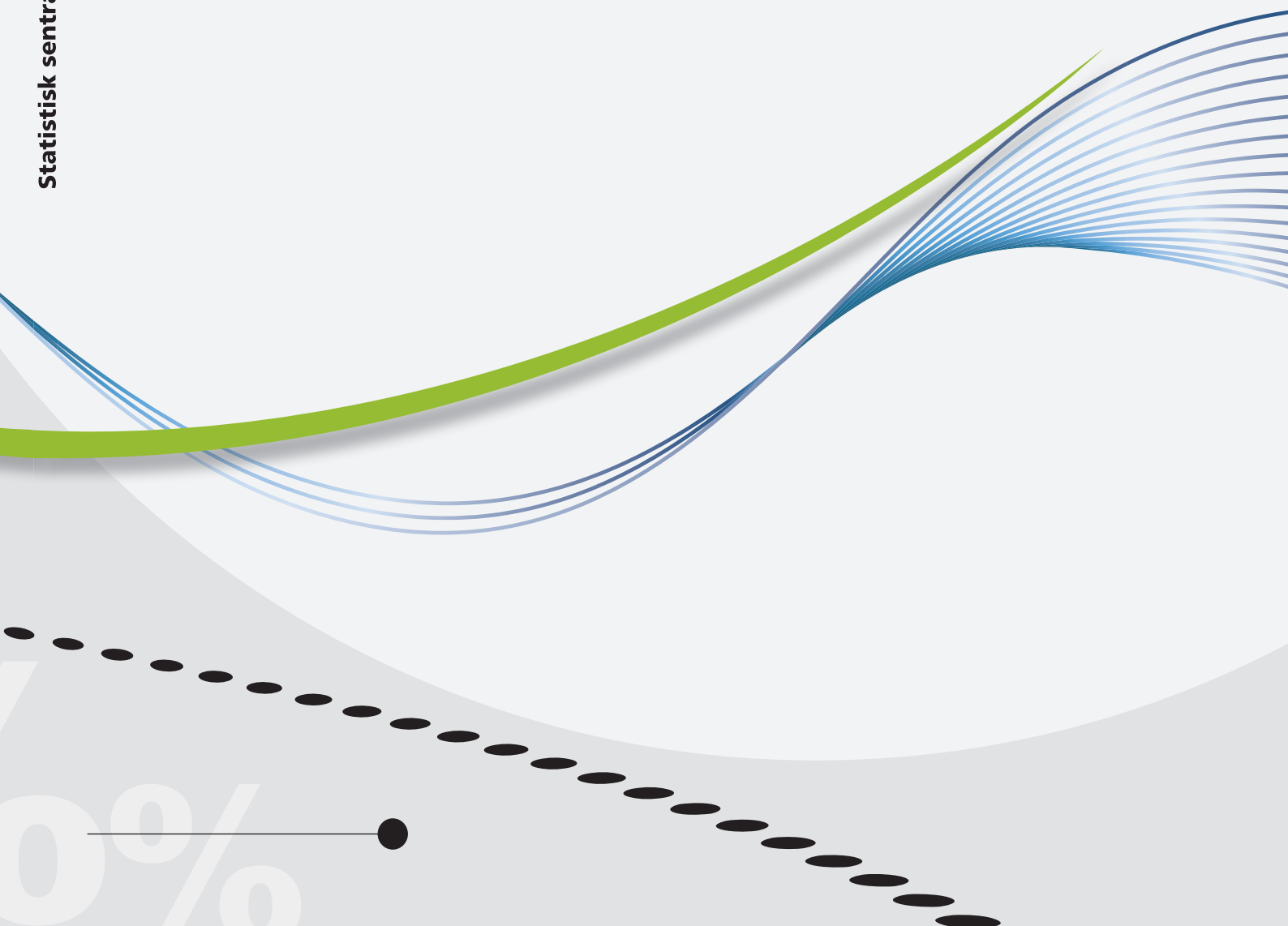


Håvard Hungnes

**Dokumentasjon av økonometriske
faktoretterspørselsrelasjoner i
KVARTS og MODAG**



Håvard Hungnes

**Dokumentasjon av økonometriske
faktoretterspørselsrelasjoner
i KVARTS og MODAG**

Notater I denne serien publiseres dokumentasjon, metodebeskrivelser, modellbeskrivelser og standarder.

	Standardtegn i tabeller	Symbol
© Statistisk sentralbyrå	Tall kan ikke forekomme	.
Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde.	Oppgave mangler	...
Publisert august 2013	Oppgave mangler foreløpig	...
	Tall kan ikke offentliggjøres	:
	Null	-
ISBN 978-82-537-8707-7 (trykt)	Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	0
ISBN 978-82-537-8708-4 (elektronisk)	Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	0,0
ISSN 1891-5906	Foreløpig tall	*
Emne: Nasjonalregnskap og konjunkturer	Brudd i den loddrette serien	—
	Brudd i den vannrette serien	
Trykk: Statistisk sentralbyrå	Desimaltegn	,

Forord

I dette notatet dokumenteres nye relasjoner for faktoretterspørsmålet i makromodellene KVARTS og MODAG. De nye relasjonene ble i hovedsak implementert sommeren 2012, mens noen er innarbeidet senere. Dette notatet dokumenterer relasjonen de er per april 2013 i begge makromodellene.

Nærmere beskrivelse av makromodellene KVARTS og MODAG finnes på følgende nettsider:

- <http://www.ssb.no/forskning/beregningsmodeller/kvarts>
- <http://www.ssb.no/forskning/beregningsmodeller/modag>

Notatet er skrevet av Håvard Hungnes ved Gruppe for makroøkonomi. Alan Tahir har laget modellberegningene som benyttes i avsnitt 4. Pål Boug, Ådne Cappelen og Torbjørn Eika har bidratt med nyttige kommentarer til notatet.

