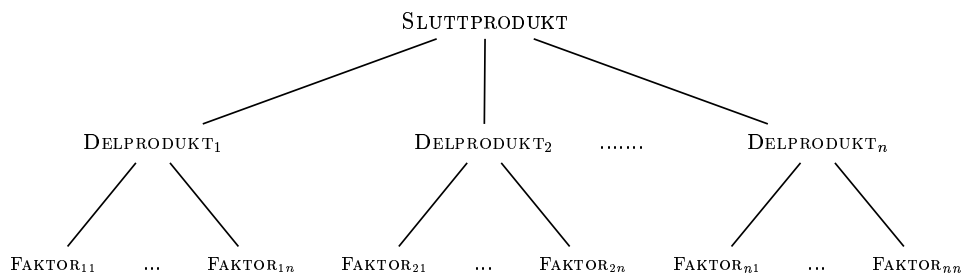
Helningen i punktet \mathbf{x}^1 er altså lik helningen i punktet \mathbf{x}^3 . Se ligningene (5.2) og (5.5). En av egenskapene til homogene funksjoner er med andre ord at helningen til nivåkurvene langs en hvilken som helst stråle fra origo er identisk langs hele strålen. Dette er illustrert i Figur 5.1. Det innebærer at dersom formen på én nivåkurve er kjent kan de andre nivåkurvene lett konstrueres fordi de alle har den samme formen.

Dersom en hvilken som helst nivåkurve er kjent og graden av homogenitet til en funksjon $f(\mathbf{x})$ er kjent, kan hele funksjonen kartlegges. Men ulike funksjoner kan ha den samme helningen i et bestemt punkt, mer presist; helningen til nivåkurvene i et bestemt punkt kan være den samme for ulike funksjoner. Se Figur 5.2. Det som skiller de ulike nivåkurvene i figuren er kurvaturen, noe som i produksjonsteorien benevnes med substitusjonselastisiteten (σ). Se seksjon 5.2.3). Jo lavere σ jo mer krummer nivåkurvene mot origo.

En konklusjon kan være at dersom vi har en homogen funksjon kan dens nivåkurver, og dermed funksjonen selv, beskrives ved å angi graden av homo-



Figur 5.2: De ulike nivåkurvene går gjennom A hvor de har samme helning. Men kurvene er imidlertid ikke sammenfallende i andre punkter på grunn av ulik kurvatur.



Figur 5.3: Eksempel på en separabel teknologi.

genitet og graden av krumming (det vil si substitusjonselastisiteten σ dersom funksjonen er en produktfunksjon).

5.2.2 Separabilitet

Chambers [1988] side 42 tilnærmer seg separabilitet ved å stille spørsmålet

Can the production process be broken into stages so that at each stage some inputs are used to make an intermediate input that is then used with other intermediate inputs to produce the final product?

Dersom svaret er "ja", har vi en separabel teknologi. Figur 5.3 viser et eksempel på en separabel teknologi.

Man snakker ofte om to typer av separabilitet: (i) *svak separabilitet* og (ii) *sterk separabilitet*. Definisjonen av de to begrepene gjøres ved hjelp av MRTS.

La $N = 1, \dots, n$ indeksere alle innsatsfaktorer. Anta videre at innsatsfaktorene kan deles inn i s gjensidig utelukkende delmengder, N_1, \dots, N_s . $N_1 \cup N_2 \cup \dots \cup N_s = \{1, 2, \dots, n\}$ og $i \in N_t \Rightarrow i \notin N_r$ for $r \neq t$.

Definisjon 5.2 (Svakt separabel) *En produktfunksjon $f(\mathbf{x})$ kalles svakt separabel dersom*

$$\frac{\partial(MRTS_{ij}(\mathbf{x}))}{\partial x_k} = 0$$

for alle $i, j \in N_s$ og $k \notin N_s$.

Definisjonen sier at produktfunksjonen er svak separabel dersom MRTS mellom to innsatsfaktorer i den samme delmengden er uavhengig av innsatsfaktorene i de andre delmengdene. Dersom $f(\mathbf{x})$ er strengt monoton og strengt kvasikonkav er den ovenforstående definisjonen ekvivalent med

$$f(\mathbf{x}) = F(f^1(\mathbf{x}^1), f^2(\mathbf{x}^2), \dots, f^s(\mathbf{x}^s)),$$

hvor F er strengt økende og kvasikonkav og $f^i(\mathbf{x}^i)$ ($\forall i$) er strengt monoton og kvasikonkav. $f^i(\mathbf{x}^i)$ kan nå tolkes som en aggregert innsatsfaktor samtidig som $f^i(\mathbf{x}^i)$ betraktes som en produktfunksjon. I Figur 5.3 vil med andre ord DELPRODUKT_i være lik $f^i(\mathbf{x}^i)$. Definisjonen på svak separabilitet pålegger føringen at $f^i(\mathbf{x}^i)$ for alle i , skal være uavhengige av hverandre. Det vil si at produksjonen av det enkelte delprodukt skal kunne foregå uavhengig av de andre.

Definisjon 5.3 (Sterkt separabel) *En produktfunksjon $f(\mathbf{x})$ kalles sterkt separabel dersom*

$$\frac{\partial(MRTS_{ij}(\mathbf{x}))}{\partial x_k} = 0$$

for alle $i \in N_s$, $j \in N_t$ og $k \notin N_s \cup N_t$ ($s \neq t$).

Sterk separabilitet innebærer at MRTS mellom to innsatsfaktorer fra ulike delmengder er uavhengig av alle innsatsfaktorene i de andre delmengdene. En sterkt separabel funksjon kan skrives som

$$f(\mathbf{x}) = F\left(\sum_{i=1}^s f^i(\mathbf{x}^i)\right).$$

En funksjon som er sterkt separabel vil også være svakt separabel.⁵

5.2.3 Substitusjonselastisitet

Generelt om elastisiteter

Anta $y = g(x)$. Elastisiteten av y mhp x gir informasjon om den prosentvise endringen i y som følge av en prosentvise endring i x . Formelt,

$$\epsilon_{yx} = \frac{\frac{\Delta y}{y}}{\frac{\Delta x}{x}} = \frac{\Delta y}{\Delta x} \frac{x}{y}.$$

La nå $\Delta \rightarrow 0$, det vil si vi nærmer oss den deriverte (fotskriften i ϵ droppes fra nå av),

$$\epsilon = \frac{dy}{dx} \frac{x}{y}.$$

Denne siste ligningen er ekvivalent med

$$\epsilon = \frac{d \ln y}{d \ln x}$$

forutsatt at $x, y > 0$.⁶ Allen [1938] skriver på side 252

The important property of the elasticity of a function is that it is a number which is independent of the units in which the variables are measured. This is clear since the elasticity is defined in terms of proportional changes which are necessarily independent of units.

Substitusjonselastisitet

I Figur 5.1 side 52 har isokvanten en negativ helning (angitt ved MRTS) samtidig som den krummer mot origo. Krummingen forteller oss at jo mindre man

⁵En interessant observasjon er at en teknologi som er sterkt separabel medfører at funksjonen $F(\cdot)$ fremstår som en lineær teknologi, det vil si at substitusjonselastisiteten er uendelig.

⁶For å bevise dette kan vi benytte oss av kjerneregelen, som i vårt tilfelle sier

$$\frac{d \ln y}{dx} = \frac{d \ln y}{d \ln x} \frac{d \ln x}{dx}.$$

Ved å derivere og omorganisere litt får vi

$$\begin{aligned} \frac{dy}{y} \frac{1}{dx} &= \frac{d \ln y}{d \ln x} \frac{1}{x} \\ \frac{d \ln y}{d \ln x} &= \frac{dy}{dx} \frac{x}{y} = \epsilon. \end{aligned}$$

i utgangspunktet bruker av en innsatsfaktor, jo vanskeligere vil det være å substituere seg ytterligere bort fra denne faktoren. Krummingen kalles for substitusjonselastisiteten (SE) (the elasticity of substitution) og angis vanligvis i litteraturen med σ .⁷

SE ble først introdusert av Hicks i 1932 (Hicks [1963])^{8,9} side 117 hvor han skriver

The "elasticity of substitution" is a measure of the ease with which the varying factor can be substituted for others.

Det var imidlertid Lerner [1933] som påpekte at SE faktisk var et mål på krummingen til isokvanten. En entydig definisjon på SE har vi kun i tilfellet med to faktorer, mens det for tilfellet med tre eller flere innsatsfaktorer eksisterer ulike definisjoner. La oss starte med to faktorer før vi ser på tre ulike definisjoner i tilfellet med n innsatsfaktorer.

To innsatsfaktorer Vi skal her skrive produktfunksjonen som $y = f(x_i, x_j)$ hvor $i, j = 1, 2$.

σ angir den prosentvise endringen i faktorforholdet x_j/x_i når $MRTS_{ij}(\mathbf{x})$ endres med én prosent, mens y holdes konstant. Formelt,

$$\sigma_{ij} \equiv \frac{d \ln(x_j/x_i)}{d \ln(f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x}))} = \frac{d(x_j/x_i)}{x_j/x_i} \frac{f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x})}{d(f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x}))} \quad (5.6)$$

⁷Jeg har etter hvert fått et ganske anstrengt forhold til SE. Dette skyldes flere faktorer, blant annet var begrepet mye mer komplisert og sammensatt enn hva jeg i utgangspunktet trodde. Begrepet SE er heller ikke et entydig begrep, selv om SE i og for seg er entydig når vi snakker om to innsatsfaktorer. Men ved flere enn to innsatsfaktorer slår idyllen sprekker i det litteraturen trekker i flere retninger både når det gjelder ulike definisjoner og tolkninger av hva det er vi egentlig måler. Jeg kommer ikke til å trekke frem alle mulige momenter omkring SE hvilket kunne være et arbeide i seg selv. Isteden kommer jeg til å konsentrere meg om det jeg mener er hovedlinjene i litteraturen. Det var med stor tilfredshet jeg leste den første setningen i artikkelen til de La Grandville [1997]

Among all economic concepts developed in this century, that of elasticity of substitution has had one of the most complicated and sinuous histories.

⁸Jeg henviser her til andre utgave av boken, men Section I, side 1 - 247, er "reprint" fra Hicks sin 1932-utgave.

⁹For ordens skyld bør det bemerkes at Robinson i sin bok fra 1933 (Robinson [1933]) også benytter dette begrepet. På side 256 skriver hun

It appears appropriate to call the proportionate change in the ratio of the amounts of the factors employed divided by the proportionate change in the ratio of their prices² to which it is due, the *elasticity of substitution*, by analogy with elasticity of demand or of supply.

hvor hun i fotnoten poengterer at denne tolkningen kun gjelder ved fullkommen konkurranse.

hvor $f_k = \partial f(\mathbf{x})/\partial x_k$ ($k = i, j$). I vedlegg B.1 blir det vist hvordan (5.6) fremkommer.

SE og kostnadsfunksjon Ved fullkommen konkurranse kan definisjonen (5.6) skrives ved hjelp av bedriftens kostnadsfunksjon. Denne er definert som

$$C(\mathbf{w}, y) \equiv \min_{\mathbf{x} \in \mathbb{R}_+^n} \mathbf{w}\mathbf{x} \quad \text{gitt } f(\mathbf{x}) \geq y. \quad (5.7)$$

\mathbf{w} er en vektor med faktorpriser $\mathbf{w} \gg \mathbf{0}$, \mathbf{x} er innsatsvektoren, $f(\mathbf{x})$ er produktfunksjonen og y er produksjonen.¹⁰ Bedriftens betingede faktoreterspørse¹¹ er gitt ved $\mathbf{x}(\mathbf{w}, y)$ og er løsningen på minimeringsproblemet slik at $C(\mathbf{w}, y) = \mathbf{w}\mathbf{x}(\mathbf{w}, y)$.

Førsteordensbetingelsene for minimeringsproblemet er gitt ved

$$w_i = \lambda \frac{\partial f(\mathbf{x})}{\partial x_i} \quad i = 1, \dots, n. \quad (5.8)$$

Ved å dividere ligning nr i med ligning nr j får vi

$$\frac{w_i}{w_j} = \frac{\partial f(\mathbf{x})/\partial x_i}{\partial f(\mathbf{x})/\partial x_j}.$$

Dette uttrykket sier oss at i optimum vil prisforholdet mellom faktorene i og j være lik MRTS, noe som gjør at (5.6) kan skrives som

$$\sigma_{ij} = \frac{d(x_j/x_i)}{x_j/x_i} \frac{w_i/w_j}{d(w_i/w_j)}. \quad (5.6')$$

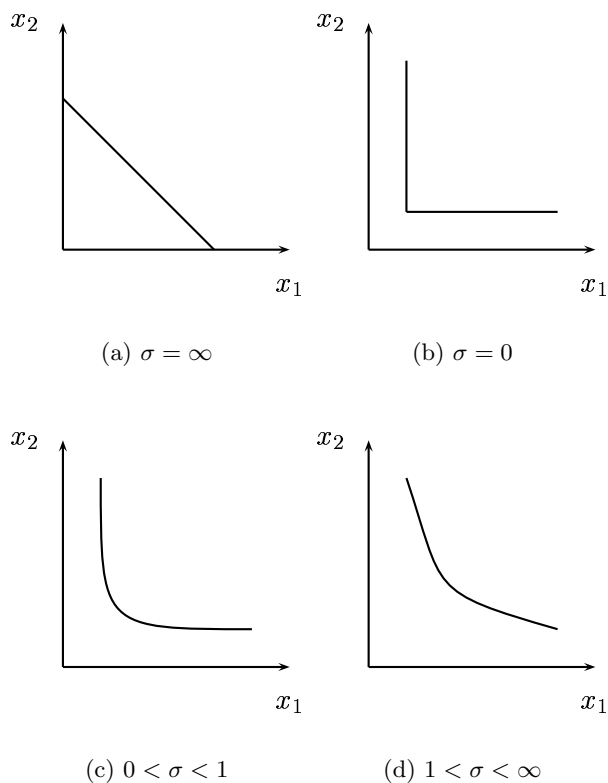
Generelt vil det være slik at jo lavere σ er, jo vanskeligere vil det være å substituere mellom faktorene, mens jo høyere σ er, jo lettere er substitusjonen.¹² Figur 5.4 viser dette for tilfellet med to faktorer. I Figur 5.4(a) er isokvantene

¹⁰ $\mathbf{w} \gg \mathbf{0}$ betyr at hver enkelt komponent i vektoren \mathbf{w} er strengt større enn null.

¹¹Vi sier at den er betinget fordi den er avhengig av produksjonsnivået y .

¹²Hicks [1963] s 117 skriver

If the same quantity of the factor is required to give a unit of the product, in any circumstances whatever, then its elasticity of substitution is zero. If all the factors employed are for practical purposes identical, so that the varying factor can be substituted for any co-operating factor without any trouble at all, then the elasticity of substitution is infinite. The case where the elasticity of substitution is unity can only be defined in words by saying that in this case (initially, before any consequential changes in the supply of other factors takes place) the increase in one factor will raise the marginal product of all other factors taken together in the same proportion as the total product is raised.



Figur 5.4: Nivåkurvens krumming avhenger av substitusjonselastisiteten σ .

lineære og vi har perfekt substitusjon mellom faktorene; $\sigma = \infty$. I Figur 5.4(b) må faktorene brukes i et fast forhold og substitusjon vil dermed være umulig og følgelig må $\sigma = 0$. For $0 < \sigma < 1$ vil isokvanten gå asymptotisk mot aksene. Se Figur 5.4(c). I den siste figuren er σ større enn en men mindre enn uendelig, og isokvanten vil skjære aksene.

Et alternativt uttrykk for SE er gitt ved

$$\sigma_{ij} = \frac{f_i f_j (f_i x_i + f_j x_j)}{x_i x_j (2 f_{ij} f_i f_j - f_{ii} f_j^2 - f_{jj} f_i^2)}, \quad (5.9)$$

hvor $f_k = \partial f(\mathbf{x}) / \partial x_k$ ($k = i, j$).¹³ I vedlegg B.2 blir overgangen mellom uttrykkene (5.6) og (5.9) vist.

¹³Dette var Hicks' definisjon (Hicks [1963] s 245). Men ettersom han definerte SE i tilfellet med konstant skalautbytte forenkles definisjonen til

$$\sigma_{ij} = \frac{f_i f_j}{f_{ij} y}.$$

Dersom vi betrakter to innsatsfaktorer i og j kan vi merke oss at $\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{x})$ er gitt ved

$$\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{x}) = \begin{pmatrix} 0 & f_i & f_j \\ f_i & f_{ii} & f_{ij} \\ f_j & f_{ji} & f_{jj} \end{pmatrix}. \quad (5.10)$$

Se vedlegg A.3.1. For en kvasikonkav produktfunksjon må determinanten til $\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{x})$ være større enn null.¹⁴

$$\begin{aligned} \det(\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{x})) &= \bar{\mathbf{H}} = \begin{vmatrix} 0 & f_i & f_j \\ f_i & f_{ii} & f_{ij} \\ f_j & f_{ji} & f_{jj} \end{vmatrix} \\ &= 0 \begin{vmatrix} f_{ii} & f_{ij} \\ f_{ji} & f_{jj} \end{vmatrix} - f_i \begin{vmatrix} f_i & f_{ij} \\ f_j & f_{jj} \end{vmatrix} + f_j \begin{vmatrix} f_i & f_{ii} \\ f_j & f_{ji} \end{vmatrix} \\ &= -f_i(f_i f_{jj} - f_j f_{ij}) + f_j(f_i f_{ji} - f_j f_{ii}), \end{aligned}$$

og ved hjelp av Young's teorem (se side 121) får vi

$$\det(\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{x})) = 2f_i f_j f_{ij} - f_{ii} f_j^2 - f_{jj} f_i^2. \quad (5.11)$$

Det interessante i denne sammenheng er at determinanten til $\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{x})$ er identisk med uttrykket i parentesen i nevneren i den alternative definisjonen vi ga av SE. Se uttrykk (5.9). Med andre ord sier dette oss at $\sigma_{ij} > 0$.

Ut fra matrisen $\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{x})$ gitt i (5.10), samt Young's teorem, ser vi at $\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{x})$ er symmetrisk om (hoved)diagonalen. Spørsmålet blir hvorvidt dette kan si oss noe om SE. Det første vi kan merke oss er at leddet $f_i f_j$ i (5.9) er kofaktoren til f_{ij} i $\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{x})$, det vil si C_{ij} .¹⁵ Vi kan nå skrive (5.9) som

$$\sigma_{ij} = \frac{f_i x_i + f_j x_j}{x_i x_j} \frac{C_{ij}}{\bar{\mathbf{H}}}. \quad (5.9')$$

På grunn av symmetri har vi at $C_{ij} = C_{ji}$ noe som impliserer at $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$.

La oss oppsummere. Dersom produktfunksjonen er kvasikonkav har vi at $0 < \sigma_{ij} < \infty$ og at $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$ ($i \neq j$).

¹⁴Vi merker oss at den andre ledende underdeterminanten er mindre enn null. Det vil si $\begin{vmatrix} 0 & f_i \\ f_i & f_{ii} \end{vmatrix} = -f_i^2 \leq 0$. Rent matematisk vil dette alltid være oppfylt uavhengig av fortegnet på marginalproduktet, det vil si uavhengig av hvorvidt $f_k(\mathbf{x}) \geq 0$. Men i produksjonsteorien forutsetter vi som oftest at $f_k(\mathbf{x}) \geq 0$, det vil si at dersom vi øker innsatsen av faktor k antar vi at output vil øke, eller i det minste forbli uendret.

¹⁵For definisjon av kofaktor, se side 121.

Flere enn to innsatsfaktorer Når det er flere enn to innsatsfaktorer finnes det flere definisjoner på SE. I litteraturen gjør seg gjeldende (i) The Direct Elasticity of Substitution (DES), (ii) The Allen Partial Elasticity of Substitution (AES) og (iii) The Morishima Elasticity of Substitution (MES).¹⁶ Vi skal først gi en kort beskrivelse av de tre definisjonene før det avslutningsvis trekkes frem noen sentrale ”konflikter” mellom de.

The Direct Elasticity of Substitution DES mellom to faktorer i og j er en generalisering av tilfellet med to faktorer. Mer spesifikt anvender vi tofaktordefinisjonen parvis på de ulike innsatsfaktorene, altså

$$\sigma_{ij}^D = \frac{f_i f_j (x_i f_i + x_j f_j)}{x_i x_j (f_{ii} f_j^2 - 2 f_{ij} f_i f_j + f_{jj} f_i^2)} \quad 0 < \sigma_{ij}^D < \infty$$

hvor y og x_k ($k \neq i, j$) holdes konstant. Merk at definisjonen ser helt bort fra muligheten for eventuelle krysseffekter¹⁷ mellom ulike innsatsfaktorer. Denne tilnærmingen er gitt i McFadden [1963]. Dette er den definisjonen vi har brukt i uttrykkene (5.6) og (5.9).

The Allen Partial Elasticity of Substitution AES ble innført av Allen [1938], mens Uzawa [1962] videreutviklet den.

$$\sigma_{ij}^A = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i C_{ij}}{x_i x_j \bar{\mathbf{H}}} \quad -\infty < \sigma_{ij}^A < \infty \quad (5.12)$$

hvor

$$\bar{\mathbf{H}} = \begin{vmatrix} 0 & f_1 & \cdots & f_n \\ f_1 & f_{11} & \cdots & f_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_n & f_{n1} & \cdots & f_{nn} \end{vmatrix}$$

og C_{ij} er kofaktoren til f_{ij} i $\bar{\mathbf{H}}$. AES har ingen enkel tolkning, men ved å gjøre noen manipulasjoner, kan AES gis en økonomisk tolkning.

¹⁶To andre definisjoner som (av og til) dukker opp i litteraturen, eksempelvis i Alfsen, Bye og Holmøy [1996], er The Shadow Elasticity of Substitution (SES) og er gitt i McFadden [1963], mens den andre definisjonen er en videreutvikling av SES og betegnes med The Directional Shadow Elasticity of Substitution (DSES). DSES kan føres tilbake til Frenger [1978]. For definisjoner på SES og DSES henvises det til for eksempel Frenger [1992] hvor forfatteren også gir oversikt over egenskapene til DSES, og hvor det blir vist at SES er et spesialtilfelle av DSES.

¹⁷Med ”krysseffekter” menes effekter mellom to eller flere innsatsfaktorer som virker inn på produksjonen og som vil forsvinne dersom en eller flere av faktorene forsvinner.

Vi starter med å merke oss følgende to viktige forhold. For det første har vi fra førsteordensbetingelsen (5.8) at $f_i = w_i/\lambda$. For det andre er

$$\frac{C_{ij}}{\lambda \bar{\mathbf{H}}} = \frac{\partial x_i}{\partial w_j}. \quad (5.13)$$

Se vedlegg B.3. Dermed kan (5.12) skrives som

$$\begin{aligned} \sigma_{ij}^A &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{x_i x_j} \frac{C_{ij}}{\lambda \bar{\mathbf{H}}} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i w_i}{x_i x_j} \frac{\partial x_i}{\partial w_j}. \end{aligned} \quad (5.12')$$

I den videre manipulasjonen gjøres bruk av følgende tre forhold. (i) Fra Shepard's lemma (se side 122) har vi

$$x_k(\mathbf{w}, y) = \frac{\partial C(\mathbf{w}, y)}{\partial w_k}.$$

(ii) Fordi $C(\mathbf{w}, y)$ er homogen av grad én (se for eksempel Jehle og Reny [1998] side 230) gir Eulers teorem

$$\sum_{i=1}^n x_i(\mathbf{w}, y) w_i = \sum_{i=1}^n C_i(\mathbf{w}, y) w_i = C(\mathbf{w}, y).$$

(iii) Til slutt

$$\frac{\partial x_i}{\partial w_j} = \frac{\partial}{\partial w_j} (C_i(\mathbf{w}, y)) = C_{ij}(\mathbf{w}, y).$$

(5.12') kan dermed formuleres som

$$\sigma_{ij}^A = \frac{C(\mathbf{w}, y) C_{ij}(\mathbf{w}, y)}{C_i(\mathbf{w}, y) C_j(\mathbf{w}, y)}. \quad (5.12'')$$

Videre vises i vedlegg B.3 at (5.12'') er ekvivalent med

$$\sigma_{ij}^A = \frac{\epsilon_{ij}}{\theta_j}. \quad (5.12''')$$

$$\theta_j = \frac{w_j x_j(\mathbf{w}, y)}{C(\mathbf{w}, y)}$$

er den andelen av kostnadene som benyttes på faktor j , og

$$\epsilon_{ij} = \frac{\partial \ln x_i}{\partial \ln w_j} = \frac{\partial x_i}{\partial w_j} \frac{w_j}{x_i}$$

er etterspørselselastisiteten av faktor i mhp prisen på faktor j .

The Morishima Elasticity of Substitution Litteraturen beskriver at Morishima [1967] og Blackorby og Russell [1975] uavhengig av hverandre utviklet denne varianten som etter hvert ble betegnet som The Morishima Elasticity of Substitution (MES).¹⁸ Som AES kommer MES i mange utgaver. Vi skal vise den formen som synes mest naturlig i litteraturen, nemlig ved hjelp av kostnadsfunksjonen.

$$\sigma_{ij}^M = \frac{w_i C_{ij}(\mathbf{w}, y)}{C_j(\mathbf{w}, y)} - \frac{w_i C_{ii}(\mathbf{w}, y)}{C_i(\mathbf{w}, y)} \quad (5.14)$$

$$= \epsilon_{ji} - \epsilon_{ii}. \quad (5.15)$$

Fra (5.15) ser vi at MES kan defineres som forskjellen mellom krysspriselas-tisiteten og egenpriselasiteten. Det kan til slutt bemerkes at MES ikke er symmetrisk slik som AES, det vil si $\sigma_{ij}^M \neq \sigma_{ji}^M$.¹⁹

Hvilken elastisitet er den korrekte? Blackorby og Russell [1989] skriver at AES har vært den elastisitetsformen som har vært mest benyttet i empiriske studier innenfor produksjon- og konsumstudier.²⁰ I samme artikkel hevder forfatterne at AES ikke er i tråd med den opprinnelige definisjonen som Hicks hadde i tankene. Isteden argumenterer de for at MES er det korrekte målet på SE. På side 882 skriver de om AES

while the AES reduces to the original Hicksian concept in the two-dimensional case, in general it preserves *none* of the salient properties of the Hicksian notion. In particular, the Allen elasticity of substitution (i) is *not* a measure of the "ease" of substitution, or curvature of the isoquant, (ii) provides *no* information about relati-

¹⁸Jeg har ikke vært i stand til å verifisere innholdet i disse to referansene. Morishimas artikkel er skrevet på japansk og er aldri blitt oversatt til engelsk (i følge den litteraturen jeg har sett). Blackorby og Russell sitt arbeide fra 1975 har jeg ikke greidd å skaffe til veie.

¹⁹Dersom $\sigma_{ij}^A > 0$ eller $\sigma_{ij}^M > 0$ er faktorene i og j substitutter, mens de er komplementære dersom $\sigma_{ij}^A < 0$ eller $\sigma_{ij}^M < 0$. Merk at AES og MES kan klassifisere to faktorer ulikt; for eksempel kan AES angi to faktorer som substitutter mens MES kan angi dem som komplementære.