Statistisk sentralbyrå, 10. juli 2013

Hans Henrik Scheel

Sammendrag

I dette notatet dokumenteres det nye faktoretterspørse i de makro-økonometriske modellene KVARTS og MODAG. Det nye faktoretterspørse i systemet skiller seg litt fra det forrige faktoretterspørse i systemet dokumentert i Hungnes (2010). Ved modellering av etterspørse i etter variable innsatsfaktorer betinges det på bruken av faste innsatsfaktorer. Dette gjøres for å ta bedre hensyn til at faste innsatsfaktorer tar lengre tid å justere. I det nye faktoretterspørse i systemet opprettholdes substitusjonsmulighetene mellom alle innsatsfaktorene.

I de implementerte relasjonene har vi tillatt produktivitetsvekst, dels med skalaelasticiteter over 1 og dels ved å inkludere en faktornøytral teknologisk trend.

Abstract

In this paper the new factor demand system in the macroeconomic models KVARTS and MODAG is documented. The new factor demand system differs slightly from the previous factor demand system documented in Hungnes (2010). By modeling the demand for variable factor inputs I condition here on the use of fixed inputs factors. This is done to take better into account that the fixed input factors may take longer to adjust. As the previous factor demand system, the new factor demand system allows for substitutions between all input factors.

In the implemented relationships we have allowed productivity growth, partly with elasticities of scale exceeding 1 and partly by including a factor neutral technological trend.

Innhold

1	Introduksjon	7
2	Litt teori	7
2.1	Faktoretterspørselfunksjoner	7
2.2	Brukerpriser	9
3	Empiriske resultater	10
3.1	Kostnadsandeler og veide faktorpriser	10
3.2	Skalaelasticiteter og underliggende teknologisk vekst	12
3.3	Estimering av kortsiktsdynamikk	12
4	Produktivitetsvekst i MODAG	16
4.1	Innledning	16
4.2	Framskrivning	17
4.3	Skiftberegning	19
4.4	Konklusjoner	20
5	Oppsummering	20
	Referanser	21
	Tabeller	22
	Figurer	22

1 Introduksjon

I Hungnes (2010) beskrives faktoreterspørselssystemet slik det har vært implementert i KVARTS og MODAG fra 2007 og fram til midten av 2012.¹ Dette systemet innebar en likebehandling i modelleringen av innsatsfaktorene, uavhengig av om de var variable (som arbeidskraft) eller faste (som realkapital). Tidligere ble variable og faste innsatsfaktorer modellert hver for seg, se Boug m.fl. (2002). Det innebar substitusjonsmulighet mellom de variable innsatsfaktorene på både kort og lang sikt, og en delvis substitusjonsmulighet mellom variable og faste innsatsfaktorer på kort sikt, men ikke på lang sikt.² Mellom realkapitalartene var det ingen substitusjonsmulighet, verken på kort eller lang sikt. Modellering av variable og faste innsatsfaktorer hver for seg innebar også at man ofte endte opp med et system som implisitt innebar en faktor-skjev ('factor bias') teknologisk utvikling, ved at det skjedde en endring av forholdet mellom variable og faste innsatsfaktorer når produksjonen vokste som ikke kunne forklares med endrede faktorpriser.

Det nye faktoreterspørselssystemet er en mellomting mellom de to tidligere. Systemet innebærer substitusjonsmulighet mellom alle innsatsfaktorer, både på kort og lang sikt. Men samtidig er langsiktssammenhengen for variable og faste innsatsfaktorer modellert forskjellig. Den ulike modelleringen av variable og faste innsatsfaktorer er benyttet for bedre å fange opp at det tar mye lengre tid å tilpasse de faste innsatsfaktorene enn de variable innsatsfaktorene, og at dette igjen innebærer at man i tilpasningen av variable innsatsfaktorer må ta hensyn til at faste innsatsfaktorer tilpasses tregt.

I det forrige faktoreterspørselssystemet var det mulig å estimere skalaelastisitet og faktornøytral teknologisk vekst. I de implementerte relasjonene var imidlertid skalaelastisiteten satt lik 1 for alle næringer, mens det ikke var noen faktornøytral teknologisk vekst i noen næring. I de nye faktoreterspørselsrelasjonene er skalaelastisiteten og den faktornøytrale teknologiske veksten estimert i hver næring. Effekten av dette for produktivitetsveksten er for MODAG illustrert i et eget avsnitt.

2 Litt teori

2.1 Faktoreterspørselsfunksjoner

Vi antar at produktfunksjonen er gitt ved en Cobb-Douglas funksjon. Ved kostnadsminimering for gitt produksjonsnivå kan etterspørselen etter innsatsfaktor i i næring j på tidspunkt t – gitt ved $v_{i,t}^j$ – uttrykkes som en funksjon av den relative faktorkostnaden ($p_{i,t}^j - p_{A,t}^j$), produksjonsnivået i næringen (x_t^j) og et tidsavhengig teknologinivå i næringen ($\theta_0^j + \gamma_\theta^j \cdot t$). På logaritmisk form gir dette³

$$v_{i,t}^j = \log \delta_{i,t}^j - \left(p_{i,t}^j - p_{A,t}^j \right) + \frac{1}{\kappa^j} x_t^j - \frac{1}{\kappa^j} \left(\theta_0^j + \gamma_\theta^j \cdot t \right) \quad (1)$$

¹Se også Hungnes (2008) for en enklere dokumentasjon og Hungnes (2011) for en modellering av sammenhengene i de teknologiske endringene.

²Substitusjonsmuligheten mellom faste og variable innsatsfaktorer var delvis (på kort sikt) i den forstand at bare de variable innsatsfaktorene tilpasset seg som følge av denne substitusjonen.

³Se Hungnes (2010) for tilsvarende faktoreterspørsel ved CES-teknologi.