²⁰Det finnes en litteratur som ved empiri sammenligner noen av de ulike definisjonene vi har sett på. Det vil si at man for det samme datagrunnlaget regner ut substitusjonselastisiteter, for eksempel AES og MES, og sammenligner disse. Eksempelvis gjelder dette artikkelen til Okunade [1999] som bruker den norske tannlege"industrien" som eksempel. Okunade deler sine data fra 1993 inn i to deler alt etter hvorvidt dataene er fra enkeltmannspraksis eller gruppepraksis. Han estimerer deretter AES, MES og SES for innsatsfaktorene tannlege (D), tannlegeassistent (DS) og tannlegeutstyr (S). Blant resultatene Okunade finner er: (i) they [AES, MES og SES] are not equivalent. (ii) [...], dentists and auxiliary dental personnel are statistically significant complements in group practices and substitutes in solo ones. (iii) [...], there appears to be a greater scope for pairwise factor substitutions in Norwegian group than solo practices.

ve factor shares (the purpose for which the elasticity of substitution was originally defined), and (iii) *cannot* be interpreted as a (logarithmic) derivative of a quantity ratio with respect to a price ratio (or the marginal rate of substitution). As a quantitative measure, it has no meaning; as a qualitative measure, it adds no information to that contained in the (constant output) cross-price elasticity. In short, the AES is (incrementally) completely uninformative.

Om egenskapene til MES skriver de på side 883

(i) *is* a measure of curvature, or ease of substitution, (ii) *is* a sufficient statistic for assessing — quantitatively as well as qualitatively — the effects of changes in price or quantity ratios on relative factor shares, and (iii) *is* a logarithmic derivative of a quantity ratio with respect to a marginal rate of substitution or a price ratio.

de La Grandville [1997] viser at det ikke er en sammenheng mellom isokvants kurvatur og SE. I ”abstract” til artikkelen skriver han

This paper demonstrates that, contrary to deeply rooted beliefs, there is no link between curvature and the elasticity of substitution. We show that there is no direct, nor inverse, relationship between the two concepts, if curvature of the isoquant is defined either in its strict mathematical sense or as the isoquant’s second derivative.

5.2.4 Transformasjonselastisitet

Vanligvis skriver vi produktfunksjonen som

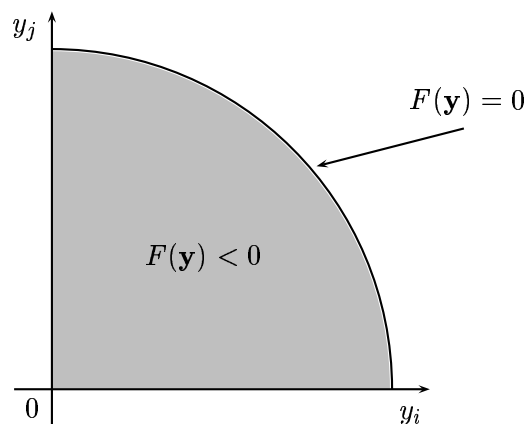
$$y = f(\mathbf{x}) \tag{5.16}$$

hvor y er output, $f(\cdot)$ er funksjonen og \mathbf{x} er inputvektoren. (5.16) kan vi også skrive på implisitt form,

$$y - f(\mathbf{x}) = 0. \tag{5.16'}$$

Optimal utnyttelse av ressursene er gitt ved (5.16’), mens en ineffektiv produksjon finner sted dersom $y - f(\mathbf{x}) < 0$. Dersom en bedrift produserer flere forskjellige output ved hjelp av mange innsatsfaktorer, kan vi definere en effektiv produksjonen som

$$F(\mathbf{y}) = 0 \tag{5.17}$$



Figur 5.5: Transformasjonskurven mellom output i og j .

hvor $\mathbf{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)$, $F(\cdot)$ er transformasjonsfunksjonen og y_i er netto output av gode i . Dersom $y_i > 0$ er gode i netto output mens $y_i < 0$ indikerer at gode i er netto input.

Dersom vi nå ønsker å sammenligne endringer i for eksempel y_i og y_j , får vi fire tilfeller: (i) $y_i < 0$ og $y_j < 0$, (ii) $y_i < 0$ og $y_j > 0$ (iii) $y_i > 0$ og $y_j < 0$ og (iv) $y_i > 0$ og $y_j > 0$. Det interessante i vår sammenheng er ”ytterpunktene” (i) og (iv). dy_j/dy_i er gitt ved

$$\frac{dy_j}{dy_i} = - \frac{\partial F(\mathbf{y})/\partial y_i}{\partial F(\mathbf{y})/\partial y_j} \quad (5.18)$$

gitt at $y_\ell = 0$ ($\ell \neq i, j$).

I tilfelle (i) vil (5.18) gi helningen på isokvanten, det vil si at (5.18) er den marginale tekniske substitusjonsraten (MRTS). Jf side 51. I tilfelle (iv), hvor både y_i og y_j er netto produserte goder, vil (5.18) angi helningen på transformasjonskurven som er definert slik at $F(\mathbf{y}) = 0$. Se Figur 5.5. Helningen betegnes den marginale transformasjonsraten (Marginal Rate of Transformation – MRT). MRT er et mål på hvor mye produksjonen av gode i kan økes dersom produksjonen av gode j reduseres marginalt. Med andre ord holdes alle y_ℓ ($\ell \neq i, j$) konstant mens man varierer i og j .

Nå som vi har sett analogien mellom MRTS og MRT kan vi postulere den tilhørende analogien mellom substitusjonselastisiteten (SE) og transformasjonselastisiteten (TE). På side 56 definerte vi SE som forholdet mellom den relative endringen i faktorforholdet x_j/x_i og den tilhørende relative endringen i den marginale tekniske transformasjonsraten. TE kan vi analogt definere som for-

holdet mellom den relative endringen i outputforholdet y_j/y_i og den tilhørende relative endringen i den marginale transformasjonsraten.^{21, 22}

5.2.5 Produktfunksjoner av typen Constant Elasticity of Substitution (CES)

Før vi ser på CES-produktfunksjoner skal vi se på to andre funksjonsklasser, nemlig (i) Cobb-Douglas og (ii) Leontief. Begge disse to funksjonstypene har egenskaper som gjør at de er mye brukt i både teoretisk og empirisk arbeider. En annen grunn til å studere disse først er at vi senere skal vise at funksjoner av typen Cobb-Douglas og Leontief begge vil være spesialtilfeller av CES-typen.

Cobb-Douglas-funksjon

Cobb-Douglas-funksjonen har sitt opphav i et arbeide av Cobb og Douglas fra 1928 (Cobb og Douglas [1928]). Douglas studerte sammenhengen mellom produksjon, arbeidskraft og kapital i industrien i USA mellom 1899 og 1922. For å finne en funksjonstype som kunne beskrive de empiriske data på en tilfredsstillende måte fikk han hjelp av matematikeren Cobb, og sammen fant de frem til den funksjonstypen som fikk betegnelsen Cobb-Douglas.²³

²¹Formelt får vi her en forskjell i fortegnet som følge av at isokvanten er konveks mens transformasjonsfronten er konkav.

²²På samme måte som vi har CES-funksjoner, som gir oss en konstant SE, har vi Constant Elasticity of Transformation (CET)-relasjoner, som følgelig gir oss en konstant TE, se for eksempel Powell og Gruen [1968].

²³Douglas [1976] er en fin oversiktsartikkel over utarbeidelsen og testingen av Cobb-Douglas-funksjonen. Douglas skriver også om all den kritikken han fikk i forbindelse med funksjonen og som nesten fikk han til å gi opp arbeidet med testing av funksjonen. Han skriver på side 905

They [Horst Mendershausen og Ragnar Frisch] urged that so few observations were involved that any mathematical relationship was purely accidental and not causal. They believed sincerely that the analysis should be abandoned and, in the words of Medershausen, that all past work should be torn up and consigned to the wastepaper basket.

This was also the general sentiment among senior American economists, and nowhere was it held more strongly than among my colleagues at the University of Chicago.

I den samme artikkelen underbygger Douglas sin funksjon ved å henvise til en rekke empiriske arbeider; blant annet en studie fra Norge gjennomført av Griliches og Ringstad i 1971 på tallmateriale fra 1963. Konklusjonen i arbeidet til Griliches og Ringstad er at "that it is very hard to improve upon the simple Cobb-Douglas form".

Cobb-Douglas-funksjonen er gitt ved

$$y = f(\mathbf{x}) = A \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i} \quad A > 0, 0 < \alpha_i < 1, \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1. \quad (5.19)$$

En av egenskapene til Cobb-Douglas-funksjonen er at den er homogen av grad én, hvilket innebærer en teknologi med konstant skalautbytte. Dersom vi fjerner kravet om at $\sum_i \alpha_i = 1$ vil funksjonen i (5.19) være homogen av grad $\sum_i \alpha_i$. Vi kan da ha to muligheter: (i) $\sum_i \alpha_i < 1$ hvilket betyr avtakende skalautbytte eller (ii) $\sum_i \alpha_i > 1$ noe som medfører at teknologien har økende skalautbytte.

For at $f(\mathbf{x})$ skal være positiv kreves det at *alle* innsatsfaktorene x_i ($i = 1, \dots, n$) brukes i en strengt positiv mengde i produksjonsprosessen. Vi har da at $f(\mathbf{x}) \geq 0$ for alle $\mathbf{x} \in \mathbb{R}_+^n$ og $f(\mathbf{x}) > 0$ for alle $\mathbf{x} \in \mathbb{R}_{++}^n$.²⁴

Hva skjer med $f(\mathbf{x})$ dersom vi endrer mengden av innsatsfaktor j , med andre ord vi ser på marginalproduktet til faktor j .

$$\begin{aligned} \frac{\partial f(\mathbf{x})}{\partial x_j} &= A \alpha_j x_j^{\alpha_j - 1} \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i} && (i \neq j) \\ &= A \frac{\alpha_j}{x_j} x_j^{\alpha_j} \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i} && (i \neq j) \\ &= \frac{\alpha_j}{x_j} A \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i} && i = 1, \dots, n \\ &= \frac{\alpha_j}{x_j} f(\mathbf{x}). \end{aligned}$$

Vi har at

$$\frac{\partial f(\mathbf{x})}{\partial x_j} > 0 \quad \forall \mathbf{x} \in \mathbb{R}_{++}^n$$

hvilket betyr at Cobb-Douglas-funksjonen er strengt økende.

Den marginale substitusjonsraten mellom to innsatsfaktorer er ved Cobb-Douglas-funksjonen gitt ved

$$\begin{aligned} MRTS_{ij}(\mathbf{x}) &= \frac{\partial f(\mathbf{x})/\partial x_i}{\partial f(\mathbf{x})/\partial x_j} \\ &= \frac{f(\mathbf{x})(\alpha_i/x_i)}{f(\mathbf{x})(\alpha_j/x_j)} = \frac{\alpha_i}{\alpha_j} \frac{x_j}{x_i}. \end{aligned} \quad (5.20)$$

Hva kan vi si om konkaviteten/konveksiteten til Cobb-Douglas-funksjonen?²⁵

²⁴ $\mathbb{R}_{++}^n \equiv \{(x_1, \dots, x_n) \mid x_i > 0, i = 1, \dots, n\}$

²⁵I utgangspunktet ønsker vi at funksjonen skal være konkav. Dette skyldes blant annet at

Betrakt funksjonen

$$y = f(\mathbf{x}) = A \prod_{i=1}^n x_i^{\alpha_i} = x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2},$$

det vil si med $n = 2$ og $A = 1$. Hesse-matrisen er gitt ved

$$\mathbf{H}(\mathbf{x}) = \begin{pmatrix} \alpha_1(\alpha_1 - 1)x_1^{\alpha_1-2}x_2^{\alpha_2} & \alpha_1\alpha_2x_1^{\alpha_1-1}x_2^{\alpha_2-1} \\ \alpha_1\alpha_2x_1^{\alpha_1-1}x_2^{\alpha_2-1} & \alpha_2(\alpha_2 - 1)x_1^{\alpha_1}x_2^{\alpha_2-2} \end{pmatrix}.$$

For at funksjonen skal være konkav kreves det at Hesse-matrisen er negativ definit, hvilket vi kan kontrollere ved å se på fortegnene til de ledende prinsipale underdeterminantene \mathbf{H}_{11} og \mathbf{H}_{22} . Disse må alternerere i fortegn med $\det(\mathbf{H}_{11}) < 0$ og $\det(\mathbf{H}_{22}) > 0$. $\mathbf{H}_{11} = \alpha_1(\alpha_1 - 1)x_1^{\alpha_1-2}x_2^{\alpha_2}$. For at denne determinanten skal være negativ må vi ha at $\alpha_1(\alpha_1 - 1) < 0$ siden $x_1, x_2 \in \mathbb{R}_{++}^2$. Den andre ledende prinsipale determinanten, $\mathbf{H}_{22} = \alpha_1\alpha_2(1 - \alpha_1 - \alpha_2)x_1^{2\alpha_1-2}x_2^{2\alpha_2-2}$, må være positiv for at Hesse-matrisen skal være negativ definit. Dette gir oss at $\alpha_1\alpha_2(1 - \alpha_1 - \alpha_2) > 0$ da $x_1, x_2 \in \mathbb{R}_{++}^2$.

Altså: for at Cobb-Douglas-funksjonen (i vårt tilfelle) skal være konkav kreves det at (i) $\alpha_1(\alpha_1 - 1) < 0$ og (ii) $\alpha_1\alpha_2(1 - \alpha_1 - \alpha_2) > 0$. Den første betingelsen impliserer at $\alpha_1 < 1$. Matematisk sier den andre betingelsen at produktet av to ledd må være positivt. Vi vet da at enten må begge leddene være positive eller begge leddene må være negative. Men ut fra betingelsen (i) fant vi at $\alpha_1 < 1$, og det følger da umiddelbart at det første leddet i betingelse (ii), $\alpha_1\alpha_2$ må være positivt, med andre ord $\alpha_1, \alpha_2 > 0$. Dermed har vi at også det andre leddet i (ii) må være positivt og det følger da at $\alpha_1 + \alpha_2 < 1$. Denne siste betingelsen kan utvides til $\alpha_1 + \alpha_2 \leq 1$.

La oss oppsummere. Betingelsen for at Cobb-Douglas-funksjonen skal være konkav er at

$$0 < \alpha_1 < 1 \wedge \alpha_1 + \alpha_2 \leq 1 \Rightarrow 0 < \alpha_2 < 1.$$

I økonomiske termer sier dette oss at Cobb-Douglas-funksjonen vil være konkav dersom graden av homogenitet (uttrykt ved $\alpha_1 + \alpha_2$) er mindre eller lik én, det vil si dersom teknologien som ligger til grunn for produktfunksjonen innehar avtakende eller konstant skalautbytte.

Men hva kan vi si om konkavitetsegenskapen dersom homogeniteten er større enn 1, det vil si at teknologien innehar økende skalautbytte. Det mest nærliggende blir da å teste på kvasikonkavitet. Den bordede Hesse-matrisen er gitt

funksjonen da vil få, litt løst formulert, et maksimalpunkt i et gitt intervall samtidig som den andrederiverte er negativ hvilket impliserer et avtakende marginalprodukt.

ved

$$\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{x}) = \begin{pmatrix} 0 & \alpha_1 x_1^{\alpha_1-1} x_2^{\alpha_2} & \alpha_2 x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2-1} \\ \alpha_1 x_1^{\alpha_1-1} x_2^{\alpha_2} & \alpha_1(\alpha_1-1)x_1^{\alpha_1-2} x_2^{\alpha_2} & \alpha_1 \alpha_2 x_1^{\alpha_1-1} x_2^{\alpha_2-1} \\ \alpha_2 x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2-1} & \alpha_1 \alpha_2 x_1^{\alpha_1-1} x_2^{\alpha_2-1} & \alpha_2(\alpha_2-1)x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2-2} \end{pmatrix}. \quad (5.21)$$

Kravet for kvasikonkavitet er i vårt tilfelle at determinanten til $\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{x})$ skal være positiv (se side 118). Determinanten er gitt ved $(\alpha_1^2 \alpha_2 + \alpha_1 \alpha_2^2) x_1^{3\alpha_1-2} x_2^{3\alpha_2-2}$ og som vi umiddelbart ser vil være strengt større enn null da $\alpha_1, \alpha_2, x_1, x_2 > 0$. Da konkavitet impliserer kvasikonkavitet har vi følgende resultat: Cobb-Douglas-funksjonen vil (i) være konkav dersom graden av homogenitet er mindre eller lik én (avtakende eller konstant skalautbytte) og (ii) alltid være kvasikonkav²⁶ uavhengig av homogenitetsgrad (avtakende, konstant eller økende skalautbytte).

Før vi går over på funksjoner av Leontief-typen skal vi avslutte fremstillingen av Cobb-Douglas-funksjoner ved å fokusere på en av dens egenskaper som også kan ses på som en av dens svakheter, nemlig at substitusjonselastisiteten (målt ved AES) er konstant og lik 1. Dette kan vi vise ved å ta utgangspunkt i definisjonen av AES (5.12) og den bordede Hesse-matrisen (5.21).

$$\begin{aligned} \sigma_{12}^A &= \frac{\sum_{i=1}^2 x_i f_i}{x_i x_j} \frac{C_{12}}{\bar{\mathbf{H}}} \\ &= \frac{(\alpha_1 + \alpha_2) x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2}}{x_1 x_2} \frac{\alpha_1 \alpha_2 (x_1^{2\alpha_1-1} x_2^{2\alpha_2-1})}{\alpha_1 \alpha_2 (\alpha_1 + \alpha_2) (x_1^{3\alpha_1-2} x_2^{3\alpha_2-2})} \\ &= \frac{\alpha_1 \alpha_2 (\alpha_1 + \alpha_2)}{\alpha_1 \alpha_2 (\alpha_1 + \alpha_2)} \\ &= 1. \end{aligned}$$

SE er uavhengig av summen av α_i , det vil si av homogeniteten/skalaegenskapen til teknologien. Dette er en egenskap ved Cobb-Douglas som legger strenge restriksjoner på beskrivelsen av teknologien til en produksjonsenhet da den parvise SE mellom alle innsatsfaktorene er identisk og altså lik 1.

Leontief-funksjon

Leontief-funksjoner har sitt opphav i Input-Output-analysene (kryssløpsanalyse) som Wassily Leontief begynte å arbeide med i 1930-årene.²⁷ For bedre å forstå

²⁶Det følger da umiddelbart at funksjonens øvre nivåmengde er en konveks mengde.

²⁷Leontief fikk Nobelprisen i 1973 ”for the development of the input-output method and for its application to important economic problems”. Se

strukturen i funksjonen skal vi starte med å ta utgangspunkt i en Input-Output-matrise. En I-O-matrise for en økonomi med n industrier er gitt ved $n \times n$ -matrisen

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (5.22)$$

hvor det enkelte element a_{ij} forteller oss hvor mye av faktor i som går med til å produsere én enhet av vare j . a_{ij} kaller vi ofte for kryssløpskoeffisient. Alle faktorene står i et fast forhold til hverandre. Den enkelte kolonne vil vise hvilke faktorer som blir brukt i produksjonen av et gode mens den enkelte rekke viser hvordan det enkelte produktet blir brukt. Dersom noen av elementene på hoveddiagonalen er lik null ($a_{ij} = 0$, $i = j$) betyr det at vi ikke har noen internleveranser i sektor i .

Man skiller ofte mellom åpne og lukkede modeller. I en åpen modell vil man i tillegg til de n industriene ha en (eller flere) eksogen sektor (for eksempel husholdninger) som bestemmer endelig etterspørsel fra en sektor og som tilbyr en innsatsfaktor (for eksempel arbeidskraft). Matrisen (5.22) viser en åpen modell. $\sum_{i=1}^n a_{ij} < 1$ slik at $1 - \sum_{i=1}^n a_{ij}$ viser bruken av innsats fra eksogene sektorer. Dersom vi betrakter de eksogene sektorene som enhver annen industri vil vi få en lukket modell. Både summen av den enkelte kolonne og summen av den enkelte rekke vil da bli eksakt lik 1.

I-O-modellen legger føringer på den underliggende teknologien vi ønsker å beskrive. For det første er det klart at faktorene brukes i faste forhold hvilket betyr at vi ikke har noen muligheter for substitusjon mellom ulike faktorer. Med andre ord er SE lik 0 for alle par av faktorer. For det andre er det innlysende at denne spesifiseringen av teknologi impliserer konstant skalautbytte.

I den videre diskusjonen skal vi ta for oss en liten økonomi som består av 2 goder (y_1 og y_2), 2 sektorer (S_1 og S_2) og 2 primærfaktorer (arbeidskraft (A) og kapital (K)).²⁸ Strukturen i økonomien er vist i Tabell 5.1.

<http://www.nobel.se/economics/laureates/1973/press.html>.

²⁸Denne illustrasjonen bygger i stor grad på en fremstilling i Chung [1994].

	S_1	S_2	<i>Konsum</i>	<i>Sum</i>
S_1	x_{11}	x_{12}	c_1	y_1
S_2	x_{21}	x_{22}	c_2	y_2
A	A_1	A_2		A
K	K_1	K_2		K
<i>Sum</i>	y_1	y_2	C	Y

Tabell 5.1: Input-Output-matrise for en liten økonomi med to sektorer, to goder og to primærfaktorer.

Tabellen kan vi formulere matematisk på følgende måte

$$\begin{aligned}
 x_{11} + x_{12} + c_1 &= y_1 \\
 x_{21} + x_{22} + c_2 &= y_2 \\
 A_1 + A_2 &= A \\
 K_1 + K_2 &= K
 \end{aligned}$$

hvor y_i er produksjonen av gode i , x_{ij} er hvor mye av gode i som blir brukt i produksjonen av gode j , c_i er konsumet av gode i og hvor A_i og K_i er bruken av henholdsvis arbeidskraft og kapital i produksjonen av gode i . Vi ser også at kolonnesummen for den enkelte sektor er identisk med rekkesummen for den tilsvarende sektoren. Dette samsvarer med teorien om fullkommen konkurranse som sier at på lang sikt må alle sektorer i økonomien gå med null profit.

Kryssløpskoeffisienten a_{ij} er gitt ved x_{ij}/y_j og a_{Aj} og a_{Kj} er gitt ved henholdsvis A_j/y_j og K_j/y_j . Vi kan dermed skrive ligningssystemet ovenfor som

$$\begin{aligned}
 (1 - a_{11})y_1 - a_{12}y_2 &= c_1 \\
 -a_{21}y_1 + (1 - a_{22})y_2 &= c_2 \\
 a_{A1}y_1 + a_{A2}y_2 &= A \\
 a_{K1}y_1 + a_{K2}y_2 &= K
 \end{aligned}$$

eller på matriseform som

$$\begin{aligned}
 (I - A)\mathbf{y} &= \mathbf{c} \\
 B\mathbf{y} &= \mathbf{p}.
 \end{aligned}$$

Dersom det forutsettes rasjonalitet er det rimelig å anta at man ønsker å bruke minst mulig av den enkelte innsatsfaktor. For å produsere y_j enheter av

gode j i vårt tilfelle må vi bruke følgende minimumsinnsats av de ulike faktorene

$$x_{ij} = a_{ij}y_j \quad (i = 1, 2)$$

$$A_j = a_{Aj}y_j$$

$$K_j = a_{Kj}y_j.$$

Vi kan nå løse mhp y_j og får da følgende relasjon

$$y_j = \min \left\{ \frac{x_{1j}}{a_{1j}}, \frac{x_{2j}}{a_{2j}}, \frac{A_j}{a_{Aj}}, \frac{K_j}{a_{Kj}} \right\}, \quad (5.23)$$

som har betegnelsen Leontief-funksjon.

Hvilke matematiske egenskaper besitter denne funksjonen? Vi sa tidligere at Input-Output-matrisen impliserte konstant skalautbytte hvilket igjen impliserer at funksjonen er homogen av grad 1. I Figur 5.4(b) side 58, som viser en isokvant for Leontief-funksjonen, fremgår det at dens øvre nivåmengden er konveks. Dermed har vi at funksjonen er kvasikonkav.²⁹ Vi ser også at $MRTS_{ij}$ er null for $x_1 > x_2$ og uendelig for $x_2 > x_1$. Til slutt merker vi oss at funksjonen er kontinuerlig, men ikke deriverbar.

CES-funksjon

CES-funksjonen har sitt opphav i en artikkel publisert av Arrow, Chenery, Minhas og Solow [1961].^{30, 31, 32} Bakgrunnen for deres arbeid var at de ikke var komfortable med Leontief og Cobb-Douglas-funksjonene. Arrow et al. [1961] skriver på side 225

Two competing alternatives hold the field at present: the Walras-Leontief-Harrod-Domar assumption of constant input coefficients; and the Cobb-Douglas function, which implies a unitary elasticity of substitution between labor and capital. From a mathematical point of view, zero and one are perhaps the most convenient alternatives

²⁹Egentlig er funksjonen konkav. Begrunnelsen for dette er at en kvasikonkav funksjon som er homogen av grad én også vil være konkav. Se for eksempel Simon og Blume [1994] side 527. Husk at vanligvis har vi implikasjonen konkavitet \Rightarrow kvasikonkavitet, men i dette tilfellet går altså implikasjonen også den andre veien.

³⁰CES-funksjonen blir av og til kalt for ACMS-funksjon.

³¹Det bør for oversiktens syn bemerkes at Solow nevner denne funksjonstypen i sin klassiske 1956-artikkel (Solow [1956]).

³²I Arrow et al. [1961] ble funksjonen utformet for to innsatsfaktorer mens Uzawa [1962] studerte tilfellet med n innsatsfaktorer.

for this elasticity. Economic analysis based on these assumptions, however, often leads to conclusions that are unduly restrictive.

CES-funksjonen er gitt ved

$$y = f(\mathbf{x}) = \gamma \left[\sum_{i=1}^n \delta_i x_i^{-\rho} \right]^{-\nu/\rho}. \quad (5.24)$$

$\gamma > 0$ kalles for effektivitetsparameter og fungerer som en indikator på det teknologiske nivået. $\delta_i > 0 \forall i$, $\sum_{i=1}^n \delta_i = 1$ kalles for fordelingsparameter, mens $\rho > -1$ ($\rho \neq 0$) benevnes som substitusjonsparameter. Til slutt kan vi merke oss at $\nu > 0$.

CES-funksjonen har fått sitt navn fordi, den på samme måte som Cobb-Douglas-funksjonen, har en konstant substitusjonselastisitet. Men i motsetning til Cobb-Douglas-funksjonen er ikke SE begrenset til kun å være lik 1, men kan innta en hvilken som helst verdi mellom 0 og ∞ . Ved å bruke definisjonen på SE kan man vise at

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{1 + \rho}.$$

Se side 128. Det fremgår her at SE vil være en funksjon av $\rho > -1$.

Når det gjelder de matematiske egenskapene kan vi først merke oss at (i) $f(\mathbf{0}) = 0$, (ii) $f(\mathbf{x}) \geq 0 \forall \mathbf{x} \in \mathbb{R}_+^n$ og (iii) $f(\mathbf{x}) > 0 \forall \mathbf{x} \in \mathbb{R}_{++}^n$. Videre har vi at

$$\frac{\partial f(\mathbf{x})}{\partial x_i} = \nu \gamma^{-\rho/\nu} \delta_i x_i^{-(1+\rho)} f(\mathbf{x})^{1+\rho/\nu}$$

og som er større enn null for alle i og alle $\mathbf{x} \in \mathbb{R}_{++}^n$, det vil si at CES-funksjonen er strengt økende. Det er også lett å vise at funksjonen er homogen av grad ν . Se side 129. CES-funksjonen er alltid kvasikonkav og konkav dersom graden av homogenitet er mindre eller lik 1 ($\nu \leq 1$),³³ det vil si dersom teknologien vi studerer har avtakende eller konstant skalautbytte.