Tabell 1: Innsatsfaktorer med tilhørende priser

Innsatsfaktorer		Priser	
L	= arbeidskraften gitt ved summen av ansatte, LW , og selvstendige, LS (målt i 1000 timer)	W	Timelønn i kroner
E	elektrisitet (målt i millioner kroner, faste priser)	PE	Pris elektrisitet (indeks)
F	fyringsolje (målt i millioner kroner, faste priser)	PF	Pris fyringsolje (indeks)
FT	transportolje (målt i millioner kroner, faste priser)	PFT	Pris transportolje (indeks)
M	annen produktinnsats (målt i millioner kroner, faste priser)	PM	Pris annen produktinnsats (indeks)
$K10$	beholdning av bygninger og anlegg (målt i millioner kroner, faste priser)	$PBK10$	Brukerpris bygninger og anlegg (se avsnitt 2.2)
$K30$	beholdning av båter (målt i millioner kroner, faste priser)	$PBK30$	Brukerpris båter (se avsnitt 2.2)
$K40$	beholdning av transportmidler (målt i millioner kroner, faste priser)	$PBK40$	Brukerpris transportmidler (se 2.2)
$K50$	beholdning av maskiner (målt i millioner kroner, faste priser)	$PBK50$	Brukerpris maskiner (se avsnitt 2.2)

der

$$p_{A,t}^j = \sum_i \delta_{i,t}^j p_{i,t}^j \tag{2}$$

I (1) og (2) er $\delta_{i,t}^j$ distribusjonsparametere (for innsatsfaktor i i næring $j = 1, \dots, m$ på tidspunkt t) hvor $\delta_{i,t}^j > 0 (\forall i, j, t)$, $\sum_i \delta_{i,t}^j = 1 (\forall j, t)$. Ved Cobb-Douglas-teknologi uttrykker disse distribusjonsparametrene de optimale kostnadsandelenene. Distribusjonsparametrene er her tidsavhengige. Det er for å kunne fange opp faktor-skjeve ('factor-biased') teknologiske endringer (dvs. teknologiske endringer som ikke er faktornøytrale). En endring i verdiene på disse variablene fanger altså opp at det kan skje endringer i den optimale faktorsammensetningen som ikke forklares med endrede faktorpriser.

I (1) uttrykker κ skalaelastisiteten, mens uttrykket $\theta_0^j + \gamma_\theta^j \cdot t$ representerer utviklingen i det faktornøytrale teknologiske nivået. Her er γ_θ^j underliggende teknologiske veksten.

Her vil vi se på etterspørselen etter opptil ni forskjellige innsatsfaktorer innenfor hver næring. Disse ni innsatsfaktorene er opplistet i Tabell 1 sammen med priser og måleenheter. I Tabell 2 er alle næringene med næringskoder listet opp.

Produktinnsatsen, H , er gitt ved summen av elektrisitet, fyringsolje, transportolje og annen produktinnsats, dvs. $H = E + F + FT + M$. Sammen med arbeidskraften er disse de variable produksjonsfaktorene. På kort sikt er de variable produksjonsfaktorene lettere å tilpasse enn de faste innsatsfaktorene. Det kan derfor være en fordel å uttrykke optimal bruk av de variable produksjonsfakto-

Tabell 2: Næringer

Næring	Næringsnavn
10A	Jordbruk, jakt, viltstell og skogbruk
13	Fiske og fangst
14	Fiskeoppdrett
15	Produksjon av konsumvarer
25	Produksjon av produktinnsats og investeringsvarer
30	Kraftkrevende industri
40	Produksjon og raffinering av petroleumsprodukter m.v.
45	Produksjon av verkstedsprodukter
55	Bygg og anlegg
63	Bank- og forsikringstjenester
71	Elektrisk kraft
74	Innenlandsk samferdsel
81	Varehandel
84	Informasjonstjenester
85	Annen privat tjenesteyting
86	Utleie av forretningsbygg m.v.

rene betinget på de forskjellige realkapitalartene.

$$\begin{aligned}
 v_{i,t}^j &= \text{const} - \left(p_{i,t}^j - p_{A^*,t}^j \right) \\
 &+ \frac{1}{\kappa^j} \frac{1}{\sum_{k=1}^5 \delta_{k,t}^j} x_t^j \\
 &- \frac{1}{\sum_{k=1}^5 \delta_{k,t}^j} (\delta_{6,t} k_{10} + \delta_{7,t} k_{30} + \delta_{8,t} k_{40} + \delta_{9,t} k_{50}) \\
 &- \frac{1}{\kappa^j} \frac{1}{\sum_{k=1}^5 \delta_{k,t}^j} (\theta_0^j + \gamma_\theta^j \cdot t), i = 1, \dots, 5
 \end{aligned} \tag{3}$$

der

$$p_{A^*,t}^j = \sum_{i=1}^5 \frac{\delta_{i,t}^j}{\sum_{k=1}^5 \delta_{k,t}^j} p_{i,t}^j \tag{4}$$

I det nye faktoreterspørselssystemet benyttes (3) som langsiktsløsning for de fem variable produksjonsfaktorene, mens (1) benyttes som langsiktsløsning for de fire realkapitalartene. Dette systemet gir samme løsning som om man hadde benyttet (1) for alle produksjonsfaktorene. Fordelen ved å benytte den betingede formuleringen av langsiktsløsningen for de variable produksjonsfaktorene ligger i at man kan få bedre kontroll på kortsiktsdynamikken.

Merk også at i $p_{A^*,t}^j$ inngår bare prisene på de variable produksjonsfaktorene. Vektene er justert opp, slik at vektene for de variable produksjonsfaktorene summerer seg til 1.