Ved å dividere $\partial f(\mathbf{x})/\partial x_i$ med $\partial f(\mathbf{x})/\partial x_j$ finner vi $MRTS_{ij}$,

$$MRTS_{ij}(\mathbf{x}) = \frac{\delta_i}{\delta_j} \left(\frac{x_j}{x_i} \right)^{(1+\rho)}.$$

³³Se Madden [1986] side 207 for bevis.

Før vi går videre kan vi merke oss to alternative måter å spesifisere CES-funksjonen på. Den første måten er gitt ved (merk at $\nu = 1$)

$$y = f(\mathbf{x}) = \gamma \left[\sum_{i=1}^n \delta_i x_i^{-\rho} \right]^{-1/\rho} \quad \rho \equiv \frac{1 - \sigma}{\sigma},$$

mens den andre formuleringen er gitt ved

$$y = f(\mathbf{x}) = \gamma \left[\sum_{i=1}^n \delta_i x_i^{\rho} \right]^{1/\rho} \quad \rho \equiv \frac{\sigma - 1}{\sigma}.$$

Innledningsvis nevnte vi at både Cobb-Douglas- og Leontief-funksjonen er spesialtilfeller av CES-funksjonen. Ta utgangspunkt i den andre formuleringen, det vil si funksjonen $y = f(\mathbf{x}) = [\delta_1 x_1^{\rho} + \delta_2 x_2^{\rho}]^{1/\rho}$, og sett for enkelhets skyld $\delta_1 = \delta_2 = 1$. For å vise spesialtilfellene studeres formen på isokvantene.³⁴

La $MRTS_{CES}$ betegne den marginale tekniske substitusjonsraten for en CES-produktfunksjon. Anta at $\rho \rightarrow 0$,³⁵ hvilket innebærer at $MRTS_{CES} \rightarrow (x_2/x_1)$. Ved å sammenligne dette siste uttrykket med uttrykk (5.20) side 66, som viser MRTS for en Cobb-Douglas produktfunksjon, fremgår det at formen på isokvantene er den samme.

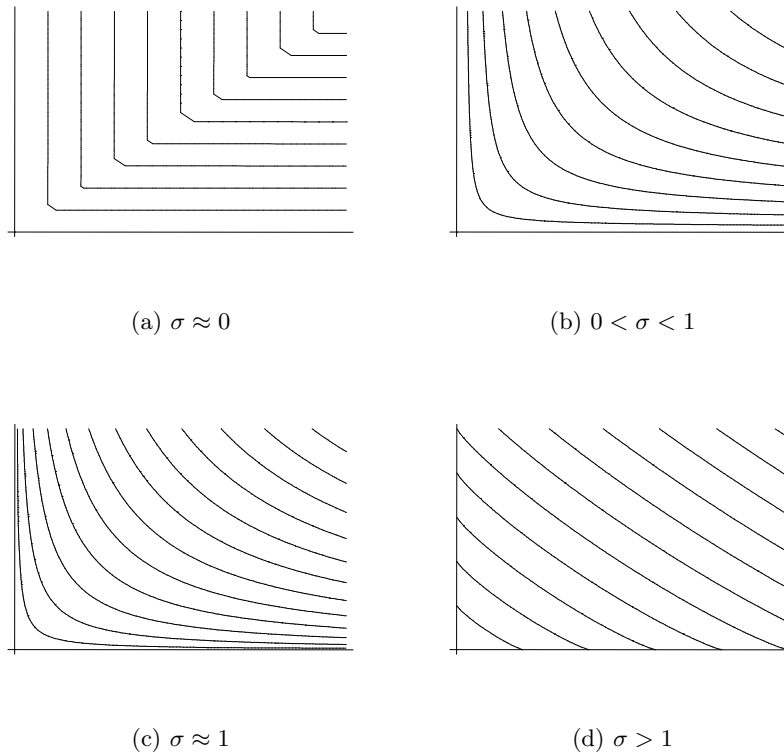
La nå $\rho \rightarrow -\infty$, hvilket gir $MRTS_{CES} = (x_2/x_1)^{\infty}$. Dersom $x_2 > x_1$ vil $MRTS_{CES} \rightarrow \infty$ mens dersom $x_2 < x_1$ vil $MRTS_{CES} = 0$. Med andre ord vil isokvantene til CES-funksjonen ligne på isokvantene til en Leontief-funksjon.

I Figur 5.6 vises isokvanter for fire ulike verdier på SE.³⁶ Panel (a) viser isokvanter for CES-funksjoner når denne faller sammen med Leontief-funksjonen. Panel (c) viser tilfellet hvor SE er lik én, det vil si CES-funksjonen er identisk med Cobb-Douglas-funksjonen. I denne sammenhengen går *alle* isokvantene asymptotisk mot aksene og skjærer følgelig aldri aksene. Dette betyr at man aldri kan substituere seg helt bort fra den ene av faktorene. Med andre ord må alle faktorer brukes i en strengt positiv mengde, hvilket vi også konkluderte når vi diskuterte Cobb-Douglas-funksjonen. Panel (b) viser tilfellet når SE er mellom null og én og panel (d) fremstiller tilfellet når SE er større enn én. I panel (d) ser vi at isokvantene vil skjærer aksene, det vil si at vi kan substituere oss helt bort fra den ene faktoren. Konklusjonen av Figur 5.6 er, som vi tidligere har

³⁴Se Varian [1992] side 20.

³⁵Husk at funksjonen ikke er definert for $\rho = 0$.

³⁶I panel (a) og (c) har jeg brukt tilnærmet (\approx) i stedet for likhetstegn ($=$) noe som er gjort for å få Maple til å fremstille kurvene riktig. Verdiene er henholdsvis tilnærmet lik null og en.



Figur 5.6: Isokvanter generert fra CES-funksjonen for ulike verdier på substitusjonselastisiteten.

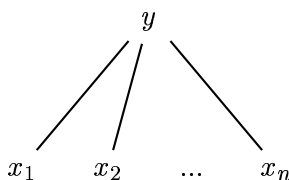
sagt, at jo større SE, jo mindre er krummingen til isokvantene.

Flernivå CES-funksjon

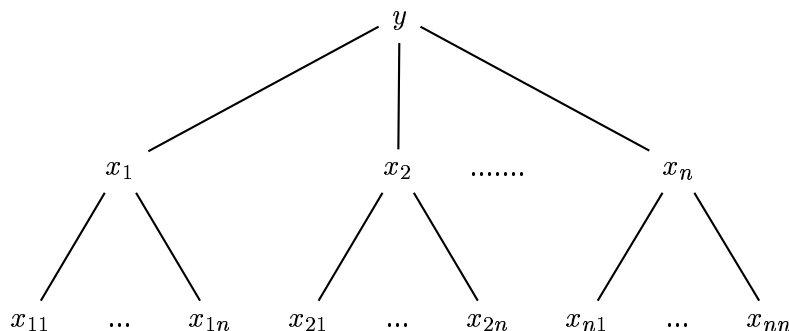
En fin måte å fremstille *strukturen* i CES-funksjonen er å benytte oss av tre-diagrammer. Figur 5.7 viser en CES-funksjon med ett nivå, noe som innebærer én felles SE for alle par av innsatsfaktorene.

Figur 5.8 viser en CES-funksjon med to nivåer.³⁷ En slik struktur, som først ble foreslått av Sato [1967], øker fleksibiliteten til CES-funksjonen. En av grunnene til dette fremgår umiddelbart av trestrukturen. Hver av innsatsfaktorene i det øvre nivået er selv en funksjon av innsatsfaktorer på det nederste nivået. En umiddelbart (positiv) konsekvens av dette er at man nå bedre kan spesifisere SE. Hvert knippe av aggregater, det vil si hvert deltre i hovedtreet, vil få spesifisert en SE som gjelder for det aktuelle treet. I Figur 5.8 må vi altså angi

³⁷Flernivå CES-funksjoner kalles også for "nested" CES-funksjoner.



Figur 5.7: En CES-funksjon med ett nivå.



Figur 5.8: En CES-funksjon med to nivåer.

$n + 1$ SE.

La oss utdype denne attraktive egenskapen. Ved ett-nivå CES-funksjoner angir vi én SE som skal gjelde for alle parvise innsatsfaktorer. Anta for argumentets skyld at alle innsatsfaktorer er ulike varianter av kapital og arbeidskraft. En rimelig antakelse vil være at det ikke er alle typer kapital som kan erstattes av arbeidskraft og vice versa. Men allikevel blir vi "tvunget" til å gjøre denne forutsetningen på grunn av strukturen i CES-funksjonen. En alternativ tilnærming er å splitte innsatsfaktorene i to delaggregater; kapital og arbeidskraft. Innad i det enkelte aggregatet vil SE mellom de enkelte parene av innsatsfaktorer (nødvendigvis) bli høy, mens SE mellom to faktorer i de to forskjellige aggregatene kan variere. I tillegg kan vi nå oppnå en (eventuell) fordel ved å spesifisere en mer realistisk SE mellom de to hovedaggregatene, det vil si SE på det øverste nivået i funksjonen. Intuitivt er det rimelig å anta at SE mellom to faktorer fra ulike knipper blir en funksjon av SE på det øverste nivået. Vi skal nedenfor vise at dette faktisk også vil være tilfellet. Merk at det er ingen forhold som sier at vi ikke kan ha flere enn to nivåer i CES-strukturen. Jo flere nivåer vi velger å inkludere i strukturen, jo høyere fleksibilitet får vi mhp SE. Men desto flere nivåer vi har jo flere SE må vi angi, hvilket kan være et problem. Vi må også huske at SE mellom to faktorer fra to ulike knipper i et nivå som er lavere enn det øverste nivået alltid vil være en funksjon av SE på *alle* de øvrige nivåene. En viktig forutsetning for å benytte oss av flernivå CES-funksjoner er at funksjonen er separabel, jf avsnitt 5.2.2 side 53.

Vi skal angi to uttrykk for SE (mer konkret AES³⁸) i tilfellet med to nivåer.³⁹ Det første uttrykket er gitt i Sato [1967] side 203.⁴⁰

$$\sigma_{ij}^A = \begin{cases} \sigma + \frac{1}{\theta_s}(\sigma_s - \sigma) & i, j \in N_s, i \neq j \\ \sigma & i \in N_r, j \in N_s, r \neq s \end{cases} \quad (5.25)$$

hvor θ_s er den relative kostnadsandelen til aggregat nr s . σ_s er SE til aggregat s og σ er SE på toppnivået.⁴¹ N_s angir delmengde (aggregat) nr s ($s = 1, \dots, S$). Uttrykk (5.25) sier altså at SE mellom to innsatsfaktorer i det samme knippet blir forskjellig fra den SE som gjelder for knippet isolert sett. Videre vil SE mellom to faktorer fra to ulike knipper være konstant og lik den SE som gjelder for det øverste nivået.

Det andre uttrykket er gitt i Rutherford [1998] side 96.

$$\sigma_{ij}^A = \sigma + \sum_k \frac{(\sigma^k - \sigma)s_{ik}s_{jk}}{\theta_k} \quad (5.26)$$

hvor k er indeks for et knippe på det laveste nivået, s_{hk} ($h = i, j$) er andelen av faktor h som tilhører knippe k , θ_k er k 's relative kostnadsandel, σ er SE på toppnivået og σ^k er SE i aggregat k .

Dette siste uttrykket (5.26) sier det samme som uttrykk (5.25). Men det er dog en liten forskjell. I uttrykk (5.25) forutsettes det implisitt at faktor i og j kun eksisterer i knippe s , mens uttrykk (5.26) tillater at faktorene i og j kan inngå i flere knipper. Med andre ord må vi vekte faktor i og j i de ulike knippene. Matematisk kan vi si at i uttrykk (5.25) er $s_{ik} = s_{jk} = 1$ mens dette altså ikke er tilfellet i ligning (5.26).

5.3 En liten presisering – Dualitet

Bedriftens kostnadsfunksjon ble på side 57 definert som

$$C(\mathbf{w}, y) \equiv \min_{\mathbf{x} \in \mathbb{R}_+^n} \mathbf{w}\mathbf{x} \quad \text{gitt } f(\mathbf{x}) \geq y \quad (5.7)$$

³⁸Se Anderson og Moroney [1993] for en beskrivelse av Morishima Elasticity of Substitution og flernivå produktfunksjoner.

³⁹Se også Mathiesen [1992] vedlegg C, spesielt side 5 og 6.

⁴⁰For matematisk utledning henvises det til Sato [1967] side 217 eller Chung [1994] kapittel 11.

⁴¹ σ_s og σ kalles av og til for henholdsvis *intra*-klasse SE og *inter*-klasse SE.

hvor \mathbf{w} er en vektor med faktorpriser, og hvor $\mathbf{w} \gg \mathbf{0}$, \mathbf{x} er inputvektoren, $f(\mathbf{x})$ er produktfunksjonen og y er produksjon. Løsningen på minimeringsproblemet slik at $C(\mathbf{w}, y) = \mathbf{w}\mathbf{x}$, er gitt ved de betingede etterspørselsfunksjonene $\mathbf{x}(\mathbf{w}, y)$, jf diskusjonen på side 57.

Dersom $f(\mathbf{x})$ er kontinuerlig og strengt økende har $C(\mathbf{w}, y)$ egenskapene: (i) null når $y = 0$, (ii) kontinuerlig i \mathbf{w} , (iii) økende i \mathbf{w} , (iv) homogen av grad 1 i \mathbf{w} og (v) $x_i(\mathbf{x}, y) = \partial C(\mathbf{w}, y) / \partial w_i$ for $i = 1, \dots, n$, det vil si Shepard's lemma (se side 122).

Det kan vises at dersom $C(\mathbf{w}, y)$ oppfyller de ovenfornevnte egenskapene kan vi rekonstruere den underliggende produktfunksjonen som genererer den kostnadsfunksjonen vi har. Se for eksempel Jehle og Reny [1998] side 235.

Dersom den originale produktfunksjonen er kvasikonkav vil den rekonstruerte produktfunksjonen være identisk med den originale. Hvis så ikke er tilfellet vil den rekonstruerte (les: konstruerte) produktfunksjonen være en konkavifisering av den originale funksjonen. Poenget er imidlertid at det for enhver kostnadsfunksjon som oppfyller de riktige egenskapene vil det være mulig å finne en produktfunksjon som genererer den aktuelle kostnadsfunksjonen.

I empirisk sammenheng er denne dualiteten svært fordelaktig. I analysen er det derfor ikke behov for detaljerte kunnskaper om produksjonstekniske forhold. Man kan isteden konsentrere seg om observerbare forhold som faktorpriser og output.^{42, 43}

5.4 Fra teori til empiri

Den videre diskusjonen knyttes opp til en vilkårlig valgt sektor innenfor JNMI, nemlig Potetsektoren. Denne sektoren er næringsgruppe 15.31 i IND93. Tabell 5.2 viser tall for produksjon, vareinnsats etc. Figur 5.9 viser et mulig eksempel på hvordan man kan modellere produktfunksjonen for Potetsektoren ved hjelp av en tonivå CES-funksjon.

⁴²For en utførlig diskusjon om dualitet henvises det til Chambers [1988].

⁴³Varian [1992] skriver på side 67:

[...], the cost function summarizes all economically relevant information about the technology of the firm.

Produksjon	
Mel og flak av poteter (potetv)	614,5
Foredlet frukt og grønt (grontv)	67,5
Mel og gryn (melgr)	16,1
Annet næringsmidler (nmdiv)	20,2
SUM	718,2
Vareinnsats	
Andre varer (samle)	221,3
Poteter (potet)	127,3
Andre jordbruksvarer (jannet)	33,0
Energi	21,6
Fett og oljer (fett)	31,6
Stivelse (stivel)	27,5
SUM	462,3
Faktorinnsats	
Arbeid	126,8
Arbeidsgiveravgift (arbavg)	18,0
Kapital	111,8
SUM	256,6
Netto sektoravgift	-0,7
RESULTAT	0,0

Tabell 5.2: Oversikt over produksjon, vareinnsats etc i Potetsektoren. Tall i millioner kroner.

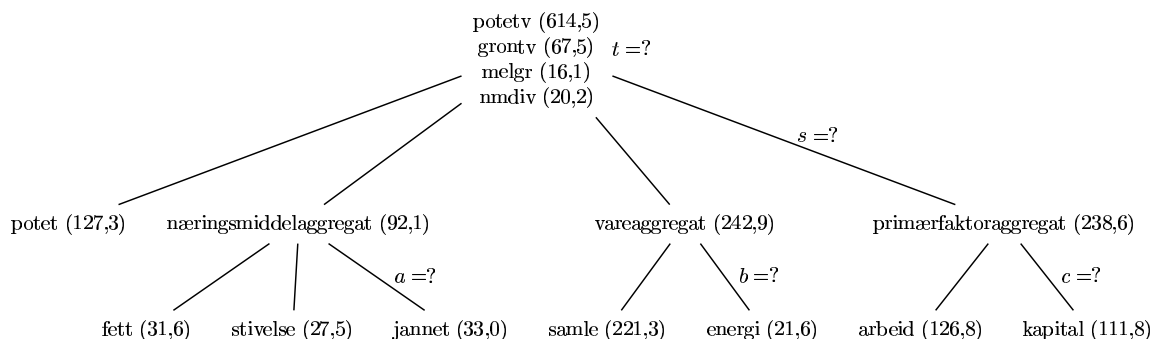
5.4.1 Potetsektoren

Produksjon

Hovedproduktet som produseres i Potetsektoren er Mel og flak av poteter som utgjør 85,55% av produksjonsverdien på 718,2 millioner kroner. Mel og flak av poteter er et aggregat av industrielt bearbejdede poteter til konsum, potetmos, potetmel og potetflak. Andre produkter er Foredlet frukt og grønt (9,4%), Mel og gryn (2,24%) og Annet næringsmidler (2,81%), men alle disse er relativt marginale i forhold til hovedproduktet.

Innsatsfaktorer

Den samlede vareinnsatsen er på 462,3 millioner kroner, mens innsatsen av arbeid og kapital er på 238,6 millioner kroner. Dersom vi spesifiserer vare- og faktorinnsatsen som i Figur 5.9 fremgår det at Poteter utgjør 18,16% av innsatsverdien og at næringsmiddelaggregatets andel er 13,14%. Innad i knippet for

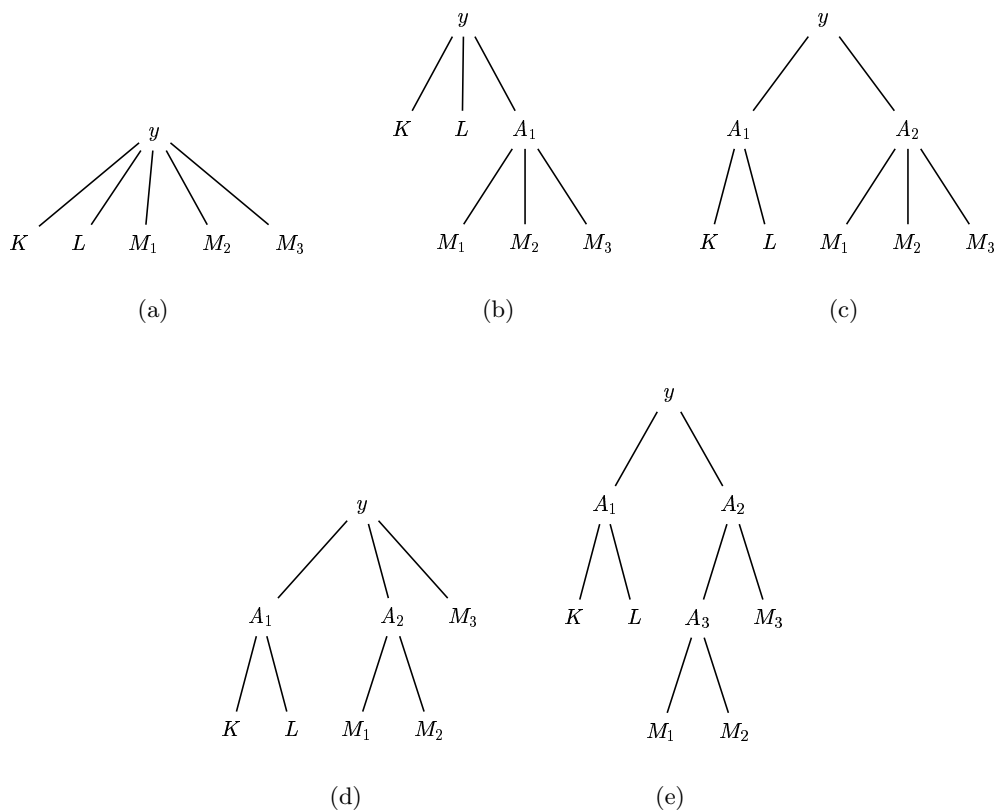


Figur 5.9: CES-produktfunksjon for Potetsektoren. Tall i millioner kroner.

næringsmidler finner vi omtrent en jevn fordeling mellom Fett og oljer, Stivelse og Andre jordbruksvarer. I knippet for vareaggregatet, som står for 34,66% av inputverdien, er sekkeposten Andre varer den dominerende kostnaden. Arbeid og kapital inngår i primærfaktoraggregatet og har en relativ andel av inputverdien på 34,04%. Forholdet mellom verdiene til arbeid og kapital er 1,13.

5.4.2 Struktur i funksjonen

Med funksjonsstruktur menes hvordan den enkelte produktfunksjon er konstruert. Det vil si antall nivåer, hvilke produkter inngår i hvilke knipper etc. Output-siden vil ha bare ett nivå, slik at den (i denne sammenhengen) er uproblematisk. På input-siden er valgene som oftest flere. Betrakt produktfunksjonen $y = f(K, L, M_1, M_2, M_3)$ hvor y er produksjon og K, L, M_1, M_2 og M_3 er henholdsvis kapital, arbeid, vare nr 1, vare nr 2 og vare nr 3. Figur 5.10 viser fem mulige strukturer. I panel (a), hvor det er benyttet ett nivå i funksjonen, er ingen av faktorene separert ut og utfordringen består i å fastsette en fornuftig SE. Husk at $\sigma_{ij}^A = \sigma_{ji}^A$ for $i \neq j$. Figuren i panel (b) er utvidet med ett nivå. Begrunnelsen for dette kan være at substitusjonsmulighetene mellom de ulike varene avviker fra substitusjonsmulighetene mellom arbeid, kapital og de enkelte varene. Varene er derfor samlet i et eget aggregat (A_1). Panel (c) er forskjellig fra panel (b) ved at K og L inngår som eget aggregat. Det må nå angis tre SE; mellom (i) K og L , (ii) M_1, M_2 og M_3 og (iii) A_1 og A_2 . I panel (d) antas det at M_3 ikke er direkte substituerbar med M_1 og M_2 som tidligere forutsatt og er derfor skilt ut. Imidlertid sier vi at M_3 er substituerbar med aggregatet av M_1 og M_2 (A_2). Det siste panelet, (e), er utvidet med ytterligere ett nivå. M_3 er fremdeles substituerbar med aggregatet av M_1 og M_2 (A_3), men inngår



Figur 5.10: Eksempel på ulike funksjonsstrukturer i tilfellet $y = f(K, L, M_1, M_2, M_3)$.

sammen med A_3 i et nytt aggregat A_2 som er substituerbar med aggregatet av K og L . I dette tilfellet må det spesifiseres fire SE.

Som vist ovenfor er det mange muligheter. I litteraturen ser det ut som om strukturen i panel (b) eller panel (c) er fremtredende. Dersom strukturen er som i panel (b) synes det vanlig å forutsette Leontief-formulering i vareaggregatet (A_1) mens man angir en SE større en null for toppnivået. Er strukturen som i panel (c) tillates substitusjon i hierarkiets andre nivå mens på dets øverste nivå ofte forutsettes en Leontief-formulering. Avgjørende for det endelige valget vil blant annet være (i) den spesifikke produksjonsprosessen som ønskes modellert, (ii) hvilke produkter som er i fokus og (iii) tilgjengelige estimater på SE.

I SNF-modellen er de fleste sektorene innenfor JNMI modellert med to nivåer som i Figur 5.10(c) eller (d). Kapital og arbeid inngår som eget aggregat i samsvar med hva som synes vanlig i litteraturen. Produkter som næringsmidler og jordbruksvarer er skilt ut som egne aggregater. Viktige innsatsfaktorer er i noen tilfeller skilt ut og inngår "direkte" i hierarkiets første nivå, det vil

si slik som varen M_3 i panel (d). Gjenstående varer, som for eksempel energi og tungindustrivarer, utgjør eget knippe. For noen av knippene i funksjonens andre nivå tillates substitusjon, mens i andre er det satt en SE lik null. Toppnivået er imidlertid modellert som Leontief, hvilket ser ut til å være i samsvar med litteraturen.

Et konkret eksempel fra SNF-modellen er Potetsektoren i Figur 5.9 på side 79. På det øverste nivået finnes fire innsatsfaktorer: (i) Poteter, (ii) Næringsmiddelaggregat, (iii) Vareaggregat og (iv) Primærfaktoraggregat. For disse faktorene er det forutsatt ingen substitusjonsmuligheter. Poteter er skilt ut som egen innsatsfaktor på grunn av dens sentrale rolle i produksjonen. Kapital og arbeidskraft utgjør primærfaktoraggregatet og SE er satt lik 0,96, det vil si ganske nær en Cobb-Douglas-formulering. Vareaggregatet består av produktene Samle og Energi og er modellert som Leontief-teknologi. I næringsmiddelaggregatet er produktene Fett, Stivelse og Andre jordbruksvarer samlet. SE er satt lik 0,25. For Potetsektoren er strukturen altså slik at på toppnivået er det benyttet en Leontief-formulering mens det på det andre nivået tillates substitusjon i varierende grad innad i de enkelte aggregatene.

5.4.3 Verdi, pris, mengde og elastisiteter

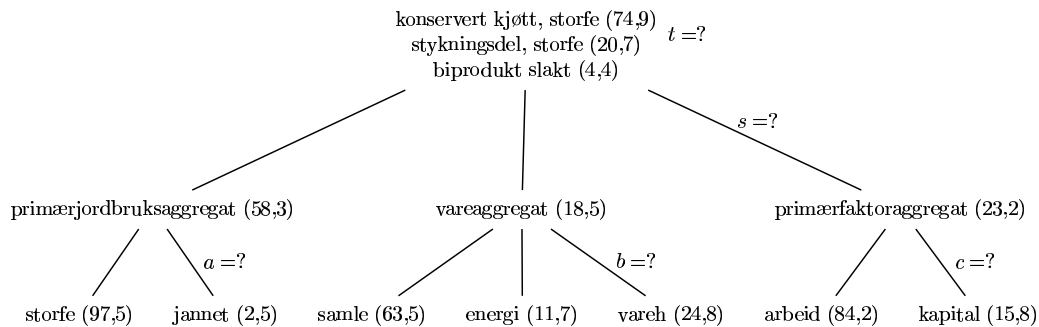
I tillegg til å bestemme strukturen i funksjonen må vi også avklare tre andre forhold. For det første må de observerte verdiene splittes opp i en priskomponent og en mengdekomponent. For det andre må det fastsettes en transformasjonselastisitet for produksjonen, og for det tredje må substitusjonselastisitetene fastsettes.