2.2 Brukerpriser

Mens prisene på variable innsatsfaktorer er med i Nasjonalregnskapet, er ikke prisene på bruk av realkapital det. Slike priser må derfor konstrueres. I prinsippet kunne man laget forskjellige brukerpriser for hver næring. Vi har isteden valgt å konstruere brukerpriser som er like på tvers av næringene (men ulik

for ulike realkapitalarter). Derfor inneholder ikke brukerprisuttrykket nedenfor noen næringspesifikke variabler. På nivå-form kan brukerprisen defineres som

$$P_{i,t} = Q_{i,t} \left[r_t (1 - \tau_t) + \rho + \xi_i - \frac{Q_{i,t} - Q_{i,t-1}}{Q_{i,t}} \right] \frac{1 - \tau_t \left(\frac{s_{i,t}}{s_{i,t} + r_{i,t}(1 - \tau_t) + \rho} \right)}{1 - \tau_t} \quad (5)$$

der

- $Q_{i,t}$, er investeringsprisen for kapitalart i (i periode t)
- r_t er renten (nominell)
- τ_t er kapitalskatten (28 prosent fra og med 1992 og ut 2013)⁴
- ρ er en risikopremie, satt lik 3,25 prosent pro anno
- ξ_i er depresieringsraten for kapitalart i
- $s_{i,t}$ er avskrivningssatsen i periode t for kapitalart i

Uttrykket $Q_{i,t} \left[r_t (1 - \tau_t) + \rho + \xi_i - \frac{Q_{i,t} - Q_{i,t-1}}{Q_{i,t}} \right]$ er brukerprisen når vi ser bort fra hvordan investeringer avskrives skattemessig. Hvis hele investeringen ble avskrevet i samme periode investeringene påløp, ville dette uttrykket også beskrevet brukerprisen. Men hele investeringen blir ikke avskrevet umiddelbart, og dette fanges opp i leddet etter hakeparentesen. Effekten av den skattemessige avskrivningen vil være avhengig av avskrivningssatsene fremover. I uttrykket for effekten av avskrivningsreglene er det antatt at avskrivningssatsen holdes uendret fremover. Dermed er det bare avskrivningssatsen i periode t som inngår i uttrykket for brukerprisen.

3 Empiriske resultater

3.1 Kostnadsandeler og veide faktorpriser

Den observerte kostnadsandelen i hver periode kan beregnes for hver innsatsfaktor (i de forskjellige næringene). Den 'observerte' kostnadsandelen for arbeidskraft er (når selvstendiges arbeidsinnsats verdsettes til samme timelønn som lønnstakernes) for eksempel gitt ved

$$\frac{W_t^j(LW_t^j + LS_t^j)/1000}{C_t^j} \quad (6)$$

der

$$C_t^j = W_t^j(LW_t^j + LS_t^j)/1000 + PE_t^j E_t^j + PF_t^j F_t^j + PFT_t^j FT_t^j + PM_t^j M_t^j + PBK10_t^j K10_t^j + PBK30_t^j K30_t^j + PBK40_t^j K40_t^j + PBK50_t^j K50_t^j \quad (7)$$

I formlene for kostnadsandeler, som relasjon (6), deler vi leddet for lønnskostnader på 1000. Dette er nødvendig for å få alle leddene målt i millioner kroner, jf. Tabell 1.

⁴Uttrykket i (5) forutsetter lik skattesats på overskudd i bedrifter og netto renteinntekter for personer. Se Hungnes (2002) for hvordan uttrykket for brukerpris avhenger av finansieringstype når disse skattesatsene ikke er like.

Tabell 3: Budsjettandeler for de enkelte innsatsfaktorer

	L	E	F	FT	M	L+H	K10	K30	K40	K50
10A	0,422	0,019	0,005	0,018	0,316	0,780	0,117	0,000	0,007	0,096
15	0,156	0,009	0,005	0,002	0,781	0,954	0,013	0,000	0,003	0,030
25	0,251	0,014	0,010	0,009	0,647	0,931	0,018	0,000	0,005	0,046
30	0,118	0,086	0,015	0,002	0,685	0,906	0,025	0,000	0,002	0,068
40	0,018	0,003	0,051	0,000	0,894	0,966	0,015	0,000	0,000	0,018
45	0,253	0,004	0,003	0,001	0,712	0,973	0,007	0,000	0,001	0,019
55	0,305	0,003	0,003	0,011	0,648	0,969	0,015	0,000	0,007	0,010
63	0,383	0,004	0,000	0,000	0,541	0,929	0,045	0,000	0,016	0,010
74	0,318	0,004	0,013	0,068	0,524	0,927	0,020	0,006	0,034	0,014
81	0,436	0,011	0,003	0,007	0,505	0,962	0,015	0,000	0,007	0,016
84	0,348	0,003	0,001	0,004	0,576	0,932	0,011	0,000	0,003	0,054
85	0,448	0,009	0,002	0,005	0,484	0,948	0,020	0,000	0,007	0,025
86	0,171	0,032	0,008	0,003	0,535	0,749	0,227	0,000	0,000	0,011
13	0,533	0,000	0,002	0,089	0,286	0,910	0,000	0,079	0,000	0,011
14	0,100	0,019	0,000	0,004	0,845	0,969	0,009	0,008	0,005	0,009
71	0,169	0,071	0,000	0,014	0,251	0,505	0,173	0,000	0,003	0,317

Formlene for kostnadsandeler, som relasjon (6), gir en kostnadsandel for hver periode. I de estimerte relasjonene ønsker vi å ha kostnadsandelen som en fast parameter. Hvis det har vært endringer i kostnadsandelene over tid, ønsker vi at parameterverdien for kostnadsandelen skal ligge nærmere i verdi den faktiske kostnadsandelen i slutten av datasettet. Vi estimerer derfor parametrene for kostnadsandelene ved å benytte geometrisk avtagende vektorer slik at siste observasjon tillegges størst vekt:

$$\hat{\delta}_i^j = \left[\prod_{h=0}^{H^*-1} \left(\frac{P_{i,T-h}^j V_{i,T-h}^j}{\sum_k P_{k,T-h}^j V_{k,T-h}^j} \right)^{\omega(1-\omega)^h} \right]^{\frac{1}{1-(1-\omega)^{H^*}}} \quad (8)$$

I uttrykket for estimatoren inngår to parametere som vi må velge verdien på. Parameteren H^* sier hvor mange observasjoner av kostnadsandelen vi benytter. (Her kan det ofte være naturlig å velge hele datasampelet, dvs. $H^* = T$.) Parameteren ω sier noe om hvor stor vekt som legges på de siste observasjonene. En høy verdi på ω innebærer at de siste observasjonene av kostnadsandelen får høy vekt. Hvis man f.eks. velger $\omega = 0,5$ innebærer det at siste observasjon får en vekt på 0,5 hvis H^* er stor. (Ved liten H^* vil vekten justeres opp slik at vektene alltid summerer seg til 1).