Verdi, pris og mengde

De observerte tallene vi har, og som for Potetsektoren sin del er vist i Tabell 5.2 og Figur 5.9, er verdier. Formelt er verdiene skalarproduktet av prisvektoren og mengdevektoren.⁴⁴ Verdiene er sammensatt av forskjellige priser og mengder fordi det i modellen opereres med aggregater av produkter. Harberger [1962] viste at dette problemet kan løses ved å definere en prisindeks som settes lik 1 i likevekts-/basisløsningen.⁴⁵ Argumentet til Harberger er vist i Vedlegg B.6 på

⁴⁴Skalarproduktet av to vektorer $\mathbf{u} = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ og $\mathbf{v} = (v_1, v_2, \dots, v_n)$ er skalaren $\mathbf{u} \cdot \mathbf{v}$ gitt ved $\mathbf{u} \cdot \mathbf{v} = u_1v_1 + u_2v_2 + \dots + u_nv_n = \sum_{i=1}^n u_iv_i$.

⁴⁵Shoven og Whalley [1992] skriver på side 105 at Harberger i en artikkel allerede i 1959 formulerte argumentet. Se Harberger, A. C. [1959]. "The Corporation Income Tax: An Empirical Appraisal." *Tax Revision Compendium 1* (House Committee on Ways and Means, 86th Congress, First Session), 231 - 240.



Figur 5.11: CES-produktfunksjon for Storfesektoren (slakting og videreforedling av storfe). Tall i prosent.

side 130.

Transformasjonselastisitet

Figur 5.11 viser strukturen i Storfesektoren (slakting og videreforedling av storfe). TE er angitt med bokstaven t . Sammensetningen av produksjonen er Konserverte storfekjøtt (74,9%), Stykningsdeler fra storfe (20,7%) og Biprodukt (4,4%). Den største innsatsfaktoren er Storfe.

For denne sektoren er TE satt lik 0,25 hvilket betyr at transformasjon i produksjonen er sterkt begrenset. Forklaringen ligger i at det fra en enhet Storfe er gitt hvor mye som for eksempel kan brukes til koteletter, hvor mye som kan brukes til biff og hvor mye som betraktes som biprodukt av slakteprosessen. Med andre ord legger innsatsfaktoren Storfe føring på transformasjonsmulighetene. I andre sektorer kan selvfølgelig TE være større.

Det er vanskelig å si noe generelt om størrelsen på TE, og litteraturen relatert til TE ser også ut til å være begrenset. La meg understreke at jeg ikke har gjort noen omfattende studie av litteraturen på dette området. Det ser imidlertid ut til at TE ikke er omfattet av den samme interessen som SE. Dette kan illustreres ved et søk i databasen EconLit.⁴⁶ Ved å søke på ”elasticity of substitution” fikk vi 397 treff, mens et søk på ”elasticity of transformation” bare ga 3 treff.

⁴⁶Fra databasens startside finner vi følgende beskrivelse av EconLit: Produced by the American Economics Association, EconLit indexes and abstracts more than 450 international economic journals. Its source material includes journal articles, essays, research papers, books, dissertations, book reviews, and working papers.

En mulig forklaring på denne lave interessen kan være at mange av modellene innenfor generell likevektsmodellering opererer med ett produkt pr sektor slik at behovet for TE ikke er til stede.

Schreiner, Marcouiller, Tembo og Vargas [1999] gjengir en studie av de Melo og Tarr [1992]. Se Tabell 5.3. Ut fra tabellen fremgår det at TE i de fire sektorene

<i>Sector</i>	<i>TE</i>
Agriculture	3,90
Mining	2,90
Manufacturing	2,90
Services	0,70

Tabell 5.3: Transformasjonselastisiteter. *Kilde:* Studie av de Melo og Tarr [1992] gjengitt i Schreiner et al. [1999].

ligger i intervallet 0,70 – 3,90 hvor den høyeste TE er i jordbruket. Hvorvidt dette er rimelige tall, og om de lar seg overføre til norske forhold, kan vanskelig fastslås uten en nærmere gjennomgang av studien til de Melo og Tarr [1992].

Substitusjonselastisiteter

Substitusjonselastisiteter er viktig i CGE-modellering. På den teoretiske siden har vi diskusjonen om hva SE egentlig måler og hva som er det riktige uttrykket for den. Denne diskusjonen ga vi en oversikt over i avsnitt 5.2.3. I dette avsnittet skal vi se på den empiriske siden.

Mye av det empiriske arbeidet har vært knyttet opp mot de to primære faktorene arbeid og kapital. I tillegg har man tatt med et vareaggregat dersom man har sett det som formålstjenlig. I de senere årene har også energi blitt viet stor oppmerksomhet. Eksempel på dette finner vi blant annet i Kemfert [1998].⁴⁷ Hun har estimert SE mellom arbeid, kapital og energi for syv industrisektorer i (Vest-)Tyskland basert på tidsserier.

De SE vi må fastsette for Potetsektoren er angitt med bokstavene "s", "a", "b" og "c" i Figur 5.9. På samme måte som for TE blir spørsmålet hvordan vi skal fastsette denne viktige parameteren. I utgangspunktet kan vi tenke oss fem tilnæringsmåter: (i) litteratursøk, (ii) estimering, (iii) indirekte beregning ved hjelp av etterspørselselastisiteter, (iv) skjønn og (v) ulike kombinasjoner av (i), (ii), (iii) og (iv).

⁴⁷Claudia Kemfert er leder for forskergruppen S.P.E.E.D (Scientific Pool of Environmental Economic Disciplines) ved Oldenburg University. En av gruppens oppgaver er "Evaluation of national energy policies by Computational General Equilibrium models". Se <http://www.uni-oldenburg.de/~kemfert/Speedeng.htm>.

Litteratursøk Mange av CGE-modellene ser ut til å basere seg på litteratursøk. Det vil si at man bruker parameterverdier for SE basert på empiriske studier utført av andre forskere. Hertil knytter det seg noen spørsmål. For det første er det ikke sikkert at tallene direkte lar seg overføre fra estimeringssituasjonen til modellrammeverket. For det andre har vi spørsmålet om aggregering. Som tidligere nevnt har mye av empirien blitt gjennomført på et relativt høyt aggregeringsnivå både hva angår produkter/faktorer og sektorer.

For vårt formål er vi mest interessert i JNMI. To tilnærmet tilfeldig utvalgte treff i EconLit er arbeidene til Huang [1991] og Adelaja [1992]. Den første forfatteren ser på SE mellom arbeid, kapital og energi i næringsmiddelindustrien i USA ved bruk av data for perioden 1971 til 1986. Huang estimerer både AES og MES. Arbeidet hans er dog rimelig aggregert da han bare har tre faktorer og én sektor. Tabellene 5.4 og 5.5 viser hans funn (alle estimatene for AES og MES er signifikante for nivå 5%). Av tabellene fremgår det at alle de tre

Allen Partial Elasticity of Substitution			
	<i>Labor</i>	<i>Capital</i>	<i>Energy</i>
<i>Labor</i>	-1.95048	3.31231	-0.61344
<i>Capital</i>		-6.12813	2.42872
<i>Energy</i>			-4.01639

Tabell 5.4: Allen Partial Elasticity of Substitution for næringsmiddelindustrien i USA i perioden 1971 - 1986. *Kilde:* Huang [1991].

Morishima Elasticity of Substitution			
	<i>Labor</i>	<i>Capital</i>	<i>Energy</i>
<i>Labor</i>		2.82905	0.71874
<i>Capital</i>	3.20354		2.90370
<i>Energy</i>	0.41890	0.79338	

Tabell 5.5: Morishima Elasticity of Substitution for næringsmiddelindustrien i USA i perioden 1971 - 1986. *Kilde:* Huang [1991].

innsatsfaktorene (arbeid, kapital og energi) kan substitueres med hverandre ($\sigma_{ij} > 0$). Unntaket er AES mellom arbeid og energi som er mindre enn 0, det vil si at de to faktorene er komplementær til hverandre. Huang konkluderer med at både AES og MES indikerer en sterk substitusjonsmulighet mellom arbeid og kapital.

Studien til Adelaja (Adelaja [1992]) tar utgangspunkt i næringsmiddelindustrien i New Jersey for perioden 1964 - 1984. Hans innsatsfaktorer består av tre produkter; arbeid (L), kapital (K) og et vareaggregat (M). Vareaggregatet utgjør litt over 60% av kostnadene i NMI i USA. Et interessant trekk ved A-

delaja's studie, foruten estimatene av AES, er at han har fire NMI-sektorer; (i) Meat Products, (ii) Grain Mill Products, (iii) Bakery Products og (iv) Beverage Products. Tabell 5.6 viser AES for de ulike sektorene. Arbeidet til Adelaja vi-

Allen Partial Elasticity of Substitution					
	<i>Total New Jersey Food Manufacturing</i>	<i>Meat Products</i>	<i>Grain Mill Products</i>	<i>Bakery Products</i>	<i>Beverage Products</i>
σ_{MM}	-0.551	-0.297	-0.235	-1.395	-1.294
σ_{LL}	-1.323	-1.416	-2.999	1.734	-1.683
σ_{KK}	-0.877	-1.540	-1.904	-1.118	-1.375
σ_{ML}	1.267	1.246	0.637	0.835	1.023
σ_{MK}	-0.367	-1.604	-1.323	0.523	-1.173
σ_{LK}	1.150	1.369	0.712	-1.168	2.273

Tabell 5.6: Allen Partial Elasticity of Substitution for utvalgte sektorer i næringsmiddelindustrien i New Jersey i perioden 1964 - 1984. *Kilde:* Adelaja [1992].

ser for alle sektorene substitusjonsmuligheter mellom arbeid og vareaggregatet. Kapital og vareaggregatet fremstår imidlertid som komplementær i alle sektorene unntatt i sektoren "Bakery products". Når det gjelder arbeid og kapital er disse substituerbare i alle sektorene unntatt i sektoren "Bakery products".

Studiene til Huang og Adelaja er tatt med som eksempler på hva man kan finne i litteraturen. Litteratursøk kan altså være med å gi en indikasjon på substitusjonsmulighetene i ulike næringer/sektorer. Det er imidlertid grunn til å bemerke, som tidligere nevnt, at mye av empirien som er gjort er utført med et høyt aggregeringsnivå både med hensyn på produkter/faktorer og sektorer.

Estimering Dersom eksisterende empiri ikke kan benyttes, for eksempel på grunn av det aggregeringsnivået som er valgt, kan man prøve å estimere SE.^{48, 49} Herunder ligger det selvfølgelig mange avveininger. For det første må man velge den funksjonstypen man finner hensiktsmessig. For det andre må man vurdere dataene som er tilgjengelig. Er det fornuftig å bruke tidsserier, tverrsnittsdata eller paneldata?^{50, 51}

⁴⁸En takk til Professor Kjell Gunnar Salvanes ved NHH for nyttig samtale rundt estimering av kostnadsfunksjoner etc.

⁴⁹For en enkel innføring i estimering av SE henvises det til for eksempel kapittel 9 i Berndt [1991].

⁵⁰Enkelt forklart er tidsseriedata en mengde observasjoner av den samme variabelen observert for ulike tidspunkter over et lengre tidsrom. Tverrsnittsdata er en observasjonsmengde av ulike variabler observert på samme tidspunkt. Paneldata er kombinasjonen av tidsserier og tverrsnittsdata, det vil si at vi observerer tverrsnittsdata over et lengre tidsrom.

⁵¹I etterspørselsanalyser er det for eksempel "vanlig" å finne at elastisitetsestimater ved tidsserier er lavere enn estimater for elastisiteter ved tverrsnittsdata.

Lønning (Lønning [1991a] og Lønning [1991b]) forsøkte, i forbindelse med SNF-prosjektet ”Oppdatering av MISM0D”, å estimere CES kostnadsfunksjoner for seks norske industrisektorer ved hjelp av aggregerte tidsserier for perioden 1962 – 1988. Innsatsfaktorene var kapital, arbeid og et vareaggregat. Lønnings konklusjoner var blant annet (i) en modell med kapital så ut til å fungere dårlig, (ii) de estimerte elastisitetene mellom arbeid og vareaggregatet fremsto som rimelige og (iii) for alle sektorene kunne man forkaste hypotesen om Leontief-relasjon mellom arbeid og vareaggregatet.

Merk at ulike estimater for SE varierer betraktelig og ser ut til å være svært sensitive overfor datagrunnlaget, estimeringsmetode og funksjonstype. Berndt [1976] estimerte SE mellom kapital og arbeid for industrien i USA for perioden 1929 – 1968. Berndt baserte sin studie på seks ulike funksjonelle former med utgangspunkt i CES-funksjonen og fem ulike prosedyrer for datakonstruksjon. Han konkluderte blant annet med at

Our most sobering result is that estimates of σ are extremely sensitive to differences in measurement and data construction.

Videre skriver han at dette sammenfaller med en tidligere studie av Nerlove (Nerlove [1967]) som blant annet fant at

Even slight variations in the period or concepts tend to produce drastically different estimates of the elasticity.

Indirekte beregning ved hjelp av etterspørselselastisiteter Som vist på side 61 kunne AES mellom i og j skrives som

$$\sigma_{ij}^A = \frac{\epsilon_{ij}}{\theta_j} \quad (5.12''')$$

hvor θ_j er kostnadsandelen og ϵ_{ij} er etterspørselselastisiteten av faktor i mhp prisen på faktor j . Videre hadde vi at $\sigma_{ij}^A = \sigma_{ji}^A$.⁵² La oss betrakte Næringsmiddelaggregatet i Figur 5.9 på side 79. Aggregatet består av Fett og oljer (f), Stivelse (s) og Andre jordbruksvarer (j) med tilhørende kostnadsandeler 0,3431,

⁵²Merk at $\epsilon_{ij} = (\theta_j/\theta_i)\epsilon_{ji}$. Denne relasjonen er viktig for å få symmetriegenskapen til AES.

<i>Verdi</i>	<i>Vurdering</i>
0	Ingen substitusjon (Leontief)
1	Liten substitusjon (Cobb-Douglas)
5	Middels substitusjon
10	Høy substitusjon

Tabell 5.7: Eksempel på skala for SE når SE fastsettes ved gjetning/skjønn.

0,2986 og 0,3583. Anta at vi kjenner etterspørselastisitetene,

$$\epsilon_{fs} = 0,1493$$

$$\epsilon_{fj} = 0,1792$$

$$\epsilon_{sf} = 0,1716$$

$$\epsilon_{sj} = 0,1792$$

$$\epsilon_{jf} = 0,1716$$

$$\epsilon_{js} = 0,1493.$$

SE kan dermed beregnes til 0,5. Dersom beregningene ikke gir et entydig tall for SE (som i vårt konstruerte eksempel), kan vi likevel få nyttig informasjon om mulige verdier på SE.

Skjønn Det er vanskelig å gi noen generelle retningslinjer for hvordan fastsetting av SE basert på skjønn bør foregå. Et rimelig utgangspunkt kan være hvordan man har konstruert de ulike knippene. Videre må man ha teorien i bakhodet, blant annet det at en gitt antakelse om substitusjonselastisiteter medfører en implisitt antakelse om etterspørselastisiteter.

Ved gjetning/skjønn kan det være fordelaktig å benytte seg av en skala som er definert på forhånd; noe som er gjort i vår modell. Skalaen vi har benyttet er gjengitt i Tabell 5.7. Ved å benytte en slik metode får man i det minste en viss grad av systematikk i gjetningen.

Kombinasjon av litteratursøk, estimering, indirekte beregning og skjønn

En kombinasjon av ulike tilnærminger er nok den mest realistiske fremgangsmåten. Her vil det være en totalvurdering av ulike kilder som til slutt er avgjørende for den parameterverdien man setter.

5.5 Avsluttende merknader

Dette kapitlet har forsøkt å vise sammenhengen mellom det teoretiske (idealiserte) fundamentet og noen av de problemene vi møter i praktisk modellering av produktfunksjoner. Det vil alltid være vanskelig å gi noen eksakte løsninger på hvordan de praktiske problemene bør løses. For eksempel vil strukturen i produktfunksjonen avhenge av det aggregeringsnivået man velger. Det er ikke nødvendigvis slik at jo mer detaljert en modell er jo bedre. En detaljert modellering med mange produkter og sektorer, samt mange nivå i funksjonene, vil på den ene siden gi stor fleksibilitet rent modellteknisk mens det på den andre siden stiller tilsvarende store krav til antall parametre som må angis. Ved valg av aggregeringsnivå bør man forsøke å huske hva målsettingen med modellen er. Videre bør strukturen i funksjonene gjenspeile virkeligheten. Hvilke innsatsfaktorer er viktige for produksjonen i en sektor? Er det for eksempel slik at energi, som har vært omfattet med betydelig forskningsinteresse, er en slik viktig innsatsfaktor i mange sektorer at den fortjener den oppmerksomheten den har fått?

La meg til slutt nok en gang understreke at det blir rammeverket rundt en gitt modelleringssituasjon som må være avgjørende for de vurderingene og beslutningene man tar. En fasit finnes nok ikke, men noen tilnærminger er bedre enn andre.

Kapittel 6

Anvendelse av modellen

6.1 Innledning

Formålet med dette kapitlet er å vise hvordan en CGE-modell kan brukes til å analysere ulike scenarier i den økonomiske politikken. Kapitlet er anvendt i den forstand at det er modellberegningene og konsekvensene av disse som står i sentrum og ikke modellen *per se* og forhold rundt denne. Det er også grunn til å fremheve at den modellversjonen som brukes må finjusteres noe og at et par ”bugs” må fjernes før endelig versjon foreligger. Men det er ingen grunn til å anta at noe av dette vil endre de kvalitative implikasjonene.

Avsnittene i kapitlet følger analysens inndeling. Avsnitt 6.2 viser beregninger hvor eksportsubsidiene for norsk ost er fjernet. I avsnitt 6.3 foretas det reduksjoner i tollsatsene på utvalgte jordbruksprodukter. Avsnitt 6.4 antar at myndighetene setter en nedre grense for hvor mye sysselsettingen i jordbruket kan reduseres. I avsnitt 6.5 gjennomføres det en sensitivitetsanalyse av et par utvalgte elastisiteter i modellen. Det siste avsnittet i kapitlet trekker noen konklusjoner.

Selv om WTO danner rammen rundt den påfølgende analysen vil dette ikke være en fullstendig WTO-analyse *per se*. Hovedårsaken ligger i at det er ingen som kjenner det endelige utfallet av WTO-avtalen for jordbruket.¹ Men

¹Om den eksisterende avtalen for jordbruket i WTO finner man i NOU [2000] på side 327

WTO-avtalen inneholder også et detaljert regelverk for subsidier til jordbruket, men dette har foreløpig hatt liten betydning for utviklingen i norsk landbruk. De norske tollsatsene og subsidiene til norsk landbruk har så langt i hovedsak ligget lavere enn begrensningene som følger av WTO-avtalen.

	<i>Melk</i> (15-20 årskyr)	<i>Okser</i> (100 okser)	<i>Ammekyr</i> (44 årskyr)	<i>Gris</i> (50 purker)
Ostflat	0,90	1,17	1,06	0,99
Trflat	0,88	1,35	1,10	1,01
Jaren	0,91	1,26	1,11	1,02
Ostandre	0,86	1,44	1,07	1,00
Vestland	0,85	1,29	1,07	1,00
Nordnorge	0,85	1,35	1,07	0,99

	<i>Sau</i> (100 sauer)	<i>Egg</i> (2000-6000 høner)	<i>Korn</i> (300-600 dekar)	<i>Potet</i> (100 dekar)
Ostflat	1,00	1,00	1,01	1,00
Trflat	1,01	1,00	1,02	1,02
Jaren	1,01	1,01	-	1,04
Ostandre	1,01	1,00	1,02	-
Vestland	1,00	1,00	-	-
Nordnorge	1,00	1,00	-	-

Tabell 6.1: Aktivitetsnivå i jordbruket – differensiert etter region. Fjerning av eksportsubsidier for norsk ost.

de elementene som analysen fokuserer på vil være sentrale deler av en ny WTO-avtale for jordbruket.

6.2 Fjerning av eksportsubsidier

Som tidligere nevnt i denne oppgaven brukes blant annet eksport av norsk ost som et instrument for å regulere norsk overproduksjon av melk. I basisåret (1996) ble osteeksport subsidiert med omlag 700 millioner kroner. Ved å subsidiere eksporten oppnår man, gitt overproduksjon, å holde oppe den innenlandske produsentprisen. På den andre siden "gir" Norge fra seg velferd. Mer spesifikt subsidierer Norge utenlandsk konsum av norsk ost.

I beregningen fjerner vi subsidien på norsk eksport av ost. Modellkjøringen genererer en stor mengde informasjon, hvorfra vi trekker ut noen sentrale elementer som analyseres nærmere. I kalibreringsløsningen er alle indekser for priser og aktivitetsnivå satt lik 1.

Aktivitetsnivå i jordbruket Tabell 6.1 viser hvordan aktivitetsnivået i utvalgte modellgårdsbruk endrer seg som følge av fjerningen av eksportsubsidien. Som forventet vil produksjonen i melkebrukene reduseres. Reduksjonen er i størrelsesorden 9 - 15%. Nedgangen kommer som en følge av redusert etterspørsel etter melk på grunn av at økonomien ikke lenger kan eksportere ost hvor melk er den viktigste innsatsfaktoren.

<i>JNMI</i>		<i>Resten av økonomien</i>	
Storfe, foredling	1,00	Skogbruk	1,00
Svin, foredling	1,00	Fiske	0,99
Sau, foredling	1,00	Oppdrett	1,00
Fjørfe, foredling	1,00	Fiskeforedling	0,99
Konsummelk, meieri	1,01	Tobakk	1,00
Ost innenlands, meieri	1,05	Olje	1,00
Ost eksport, meieri	0,00	Energi	1,00
Iskrem	1,00	Lettindustri	1,00
Potetvarer, konserver	1,00	Tungindustri	1,00
Frukt og grønt, konserver	1,00	Transport	1,00
Oljer og fett	0,99	Varehandel	1,00
Kornvarer	0,99	Private tjenester	1,00
Stivelse	1,02	Offentlige tjenester	1,00
Kraftfor	0,98		
Bakerivarer	1,00		
Konditorvarer (også pizza)	1,01		
Sjokolade, drops og kakao	1,00		
Andre næringsmidler	1,00		
Drikkevarer	1,00		

Tabell 6.2: Aktivitetsnivå i JNMI og resten av økonomien. Fjerning av eksportsubsidier for norsk ost.

Aktiviteten i oksebruk og bruk med ammekyr har generelt en økning i aktivitetsnivået og for oksebrukene må økningen sies å være betydelig. Dette kan forklares ved at melkebrukene også produserer storfekjøtt. Når aktiviteten i melkesektoren går ned, reduseres også tilbudet av storfekjøtt. Imidlertid er det ingen forhold som tilsier at etterspørselen etter storfekjøtt er blitt mindre. For å opprettholde tilbudet av storfekjøtt øker aktiviteten i de andre storfekjøttproduserende sektorene, som er okse- og ammekyrsektorene. For andre jordbruksvarer skjer det små endringer i aktivitetsnivået.

Aktivitetsnivået i JNMI Tabell 6.2 angir aktivitetsnivået i JNMI. Som forventet er det ingen aktivitet i den sektoren som produserer ost til eksport. Det vil si at uten subsidiene er ikke norsk oste-eksport konkurransedyktig. Dette understreker igjen det faktum at eksporten av norsk ost for alle praktiske formål benyttes for å bli kvitt overproduksjon.

Aktiviteten i meieriene har økt litt både når det gjelder konsummelk og ost til innenlandsk forbruk. Dette kan forklares ved at noe av den frigjorte melken som før var brukt i produksjonen av ost for eksport nå blir brukt i de to ovenfornevnte aktivitetene. Med andre ord er det ikke slik at fjerningen av subsidiene til oste-eksport medfører at all etterspørsel etter denne melken forsvinner; noe blir etterspurt av andre sektorer som bruker innsatsfaktoren

melk i stor skala. En drivfaktor bak dette er at råmelkprisen er blitt lavere som følge av lavere kostnader ved produksjon av råmelk. Eksempelvis lavere pris på areal og familiearbeidskraft.

Sektoren som produserer kraftfôr har fått en reduksjon i aktiviteten på 2%. Forklaringen tilskrives lavere etterspørsel etter kraftfôr som følge av redusert aktivitet i melkebrukene. Selv om aktiviteten i andre kjøttproduserende sektorer har økt er ikke denne økningen stor nok til å kompensere for reduksjonen i melkebrukene når det gjelder etterspørselen etter kraftfôr.²

Aktivitetsnivået i resten av økonomien Aktivitetsnivået i resten av økonomien er tilnærmet uendret, hvilket er som forventet. Begrunnelsen er at fjerning av eksportsubsidien påvirker, i all hovedsak, bare en liten del av økonomien. Se Tabell 6.2.

Prisindekser privat husholdning Fjerningen av eksportsubsidien har ikke påvirket det innenlandske prisnivået som de private husholdningene står overfor. Se Tabell 6.3. Merk forøvrig at prisindeksen for Varer og fritid brukes som numeraire, det vil si at de andre prisindeksene måles relativt til denne.

Prisindekser utvalgte innsatsfaktorer Tabell 6.3 viser også prisindekser for utvalgte innsatsfaktorer. De indeksene som har endret seg er de som er knyttet til priser for jordbruksareal. Prisene på areal reflekterer det presset som er på arealbruken. En indeks på null indikerer at ikke alt arealet blir brukt. Når indeksen er positiv betyr det at alt arealet blir brukt og at arealet har en knapphetsverdi. Arealbruken er selvfølgelig sterkt korrelert med aktiviteten i jordbruket. Nedgangen i arealprisen forklares ved at reduksjonen i melkebrukene har frigjort areal og at ny aktivitet har tatt i bruk dette arealet, men at disse nye aktivitetene ikke er så lønnsomme som melkebrukene var når de ble subsidiert via eksportprisene. Ytterligere tilgang på areal har derfor ikke så stor verdi som tidligere. Prisnedgangen er størst i distriktene hvor mesteparten av melkebrukene er. Nedgangen er til dels betydelig for Vestlandet og Nord-Norge.

²Et viktig forhold i denne sammenhengen er graden av faktorsubstitusjon mellom kraftfôr og grovfôr. Eriksen [2000] har studert denne sammenhengen for melkebruk, og skriver blant annet følgende i sitt sammendrag

Ut fra eksisterende litteratur som nytter CES-funksjonen for å beskrive graden av substitusjonsmuligheter mellom førsortene, argumenterte jeg for at substitusjonselastisiteten kan ta relativt høye verdier innenfor et begrenset intervall.

<i>Privat husholdning</i>		<i>Utvalgte innsatsfaktorer</i>	
Varer og fritid (numeraire)	1,00	Arbeidskraft	1,00
Mat og drikke	1,00	Kapital	1,00
Mat	1,00	Kraftfor	1,00
Kjøtt	1,00	<i>Areal</i>	
Fisk	1,00	Østland flat	0,93
Drikke	1,00	Trøndelag flat	0,87
Hus og varme	1,00	Jæren	0,79
Klær og sko	1,00	Østland andre	0,78
Transport	1,00	Vestland mm	0,65
Andre varer og tjenester	1,00	Nord-Norge	0,66

Tabell 6.3: Prisindekser for privat husholdning og utvalgte innsatsfaktorer. Fjerning av eksportsubsidier for norsk ost.