I Tabell 5 har vi beregnet budsjettandelene ved hjelp av (8). Ved beregningene har vi benyttet 2010(4) som siste observasjon. Videre har vi benyttet 100 observasjoner, dvs. $H^* = 100$, mens vekten på siste observasjon er satt til 10%, dvs. $\omega = 0,1$. Beregningene er foretatt i Ox Professional, se Doornik (2009).

I kolumnen markert $L + H$ i Tabell 5 ser vi budsjettandelen for de variable produksjonsfaktorene. Som vi ser er budsjettandelen for de variable produksjonsfaktorene over 90 prosent i de fleste sektorene.

Når budsjettandelene er bestemt, kan vi beregne de veide faktorprisene. Her lager vi to veide faktorpriser for hver sektor:

- En veid faktorpris som vektet sammen alle faktorprisene i næringen - også brukerprisene. Denne benyttes i relasjonene for etterspørselene etter realkapital som innsatsfaktor, jamfør relasjon (1). Her benyttes vektene i tabellen direkte. Uttrykket for denne veide faktorprisen er gitt ved (2) hvor $\delta_{i,t}$

erstattes med $\hat{\delta}_i$.

- En veid faktorpris som vektet sammen faktorprisene på de variable produksjonsfaktorene. Her må vektene på hver av de variable produksjonsfaktorene oppjusteres (ved å dele dem på samlet vekt for variable produksjonsfaktorene) slik at vektene summerer seg til 1. Uttrykket for denne veide faktorprisen er gitt ved (4) hvor $\delta_{i,t}$ erstattes med $\hat{\delta}_i$.

3.2 Skalaelasticiteter og underliggende teknologisk vekst

Når vi skal estimere skalaelasticitet og underliggende teknologisk vekst, tar vi utgangspunkt i relasjon (1) for hver av produksjonsfaktorene i en næring. Vi ser at vi har et system av relasjoner for faktoreterspørsel som bare avhenger av noen få parametre. Vi kan sette opp systemet som følger:

$$\begin{pmatrix} v_{1,t}^j \\ \vdots \\ v_{9,t}^j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_1^j \\ \vdots \\ c_9^j \end{pmatrix} + A \begin{pmatrix} p_{1,t}^j - p_{A,t}^j \\ \vdots \\ p_{9,t}^j - p_{A,t}^j \end{pmatrix} + bx_t^j + ct + \varepsilon_t \quad (9)$$

med koeffisientrestriksjonene $A = I_9$, $b = 1_{9 \times 1} \eta$ og $c = 1_{9 \times 1} \theta$.⁵ Skalaelasticiteten kan beregnes ved $\kappa = 1/\eta$ og den underliggende trenden kan beregnes ved $\gamma_\theta^j = \theta \kappa$.

I de to første kolumnene i Tabell 4 er estimatene for skalaelasticitet og underliggende teknologisk vekst rapportert for de forskjellige næringene. I kolumne 3 er underliggende teknologisk vekst rapportert når skalaelasticiteten er pålagt å være 1. I kolumne 4 er skalaelasticiteten rapportert når det er pålagt at det ikke er noen underliggende teknologisk vekst.

Estimeringsresultatene i (9) kan være upålitelige hvis den underliggende teknologiske veksten følger en stokastisk prosess. I så fall kan det være bedre å differensiere (9).

$$\begin{pmatrix} \Delta v_{1,t}^j \\ \vdots \\ \Delta v_{9,t}^j \end{pmatrix} = A \begin{pmatrix} p_{1,t}^j - p_{A,t}^j \\ \vdots \\ p_{9,t}^j - p_{A,t}^j \end{pmatrix} + b \Delta x_t^j + c + \varepsilon_t \quad (10)$$

og pålegge de samme koeffisientrestriksjonene som over. I andre del av Tabell 4 er estimerte skalaelasticiteter og underliggende teknologisk vekst rapportert ved denne formuleringen.

I siste del av tabellen (de to siste kolumnene) rapporteres den valgte skalaelasticiteten og den valgte underliggende teknologiske veksten for hver næring.

3.3 Estimering av kortsiktsdynamikk

Når kostnadsandelene, skalaelasticitetene og den underliggende teknologiske veksten er estimert, har vi identifisert den langsiktige faktoreterspørselsrelasjonen

⁵Her er I_9 enhetsmatrisen med dimensjon 9×9 (der diagonalelementene er lik 1 og alle andre elementer er lik 0) og $1_{9 \times 1}$ er en vektor med 9 elementer som alle er lik 1.

Tabell 4: Estimert skalaelastisitet og teknologisk vekst

	Basert på nivå-variable				Basert på differensierte variable				Pålagte	
	κ	θ	θ ($\kappa = 1$)	κ ($\theta = 0$)	κ	θ	θ ($\kappa = 1$)	κ ($\theta = 0$)	κ	θ
10A	-71,822	-0,353	0,006	-26,828	-28,078	-0,170	0,010	-27,963	1,000	0,000
15	1,184	-0,000	0,000	1,095	1,188	-0,001	0,000	1,184	1,000	0,000
25	1,002	0,001	0,001	1,354	1,032	0,001	0,001	1,035	1,000	0,001
30	1,083	0,001	0,001	1,205	1,056	0,001	0,001	1,058	1,000	0,001
40	1,104	-0,001	-0,000	1,040	1,117	-0,000	0,001	1,117	1,000	0,000
45	1,084	0,000	0,000	1,091	1,062	-0,000	0,000	1,062	1,000	0,000
55	0,778	0,000	-0,001	0,802	1,062	-0,001	-0,000	1,059	0,900	0,000
63	1,854	0,001	0,004	1,943	3,003	-0,009	0,003	2,943	1,000	0,003
74	1,169	0,001	0,001	1,212	2,622	-0,006	-0,001	2,579	1,300	0,000
81	2,330	0,000	0,003	2,388	1,416	0,004	0,005	1,468	1,000	0,003
84	1,079	0,004	0,005	1,431	1,027	0,004	0,004	1,059	1,000	0,005
85	1,011	-0,002	-0,002	0,877	0,902	-0,001	-0,002	0,890	1,000	0,000
86	1,240	-0,005	-0,000	1,010	1,342	-0,009	-0,002	1,215	1,000	0,000
13	3,175	0,015	0,006	6,294	2,231	0,013	0,005	2,226	1,000	0,005
14	1,031	0,004	0,005	1,138	1,270	-0,001	0,004	1,265	1,000	0,005
71	2,886	-0,004	-0,001	2,804	2,890	-0,005	-0,003	2,895	1,000	0,000

(med unntak av konstantleddet). Disse er gitt ved

$$ecm_{i,t} = \begin{cases} v_{i,t} + (p_{i,t} - p_{A^*,t}) - \frac{x_t}{\kappa \sum_{k=1}^5 \delta_k} + \frac{\sum_{k=6}^9 \delta_k v_{k,t}}{\sum_{k=1}^5 \delta_k} - \frac{\gamma_\theta \cdot t}{\kappa \sum_{k=1}^6 \delta_k} & \text{for } i = 1, \dots, 6, \\ v_{i,t} + (p_{i,t} - p_{A,t}) - \frac{1}{\kappa^j} x_t + \frac{1}{\kappa} \gamma_\theta \cdot t & \text{for } i = 7, 8, 9, \end{cases} \quad (11)$$

når vi dropper fotskrift for næring.

Ved estimering av kortsiktsdynamikken tar vi utgangspunkt i 9 forskjellige GUM-er (GUM står for 'general unrestricted model', dvs. generell modell uten restriksjoner). Disse GUMene er gitt ved

$$\begin{aligned} \Delta v_{i,t} &= [\alpha_0] + \sum_{\ell=1}^2 \alpha_{1,\ell} \Delta v_{i,t-\ell} + \sum_{\ell=0}^2 \alpha_{2,\ell} \Delta x_{t-\ell} + \sum_{\ell=0}^2 \alpha_{3,1} \Delta (p_{i,t-\ell} - p_{A(i),t-\ell}) \\ &+ [\beta ecm_{i,t-1}] + \sum_{\ell=1}^T \delta_{1,\ell} I(\ell) + \sum_{\ell=0}^3 \delta_{2,\ell} S_{t-\ell} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (12a)$$

$$\begin{aligned} \Delta v_{i,t} &= [\alpha_0] + \sum_{\ell=1}^1 \alpha_{1,\ell} \Delta v_{i,t-\ell} + \sum_{\ell=0}^1 \alpha_{2,\ell} \Delta x_{t-\ell}^j + \sum_{\ell=0}^1 \alpha_{3,1} \Delta (p_{i,t-\ell} - p_{A(i),t-\ell}) \\ &+ [\beta ecm_{i,t-1}] + \sum_{\ell=1}^T \delta_{1,\ell} I(\ell) + \sum_{\ell=0}^3 \delta_{2,\ell} S_{t-\ell} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (12b)$$

$$\begin{aligned} \Delta v_{i,t} &= [\alpha_0] + \sum_{\ell=1}^1 \alpha_{1,\ell} \Delta v_{i,t-\ell} + \sum_{\ell=0}^1 \alpha_{2,\ell} \Delta x_{t-\ell} + \sum_{\ell=0}^1 \alpha_{3,1} \Delta (p_{i,t-\ell} - p_{A(i),t-\ell}) \\ &+ [\beta ecm_{i,t-1}] + \sum_{\ell=0}^3 \delta_{2,\ell} S_{t-\ell} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (12c)$$

$$\begin{aligned} \Delta v_{i,t} &= [\alpha_0] + \sum_{\ell=1}^1 \alpha_{1,\ell} \Delta v_{i,t-\ell} + \sum_{\ell=0}^1 \alpha_{2,\ell} \Delta x_{t-\ell} \\ &+ [\beta ecm_{i,t-1}] + \sum_{\ell=0}^3 \delta_{2,\ell} S_{t-\ell} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (12d)$$

$$\begin{aligned} \Delta v_{i,t} &= [\alpha_0] + \sum_{\ell=1}^1 \alpha_{1,\ell} \Delta v_{i,t-\ell} \\ &+ [\beta ecm_{i,t-1}] + \sum_{\ell=0}^3 \delta_{2,\ell} S_{t-\ell} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (12e)$$

$$\begin{aligned} \Delta v_{i,t} &= [\alpha_0] + \sum_{\ell=1}^1 \alpha_{1,\ell} \Delta v_{i,t-\ell} \\ &+ [\beta ecm_{i,t-1}] + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (12f)$$

$$\begin{aligned} \Delta v_{i,t} &= [\alpha_0] + \sum_{\ell=1}^1 \alpha_{1,\ell} \Delta v_{i,t-\ell} + \sum_{\ell=0}^1 \alpha_{0,\ell} (\Delta ecm_{i,t} - \Delta v_{i,t}) \\ &+ [\beta ecm_{i,t-1}] + \sum_{\ell=1}^T \delta_{\ell} I(\ell) + \sum_{\ell=0}^3 \delta_{2,\ell} S_{t-\ell} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (12g)$$

$$\begin{aligned} \Delta v_{i,t} &= [\alpha_0] + \sum_{\ell=1}^1 \alpha_{1,\ell} \Delta v_{i,t-\ell} + \sum_{\ell=0}^1 \alpha_{0,\ell} (\Delta ecm_{i,t} - \Delta v_{i,t}) \\ &+ [\beta ecm_{i,t-1}] + \sum_{\ell=0}^3 \delta_{2,\ell} S_{t-\ell} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (12h)$$

$$\Delta v_{i,t} = [\alpha_0] + \sum_{\ell=1}^1 \alpha_{1,\ell} \Delta v_{i,t-\ell} + \sum_{\ell=0}^1 \alpha_{0,\ell} (\Delta ec_{i,t} - \Delta v_{i,t}) + [\beta ec_{i,t-1}] + \varepsilon_t \quad (12i)$$

der

- $p_{A(i),t}^j = p_{A,t}^j$ for $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ (dvs. for de variable produksjonsfaktorene). For $i = 7, 8, 9$ (dvs. for realkapitalartene) er $p_{A(i),t}^j = p_{A*,t}^j$
- $\sum_{\ell=1}^T \delta_{1,\ell} I(\ell)$ er impulsdummyer for samtlige observasjoner
- $\sum_{\ell=0}^3 \delta_{2,\ell} S_{t-\ell}$ sesongdummyer for alle fire kvartaler i året
- Hakeparentes rundt enkelte av leddene innebærer at vi har pålagt at disse skal være med i den endelige versjonen. Dette gjelder konstanten og feiljusteringsleddet i alle GUMene.