Velferd, stønad og valutakurs Både velferdsnivået og stønadsnivået til privat husholdning har økt. De nye indeksene er henholdsvis 1,001 og 1,006. Stønadene til privat husholdning knytter seg til det offentliges budsjettbetingelse som er antatt å balansere i modellen. Det vil si at det offentliges inntekter skal være lik det offentliges utgifter. En eventuell saldo overføres privat husholdning. I denne beregningen har stønadsoverføringene økt. Økningen skyldes at det offentlige ikke lenger bruker midler på eksportsubsidier, med andre ord har det offentliges utgifter blitt redusert. For at budsjettbetingelsen skal balansere har denne nedgangen i offentlige utgifter blitt ”nøytralisert” ved en økning i overføringene til private husholdninger.

Et høyere stønadsnivå impliserer høyere inntekter til de private husholdningene som igjen fører til en økning i konsumet. En økning i konsum medfører høyere nyttenivå (gitt konvekse preferanser), det vil si økt velferd.

Valutakursen er uendret.

Prisindeks for varer levert fra produsent – pris fra produsent Denne indeksen kan tolkes som produsentens kostnader ved å fremstille produktet. I beregningen er det tre prisindekser som endrer seg: (i) Råmelk, (ii) konsummelk og (iii) ost til innenlandsk konsum. Alle har fått en ny verdi på 0,99. Reduksjonen i prisen på råmelk skyldes lavere kostnader ved produksjonen. Prisen på konsummelk og ost til innenlandsk konsum har også gått ned. Dette kan forklares ved at råmelk, som er den viktigste innsatsfaktoren i disse to produktene, har hatt en prisnedgang. Dette forklarer, som tidligere nevnt, aktivitetsøkningen i de to sektorene.

Arbeidskraft i jordbruket Arbeidskraften i jordbruket består av to deler. Den første delen er delvis sektorspesifikk arbeidskraft, mer presist familiearbeid. Det vil si den arbeidskraften som kommer fra familien som har tilknytning til det aktuelle bruket. Den andre delen består av arbeidskraft som er innleid fra det nasjonale arbeidsmarkedet.

I kalibreringsløsningen er verdien av arbeidsinnsatsen i jordbruket 7 205,983. Da prisen i kalibreringsløsningen er definert lik 1 blir dette en volumindeks. Summen fordeler seg med 5 581,295 på familiearbeid og 1 624,688 på innleid arbeid. Omregnet i årsverk tilsvarer dette 65 162, fordelt med 55 813 og 9 349 årsverk på henholdsvis familiearbeid og innleid arbeid.³

I beregningen reduseres tallene for familiearbeid og innleid arbeid med henholdsvis 0,6% og 21,4%. Reduksjonen er altså størst for innleid arbeid. Dette er en logisk konsekvens da familiearbeid har en lavere avlønning enn innleid arbeidskraft som har en avlønning lik den man finner i det nasjonale markedet for arbeidskraft. Når aktiviteten i primærjordbruket går ned følger det at det foregår en substitusjon bort fra innsatsfaktorer som har en høyere avlønning enn andre.

6.3 Reduksjon i tollsatsene

I tillegg til fjerningen av eksportsubsidiene for ost reduseres i denne beregningen tollsatsene på utvalgte jordbruksprodukter. Totalt gjennomføres det fem beregninger hvor tollsatsene reduseres i steg på 10% slik at intervallet for reduksjonen blir 10%-50%. Se Tabell 6.4. Det er valgt å redusere tollen på 14

	<i>Beregning nr</i>				
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Forkortelse	K01	K02	K03	K04	K05
Fjerning av eksportsubsidier for ost	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Reduksjon i tollsatser	10%	20%	30%	40%	50%

Tabell 6.4: Oversikt over beregningene.

produkter, hvorav 9 er jordbruksprodukter og 5 er meieriprodukter. Se Tabell 6.5.⁴ Jordbruksproduktene brukes som innsatsfaktorer i JNMI, mens meieripro-

³Totalt antall årsverk for jordbruket i modellen (65 162) er lavere enn hva det faktiske antall årverk var i basisåret 1996. I henhold til Landbruksdepartementet, var innsatsen litt over 87 000 årsverk. Årsaken til dette ligger blant annet i at modellbrukene er litt over 20% mer effektive enn hva den faktiske situasjonen skulle tilsi.

⁴Betrakt produktet grsak som har en tollsats på 0,54, det vil si 54%. Importprisen blir 1,54 da prisen i kalibreringsløsningen er lik 1. I modelleringen forutsettes det imidlertid at

<i>Produkt</i>	<i>Tollsats i prosent</i>
Korn	221
Poteter (potet)	45
Grønnsaker (grsak)	54
Frukt og bær (frbar)	56
Storfe	200
Sau	165
Svin	186
Fjærkre (fkre)	333
Egg	202
Melk og fløte (kmelk)	74
Ost (ostn)	121
Melkepulver (mpulv)	217
Smør (smor)	164
Andre melkeprodukter (mann)	231

Tabell 6.5: Oversikt over de produktene som får reduserte tollsats i beregningene. Tollsatsene er de satsene som er lagt inn i kalibreringsløsningen.

duktene brukes både som sluttprodukt og innsatsfaktorer.

For deler av JNMI vil scenariet med økt konkurranse i begynnelsen av verdikjeden, det vil si økt konkurranse for noen sentrale innsatsfaktorer, samtidig som forholdene ikke endres mye i den andre enden av verdikjeden virke gunstig. Men ved å gjøre denne formuleringen settes fokus på sårbarheten til norsk jordbruk.

Aktivitetsnivå i jordbruket Tabell 6.6 angir tallmateriale for denne delen av analysen. Ved å sammenligne K01 med beregningene i forrige avsnitt der kun eksportsubsidiene for ost ble fjernet, fremgår det at en 10% reduksjon i tollsatsene på de utvalgte produktene har en betydelig effekt på aktiviteten i jordbruket. Mens oksebrukene i beregningen i forrige avsnitt fikk en betydelig økning rammes de hardt når vi i tillegg reduserer tollsatsen. Bortfallet av storfekjøtt som følge av nedgangen i melkeproduksjonen erstattes nå med importert storfekjøtt.

For alle brukene som det er presentert tall for, er det en signifikant reduksjon i aktivitetsnivået. Nedgangen ligger i intervallet 16% (kornbruk Ostflat) til 60% (oksebruk Nord-Norge). Det kan se ut om om de beste regionene hva angår jordbruksproduksjon (Ostflat, Trflat og Jaren) tenderer til å rammes litt mindre enn de øvrige regionen. Forskjellene er dog små.

det er 10% "luft" i tollsatsene slik at den importprisen som "biter" er lik $1,54(0,9) = 1,39$. Tollreduksjonene gjennomføres på den importprisen som "biter".

	<i>Melk (15 - 20 årskyr)</i>					<i>Okser (100 okser)</i>				
	<i>K01</i>	<i>K02</i>	<i>K03</i>	<i>K04</i>	<i>K05</i>	<i>K01</i>	<i>K02</i>	<i>K03</i>	<i>K04</i>	<i>K05</i>
Ostflat	0,76	0,64	0,52	0,52	0,48	0,49	0,30	0,15	0,03	0,00
Trflat	0,74	0,60	0,49	0,49	0,46	0,47	0,31	0,16	0,05	0,00
Jaren	0,77	0,64	0,53	0,53	0,49	0,51	0,32	0,15	0,03	0,00
Ostandre	0,65	0,52	0,43	0,42	0,40	0,43	0,29	0,16	0,06	0,00
Vestland	0,62	0,50	0,41	0,41	0,39	0,42	0,27	0,13	0,03	0,00
Nordnorge	0,62	0,50	0,41	0,41	0,38	0,40	0,26	0,15	0,05	0,00

	<i>Ammekyr (44 kyr)</i>					<i>Gris (50 purker)</i>				
	<i>K01</i>	<i>K02</i>	<i>K03</i>	<i>K04</i>	<i>K05</i>	<i>K01</i>	<i>K02</i>	<i>K03</i>	<i>K04</i>	<i>K05</i>
Ostflat	0,76	0,63	0,55	0,47	0,39	0,48	0,26	0,09	0,00	0,00
Trflat	0,78	0,64	0,56	0,48	0,40	0,47	0,25	0,08	0,00	0,00
Jaren	0,74	0,62	0,55	0,47	0,39	0,47	0,24	0,08	0,00	0,00
Ostandre	0,72	0,61	0,54	0,46	0,38	0,46	0,23	0,08	0,00	0,00
Vestland	0,71	0,60	0,53	0,46	0,37	0,45	0,23	0,07	0,00	0,00
Nordnorge	0,71	0,60	0,53	0,46	0,38	0,47	0,26	0,11	0,02	0,00

	<i>Sau (100 sauer)</i>					<i>Egg (2000 - 6000 høner)</i>				
	<i>K01</i>	<i>K02</i>	<i>K03</i>	<i>K04</i>	<i>K05</i>	<i>K01</i>	<i>K02</i>	<i>K03</i>	<i>K04</i>	<i>K05</i>
Ostflat	0,81	0,72	0,66	0,60	0,54	0,61	0,39	0,20	0,05	0,02
Trflat	0,82	0,72	0,65	0,59	0,52	0,61	0,39	0,19	0,04	0,02
Jaren	0,82	0,72	0,66	0,61	0,55	0,61	0,38	0,19	0,04	0,02
Ostandre	0,81	0,71	0,65	0,59	0,52	0,59	0,37	0,18	0,04	0,01
Vestland	0,80	0,71	0,64	0,58	0,52	0,59	0,38	0,18	0,04	0,02
Nordnorge	0,79	0,70	0,63	0,57	0,50	0,60	0,39	0,20	0,05	0,03

	<i>Korn (300 - 600 dekar)</i>					<i>Potet (100 dekar)</i>				
	<i>K01</i>	<i>K02</i>	<i>K03</i>	<i>K04</i>	<i>K05</i>	<i>K01</i>	<i>K02</i>	<i>K03</i>	<i>K04</i>	<i>K05</i>
Ostflat	0,84	0,50	0,22	0,02	0,00	0,74	0,58	0,49	0,40	0,31
Trflat	0,87	0,56	0,28	0,06	0,00	0,79	0,63	0,54	0,47	0,40
Jaren	-	-	-	-	-	0,76	0,62	0,53	0,45	0,38
Ostandre	0,77	0,47	0,20	0,03	0,00	-	-	-	-	-
Vestland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nordnorge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 6.6: Aktivitetsnivå i jordbruket – differensiert etter region. Reduksjon i tollsatsene.

Forklaringen bak nedgangen ligger i at de innenlandske prisene presses ned på grunn av redusert toll. Det betyr ikke nødvendigvis at norsk jordbruk er mindre effektivt/har høyere kostnader enn de landene hvor de importerte produktene kommer fra. Et viktig forhold i denne sammenhengen er at verdensmarkedet for jordbruksprodukter domineres av produkter som dumpes som følge av overproduksjon i mange land. Verdensmarkedsprisen er således lavere enn hva naturlig er og gjenspeiler dermed ikke det faktiske kostnadsnivået.⁵

⁵Brunstad et al. [1995] skriver på side 130

I dag er verdensmarkedsprisene på jordbruksvarer betydelig lavere enn produksjonskostnadene i de fleste industrilandene. Dette skyldes selvfølgelig støttepolitikken, som gjennom massiv produksjonsstøtte og restriktiv importbeskyttelse skaper et tilbudsoverskudd på verdensmarkedet. Dersom *industri-*

	<i>K01</i>	<i>K02</i>	<i>K03</i>	<i>K04</i>	<i>K05</i>
Storfe, foredling	1,05	1,10	1,14	1,18	1,24
Svin, foredling	1,03	1,05	1,06	1,07	1,09
Sau, foredling	1,04	1,08	1,10	1,13	1,16
Fjørfe, foredling	1,05	1,10	1,14	1,19	1,25
Konsummelk, meieri	1,04	1,09	1,11	1,10	1,03
Ost innenlands, meieri	0,71	0,30	0,00	0,00	0,00
Ost eksport, meieri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iskrem	1,07	1,08	1,09	1,10	1,12
Potetvarer, konserver	1,00	0,99	0,98	0,98	0,97
Frukt og grønt, konserver	1,03	1,06	1,09	1,12	1,15
Oljer og fett	0,99	0,99	1,01	1,05	1,13
Kornvarer	1,12	1,12	1,14	1,19	1,29
Stivelse	1,17	1,36	1,55	1,76	1,95
Kraftfor	0,87	0,86	0,92	1,12	1,58
Bakerivarer	1,07	1,07	1,07	1,08	1,08
Konditorvarer (også pizza)	0,99	1,05	1,11	1,17	1,23
Sjokolade, drops og kakao	1,02	1,03	1,05	1,06	1,07
Andre næringsmidler	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Drikkevarer	1,00	0,99	0,98	0,98	0,98

Tabell 6.7: Aktivitetsnivå i JNMI. Reduksjon i tollsatsene.

Tabell 6.6 viser en klar sammenheng mellom reduksjon i tollsatsene og aktiviteten i jordbruket. Jo mer tollsatsene reduseres jo lavere blir aktivitetsnivået. I de beregningene som er gjort, fremgår det at fire av de rapporterte sektorene får redusert sin aktivitet med 90% eller mer. Dette gjelder gårdsbruk som produserer okse, svin, egg og korn. 90%-tallet passerer ved en tollreduksjon på 30%-40%, og alle disse fire brukene har tilnærmet ingen aktivitet når tollreduksjonen er på 50%.

Altså: En reduksjon i tollsatsene har en betydelig negativ effekt på aktivitetsnivået i primærjordbruket.

Aktivitetsnivået i JNMI Som forventet vil de fleste sektorene i JNMI nyte godt av en reduksjon i tollsatsene. Se Tabell 6.7. Resultatene er entydige i den forstand at jo mer tollene reduseres jo høyere blir aktiviteten i JNMI. For Storfe, Fjørfe, Kornvarer, Stivelse, Kraftfôr og Konditorvarer er økningen på

landene ensidig liberaliserer sin jordbrukspolitikk, vil verdensmarkedsprisene på de fleste produktene øke betydelig.

De skriver videre på side 131

Dersom også *utviklingslandene* liberaliserer sin jordbrukspolitikk, [...], beregnes endringene i verdensmarkedsprisene å bli langt svakere, siden produksjonen forventes å øke sterkt i utviklingslandene.

20% eller mer når tollen er halvert. Økningen skyldes tilgangen på billigere innsatsfaktorer.

Sektoren Potetvarer får imidlertid redusert aktivitet. Dette forklares ved at poteter, som har fått en reduksjon i toll, bare utgjør omlag 20% av verdien på innsatsfaktorene. Sektoren Stivelse, på den andre siden, hvor poteter utgjør ca 50% av verdien på innsatsfaktorene har en stor økning i aktiviteten.

Melk til innenlandsk konsum har først en økning i aktiviteten og når et ”toppunkt” rundt en tollreduksjon på 30%, for så å reduseres. Konsum-melk var et av de produktene hvor toll ble redusert. Økningen i aktiviteten tilskrives en nedgang i prisen på råmelk. Aktivitetsøkningen vil foregå inntil prisreduksjonen på råmelk ikke lenger er stor nok til å kompensere for tollreduksjonen på konsum-melk. Aktiviteten i meierisektoren som produserer konsum-melk vil dermed gå ned.

Sektoren som produserer Kraftfôr vil også oppnå en fordel av reduserte tollsatser. Hovedforklaringen ligger i økt etterspørsel etter kraftfôr i oppdrettssektoren. I tillegg kommer redusert toll på korn som er en sentral innsatsfaktor i sektoren.

Altså: For de fleste næringsmiddelsektorene vil en reduksjon i tollsatsene på de utvalgte jordbruksproduktene ha en gunstig effekt.

Aktivitetsnivået i resten av økonomien Tabell 6.8 viser aktivitetsnivået i resten av økonomien ved reduksjon i tollsatser. For de fleste sektorene er

	<i>K01</i>	<i>K02</i>	<i>K03</i>	<i>K04</i>	<i>K05</i>
Skogbruk	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fiske	0,98	0,99	1,02	1,09	1,21
Oppdrett	1,09	1,26	1,53	2,04	3,08
Fiskeforedling	0,97	0,99	1,04	1,13	1,30
Tobakk	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Olje	1,01	1,01	1,01	1,00	0,97
Energi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lettindustri	1,00	0,99	0,99	0,99	0,98
Tungindustri	0,99	0,99	0,98	0,98	0,97
Transport	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Varehandel	1,00	1,00	1,00	1,01	1,02
Private tjenester	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Offentlige tjenester	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabell 6.8: Aktivitetsnivå i resten av økonomien. Reduksjon i tollsatsene.

aktiviteten bare marginalt endret. Unntaket er de tre fiskerelaterte sektorene. Oppdrett øker som en følge av redusert pris på kraftfôr som er den dominerende

	<i>K01</i>	<i>K02</i>	<i>K03</i>	<i>K04</i>	<i>K05</i>
Varer og fritid (numeraire)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mat og drikke	0,99	0,97	0,96	0,96	0,95
Mat	0,99	0,97	0,96	0,94	0,93
Kjøtt	0,97	0,95	0,92	0,89	0,86
Fisk	1,00	0,99	0,99	0,98	0,98
Drikke	0,99	0,97	0,97	0,97	0,97
Hus og varme	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Klær og sko	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Andre varer og tjenester	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabell 6.9: Prisindeks privat husholdning. Reduksjon i tollsatsene.

innsatsfaktoren i sektoren.^{6, 7} Kraftfôrprisen er redusert på grunn av redusert toll på en del av de innsatsfaktorene som inngår i produksjon av fôret, og da i all hovedsak korn.

Oppdrett trekker med seg sektorene Fisk og Fiskeforedling, slik at en del av ekspansjonen i disse sektorene kan forklares ved de sammenhengene som er mellom de.

Altså: For de fleste sektorene i resten av økonomien er det kun marginale endringer som følge av reduksjonen i tollsatsene.

Prisindekser privat husholdning Ut av Tabell 6.9 fremgår det at det er priser på mat og drikke som har endret seg. For aggregatet Mat og Drikke går prisen ned med omlag 5% for kjøring K05. For undergruppene av aggregatet (Mat, Kjøtt, Fisk og Drikke) er det Kjøtt som har den største prisnedgangen (14%), mens Fisk har den minste reduksjonen (2%).

Prisreduksjonen skjer først og fremst som følge av reduksjoner i prisen på sentrale innsatsfaktorer i JNMI på grunn av tollreduksjoner. Retningen på endringene er som forventet. Man kunne kanskje har forventet en større reduksjon i matvareprisene. Men det er her viktig å huske på at tollreduksjonen faller på produkter som inngår tidlig i verdikjeden, det vil si før mange av de tyngre kostnadskomponentene påløper.

Nedgangen i prisen på Fisk må forklares i all hovedsak ved prisnedgang på oppdrettsfisk som igjen forklares ved prisreduksjon på kraftfôr.

⁶I virkeligheten er kraftfôr til oppdrett frikoblet fra norsk næringsmiddelindustri. Det vil si at oppdrettsnæringen kan kjøpe kraftfôr til verdensmarkedspris. Dette fanges dog ikke opp i den modellversjonen som er brukt i disse beregningene.

⁷De to største og viktigste kostnadskomponentene ved oppdrettsanlegg er smolt (ca 20%) og kraftfôr (ca 50%).

	<i>K01</i>	<i>K02</i>	<i>K03</i>	<i>K04</i>	<i>K05</i>
Arbeidskraft	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01
Kapital	1,00	1,00	1,00	1,00	0,99
Kraftfor	0,98	0,96	0,93	0,91	0,88
<i>Areal</i>					
Østland flat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trøndelag flat	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00
Jæren	0,13	0,04	0,02	0,01	0,01
Østland andre	0,06	0,01	0,00	0,00	0,00
Vestland mm	0,09	0,03	0,01	0,01	0,01
Nord-Norge	0,10	0,04	0,01	0,01	0,01

Tabell 6.10: Prisindeks utvalgte innsatsfaktorer. Reduksjon i tollsatsene.

Prisindekser utvalgte innsatsfaktorer Av de tre første faktorene i Tabell 6.10, er det kraftfôr som har hatt den største prisreduksjonen. Forklaringen ligger, som tidligere nevnt, i prisnedgang på sentrale innsatsfaktorer i fôrproduksjonen og da i all hovedsak korn.

Prisen på arbeidskraft og kapital holder seg tilnærmet uendret. Etterspørselen etter disse to faktorene endrer seg i takt med aktiviteten i de ulike sektorene. I tillegg vil substitusjonsmulighetene mellom disse to primærfaktorene være en viktig faktor. For at tilbudet skal være lik etterspørselen etter disse to faktorene, og rent generelt for den saks skyld, vil prisen være den mekanismen som skaper likevekt i markedene. Men i de beregningene som her er gjennomført er det kun marginale endringer i faktorprisene.

Velferd, stønad og valutakurs Stønadene til privat husholdning har økt på grunn av tre forhold. For det første er eksportsubsidiene fjernet. For det andre er subsidiene til jordbruket generelt blitt mindre som følge av lavere aktivitet i jordbrukssektorene. For det tredje får det offentlige tollinntekter som følge av økt import av de varene som har fått redusert tollsats. Se Tabell 6.11. Som en

	<i>K01</i>	<i>K02</i>	<i>K03</i>	<i>K04</i>	<i>K05</i>
Velferdsnivå (privat hushold)	1,009	1,013	1,016	1,018	1,021
Stønadnivå	1,031	1,040	1,047	1,049	1,052
Valutakurs	1,000	1,000	0,999	0,998	0,996

Tabell 6.11: Velferdsnivå, stønadnivå og valutakurs. Reduksjon i tollsatsene.

følge av høyere stønad og lavere priser på mat og drikke kan husholdingene øke sitt konsum og dermed få et økt velferdsnivå.

Valutakursen endres marginal i løpet av de fem kjøringene. Kursen går noe ned, det vil si at norske kroner har styrket seg i forhold til utenlandsk valuta. Å

forklare endringer i valutakursen er ikke enkelt, og ofte er det en kombinasjon av flere faktorer. Åpenbart vil eksport og import av ulike produkter påvirke valutakursen gjennom tilbud og etterspørsel etter utenlandsk valuta. I forbindelse med reduksjon i tollsatsene vil importen gå opp og etterspørselen etter utenlandsk valuta vil øke. Økt etterspørsel etter valuta vil føre til økt valutakurs. Økt eksport av norske varer gir motsatt effekt.

Prisindeks for varer levert fra produsent – pris fra produsent Tabell 6.12 viser prisindekser for varer levert fra produsent for et utvalg varer. Jevnt over er det en prisreduksjon på de fleste varene; noe som ikke kan sies å være overraskende. Spesielt gjelder dette for varer fra JNMI. I all hovedsak ligger forklaringen her i rimeligere innsatsfaktorer på grunn av lavere importpris.

Arbeidskraft i jordbruket Tabell 6.13 viser endringen i arbeidskraft sysselsatt i jordbruket ved tollreduksjoner i forhold til kalibreringsløsningen.

Tabellen viser at antall sysselsatte, gitt ved antall årsverk, i jordbruket går ned jo større tollreduksjonen er. Dette er som forventet da aktiviteten i jordbruket har blitt betydelig redusert hvilket innebærer en redusert etterspørsel etter innsatsfaktorer; herunder arbeidskraft.

Reduksjonen i antall årsverk, fra kalibreringsløsning til K05, for familiearbeidskraft er på 31,6%. Innleid arbeidskraft har en reduksjon på 99,7%, det vil si at for alle praktiske formål er all arbeidskraft i jordbruket familiearbeidskraft. Heller ikke dette resultatet fremstår som overraskende. Dette fordi familiearbeidskraft har en betydelig lavere avlønning enn innleid arbeidskraft. Det vil foregå en substitusjon fra innleid arbeidskraft til familiearbeidskraft etter hvert som aktiviteten i jordbruket reduseres. Følsomheten i innleid arbeidskraft illustreres godt ved å sammenligne kalibreringsløsningen og K01. Den relative nedgangen i familiearbeidskraft er på 6% mens den for innleid arbeidskraft er på hele 78%.

6.4 Sysselsettingsgulv

Anta at myndighetene anser reduksjonen i sysselsettingen som følge av tollreduksjonen som uakseptabel stor; det kan være distriktshensyn eller andre momenter som ligger i dagens jordbrukspolitikk. For å begrense nedgangen i sysselsettingen antar vi her at den totale sysselsetting i jordbruket ikke skal reduseres

	<i>K01</i>	<i>K02</i>	<i>K03</i>	<i>K04</i>	<i>K05</i>
Storfe (hel slakt)	0,94	0,87	0,81	0,75	0,68
Svin (hel slakt)	0,94	0,88	0,82	0,75	0,69
Sau (hel slakt)	0,94	0,88	0,83	0,77	0,71
Fjærkre (hel slakt)	0,93	0,85	0,78	0,70	0,63
Råmelk	0,96	0,92	0,86	0,87	0,86
Egg	0,94	0,87	0,81	0,75	0,73
Korn	0,93	0,87	0,80	0,74	0,67
Poteter	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88
Grønnsaker	0,97	0,94	0,92	0,89	0,86
Frukt og bær	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85
Andre jordbruksvarer	1,00	1,00	0,99	0,99	0,99
Storfekjøtt (stykningsdeler)	1,00	0,99	0,94	0,90	0,85
Svinekjøtt (stykningsdeler)	1,00	1,00	0,96	0,92	0,89
Sauekjøtt (stykningsdeler)	0,96	0,91	0,86	0,81	0,76
Fjørfekjøtt (stykningsdeler)	0,96	0,92	0,88	0,83	0,79
Svinekjøtt (saltet torket el roykt)	0,97	0,93	0,90	0,87	0,84
Sauekjøtt (saltet torket el roykt)	0,96	0,91	0,88	0,84	0,80
Storfekjøtt (konservert el tilberedt)	0,95	0,91	0,88	0,84	0,81
Svinekjøtt (konservert el tilberedt)	0,97	0,93	0,91	0,88	0,86
Sauekjøtt (konservert el tilberedt)	0,96	0,92	0,89	0,85	0,82
Fjørfekjøtt (konservert el tilberedt)	0,95	0,91	0,88	0,84	0,81
Konsummelk	0,92	0,85	0,81	0,82	0,82
Ost innenlands	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
Smør	0,94	0,88	0,83	0,77	0,71
Iskrem	0,98	0,96	0,96	0,95	0,94
Potetvarer (konserves)	1,00	1,00	1,00	0,99	0,99
Frukt og grønt (konserves)	0,99	0,98	0,98	0,97	0,96
Fett og oljer	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99
Mel og gryn	0,95	0,90	0,84	0,78	0,72
Annet mel	0,93	0,91	0,90	0,89	0,90
Stivelse	0,99	0,97	0,96	0,94	0,93
Kraftfor	0,98	0,96	0,93	0,91	0,88
Ferske bakerivarer	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94
Konserverte bakerivarer (også pizza)	0,99	0,97	0,96	0,95	0,93
Sukker	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Sjokolade og drops	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99
Andre næringsmidler	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01
Brennevin	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99
Annet drikke (bla brus)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Øl	1,00	1,00	1,01	1,01	1,01
Tobakk	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Skogbruksvarer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oppdrettsfisk	0,99	0,98	0,97	0,95	0,94
Vill fisk	1,00	1,00	1,00	1,01	1,01
Fiskevarer (foredlet)	1,00	1,00	0,99	0,99	0,98
Olje	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Energi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lettindustrivarer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tungindustrivarer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Varehandel	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Offentlige tjenester	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01
Private tjenester	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Samleprodukt	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabell 6.12: Prisindeks for varer levert fra produsent – pris fra produsent. Reduksjon i tollsatsene.