Ved estimering av hver enkelt faktoretterspørselsfunksjon taes det utgangspunkt i hver av de ni GUMene. Deretter gjennomføres en reduseringsprosess (ofte kalt GETS for 'general to specific'), som i stor grad innebærer å fjerne ikke-signifikante variable i GUMen. Siden forklaringsvariablene er korrelerte, kan det avhenge av hvilke andre forklaringsvariable som er med i relasjonen for om en forklaringsvariabel er signifikant eller ikke. Dette innebærer at en slik reduseringsprosess må gjennomføres flere ganger der man varierer hvilken ikke-signifikant variabel man fjerner i hvert trinn. Fra hver GUM kan man da ende opp med flere kandidater som redusert modell ('specific model'), og man må derfor vurdere disse opp mot hverandre med visse kriterier.

Her benyttes 'Autometrics'-algoritmen i OxMetrics til å gjennomføre reduseringsprosessen. I innstillingene for kriterier i forbindelse med reduksjonen av GUMene har jeg benyttet 'Pre-search lag reduction' og 'Target size' på 0.0001 ('Minute'), se Doornik og Hendry (2009). Førstnevnte er valgt for å holde lagg-lengden nede (når mulig). Sistnevnte er valgt for å redusere antall forklaringsvariable — og da spesielt dummyer, når disse er valgt — i den endelige spesifikasjonen. Estimeringsperioden er 1982(1) - 2010(4).

Følgende kriterier er lagt til grunn for valget av endelig spesifikasjon blant de stabile spesifikasjonene:

- Signifikant feiljustering: Vi foretrekker spesifikasjoner med signifikant feiljustering.
- Ikke unødvendige impulsdummyer: Hvis inkludering av impulsdummyer gir nogenlunde samme koeffisientestmater på ikke-deterministiske variable, foretrekkes spesifikasjoner uten dummyer.
- Økonomisk tolkbar kortsiktsdynamikk: Vi foretrekker å ha med endring i produksjon i spesifikasjonen hvis fortegnet er positivt (slik at produksjonsøkning medfører økt faktorbruk også på kort sikt). Tilsvarende foretrekkes spesifikasjoner med negativt fortegn for endring i relativ faktorpris.

Overnevnte opplegg ledet til 10 relasjoner som ikke ble stabile basert på noen av GUMene. Alle disse er etterspørsel etter realkapital; 7 er etterspørsel etter bygninger og anlegg, 2 er etterspørsel etter båter, og én er etterspørsel etter ma-

skiner.⁶ Disse er reestimeret med følgende spesifikasjon:

$$\Delta v_{i,t} = [\alpha_0] + \alpha_{1,1} \Delta v_{i,t-\ell} + [\beta ecm_{i,t-1}] + \sum_{\ell=0}^3 \delta_{2,\ell} S_{t-\ell} + \varepsilon_t$$

der jeg i tillegg har pålagt restriksjonen

- $\beta = -0,001$ for etterspørsel etter realkapital av type bygninger og anlegg (dvs. K10),
- $\beta = -0,05$ for etterspørsel etter realkapital av andre typer (dvs. her båter (K30) og maskiner (K50))

Restriksjonene som pålegges ovenfor innebærer ikke nødvendigvis at relasjonen blir stabil. Stabiliteten vil også avhenge av parameteren for lagget endogen. Denne parameteren vil også være med på å bestemme hvor raskt tilpasningen skjer.

Den pålagte restriksjonen innebærer likevel at 8 av de 10 relasjonene blir stabile. De to siste relasjonene blir stabile hvis de estimeres basert på samme GUM, men med et kortere datasett. Med en estimeringsperiode gitt ved 1992(1)-2010(4) blir også disse stabile.⁷

4 Produktivitetsvekst i MODAG

Her kartlegger vi hvordan de nyestimerte faktoreterspørselsrelasjonene bidrar til bestemmelsen av langsiktig produktivitetsvekst. Dette gjøres både for aggregatet fastlands-bedriftene og for hver av næringene som inngår i dette aggregatet. Undersøkelsen gjøres i hovedsak ved å studere referansebanen til MODAG fram til 2050. Vi finner at det er en langsiktig produktivitetsvekst i aggregatet og i brorparten av næringene. Men den identifiserte produktivitetsveksten er lav, og innebærer at man må vurdere om det i større grad skal pålegges skalafordeler og/eller faktornøytral teknologisk vekst i næringene.⁸

4.1 Innledning

Tabell 5 viser at i flere næringer i faktoreterspørselssystemet er skalaelastisiteten satt lik 1, mens det ikke lagt inn noen teknologisk vekst. Dette innebærer homogenitet av grad 1 i innsatsfaktorer og produksjon på lang sikt, altså at hvis alle innsatsfaktorer øker med en prosent vil også produksjonen øke med en prosent.

I enkelte næringer er det lagt inn en underliggende faktornøytral teknologisk vekst. Denne varierer fra 0,4 prosent per år i enkelte næringer til 2 prosent per år i andre næringer. Den teknologiske veksten innebærer at produksjonen vil øke med 0,4-2,0 prosentpoeng mer enn innsatsfaktorene per år i disse næringene.