<i>Beregning</i>	<i>Familiearbeid</i>	<i>Innleid arbeid</i>
K01	-5,7	-78,3
K02	-12,6	-94,8
K03	-20,9	-99,0
K04	-25,5	-99,4
K05	-31,6	-99,7

Tabell 6.13: Prosentvis endring i arbeidskraft sysselsatt i jordbruket ved toll-reduksjoner i forhold til kalibreringsløsning.

med mer enn 25% av dagens sysselsettingsnivå målt ved kalibreringsløsningen.⁸

For å avgrense antall modellkjøringer tas det utgangspunkt i kjøring K04, det vil si den modellberegningen hvor eksportsubsidiene for ost ble fjernet og hvor tollsatsen på utvalgte produkter ble redusert med 40%. Forkortelsen til den nye kjøringen er K06. For å analysere effekten av sysselsettingsgulvet sammenlignes kjøringene K04 og K06.

Arbeidskraft i jordbruket – skranken Ikke overraskende binder skranken. Ved å innføre skranken øker antall årsverk familiearbeidskraft, sett i forhold til K04, med 4 883 (12%). Innleid arbeidskraft øker fra 58 årsverk til 4 377 årsverk.⁹

Skyggeverdien på skranken kan tolkes som kostnaden ved å opprette én ekstra arbeidsplass i jordbruket. Skyggeverdien for beregningen er 0,37. Det vil si at for hver ny arbeidsplass i jordbruket vil det offentlige subsidiere dens kostnad med 37%. Økningen i antall sysselsatte forklares altså ved at den arbeidskraften som bonden står overfor blir billigere.

Subsidien som gis tilfaller begge de to typene arbeidskraft. Det som imidlertid fremstår som interessant i denne sammenhengen er den store økningen i etterspørselen etter innleid arbeidskraft. Forklaringen ligger i at en del av subsidien som påløper familiearbeidskraften tilfaller tilbydereren av arbeidskraften mens dette ikke er tilfellet for innleid arbeidskraft. Bonden velger derfor å ta ut noe av subsidien i form av høyere lønn. Resultatet blir at innleid arbeidskraft øker relativt mer enn familiearbeidskraften.

Aktivitetsnivå i jordbruket At skranken binder, betyr altså at det er flere årsverk sysselsatt i jordbruket enn hva markedsløsningen gir. En konsekvens av

⁸Rent modellteknisk sier denne skranken at summen av familiearbeidskraft og innleid arbeidskraft ikke skal være mindre enn 75% av den aktuelle verdien i kalibreringsløsningen (7 205,983).

⁹I forhold til kalibreringsløsningen er endringen for antall årsverk familiearbeidskraft og innleid arbeidskraft henholdsvis -16,8% og -53,2%.

	<i>Melk</i> (15-20 årskyr)		<i>Okser</i> (100 okser)		<i>Ammekyr</i> (44 årskyr)		<i>Gris</i> (50 purker)	
	<i>K04</i>	<i>K06</i>	<i>K04</i>	<i>K06</i>	<i>K04</i>	<i>K06</i>	<i>K04</i>	<i>K06</i>
Ostflat	0,52	0,51	0,03	0,04	0,47	0,54	0,00	0,01
Trflat	0,49	0,48	0,05	0,05	0,48	0,56	0,00	0,00
Jaren	0,53	0,51	0,03	0,04	0,47	0,54	0,00	0,00
Ostandre	0,42	0,44	0,06	0,07	0,46	0,53	0,00	0,00
Vestland	0,41	0,42	0,03	0,04	0,46	0,52	0,00	0,00
Nordnorge	0,41	0,42	0,05	0,06	0,46	0,53	0,02	0,02

	<i>Sau</i> (100 sauer)		<i>Egg</i> (2000-6000 høner)		<i>Korn</i> (300-600 dekar)		<i>Potet</i> (100 dekar)	
	<i>K04</i>	<i>K06</i>	<i>K04</i>	<i>K06</i>	<i>K04</i>	<i>K06</i>	<i>K04</i>	<i>K06</i>
Ostflat	0,60	0,71	0,05	0,06	0,02	0,03	0,40	0,45
Trflat	0,59	0,69	0,04	0,05	0,06	0,07	0,47	0,56
Jaren	0,61	0,72	0,04	0,05	-	-	0,45	0,53
Ostandre	0,59	0,69	0,04	0,04	0,03	0,03	-	-
Vestland	0,58	0,68	0,04	0,05	-	-	-	-
Nordnorge	0,57	0,66	0,05	0,06	-	-	-	-

Tabell 6.14: Aktivitetsnivå i jordbruket – differensiert etter region. Sysselsettingsgulv.

dette er at produksjonen i jordbruket, sett under ett, vil øke (*cet par*). Tabell 6.14 bekrefter dette. For de brukene som er representert i tabellen fremgår det at de fleste har fått økt aktivitetsnivå som følge av subsidien. De fleste endringene er dog marginale. Dette kan forklares ved at økt arbeidsinnsats *per se* ikke nødvendigvis fører til en mye høyere produksjon. Eksempelvis kan den økte bruken av arbeidskraft ha resultert i en reduksjon i bruken av andre faktorer, i all hovedsak kapital. Substitusjonsmulighetene mellom arbeidskraft og andre faktorer er her avgjørende.

For øvrig er det bruk med sau, poteter eller ammekyr som har størst økning i produksjonen. De to første brukstypene betegnes som arbeidsintensive. Med andre ord ser det ut til at det er brukstyper som har et høyt marginalprodukt hva angår arbeidskraft som har størst økning i produksjonen fordi arbeidskraften er blitt subsidiert.

Aktivitetsnivået i JNMI For JNMI er det kun to sektorer som får økt aktivitetsnivå. Kraftfôr øker fra 1,12 til 1,13 noe som forklares ved en svak økning i etterspørselen etter kraftfôr. Den andre sektoren som har endring i produksjonen er meierisektoren Konsummelk. Økningen er fra 1,10 til 1,14 og forklares ved reduksjon i råmelkprisen som forplanter seg videre i verdikjeden.

Aktivitetsnivået i resten av økonomien Det er ingen signifikante endringer i de andre sektorene i økonomien.

Prisindekser privat husholdning Indeksen for Mat og Drikke endres fra 0,96 til 0,95, det vil si en prisreduksjon. Denne prisnedgangen kan først og fremst relateres til prisnedgangen på konsummelk; produsentprisen på konsummelk går ned fra 0,82 til 0,78.

Prisindeksen for Drikke går ned fra 0,97 til 0,96. Siden denne indeksen er en del av indeksen for Mat og Drikke er forklaringen den samme som ovenfor.

Indeksen for Fisk øker fra 0,98 til 0,99. Men da konsumet av melk er større enn konsumet av fisk vil prisnedgangen på melk mer enn oppveie prisøkningen for fisk slik at prisendringen på aggregatet Mat og Drikke er negativ.

Prisindekser utvalgte innsatsfaktorer Det er ingen endringer i indeksene verken for arbeidskraft, kapital, kraftfôr eller arealpriser.

Velferd, stønad og valutakurs Velferdsnivået og stønadsnivået endres henholdsvis fra 1,018 til 1,017 og fra 1,049 til 1,042. Stønadsnivået går ned som en følge av at det offentlige har fått økte utgifter i form av subsidier til arbeidskraften i jordbruket. Redusert stønadsnivå fører til redusert inntekt for de private husholdningene som igjen medfører redusert konsum hvilket igjen henger sammen med nyttenivået, det vil si velferdsnivået. Disse resultatene kan ikke sies å være overraskende. Valutakursen forblir uendret.

Prisindeks for varer levert fra produsent – pris fra produsent Det er fire indekser som endrer seg. Indeksen for Poteter og Andre jordbruksvarer øker henholdsvis fra 0,90 til 0,91 og fra 0,99 til 1,00. Disse endringene må sies å være marginale. Videre har Råmelk gått ned fra 0,87 til 0,80 og Konsummelk har gått ned fra 0,82 til 0,78.

6.5 Sensitivitetsanalyser

Med sensitivitetsanalyse forstås i vår sammenheng beregning av hvilke implikasjoner en parameterendring har. Med parameter skal vi her forstå de parameterne som fastsettes eksogent. De parameterne som det (kanskje) knytter seg mest usikkerhet til i den type CGE-modell som vi har, er substitusjonselastisitetene (SE). Søkelyset settes på to av disse elastisitetene. Den første som

<i>Kjøring</i>	<i>SE i primærjordbruket mellom</i>	
	<i>arbeid og kapital</i>	<i>familiararbeid og innleid arbeidskraft</i>
K06 (referanse)	0,6	10,0
K07	0,0	10,0
K08	1,0	10,0
K09	0,6	5,0
K10	0,6	15,0

Tabell 6.15: Oversikt over beregningene i sensitivitetsanalysen.

<i>Beregning</i>	<i>Prosentvis endring i forhold til referanseberegning K06</i>		<i>Prosentvis endring i forhold til kalibreringsløsning</i>	
	<i>Familiararbeid</i>	<i>Innleid arbeid</i>	<i>Familiararbeid</i>	<i>Innleid arbeid</i>
K07	-6,6	40,3	-22,3	-34,3
K08	4,7	-28,7	-13,5	-66,6
K09	1,2	-7,6	-15,8	-56,7
K10	-1,2	7,4	-17,8	-49,7

Tabell 6.16: Prosentvis endring i arbeidskraft sysselsatt i jordbruket ved sensitivitetsanalyse i forhold til referanseberegning K06 og kalibreringsløsning.

studeres er ”klassikeren”; nemlig SE mellom arbeid og kapital. Den andre er SE mellom familiararbeidskraft og innleid arbeidskraft. Sensitivitetsanalysen utføres på beregning K06.

SE mellom arbeid og kapital i jordbruket er i kalibreringsløsningen satt lik 0,6. I sensitivitetsanalysen kjøres beregninger med SE satt henholdsvis lik 1 (Cobb-Douglas) og 0 (Leontief).

Når det gjelder SE mellom familiararbeidskraft og innleid arbeidskraft har denne en verdi lik 10 i kalibreringsløsningen. Med andre ord antas det en stor mulighet for substitusjon mellom de to faktorene. Antakelsen må sies å være rimelig; det er ingen grunn til å anta at det er store signifikante forskjeller mellom de to typene arbeidskraft. I kjøringene endres SE mellom arbeidskrafttypene til 5 og 15.

Totalt blir det foretatt fire beregninger i sensitivitetsanalysen. De ulike kjøringene, inkludert forkortelsene, er spesifisert i Tabell 6.15.

Arbeidskraft og aktivitetsnivå i jordbruket Tabell 6.16 viser endringen i arbeidskraften som er sysselsatt i jordbruket for de ulike kjøringene. Skranken binder i alle beregningene. Med andre ord har parameterendringene kun innvirkning på sammensetningen av arbeidskraften, det vil si antall årsverk fordelt på familiararbeidskraft og innleid arbeidskraft endrer seg.

Når SE mellom kapital og arbeid settes lik null, kjøring K07, fører dette

	<i>Melk (15 - 20 årskyr)</i>					<i>Okser (100 okser)</i>				
	<i>K06</i>	<i>K07</i>	<i>K08</i>	<i>K09</i>	<i>K10</i>	<i>K06</i>	<i>K07</i>	<i>K08</i>	<i>K09</i>	<i>K10</i>
Ostflat	0,51	0,61	0,50	0,49	0,51	0,04	0,00	0,08	0,04	0,04
Trflat	0,48	0,58	0,48	0,47	0,49	0,05	0,00	0,09	0,05	0,05
Jaren	0,51	0,62	0,50	0,49	0,52	0,04	0,00	0,08	0,03	0,04
Ostandre	0,44	0,52	0,44	0,45	0,44	0,07	0,00	0,09	0,06	0,07
Vestland	0,42	0,50	0,42	0,42	0,42	0,04	0,00	0,07	0,04	0,04
Nordnorge	0,42	0,50	0,41	0,42	0,42	0,06	0,00	0,08	0,06	0,06

	<i>Ammekyr (44 kyr)</i>					<i>Gris (50 purker)</i>				
	<i>K06</i>	<i>K07</i>	<i>K08</i>	<i>K09</i>	<i>K10</i>	<i>K06</i>	<i>K07</i>	<i>K08</i>	<i>K09</i>	<i>K10</i>
Ostflat	0,54	0,67	0,51	0,58	0,54	0,01	0,00	0,05	0,01	0,01
Trflat	0,56	0,68	0,52	0,60	0,55	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
Jaren	0,54	0,66	0,51	0,57	0,54	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
Ostandre	0,53	0,65	0,50	0,56	0,53	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
Vestland	0,52	0,64	0,49	0,55	0,52	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
Nordnorge	0,53	0,64	0,50	0,55	0,52	0,02	0,00	0,06	0,02	0,02

	<i>Sau (100 sauer)</i>					<i>Egg (2000 - 6000 høner)</i>				
	<i>K06</i>	<i>K07</i>	<i>K08</i>	<i>K09</i>	<i>K10</i>	<i>K06</i>	<i>K07</i>	<i>K08</i>	<i>K09</i>	<i>K10</i>
Ostflat	0,71	0,99	0,67	0,82	0,68	0,06	0,00	0,11	0,06	0,06
Trflat	0,69	0,92	0,65	0,78	0,67	0,05	0,05	0,10	0,05	0,05
Jaren	0,72	1,04	0,68	0,84	0,69	0,05	0,00	0,10	0,05	0,05
Ostandre	0,69	0,91	0,65	0,78	0,67	0,04	0,00	0,09	0,04	0,04
Vestland	0,68	0,89	0,64	0,77	0,66	0,05	0,00	0,10	0,05	0,05
Nordnorge	0,66	0,84	0,62	0,74	0,65	0,06	0,29	0,11	0,06	0,06

	<i>Korn (300 - 600 dekar)</i>					<i>Potet (100 dekar)</i>				
	<i>K06</i>	<i>K07</i>	<i>K08</i>	<i>K09</i>	<i>K10</i>	<i>K06</i>	<i>K07</i>	<i>K08</i>	<i>K09</i>	<i>K10</i>
Ostflat	0,03	0,00	0,10	0,03	0,03	0,45	0,64	0,40	0,48	0,45
Trflat	0,07	0,00	0,13	0,07	0,06	0,56	0,79	0,50	0,66	0,54
Jaren	-	-	-	-	-	0,53	0,73	0,48	0,61	0,52
Ostandre	0,03	0,00	0,10	0,03	0,03	-	-	-	-	-
Vestland	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nordnorge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 6.17: Aktivitetsnivå jordbruket – differensiert etter region. Sensitivitetsanalyse.

til at antall årsverk for familiearbeid reduseres mens innleid arbeidskraft økes i forhold til K06. For å oppfylle gulvet økes antall sysselsatte, men da SE er lik null øker også kapitalbruken tilsvarende. Da substitusjonsmuligheten mellom kapital og arbeid ikke er til stede, vil produksjonen øke mer enn tilfellet var i K06 hvor sysselsettingen også økte, men hvor en del av økningen skjedde ved at noe av kapitalbruken ble redusert. Tabell 6.17, som viser indekser for aktivitetsnivået i primærjordbruket, bekrefter denne antakelsen. Bruk som var marginale i K06 er i K07 lagt ned. Dette kan forklares ved at kostnaden ved produksjonen i K07 har økt. For arbeidskraften gjenspeiles dette i skyggeprisen på skranken. Skyggeprisen har økt fra 0,370 til 0,501, det vil si at det offentlige må subsidiere en større del av kostnaden knyttet til arbeidsplasser i jordbruket.

Videre fremgår det av Tabell 6.17 at det er de mest arbeidsintensive brukene som har størst økning i produksjonen, for eksempel bruk med sau og melk.

For K08 burde man, dersom resonnetet ovenfor er i riktig retning, finne tegn som trekker i motsatt retning av K07. Tabellene 6.16 og 6.17 viser at så faktisk er tilfellet. SE mellom kapital og arbeid har økt men produksjonen øker ikke like mye som i K06 på grunn av at den økte sysselsettingen substituerer en større del av kapitalbruken. Husk her at økt sysselsetting, som må til for å oppfylle sysselsettingsgulvet, vil *cet par* øke produksjonen. Men lønnsomheten vil gå ned sett i forhold til hva en markedsløsning vil gi. Disse to kreftene vil trekke i hver sin retning hva angår produksjon og den oppnådde likevekten vil på en måte balansere de to kreftene. Som forventet har skyggeprisen gått ned; fra 0,370 til 0,347. Dette gjenspeiles også ved at bruken av familiearbeidskraft har økt mens bruken av innleid arbeidskraft har gått ned i forhold til K06.

Aktivitetsnivåene, målt ved produksjonen, for beregningene K09 og K10, hvor SE mellom familiearbeidskraft og innleid arbeidskraft er endret fra 10 til henholdsvis 5 og 15, fremstår som relativt stabile. Dette virker rimelig da det kun er et spørsmål om hvordan arbeidskraften som inngår i produksjonen i jordbruket skal settes sammen. For K09 øker bruken av familiearbeidskraft mens bruken av innleid arbeidskraft reduseres. En lavere SE øker tregheten i substitusjonen. Formulert på en annen måte; det å erstatte innleid arbeidskraft med familiearbeidskraft har en kostnad. Beregning K10 viser det motsatte av K09. Skyggeverdiene har for K09 endret seg til 0,433 og for K10 til 0,332, det vil si har henholdsvis økt og redusert i forhold til K06. Det at skyggeprisen har økt når SE har gått ned kan muligens forklares ved at de to typene arbeidskraft fortøner seg som mer ulik for beslutningstakeren (bonden). Ulikheten gjenspeiles i større forskjell mellom avlønningene til arbeidskraften, og som igjen gir seg utslag i skyggeprisen. For K10 vil resonnetet bli det motsatte.

En annen grunn til at resultatene er stabile for K09 og K10 kan være at SE på 5, 10 og 15 alle indikerer en stor substitusjonsmulighet mellom de to faktorene slik at forskjellen i resultatene blir små.

Aktivitetsnivået i JNMI For alle kjøringene er tallene for aktivitetsnivået i JNMI relativt stabile. Se Tabell 6.18. Spesielt gjelder dette for K09 og K10, noe som er naturlig. Men også endringene for K07 og K08 er marginale. Unntaket er produksjonen for ost til innenlandsk konsum som får en økning i produksjonen fra null til 0,27 når SE mellom kapital og arbeid i primærjordbruket settes lik null. Aktivitetsnivået faller til null igjen når SE settes lik én. Økningen i osteproduksjon må forklares ved den økte tilgangen på råmelk som følge av økt

	<i>K06</i>	<i>K07</i>	<i>K08</i>	<i>K09</i>	<i>K10</i>
Storfe, foredling	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
Svin, foredling	1,07	1,07	1,08	1,07	1,07
Sau, foredling	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
Fjørfe, foredling	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Konsummelk, meieri	1,14	1,15	1,13	1,15	1,13
Ost innenlands, meieri	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00
Ost eksport, meieri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Iskrem	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Potetvarer, konserver	0,98	0,94	0,98	0,98	0,98
Frukt og grønt, konserver	1,12	1,20	1,12	1,12	1,12
Oljer og fett	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Kornvarer	1,19	1,20	1,20	1,19	1,19
Stivelse	1,76	1,75	1,76	1,76	1,76
Kraftfor	1,13	1,15	1,13	1,13	1,12
Bakerivarer	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Konditorvarer (også pizza)	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
Sjokolade, drops og kakao	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
Andre næringsmidler	1,01	1,00	1,01	1,01	1,01
Drikkevarer	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98

Tabell 6.18: Aktivitetsnivå i JNMI. Sensitivitetsanalyse.

produksjon i melkebrukene. Økningen i tilgangen på råmelk vil presse prisen ned slik at osteproduksjonen igjen blir lønnsom. Prisindeksen for råmelk endres fra 0,80 til 0,77 mens den for alle de andre kjøringene som vi her betrakter ligger over 0,77.

Aktivitetsnivået i resten av økonomien Som Tabell 6.19 viser er aktiviteten i resten av økonomien tilnærmet uendret. De marginale endringene som skjer er i Oppdrett og Fiskeforedling. Førstnevnte sektor er, som tidligere påpekt, følsom med hensyn på pris og tilgang på kraftfor.

Prisindekser privat husholdning Som forventet er det ingen signifikante endringer i prisindeksene som de private husholdningene står overfor. Se Tabell 6.20. De parameterendringene som ble foretatt hadde direkte implikasjoner for primærjordbruket. Da endringene ble foretatt i begynnelsen av verdikjeden og mange av kostnadene påløper lengre ut i kjeden er ikke endringene store nok til å påvirke de prisene som husholdningene står overfor.

Prisindekser utvalgte innsatsfaktorer De eneste prisindeksene som endrer seg i Tabell 6.21 er indeksene for areal. Prisene reflekterer, som tidligere nevnt, det presset som er på arealbruken.

	<i>K06</i>	<i>K07</i>	<i>K08</i>	<i>K09</i>	<i>K10</i>
Skogbruk	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Fiske	1,09	1,10	1,09	1,09	1,08
Oppdrett	2,03	2,05	2,03	2,04	2,02
Fiskeforedling	1,13	1,14	1,13	1,13	1,13
Tobakk	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Olje	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Energi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lettindustri	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Tungindustri	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Transport	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Varehandel	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Private tjenester	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Offentlige tjenester	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabell 6.19: Aktivitetsnivå i resten av økonomien. Sensitivitetsanalyse.

	<i>K06</i>	<i>K07</i>	<i>K08</i>	<i>K09</i>	<i>K10</i>
Varer og fritid (numeraire)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Mat og drikke	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Mat	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Kjøtt	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Fisk	0,99	0,99	0,99	0,98	0,99
Drikke	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Hus og varme	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Klær og sko	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Andre varer og tjenester	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabell 6.20: Prisindeks privat husholdning. Sensitivitetsanalyse.

Velferd, stønad og valutakurs Skyggeprisene for beregningene K06 - K10 er henholdsvis 0,370, 0,501, 0,347, 0,433 og 0,332. Ut av Tabell 6.22 fremgår det at endringen i skyggeprisen reflekteres i endringer i stønadsnivået. Der hvor subsidieringen av arbeidskraften i jordbruket øker vil stønadsnivået gå ned. Men det er kun for K07, hvor der var en Leontief-formulering av arbeid og kapital i jordbruket, at stønadsnivået endrer seg så mye at det virker inn på velferdsnivået (når vi bruker tre desimaler).

Av den samme tabellen fremgår det også at endringen i valutakursen har samme fortegn som endringene i skyggeprisen på arbeidskraft i jordbruket, det vil si motsatt fortegn av endringer i stønadsnivået. Men for alle praktiske formål er valutakursen uendret.

Prisindeks for varer levert fra produsent – pris fra produsent Produsentprisen, som kan tolkes om uttrykk for produsentens kostnader, endres marginalt for ti produkter. Se Tabell 6.23. Alle produktene hvor endringer

	<i>K06</i>	<i>K07</i>	<i>K08</i>	<i>K09</i>	<i>K10</i>
Arbeidskraft	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Kapital	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kraftfor	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
<i>Areal</i>					
Østland flat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trøndelag flat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jæren	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01
Østland andre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vestland mm	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01
Nord-Norge	0,01	0,04	0,01	0,02	0,01

Tabell 6.21: Prisindeks utvalgte innsatsfaktorer. Sensitivitetsanalyse.

	<i>K06</i>	<i>K07</i>	<i>K08</i>	<i>K09</i>	<i>K10</i>
Velferdsnivå (privat hushold)	1,017	1,016	1,017	1,017	1,017
Stønadsnivå	1,042	1,035	1,044	1,041	1,043
Valutakurs	0,998	0,999	0,998	0,999	0,998

Tabell 6.22: Velferdsnivå, stønadsnivå og valutakurs. Sensitivitetsanalyse.

forekommer er relatert til jordbruket og gjenspeiler følgelig aktivitetsnivået i sektoren.

6.6 Konklusjon

Dette kapitlet har fokusert på ulike beregninger med utgangspunkt i (i) eksport-subsider for norsk ost og (ii) tollreduksjoner på utvalgte jordbruksprodukter.

Beregningene viste at norsk jordbruk er avhengig av subsidier for å kunne eksportere ost. Vi så også at norsk jordbruk til dels blir hardt rammet av reduksjoner i tollsatsene på utvalgte jordbruksprodukter. Bedriftene innenfor JNMI vil imidlertid få en positiv effekt av tollreduksjonene, gitt de forutsetningene som ligger til grunn for analysen.

Reduksjonen i tollsatsene på utvalgte jordbruksprodukter medfører også store konsekvenser for sysselsettingen i jordbruket. For å begrense nedgangen i sysselsettingen ble det forutsatt et sysselsettingsgulv. Dette virket gunstig på aktiviteten i de fleste sektorene i jordbruket. Imidlertid medførte sysselsettingsgulvet en økning i overføringene til jordbruket blant annet gjennom subsidiering av arbeidskraften.

Avslutningsvis gjennomførte vi en sensitivitetsanalyse av (i) SE mellom arbeid og kapital i jordbruket og (ii) SE mellom familiearbeidskraft og innleid arbeidskraft i jordbruket. Sensitivitetsanalysen viste at modellresultatene jevnt

over var stabile.

	<i>K06</i>	<i>K07</i>	<i>K08</i>	<i>K09</i>	<i>K10</i>
Storfe (hel slakt)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Svin (hel slakt)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Sau (hel slakt)	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Fjærkre (hel slakt)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Råmelk	0,80	0,77	0,82	0,78	0,81
Egg	0,75	0,82	0,75	0,75	0,75
Korn	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
Poteter	0,91	0,91	0,90	0,91	0,90
Grønnsaker	0,89	0,82	0,89	0,89	0,89
Frukt og bær	0,88	0,79	0,88	0,88	0,88
Andre jordbruksvarer	1,00	1,00	0,99	1,00	0,99
Storfekjøtt (stykningsdeler)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Svinekjøtt (stykningsdeler)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Sauekjøtt (stykningsdeler)	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81
Fjørfekjøtt (stykningsdeler)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Svinekjøtt (saltet torket el roykt)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Sauekjøtt (saltet torket el roykt)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Storfekjøtt (konservert el tilberedt)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Svinekjøtt (konservert el tilberedt)	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Sauekjøtt (konservert el tilberedt)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Fjørfekjøtt (konservert el tilberedt)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Konsummelk	0,78	0,77	0,79	0,77	0,79
Ost innenlands	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Smør	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Iskrem	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Potetvarer (konserves)	0,99	1,00	0,99	0,99	0,99
Frukt og grønt (konserves)	0,97	0,95	0,97	0,97	0,97
Fett og oljer	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Mel og gryn	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Annet mel	0,89	0,90	0,90	0,90	0,89
Stivelse	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
Kraftfor	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Ferske bakerivarer	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Konserverte bakerivarer (også pizza)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Sukker	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Sjokolade og drops	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Andre næringsmidler	1,01	1,02	1,01	1,01	1,01
Brennevin	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Annet drikke (bla brus)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Øl	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Tobakk	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Skogbruksvarer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Oppdrettsfisk	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Vill fisk	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Fiskevarer (foredlet)	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Olje	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Energi	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Lettindustrivarer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tungindustrivarer	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Transport	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Varehandel	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Offentlige tjenester	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00
Private tjenester	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Samleprodukt	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabell 6.23: Prisindeks for varer levert fra produsent – pris fra produsent. Sensitivitetsanalyse.

Kapittel 7

Oppsummering

Gjennom arbeidet med denne oppgaven har jeg tilegnet meg mine første kunnskaper om CGE-modellering. Dette bærer nok også oppgaven preg av, blant annet ved at den favner bredt og ikke har én enkeltstående problemstilling. Jeg har imidlertid forsøkt å bygge opp en logisk rekkefølge på kapitlene. Kapittel 1 ga en kort introduksjon til generell likevekt og modellering av generell likevekt. I kapittel 2 var målsettingen å gi en intuisjon om hva en CGE-modell er, ulike trinn i modelleringsprosessen og påliteligheten av CGE-modeller. Kapittel 3 forlot CGE-modelleringen ved å gi en oversikt over den næringen som var gjenstand for vår studie; norsk jordbruksbasert næringsmiddelindustri. Kapittel 4 ga en kort presentasjon av den generelle likevektsmodellen som er utviklet ved SNF. Kapitlene 2, 3 og 4 dannet oppgavens første del, mens den andre delen bestod av kapittel 5 og 6. I kapittel 5 var fokus rettet mot produktfunksjoner av typen Constant Elasticity of Substitution (CES); den funksjonstypen som tilnærmet ”gjennomsyrer” CGE-modellering. Innfallsvinkelen var teoretisk før noen problemstillinger knyttet til praktisk bruk av CES-funksjonen ble drøftet. I oppgavens kapittel 6 ble CGE-modellen anvendt på problemstillinger motivert ut fra WTO. Det ble gjennomført ulike modellberegninger og analyser. I tillegg ble det også gjennomført et par sensitivitetsanalyser.

Vedlegg A

Matematisk vedlegg

A.1 Nivåmengder

Definisjon A.1 (Nivåmengde) La funksjonen $f(\mathbf{x})$ være definert over mengden D i \mathbb{R}^n . Nivåmengden til funksjonsverdien y^0 er da gitt ved $L(y^0) = \{\mathbf{x} \mid \mathbf{x} \in D, f(\mathbf{x}) = y^0\}$.

Ut fra definisjonen kan vi utlede den øvre nivåmengden og den nedre nivåmengden definert ved henholdsvis $L(y^0) = \{\mathbf{x} \mid \mathbf{x} \in D, f(\mathbf{x}) \geq y^0\}$ og $L(y^0) = \{\mathbf{x} \mid \mathbf{x} \in D, f(\mathbf{x}) \leq y^0\}$.

A.2 Konveks mengde

Definisjon A.2 (Konveks mengde) Vi sier at $S \subset \mathbb{R}^n$ er en konveks mengde dersom vi for alle $\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2 \in S$ har at

$$t\mathbf{x}^1 + (1-t)\mathbf{x}^2 \in S \tag{A.1}$$

for alle t i intervallet $0 \leq t \leq 1$.

Ligningen A.1 kalles for en konveks kombinasjon.

Definisjonen sier bare at dersom vi tar to punkter i mengden S og trekker en linje mellom punktene så vil hele linjestykket også ligge i mengden S .

A.3 Konkavitet og kvasikonkavitet

La oss begynne med å gi definisjonen på en konkav funksjon.

Definisjon A.3 (Konkav funksjon) Funksjonen $f : D \rightarrow \mathbb{R}$ er en konkav funksjon hvis vi for alle $\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2 \in D$ har at $f(t\mathbf{x}^1 + (1-t)\mathbf{x}^2) \geq tf(\mathbf{x}^1) + (1-t)f(\mathbf{x}^2)$ for alle $t \in [0, 1]$. Dersom ulikheten er streng for alle $\mathbf{x}^1 \neq \mathbf{x}^2$ og alle $t \in (0, 1)$ sier vi at funksjonen er strengt konkav.

Forskjellen mellom streng konkavitet og konkavitet ligger i at streng konkavitet utelukker lineære segmenter i funksjonen.

I praksis vil vi kartlegge om en funksjon f er konkav ved å studere Hesse-matrisen $\mathbf{H}(\mathbf{x})$, det vil si vi studerer matrisen

$$\mathbf{H}(\mathbf{x}) \equiv \begin{pmatrix} f_{11}(\mathbf{x}) & f_{12}(\mathbf{x}) & \cdots & f_{1n}(\mathbf{x}) \\ f_{21}(\mathbf{x}) & f_{22}(\mathbf{x}) & \cdots & f_{2n}(\mathbf{x}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{n1}(\mathbf{x}) & f_{n2}(\mathbf{x}) & \cdots & f_{nn}(\mathbf{x}) \end{pmatrix}$$

hvor $f_{ij}(\mathbf{x}) = \partial^2 f(\mathbf{x}) / \partial x_j \partial x_i$. Ved å benytte oss av Hesse-matrisen og følgende teorem vil vi kunne kartlegge konkaviteten til en funksjon f .

Teorem A.1 En funksjon $f : D \rightarrow \mathbb{R}$ som er minst to ganger deriverbar er konkav hvis og bare hvis $\mathbf{H}(\mathbf{x})$ er negativ semidefinit for alle $\mathbf{x} \in D$. Dersom $\mathbf{H}(\mathbf{x})$ er negativ definit for alle $\mathbf{x} \in D$ sier vi at funksjonen er strengt konkav.

For bevis henvises det til Mas-Colell et al. [1995] side 933. For definisjon på definitthet og semidefinitthet henvises det til side 935 *op cit*, eventuelt Jehle og Reny [1998] kapittel 2.

Et nyttig resultat knyttet til konkave funksjoner er gitt i det neste teoremet som sier at punkter på eller under grafen til en konkav funksjon alltid vil danne en konveks mengde.

Teorem A.2 La $A \equiv \{(\mathbf{x}, y) \mid \mathbf{x} \in D, f(\mathbf{x}) \geq y\}$ være en punktmengde på og under grafen til $f : D \rightarrow \mathbb{R}$ hvor $D \subset \mathbb{R}^n$ er en konveks mengde og $\mathbb{R} \subset \mathbb{R}$. Vi har da følgende relasjon

$$f \text{ er en konkav funksjon} \iff A \text{ er en konveks mengde.}$$

Se Jehle og Reny [1998] side 39 for bevis.

A.3.1 Kvasikonkavitet

Definisjon A.4 (Kvasikonkavitet) Funksjonen $f : D \rightarrow \mathbb{R}$ er kvasikonkav hvis og bare hvis vi for alle $\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2 \in D$ har at $f(t\mathbf{x}^1 + (1-t)\mathbf{x}^2) \geq$

$\min[f(\mathbf{x}^1), f(\mathbf{x}^2)]$ for alle $t \in [0, 1]$. Dersom $\mathbf{x}^1 \neq \mathbf{x}^2$ og $f(t\mathbf{x}^1 + (1-t)\mathbf{x}^2) > \min[f(\mathbf{x}^1), f(\mathbf{x}^2)]$ for alle $t \in (0, 1)$ sier vi at funksjonen f er strengt kvasikonkav.

Definisjonen sier at en funksjon er kvasikonkav dersom funksjonsverdien til en konveks kombinasjon av to punkter i domenen er større eller lik den minste av funksjonsverdiene i de to punktene.

Det viser seg at vi også kan definere kvasikonkaviteten ved å bruke definisjonen på nivåmengder.

Definisjon A.5 (Kvasikonkaviteten og konvekse mengder) Funksjonen $f : D \rightarrow \mathbb{R}$, definert over den konvekse mengden $A \subset \mathbb{R}^n$, er kvasikonkav dersom dens øvre nivåmengder $\{\mathbf{x} \in D \mid f(\mathbf{x}) \geq y\}$ er konvekse mengder, det vil si dersom $f(\mathbf{x}^1) \geq y$ og $f(\mathbf{x}^2) \geq y$ impliserer at $f(t\mathbf{x}^1 + (1-t)\mathbf{x}^2) \geq y$ for alle $y \in \mathbb{R}$, $\mathbf{x}^1, \mathbf{x}^2 \in D$ og $t \in [0, 1]$. Dersom den siste ulikheten gjøres om til streng ulikhet og vi samtidig har at $\mathbf{x}^1 \neq \mathbf{x}^2$ og $t \in (0, 1)$ sier vi at funksjonen f er strengt kvasikonkav.

For C^2 , det vil si funksjoner som er to ganger deriverbar, kan vi kontrollere kvasikonkaviteten ved å undersøke følgende utgave av Hesse-matrisen.

$$\bar{\mathbf{H}}(\mathbf{x}) \equiv \begin{pmatrix} 0 & f_1(\mathbf{x}) & \cdots & f_n(\mathbf{x}) \\ f_1(\mathbf{x}) & f_{11}(\mathbf{x}) & \cdots & f_{1n}(\mathbf{x}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_n(\mathbf{x}) & f_{n1}(\mathbf{x}) & \cdots & f_{nn}(\mathbf{x}) \end{pmatrix} \quad (\text{A.2})$$

Dersom de $(n-1)$ største ledende prinsipale underdeterminantene til (A.2) alternere i fortegn for alle \mathbf{x} definert i den åpne konvekse undermengden til \mathbb{R}^n samtidig som den minste av disse — den ledende prinsipale determinanten av tredje orden — er positiv, vil funksjonen være kvasikonkav.

For en nærmere beskrivelse av denne måten å bestemme kvasikonkaviteten på, samt konkaviteten og kvasikonkaviteten generelt henvises det til for eksempel Simon og Blume [1994] kapittel 21.

Til slutt kan vi merke oss at konkaviteten impliserer kvasikonkaviteten.

A.4 En homogen funksjon og dens partielle deriverte

Vi ønsker her å vise at dersom en funksjon $f(\mathbf{x})$ er homogen av grad k så vil dens partielle deriverte være homogen av grad $k-1$.

Det at $f(\mathbf{x})$ er homogen av grad k betyr at

$$f(t\mathbf{x}) \equiv t^k f(\mathbf{x}) \quad \forall t > 0. \quad (\text{A.3})$$

Siden dette er en identitet kan vi derivere begge sidene hver for seg mhp x_i , noe som gir oss

$$\begin{aligned} \frac{\partial f(t\mathbf{x})}{\partial(t x_i)} \frac{\partial(t x_i)}{\partial x_i} &= t^k \frac{\partial f(\mathbf{x})}{\partial x_i} \\ \frac{\partial f(t\mathbf{x})}{\partial(t x_i)} t &= t^k \frac{\partial f(\mathbf{x})}{\partial x_i}. \end{aligned}$$

Ved å dividere med t får vi

$$\frac{\partial f(t\mathbf{x})}{\partial(t x_i)} = t^{k-1} \frac{\partial f(\mathbf{x})}{\partial x_i},$$

for $i = 1, \dots, n$ og $t > 0$, hvilket vi skulle bevise.

A.5 Bevis for Euler's teorem.

For å bevise Euler's teorem, tas utgangspunkt i definisjonen av homogene funksjoner

$$f(t\mathbf{x}) \equiv t^k f(\mathbf{x}) \quad \forall t > 0,$$

som vi kan derivere mhp t , hvilket gir

$$\sum_{i=1}^n \frac{\partial f(t\mathbf{x})}{\partial(t x_i)} x_i = k t^{k-1} f(\mathbf{x}).$$

Ved å evaluere for $t = 1$ får vi

$$\sum_{i=1}^n \frac{\partial f(\mathbf{x})}{\partial x_i} x_i = k f(\mathbf{x}),$$

hvilket vi skulle bevise.

A.6 Young's theorem

Teorem A.3 (Young's theorem) Dersom vi har en funksjon $f(\mathbf{x})$ som er minst to ganger deriverbar har vi følgende

$$\frac{\partial^2 f(\mathbf{x})}{\partial x_i \partial x_j} = \frac{\partial^2 f(\mathbf{x})}{\partial x_j \partial x_i} \quad \forall i, j \quad (i \neq j).$$

A.7 Kofaktor

Definisjon A.6 (Kofaktor) Anta at A er en kvadratisk matrise, og la M_{ij} være definert som determinanten til den undermatrisen vi får når vi eliminerer rad nr i og kolonne nr j i A . Vi betegner skalaren $(-1)^{i+j} M_{ij}$ med C_{ij} , det vil si $C_{ij} = (-1)^{i+j} M_{ij}$.

Dersom A er en symmetrisk matrise, det vil si at den transponerte av matrisen (A^T) er identisk med seg selv ($A = A^T$) har vi at $C_{ij} = C_{ji}$.¹ En skisse av et bevis for dette resultatet kan starte med å definere to undermatriser til A , E_{ij} og F_{ji} . For å danne matrisen E_{ij} har vi eliminert rad nr i og kolonne nr j i A , mens vi for å danne F_{ji} har eliminert rad nr j og kolonne nr i . Den første observasjonen vi kan gjøre er at $E_{ij} = (F_{ji})^T$. Til slutt kan vi bruke en viktig egenskap ved determinanter som sier at $\det(A) = \det(A^T)$ (se for eksempel Anton og Rorres [1994] side 86).

A.8 The envelope theorem

Anta maksimeringsproblemet²

$$\max_{\mathbf{x}} f(\mathbf{x}, \alpha) \quad \text{gitt } g(\mathbf{x}, \alpha) = \mathbf{0},$$

hvor $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$ er en vektor med beslutningsvariabler og $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_m)$ er en vektor med parameterverdier. Lagrange-funksjonen, $\mathcal{L} = \mathcal{L}(\mathbf{x}, \alpha, \lambda)$, for problemet er

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}(\mathbf{x}, \alpha, \lambda) = f(\mathbf{x}, \alpha) + \lambda[g(\mathbf{x}, \alpha)].$$

¹En takk til førsteamanuensis Per Erik Manne ved NHH for nyttig samtale rundt denne egenskapen ved kofaktorer.

²Argumentet for et minimeringsproblem følger samme mønster.

For hver vektor α antas det en unik løsning på \mathbf{x} , $\mathbf{x}(\alpha)$. Ved å sette de optimale løsningene $\mathbf{x}(\alpha)$ inn i objektfunksjonen $f(\mathbf{x}, \alpha)$ får vi den indirekte objektfunksjonen

$$\Phi(\alpha) = f(\mathbf{x}(\alpha), \alpha).$$

For å se hvordan den optimale verdien endrer seg dersom en av parameterverdiene forandres kan vi benytte oss av "the envelope theorem" som, under gitte forutsetninger,³ sier at

$$\frac{\partial \Phi(\alpha)}{\partial \alpha_j} = \frac{\partial \mathcal{L}(\mathbf{x}, \alpha, \lambda)}{\partial \alpha_j}.$$

A.9 Shepard's lemma

La y betegne output og \mathbf{w} en vektor med faktorpriser, $w_i > 0$ for $i = 1, \dots, n$. La videre bedriftens betingede etterspørsel etter faktor i være gitt ved $x_i(\mathbf{w}, y)$, mens den deriverbare kostnadsfunksjonen er gitt ved $C(\mathbf{w}, y)$. Vi har da

$$\frac{\partial C(\mathbf{w}, y)}{\partial w_i} = x_i(\mathbf{w}, y) \quad i = 1, \dots, n.$$

For bevis henvises det til for eksempel Varian [1992] s 74. Resultatet følger dog umiddelbart fra "the envelope theorem". Lagrange-funksjonen for kostnadsminimeringen er gitt ved

$$\mathcal{L}(\mathbf{x}, \mathbf{w}, \lambda) = \mathbf{w}\mathbf{x} + \lambda[y - f(\mathbf{x})].$$

Ved hjelp av "the envelope theorem",

$$\frac{\partial C(\mathbf{w}, y)}{\partial w_i} = \frac{\partial \mathcal{L}(\mathbf{x}, \mathbf{w}, \lambda)}{\partial w_i} = x_i(\mathbf{w}, y).$$

³Se for eksempel Jehle og Reny [1998] side 97.

Vedlegg B

Mellomberegninger

B.1 ”Utledning” av substitusjonselastisiteten (σ)

Vi skal her se på hvordan substitusjonselastisiteten (ligning (5.6) side 56) fremkommer. Utgangspunktet er, som tidligere angitt,

$$\begin{aligned}\sigma_{ij} &= \frac{\Delta(x_j/x_i) / (x_j/x_i)}{\Delta MRTS_{ij}(\mathbf{x}) / MRTS_{ij}(\mathbf{x})} \\ &= \frac{\Delta(x_j/x_i) / (x_j/x_i)}{\Delta(f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x})) / (f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x}))}.\end{aligned}$$

La nå $\Delta \rightarrow 0$, det vil si vi lar uttrykket gå mot den deriverte, samtidig som vi har at $d \ln x = \frac{dx}{x}$, noe som gir:

$$\begin{aligned}\sigma_{ij} &= \frac{d(x_j/x_i) / (x_j/x_i)}{d(f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x})) / (f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x}))} \\ &= \frac{d(x_j/x_i) / (x_j/x_i)}{dMRTS_{ij}(\mathbf{x}) / MRTS_{ij}(\mathbf{x})} \\ &= \frac{d(x_j/x_i)}{dMRTS_{ij}(\mathbf{x})} \frac{MRTS_{ij}(\mathbf{x})}{x_j/x_i} \\ &= \frac{d(x_j/x_i)}{x_j/x_i} \frac{f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x})}{d(f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x}))} \\ &= \frac{d \ln(x_j/x_i)}{d \ln(f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x}))},\end{aligned}$$

hvilket vi skulle vise.

B.2 Utledning av alternativ definisjon av substitusjonselastisiteten

Vi skal her vise overgangen¹ mellom de to definisjonene av substitusjonselastisitet som vi ga innledningsvis i avsnitt 5.2.3. Utgangspunktet er ligning (5.6),

$$\sigma_{ij} \equiv \frac{d \ln(x_j/x_i)}{d \ln(f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x}))} = \frac{d(x_j/x_i)}{x_j/x_i} \frac{f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x})}{d(f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x}))}. \quad (5.6)$$

Vi starter med å totaldifferensiere $d(f_i/f_j)$ mhp x_i og x_j . For enkelhets skyld setter vi fra nå av $f_k(\mathbf{x}) = f_k$ ($k = i, j$).

$$d\left(\frac{f_i}{f_j}\right) = \frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_i} dx_i + \frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_j} dx_j. \quad (B.1)$$

Vi vet at helningen på isokvanten er gitt ved $f_i/f_j = -(dx_j/dx_i)$, eller $dx_i = -dx_j(f_j/f_i)$. Vi kan dermed skrive (B.1) som

$$\begin{aligned} d\left(\frac{f_i}{f_j}\right) &= \frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_i} (-dx_j) \frac{f_j}{f_i} + \frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_j} dx_j \\ &= \frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_j} dx_j - \frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_i} \frac{f_j}{f_i} dx_j \\ &= \left(\frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_j} - \frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_i} \frac{f_j}{f_i} \right) dx_j \\ &= \left(\frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_j} f_i - \frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_i} f_j \right) \frac{dx_j}{f_i}. \end{aligned} \quad (B.1')$$

Dernest totaldifferensierer vi $d(x_j/x_i)$, hvilket gir

$$d\left(\frac{x_j}{x_i}\right) = \frac{x_i dx_j - x_j dx_i}{x_i^2}. \quad (B.2)$$

Vi benytter oss igjen av at $dx_i = -dx_j(f_j/f_i)$, slik at (B.2) kan skrives som

$$\begin{aligned} d\left(\frac{x_j}{x_i}\right) &= \frac{x_i dx_j - x_j (-dx_j(f_j/f_i))}{x_i^2} \\ &= (f_i x_i + f_j x_j) \frac{dx_j}{f_i x_i^2}. \end{aligned} \quad (B.2')$$

Vi kan nå dividere $d(x_j/x_i)$ med $d(f_i/f_j)$, det vil si ligning (B.2') dividert

¹En alternativ fremstilling finnes i blant annet Sydsæter [1987] side 408.

med ligning (B.1'). Denne operasjonen gir

$$\frac{d(x_j/x_i)}{d(f_i/f_j)} = \frac{f_i x_i + f_j x_j}{\left(\frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_j} f_i - \frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_i} f_j \right) x_i^2}. \quad (\text{B.3})$$

Vi multipliserer ligning (B.3) med f_i/f_j og dividerer med x_j/x_i og oppnår (5.6).

$$\frac{d(x_j/x_i)}{d(f_i/f_j)} \frac{f_i/f_j}{x_j/x_i} = \frac{f_i(f_i x_i + f_j x_j)}{f_j \left(\frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_j} f_i - \frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_i} f_j \right) x_i x_j}. \quad (\text{B.4})$$

Neste skritt på veien blir å derivere f_i/f_j mhp x_j og x_i , hvilket gir

$$\frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_j} = \frac{f_{ij} f_j - f_i f_{jj}}{f_j^2} \quad (\text{B.5})$$

$$\frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_i} = \frac{f_{ii} f_j - f_i f_{ji}}{f_j^2}. \quad (\text{B.6})$$

Betrakt parentesen i nevneren i (B.4), og substituer inn fra (B.5) og (B.6),

$$\frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_j} f_i - \frac{\partial(f_i/f_j)}{\partial x_i} f_j = \frac{f_{ij} f_j - f_i f_{jj}}{f_j^2} f_i - \frac{f_{ii} f_j - f_i f_{ji}}{f_j^2} f_j.$$

Som ved hjelp av Young's teorem omformes til

$$= \left(2f_{ij} f_i f_j - f_{ii} f_j^2 - f_{jj} f_i^2 \right) \frac{1}{f_j^2}. \quad (\text{B.7})$$

Ved å sette (B.7) inn i (B.4) får vi det vi er ute etter, nemlig ligning (5.9)

$$\sigma_{ij} = \frac{f_i f_j (f_i x_i + f_j x_j)}{x_i x_j (2f_{ij} f_i f_j - f_{ii} f_j^2 - f_{jj} f_i^2)}. \quad (\text{5.9})$$

B.3 The Allen Elasticity of Substitution

B.3.1 Mellomberegning 1

Vi skal her vise sammenhengen mellom $\partial x_i / \partial w_j$ og $C_{ij} / \lambda \bar{\mathbf{H}}$.² Vi starter med å friske opp to resultater fra lineær algebra. Det første resultatet sier at dersom

²En referanse er Samuelson [1983] sidene 63 - 64. Denne referansen viser til en "enlarged edition" av Samuelsons klassiske 1947-utgave. Sidene 1 - 439 er imidlertid identiske i de to utgavene.

A er en inverterbar³ $n \times n$ matrise, vil ligningssystemet $A\mathbf{x} = \mathbf{b}$ for hver $n \times 1$ matrise \mathbf{b} ha nøyaktig én løsning, nemlig $\mathbf{x} = A^{-1}\mathbf{b}$. Det andre resultat sier at dersom A er en inverterbar matrise, vil dens inverse være gitt ved

$$A^{-1} = \frac{1}{\det(A)} \text{adj}(A) \quad (\text{B.8})$$

hvor $\text{adj}(A)$ er den transponerte av kofaktormatrisen. Vi har altså følgende sammenheng

$$\begin{aligned} \mathbf{x} &= A^{-1}\mathbf{b} \\ &= \frac{1}{\det(A)} \text{adj}(A)\mathbf{b} \\ &= \frac{1}{\det(A)} \begin{pmatrix} C_{11} & C_{21} & \cdots & C_{n1} \\ C_{12} & C_{22} & \cdots & C_{n2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{1n} & C_{2n} & \cdots & C_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} &= \frac{1}{\det(A)} \begin{pmatrix} b_1 C_{11} + b_2 C_{21} + \cdots + b_n C_{n1} \\ b_1 C_{12} + b_2 C_{22} + \cdots + b_n C_{n2} \\ \vdots \\ b_1 C_{1n} + b_2 C_{2n} + \cdots + b_n C_{nn} \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

For å komme oss videre tar vi utgangspunkt i førsteordensbetingelsen for kostnadsminimeringen $w_i = \lambda f_i$ og produktfunksjonen $y = f(\mathbf{x})$ som vi kan total-differensiere mhp λ og x_j . Dermed har vi

$$\begin{aligned} dy &= \sum_{j=1}^n f_j dx_j \\ dw_i &= f_i d\lambda + \sum_{j=1}^n f_{ij} dx_j \lambda \end{aligned}$$

som vi også kan skrive som

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n f_j dx_j \lambda &= \lambda dy \\ f_i d\lambda + \sum_{j=1}^n f_{ij} dx_j \lambda &= dw_i. \end{aligned}$$

³En matrise er inverterbar dersom matrisen er ikke-singulær hvilket er ensbetydende med at matrisens determinanter er forskjellig fra null.

Disse to ligningene settes opp i matriseformen $A\mathbf{x} = \mathbf{b}$,

$$\begin{pmatrix} 0 & f_1 & f_2 & \cdots & f_i & f_j & \cdots & f_n \\ f_1 & f_{11} & f_{12} & \cdots & f_{1i} & f_{1j} & \cdots & f_{1n} \\ f_2 & f_{21} & f_{22} & \cdots & f_{2i} & f_{2j} & \cdots & f_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_i & f_{i1} & f_{i2} & \cdots & f_{ii} & f_{ij} & \cdots & f_{in} \\ f_j & f_{j1} & f_{j2} & \cdots & f_{ji} & f_{jj} & \cdots & f_{jn} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_n & f_{n1} & f_{n2} & \cdots & f_{ni} & f_{nj} & \cdots & f_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} d\lambda \\ \lambda dx_1 \\ \lambda dx_2 \\ \vdots \\ \lambda dx_i \\ \lambda dx_j \\ \vdots \\ \lambda dx_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda dy \\ dw_1 \\ dw_2 \\ \vdots \\ dw_i \\ dw_j \\ \vdots \\ dw_n \end{pmatrix}.$$

Dette er et ligningssystem med $(n+1)$ ligninger i $(n+1)$ ukjente, og vi løser det på den måten vi har beskrevet ovenfor.

$$\begin{pmatrix} d\lambda \\ \lambda dx_1 \\ \vdots \\ \lambda dx_i \\ \lambda dx_j \\ \vdots \\ \lambda dx_n \end{pmatrix} = \frac{1}{\overline{\mathbf{H}}} \begin{pmatrix} C_{11} & C_{21} & \cdots & C_{i1} & C_{j1} & \cdots & C_{(n+1)1} \\ C_{12} & C_{22} & \cdots & C_{i2} & C_{j2} & \cdots & C_{(n+1)2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{1i} & C_{2i} & \cdots & C_{ii} & C_{ji} & \cdots & C_{(n+1)i} \\ C_{1j} & C_{2j} & \cdots & C_{ij} & C_{jj} & \cdots & C_{(n+1)j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{1(n+1)} & C_{2(n+1)} & \cdots & C_{i(n+1)} & C_{j(n+1)} & \cdots & C_{(n+1)(n+1)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda dy \\ dw_1 \\ \vdots \\ dw_i \\ dw_j \\ \vdots \\ dw_n \end{pmatrix}.$$

$\overline{\mathbf{H}}$ er determinanten til $(n+1) \times (n+1)$ matrisen, altså koeffisientmatrisen.

Legg merke til at

$$\begin{aligned} \lambda dx_i &= \frac{1}{\overline{\mathbf{H}}} \left[C_{1i} \lambda dy + C_{2i} dw_1 + \cdots + C_{ii} dw_i + C_{ji} dw_j + \cdots + C_{(n+1)i} dw_n \right] \\ &= \frac{1}{\overline{\mathbf{H}}} \left[\sum_{k=2}^{n+1} C_{ki} dw_{k-1} + C_{1i} \lambda dy \right]. \end{aligned}$$

Anta nå at vi ønsker å beregne dx_i/dw_j . For å tolke dx_i/dw_j som $\partial x_i/\partial w_j$ må vi anta $dw_l = 0$ for $l \neq j$. Samtidig ønsker vi å holde oss på den samme isokvanten slik at $dy = 0$. Vi får da

$$\begin{aligned} \lambda dx_i &= \frac{1}{\overline{\mathbf{H}}} \left[C_{1i} \lambda(0) + C_{2i}(0) + \cdots + C_{ii}(0) + C_{ji} dw_j + \cdots + C_{(n+1)i}(0) \right] \\ &= \frac{1}{\overline{\mathbf{H}}} C_{ji} dw_j. \end{aligned}$$

hvilket gir oss

$$\frac{\partial x_i}{\partial w_j} = \frac{C_{ji}}{\lambda \overline{\mathbf{H}}}.$$

På grunn av at koeffisientmatrisen er symmetrisk har vi at $C_{ji} = C_{ij}$ og vi får det vi er ute etter, nemlig

$$\frac{\partial x_i}{\partial w_j} = \frac{C_{ij}}{\lambda \mathbf{H}}.$$

Vi har her brukt det som i lineær algebra kalles for Cramer's regel. Se for eksempel Anton og Rorres [1994].

B.3.2 Mellomberegning 2

Her skal vi vise ekvivalensen mellom uttrykk (5.12'') og uttrykk (5.12'''), det vil si mellom

$$\sigma_{ij}^A = \frac{C(\mathbf{w}, y)C_{ij}(\mathbf{w}, y)}{C_i(\mathbf{w}, y)C_j(\mathbf{w}, y)} \quad (5.12'')$$

og

$$\sigma_{ij}^A = \frac{\epsilon_{ij}}{\theta_j}. \quad (5.12''')$$

Utgangspunktet er (5.12''). Ved å anvende Shepard's lemma oppnås

$$\sigma_{ij}^A = \frac{C(\mathbf{w}, y)(\partial x_i / \partial w_j)}{x_i x_j}.$$

Divider teller og nevner med $C(\mathbf{w}, y)$,

$$\sigma_{ij}^A = \frac{\partial x_i / \partial w_j}{(x_i x_j) / C(\mathbf{w}, y)}.$$

For å få resultatet (5.12''') multipliseres teller og nevner med (w_j / x_i) ,

$$\sigma_{ij}^A = \frac{(w_j / x_i)(\partial x_i / \partial w_j)}{(w_j / x_i)(x_i x_j) / C(\mathbf{w}, y)} = \frac{\epsilon_{ij}}{\theta_j}. \quad (5.12''')$$

B.4 Utregning av σ_{ij} for en CES-produktfunksjon

Ved å bruke definisjonen på SE,

$$\sigma_{ij} \equiv \frac{d \ln(x_j / x_i)}{d \ln(f_i(\mathbf{x}) / f_j(\mathbf{x}))} = \frac{d(x_j / x_i)}{x_j / x_i} \frac{f_i(\mathbf{x}) / f_j(\mathbf{x})}{d(f_i(\mathbf{x}) / f_j(\mathbf{x}))} \quad (5.6)$$

hvor $f_k = \partial f(\mathbf{x}) / \partial x_k$ ($k = i, j$), vises det her at SE for CES-funksjonen

$$y = f(\mathbf{x}) = \gamma \left[\sum_{i=1}^n \delta_i x_i^{-\rho} \right]^{-\nu / \rho} \quad (5.24)$$

er gitt ved

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{1 + \rho}. \quad (\text{B.9})$$

For å forenkle utregningen settes $n = 2$ og $\gamma = \delta_i = \nu = 1$ ($i = 1, 2$). Start med å differensiere $d \ln(x_2/x_1)$.

$$\begin{aligned} d \ln\left(\frac{x_2}{x_1}\right) &= d \ln(x_2) - d \ln(x_1) \\ &= \frac{1}{x_2} dx_2 - \frac{1}{x_1} dx_1. \end{aligned} \quad (\text{B.10})$$

Den marginale tekniske substitusjonsraten (MRTS) er definert som $f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x})$. I vårt tilfelle er den lik $(x_2/x_1)^{(1+\rho)}$. Jf side 72. Ved å bruke sammenhengen $d \ln(f_i(\mathbf{x})/f_j(\mathbf{x})) = d \ln(MRTS)$ og differensiere dette siste uttrykket får vi

$$\begin{aligned} d \ln\left(\left(\frac{x_2}{x_1}\right)^{1+\rho}\right) &= (1 + \rho)[d \ln(x_2) - d \ln(x_1)] \\ &= (1 + \rho) \left[\frac{1}{x_2} dx_2 - \frac{1}{x_1} dx_1 \right]. \end{aligned} \quad (\text{B.11})$$

Ved å dividere (B.10) med (B.11) oppnås resultatet

$$\begin{aligned} \sigma_{12} &= \frac{(1/x_2)dx_2 - (1/x_1)dx_1}{(1 + \rho)[(1/x_2)dx_2 - (1/x_1)dx_1]} \\ &= \frac{1}{1 + \rho}. \end{aligned}$$

B.5 En CES-funksjon er homogen av grad ν

For å finne graden av homogenitet for CES-funksjonen

$$y = f(\mathbf{x}) = \gamma \left[\sum_{i=1}^n \delta_i x_i^{-\rho} \right]^{-\nu/\rho}, \quad (5.24)$$

tas utgangspunkt i definisjonen av homogenitet på side 50.

$$\begin{aligned}
 f(t\mathbf{x}) &= \gamma \left[\sum_{i=1}^n \delta_i (tx_i)^{-\rho} \right]^{-\nu/\rho} \\
 &= (t^{-\rho})^{-\nu/\rho} \gamma \left[\sum_{i=1}^n \delta_i x_i^{-\rho} \right]^{-\nu/\rho} \\
 &= t^\nu \gamma \left[\sum_{i=1}^n \delta_i x_i^{-\rho} \right]^{-\nu/\rho} \\
 &= t^\nu f(\mathbf{x}).
 \end{aligned}$$

CES-funksjonen er altså homogen av grad ν , hvilket vi skulle vise.

B.6 Pris lik én i basisløsningen

Dette eksemplet er hentet fra Harberger [1962] side 218. Anta at vi har en økonomi hvor det produseres to goder X og Y i henholdsvis sektor X og Y ved hjelp av innsatsfaktorene arbeid (L) og kapital (K). Tilgangen på arbeid og kapital i økonomien er lik henholdsvis L og K , det vil si $L = L_X + L_Y$ og $K = K_X + K_Y$, hvor L_l og K_l ($l = X, Y$) angir mengden av faktorene som brukes i de to sektorene. Videre la p_X , p_Y , p_L og p_K angi priser for de to godene og de to faktorene. Etterspørselen i økonomien antas å være slik at konsumentene alltid deler sin disponible inntekt likt mellom konsumet av de to godene X og Y . Produksjonen er modellert ved hjelp av Cobb-Douglas-funksjoner med konstant skalautbytte;

$$\begin{aligned}
 X &= X(L, K) = L_X^{1/2} K_X^{1/2} \\
 Y &= Y(L, K) = L_Y^{1/2} K_Y^{1/2}.
 \end{aligned}$$

Fra teorien om fullkommen konkurranse vet vi at produksjonen i hver sektor vil tilpasse seg slik at verdien av faktorenes marginalprodukt er lik prisene på faktorene. Arbeidets marginalprodukt i sektor X er lik $\partial X / \partial L_X = (1/2)(1/L_X)X$, mens verdien av marginalproduktet er lik $(\partial X / \partial L_X)p_X$, det vil si $(1/2)(1/L_X)Xp_X$. Prisen på arbeid har vi gitt som p_L slik at man i sektor X vil bruke en mengde arbeidskraft gitt ved betingelsen

$$L_X p_L = \frac{1}{2} X p_X. \quad (\text{B.12})$$

I tillegg til (B.12) får vi for kapitalen i sektoren X

$$K_X p_K = \frac{1}{2} X p_X, \quad (\text{B.13})$$

mens tilsvarende betingelser for sektor Y er gitt ved

$$L_Y p_L = \frac{1}{2} Y p_Y \quad (\text{B.14})$$

$$K_Y p_K = \frac{1}{2} Y p_Y. \quad (\text{B.15})$$

La den totale inntekten i økonomien være gitt ved \$1 200, og som tidligere nevnt, brukes halvparten på gode X og halvparten på Y . Ut fra (B.12) ser vi at $X p_X = 600$, det vil si inntekten fra salget av gode X . Dermed har vi

$$L_X p_X = 300 \quad (\text{B.12}')$$

$$K_X p_K = 300 \quad (\text{B.13}')$$

$$L_Y p_L = 300 \quad (\text{B.14}')$$

$$K_Y p_K = 300. \quad (\text{B.15}')$$

Den enkleste måten å løse (B.12')–(B.15') på er å sette $p_L = p_K = \$1$. Vi får dermed at tilgjengelig arbeid og kapital vil fordele seg likt mellom de to sektorene. For eksempel har vi at L , som er lik L_X pluss L_Y , blir lik 600. Det vil si at den tilgjengelig arbeidskraften i basislikevekten er lik 600 enheter arbeidskraft. Hvorvidt dette tallet er identisk med eventuelle observerte arbeidsenheter er i og for seg irrelevant da det bare er å konvertere de to ulike måleenhetene. Det interessante er hvordan den relative fordelingen av faktorene er mellom de to sektorene.

Altså: i basislikevekten settes pris lik 1 gitt fullkommen konkurranse.⁴

⁴Merk at det eksemplet vi har gjennomgått ser bort fra skatter. Harberger viser imidlertid hvordan vi kan ivareta skatter i et tilsvarende resonnement; kjøperprisen er fremdeles 1 mens selgerprisen blir forskjellig fra 1.

Referanser

- Adelaja, A. O. [1992]. "Material Productivity in Food Manufacturing." *American Journal of Agricultural Economics* **74**, 177 – 185.
- Alfsen, K. H., T. Bye og E. Holmøy (red.) [1996]. *MSG-EE: An Applied General Equilibrium Model for Energy and Environmental Analyses.*, Statistisk Sentralbyrå, Social and Economic Studies 96.
- Allen, R. G. D. [1938]. *Mathematical Analysis for Economists.*, Macmillan.
- Amman, H. M. [1997]. "Editorial: What is Computational Economics?" *Computational Economics* **10**, 103 – 105.
- Anderson, R. K. og J. R. Moroney [1993]. "Morishima Elasticities of Substitution with Nested Production Functions." *Economics Letters* **42**, 159 – 166.
- Anton, H. og C. Rorres [1994]. *Elementary Linear Algebra. Applications version.*, Wiley, 7. utg.
- Arrow, K. J., H. B. Chenery, B. S. Minhas og R. M. Solow [1961]. "Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency." *The Review of Economics and Statistics*. **XLIII**(3), 225–250.
- Bergens Tidende [2000]. BT torsdag 26. oktober.
- Bergman, L. [1990]. "The development of computable general equilibrium modeling." i *General Equilibrium Modeling and Economic Policy Analysis*. (redigert av Bergman, L., D. W. Jorgenson og E. Zalai), ss. 3 – 30, Basil Blackwell.
- Berndt, E. R. [1976]. "Reconciling Alternative Estimates of the Elasticity of Substitution." *The Review of Economics and Statistics* **LVIII**, 59 – 68.
- Berndt, E. R. [1991]. *The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary.*, Addison-Wesley.

- Bjorvatn, A. [1999]. “Den landbruksbaserte næringsmiddelindustrien i Norge.” Upublisert, Stiftelsen for Samfunns- og Næringslivsforskning.
- Bjorvatn, A., I. Gaasland og A. Hunnes [2001]. “Den landbruksbaserte næringsmiddelindustrien.” Upublisert, Stiftelsen for Samfunns- og Næringslivsforskning.
- Blackorby, C. og R. R. Russell [1975]. “The Partial Elasticity of Substitution.” Discussion Paper No. 75-1, Economics, University of California, San Diego.
- Blackorby, C. og R. R. Russell [1981]. “The Morishima Elasticity of Substitution; Symmetry, Constancy, Separability, and its Relationship to the Hicks and Allen Elasticities.” *Review of Economic Studies* **XLVIII**, 147 – 158.
- Blackorby, C. og R. R. Russell [1989]. “Will the Real Elasticity of Substitution Please Stand Up? (A Comparison of the Allen/Uzawa and Morishima Elasticities),” *The American Economic Review* **79**, 882 – 888.
- Borch, O. J. og E. P. Stræte (red.) [1999]. *Matvareindustrien mellom næring og politikk.*, Tano Aschehoug.
- Brooke, A., D. Kendrick og A. Meeraus [1996]. *GAMS. A User's Guide.*, GAMS Development Corporation.
- Brunstad, R. J., I. Gaasland og E. Vårdal [1995]. *Utvikling Eller Avvikling - Jordbruket Ved En Skillevei.*, Ad Notam Gyldendal.
- Chambers, R. G. [1988]. *Applied Production Analysis. A Dual Approach.*, Cambridge University Press.
- Chung, J. W. [1994]. *Utility and Production Functions.*, Blackwell.
- Cobb, C. W. og P. H. Douglas [1928]. “A Theory of Production.” *American Economic Review* **18**, 139 – 165.
- Dagens Næringsliv [2000]. DN onsdag 25. oktober.
- de La Grandville, O. [1997]. “Curvature and the Elasticity of Substitution: Straightening It Out.” *Journal of Economics (Zeitschrift für Nationalökonomie)* **66**, 23 – 34.
- de Melo, J. og D. Tarr [1992]. *A General Equilibrium Analysis of US Foreign Trade Policy*, The MIT Press.
- Debreu, G. [1959]. *Theory of Value. An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium.*, Yale University Press.

- Dixon, P. B. [1994]. "Applied General Equilibrium Modelling: Achievement, Failure and Potential." *General Paper G-106*, Centre of Policy Studies. Monash University.
- Douglas, P. H. [1976]. "The Cobb-Douglas Production Function Once Again: Its History, Its Testing, and Some New Empirical Values." *Journal of Political Economy* **84**, 903 – 915.
- Driva [2000]. Driva fredag 27. oktober.
- ECON [1998]. "Benchmarking av norsk landbruksbasert næringsmiddelindustri; kjøtt og meieri." *ECON-rapport nr 38*, ECON i samarbeid med PricewaterhouseCoopers.
- Eriksen, B. E. [2000]. "Grovfor eller Kraftfor? - Kartlegging av Substitusjonsmulighetene ved Foring av Melkedyr i Norge." *SNF-rapport 56*, Stiftelsen for Samfunns- og Næringslivsforskning.
- Frenger, P. [1978]. "Factor Substitution in the Interindustry Model and the Use of Inconsistent Aggregation." i *Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications. Vol 2.* (redigert av Fuss, M. og D. McFadden), ss. 269 – 310, North-Holland.
- Frenger, P. [1985]. "Using the Directional Shadow Elasticity of Substitution to Measure the Concavity of the Cost Function." *Economics Letters* **19**, 171 – 175.
- Frenger, P. [1992]. "Properties of the Directional Shadow Elasticity of Substitution." Memorandum from Department of Economics. No 17/92., University of Oslo.
- Fuss, M. og D. McFadden (red.) [1978]. *Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications. Vol 1 and 2.*, North-Holland.
- Ginsburgh, V. og M. Keyzer [1997]. *The Structure of Applied General Equilibrium Models.*, The MIT Press.
- Gravelle, H. og R. Rees [1992]. *Microeconomics.*, Longman.
- Hall, A., L. A. Clements og J. T. Sturluson [1998]. "The Viking CGE Model." *Working Paper Series*, Institute of Economic Studies, University of Iceland.
- Hall, A. og J. T. Sturluson [1999]. "Testing a CGE Model: The Tax Free Year in Iceland as a Natural Experiment." *Working Paper Series W99:07*, Institute of Economic Studies, University of Iceland.

- Harberger, A. C. [1962]. "The Incidence of the Corporation Income Tax." *The Journal of Political Economy* **LXX**, 215 – 240.
- Hertel, T. W. [1999]. "Applied General Equilibrium Analysis of Agricultural and Resource Policies." *Staff Paper* 99-2, Department of Agricultural Economics. Purdue University.
- Hicks, J. R. [1963]. *The Theory of Wages.*, Macmillan, 2. utg.
- History of Economic Thought [2000]. <http://cepa.newschool.edu/het>.
- Hoel, M. og K. O. Moene [1993]. *Produksjonsteori.*, Universitetsforlaget AS., 2. utg.
- Huang, K. S. [1991]. "Factor Demands in the U.S. Food-Manufacturing Industry." *American Journal of Agricultural Economics* **73**, 615 – 620.
- Jehle, G. A. og P. J. Reny [1998]. *Advanced Microeconomic Theory.*, Addison-Wesley Longman, Inc.
- Judd, K. L. [1997]. "Computational Economics and Economic Theory: Substitutes or Complements?" *Journal of Economic Dynamics and Control* **21**, 907 – 942.
- Judd, K. L. [1998]. *Numerical Methods in Economics.*, The MIT Press.
- Kehoe, P. J. og T. J. Kehoe [1994]. "A Primer on Static Applied General Equilibrium Models." *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review* **18**, 2 – 16, <http://woodrow.mpls.frb.fed.us/>.
- Kehoe, T. J., C. Polo og F. Sancho [1995]. "An Evaluation of the Performance of an Applied General Equilibrium Model of the Spanish Economy." *Economic Theory* **6**, 115 – 141.
- Kemfert, C. [1998]. "Estimated Substitution Elasticities of a Nested CES Production Function Approach for Germany." *Energy Economics* **20**, 249 – 264.
- Kendrick, D. A. [1994]. "Ten Wishes." *Working Paper* 9407, Center for Applied Research in Economics. University of Texas., Also published in *Computational Economics* **8** (1):65 - 80, 1995.
- Kendrick, D. A. og H. M. Amman [1999]. "Programming Languages in Economics." *Computational Economics* **14**, 151 – 181.
- Landbrukets Nettsenter [2000]. <http://www.landbruk.no/>.

- Lerner, A. P. [1933]. "Notes on Elasticity of Substitution. II.— The Diagrammatical Representation." *The Review of Economic Studies*. **1**, 68 – 71.
- LeVay, C. [1983]. "Agricultural Co-Operative Theory: A Review." *Journal of Agricultural Economics*. **XXXIV**, 1 – 44.
- Lønning, D. A. [1991a]. "Estimation of CES Cost Functions on Six Norwegian Sectors Using Aggregate Time Series Data." *Working paper 48*, Stiftelsen for Samfunns- og Næringslivsforskning.
- Lønning, D. A. [1991b]. "Estimation of Cost Functions for Two Norwegian Industrial Sectors Using Aggregate Time Series Data." *Working paper 47*, Stiftelsen for Samfunns- og Næringslivsforskning.
- Madden, P. [1986]. *Concavity and Optimization in Microeconomics.*, Basil Blackwell Ltd.
- Mas-Colell, A., M. D. Whinston og J. R. Green [1995]. *Microeconomic Theory.*, Oxford University Press.
- Mathiesen, L. [1987]. "An Algorithm Based on a Sequence of Linear Complementarity Problems Applied to a Walrasian Equilibrium Model: An Example." *Mathematical Programming* **37**, 1 – 18.
- Mathiesen, L. [1992]. "MISM0D-88. En modell for analyse av økonomiske virkninger for næringsvirksomhet av endringer i det norske avgifts-, støtte- og reguleringssystem." *SNF-Rapport 26*, Stiftelsen for Samfunns- og Næringslivsforskning.
- Mathiesen, L. [1999]. "Modellering av økonomisk likevekt og beregning av likevektspriser." i *Festskrift til Terje Hansens 60 årsdag*. (redigert av Boye, K.), ss. 23–50, Cappelen Akademiske Forlag.
- McFadden, D. [1963]. "Constant Elasticity of Substitution Production Functions." *Review of Economic Studies* **XXX**, 73 – 83.
- McKittrick, R. R. [1998]. "The Econometric Critique of Computable General Equilibrium Modeling: the Role of Functional Forms." *Economic Modelling* **15**, 543 – 573.
- Morishima, M. [1967]. "Danryokusei Riron ni Kansuru Ni-san (A Few Suggestions on the Theory of Elasticity)." *Keizai Hyoron (Economic Review)* **16**, 144 – 150.

- Nadiri, M. I. [1982]. "Producers theory." i *Handbook of Mathematical Economics. Vol II.* (redigert av Arrow, K. J. og M. D. Intriligator), kap. 10, ss. 431 – 490, North-Holland.
- Næringsmiddelindustrien [1999]. "Næringsmiddelindustriens årbok 1999/00." .
- Nerlove, M. [1967]. "Recent Empirical Studies of the CES and Related Production Functions." i *The Theory and Empirical Analysis of Production.* (redigert av Brown, M.), ss. 55 – 122, National Bureau of Economic Research.
- Nobel e-Museum [2000]. <http://www.nobel.se/economics/index.html>.
- Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning [2000]. <http://www.nilf.no/>.
- Norsk Kjøttssamvirke [2000]. "Kjøttssamvirket i utvikling. Utviklingsplan." <http://www.gilde.no/>.
- NOU [2000]. "En strategi for sysselsetting og verdiskapning. NOU 2000:21." .
- OCED [1994]. "Agricultural Policy Reform: New Approaches. The Role of Direct Payments." <http://www.oecd.org/>.
- OECD [2000]. "Agricultural Policies in OECD Countries. Monitoring and Evaluation 2000." <http://www.oecd.org/>.
- Okunade, A. A. [1999]. "Will the Real Elasticity of Substitution 'in Norwegian Dentistry' Please Stand Up?" *Health Economics* **8**, 221 – 232.
- Petersen, T. W. [1998]. "Introduktion til CGE-modeller." *Økonomisk Institut, Københavns Universitet.*, <http://www.econ.ku.dk/twp/default.htm>.
- Porter, M. E. [1990]. *The Competitive Advantage of Nations.*, Macmillan.
- Powell, A. A. og F. H. G. Gruen [1968]. "The Constant Elasticity of Transformation Production Frontier and Linear Supply System." *International Economic Review* **9**, 315 – 328.
- Reve, T., T. Lensberg og K. Grønhaug [1992]. *Et konkurransedyktig Norge.*, Tano.
- Robinson, J. [1933]. *The Economics of Imperfect Competition.*, Macmillan.
- Røstad, C. C., T. B. Gjerstad, P. A. Nyen, P. Schjølberg og E. Alfnes [1998]. "Produksjon og vedlikehold i norsk næringsmiddelindustri." *SINTEF Rapport STF38 A98226*, SINTEF Teknologiledelse.

- Rutherford, T. F. [1998]. *Modeling General Equilibrium Problems with GAMS.*, GAMS Development Corporation.
- Rutherford, T. F. [1999]. “Applied General Equilibrium Modeling with MPS-GE as a GAMS Subsystem: An Overview of the Modeling Framework and Syntax.” *Computational Economics* **14**, 1 – 46.
- Samuelson, P. A. [1983]. *Foundations of Economic Analysis. Enlarged Edition.*, Harvard University Press.
- Sato, K. [1967]. “A Two-Level Constant Elasticity-of-Substitution Production Function.” *Review of Economic Studies* **XXXIV**, 201 – 218.
- Scarf, H. [1973]. *The Computation of Economic Equilibria.*, Yale University Press, With the collaboration of Terje Hansen.
- Scarf, H. [1999]. “Terje in 1967.” i *Festskrift til Terje Hansens 60 årsdag.* (redigert av Boye, K.), ss. 19 – 21, Cappelen Akademiske Forlag.
- Schreiner, D. F., D. W. Marcouiller, G. Tembo og E. E. Vargas [1999]. *Computable General Equilibrium Modeling For Regional Analysis.*, Regional Research Institute, WVU, Published online at <http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Schreiner/contents.htm/>.
- Sexton, R. J. [1986]. “The Formation of Cooperatives: A Game-Theoretic Approach with Implications for Cooperative Finance, Decision Making, and Stability.” *American Journal of Agricultural Economics* **68**, 214 – 225.
- Sexton, R. J. [2000]. “The Waugh Lecture: Industrialization and Consolidation in the U.S. Food Sector. Implications for Competition and Welfare.” <http://www.agecon.ucdavis.edu/Faculty/Rich.S/Sexton.html>.
- Shoven, J. B. og J. Whalley [1984]. “Applied general-equilibrium models of taxation and international trade: An introduction and survey.” *Journal of Economic Literature*. **XXII**, 1007–1051.
- Shoven, J. B. og J. Whalley [1992]. *Applying General Equilibrium.*, Cambridge Surveys of Economic Literature., Cambridge University Press.
- Silberberg, E. og W. Suen [2000]. *The Structure of Economics. A Mathematical Analysis.*, Irwin McGraw-Hill, 3. utg.
- Simon, C. P. og L. Blume [1994]. *Mathematics for Economists.*, W.W. Norton & Company.

- Solow, R. M. [1956]. "A Contribution to the Theory of Economic Growth." *Quarterly Journal of Economics* **70**, 65 – 94.
- SSB [1996]. "Industristatistikk 1996." <http://www.ssb.no>.
- SSB [1997]. "Industristatistikk 1997." <http://www.ssb.no>.
- SSB [2000]. "Utenrikshandel 1999." <http://www.ssb.no/>.
- Starr, R. M. [1997]. *General Equilibrium Theory. An Introduction.*, Cambridge University Press.
- Statens institutt for forbruksforskning [2000]. <http://www.sifo.no/>.
- Stortingsmelding [1999]. "Om norsk landbruk og matproduksjon. St.meld. nr 19 (1999-2000)." <http://odin.dep.no>.
- Sydsæter, K. [1987]. *Matematisk Analyse. Bind 1.*, Universitetsforlaget AS., 5. utg.
- Sydsæter, K., A. Seierstad og A. Strøm [1990]. *Matematisk Analyse. Bind 2.*, Universitetsforlaget AS., 3. utg.
- Takayama, A. [1985]. *Mathematical Economics.*, Cambridge University Press.
- Thissen, M. [1998]. "A Classification of Empirical CGE Modeling." SOM Research Report 99C01, University of Groningen, <http://www.ub.rug.nl/eldoc/som/c/99c01/99c01.pdf>.
- Uzawa, H. [1962]. "Production Functions with Constant Elasticities of Substitution." *Review of Economic Studies* **XXIX**, 291 – 299.
- Varian, H. R. [1992]. *Microeconomic Analysis.*, W. W. Norton & Company., 3. utg.
- World Trade Organization [2000]. <http://www.wto.org/>.
- WTO [1999]. "Trading into the Future." <http://www.wto.org/>.
- Zenios, S. A. [1996]. "Modeling languages in computational economics: GAMS." i *Handbook of Computational Economics. Volume 1.* (redigert av Amman, H. M., D. A. Kendrick og J. Rust), ss. 471 – 488, Elsevier.