I en næring er skalaelastisiteten 1,3, noe som innebærer at produksjonen på lang sikt vil øke med 1,3 prosent for hver prosent innsatsfaktorene øker. I en annen

⁶De ustabile relasjonene er etterspørsel etter følgende innsatskatorer; K1010A, K3013, K5013, K1025, K1030, K1045, K1063, K3074, K1081, K1085.

⁷Dette gjelder etterspørselsrelasjonene for K3013 og K1085.

⁸Modellberegningene for dette avsnittet er laget av Alan Tahir.

Tabell 5: Skalaelasticitet og faktornøytral teknologisk vekst i MODAG

Næring	Næringsnavn	Skala-elasticitet	Faktornøytral teknologisk vekst
10A	Jordbruk, jakt viltstell og skogbruk	1,000	0,0
13	Fiske og fangst	1,000	2,0
14	Fiskeoppdrett	1,000	2,0
15	Produksjon av konsumvarer	1,000	0,0
25	Prod. av produktinnsats og investeringsvarer	1,000	0,4
30	Kraftkrevende industri	1,000	0,4
40	Prod. og raffinering av petroleumsprod m.v.	1,000	0,0
45	Produksjon av verkstedsprodukter	1,000	0,0
55	Bygg og anlegg	0,900	0,0
63	Bank- og forsikrings tjenester	1,000	1,2
71	Elektrisk kraft	1,000	0,0
74	Innenlandsk samferdsel	1,300	0,0
81	Varehandel	1,000	1,2
84	Informasjonstjenester	1,000	2,0
85	Annen privat tjenesteyting	1,000	0,0
86	Utleie av forretningsbygg m.v.	1,000	0,0

næring er skalaelasticiteten 0,9, som da innebærer at produksjonen vokser med en lavere rate enn innsatsfaktorene.

Vi vil her se på hvilken produktivitetsvekst faktoretterspørselssystemet i MODAG gir. I avsnitt 4.2 vil vi se på produktivitetsveksten i referansebanen i MODAG både for aggregatet for bedrifter i Fastlands-Norge utenom boliger og for de næringene dette aggregatet består av. I avsnitt 4.3 vil vi belyse produktivitetsveksten nærmere ved hjelp av en skiftanalyse. I avsnitt 4.4 gis en oppsummering.

4.2 Framskrivning

I faktoretterspørselssystemet er det tatt utgangspunkt i at produksjonen i en næring avhenger av opptil 9 innsatsfaktorer, hvorav 4 er forskjellige typer realkapital. I framskrivningene vil vi bare se på bruttoproduktet og innsatsfaktorene arbeidskraft og realkapital. Arbeidskraft er summen av lønnstakertimeverk og selvstendige (målt i 1000 timer), mens realkapitalen er summen av alle realkapitalarter (eventuelt også realkapitalarter som ikke er modellert i faktoretterspørselssystemet som fly), målt i millioner 2010-kroner. Brutttoproduktet er også målt i millioner 2010-kroner.

Funksjonen for bruttoproduktet er antatt gitt ved

$$Q_t = A_t L_t^\alpha K_t^{1-\alpha}, \quad (13)$$

der Q er bruttoproduktet, L er arbeidskraften og K er realkapitalen, mens A er et mål på produktiviteten. Vi ønsker å finne hvor mye denne produktivitetsvariabelen vokser i gjennomsnitt i hver periode i referansebanen. Referansebanen i MODAG går fram til 2050, og vi velger derfor å se på nivået på denne produktivitetsvariabelen i 2050 i forhold til 2012.

Tabell 6: Produktivitetsvekst i referansebanen i MODAG, 2012-2050

Næring	2012		2050		α	per år (i %)
	Q/L	Q/K	Q/L	Q/K		
FASTR	0,49	0,61	0,66	0,57	0,81	0,58
10A	0,16	0,11	0,06	0,04	0,66	-2,75
13	0,46	0,69	0,53	0,40	0,86	0,13
14	2,07	1,68	5,13	2,57	0,76	2,11
15	0,43	0,52	0,34	0,33	0,77	-0,73
25	0,45	0,56	0,65	0,50	0,78	0,73
30	0,57	0,19	2,23	0,25	0,56	2,38
40	1,83	0,21	1,92	0,63	0,35	1,97
45	0,50	1,47	0,46	0,90	0,90	-0,35
55	0,43	1,03	0,45	0,54	0,91	-0,03
63	1,31	1,02	2,32	0,90	0,84	1,22
71	3,46	0,26	4,64	0,23	0,25	0,00
74	0,38	0,48	0,57	0,33	0,81	0,68
81	0,38	1,50	0,61	1,51	0,92	1,13
84	0,64	1,06	1,90	2,09	0,84	2,72
85	0,40	1,02	0,43	0,69	0,90	0,06
86	1,83	0,15	0,93	0,13	0,41	-0,88

FASTR er bedrifter Fastlands-Norge eksklusiv boliger, som er summen av de andre næringene i tabellen. For næringsnavn, se Tabell 1. Tabellen rapporterer bruttoprodukt i forhold til sysselsetting og realkapital (hhv. Q/L og Q/K) både i 2012 og 2050. Videre rapporteres distribusjonsparameteren for sysselsetting (α), samt beregnet årlig gjennomsnittlig produktivitetsvekst for hver næring (målt i prosent).

$$\frac{A_{2050}}{A_{2012}} = \frac{\left(\frac{Q_{2050}}{L_{2050}}\right)^\alpha \left(\frac{Q_{2050}}{K_{2050}}\right)^{1-\alpha}}{\left(\frac{Q_{2012}}{L_{2012}}\right)^\alpha \left(\frac{Q_{2012}}{K_{2012}}\right)^{1-\alpha}} \quad (14)$$

Av (14) ser vi at for å beregne produktivitetsveksten fra 2012 til 2050 trenger vi forholdet mellom bruttoproduktet og hver av innsatsfaktorene i begge årene, samt verdien av fordelingsparameteren α . Forholdet mellom bruttoproduktet og hver av innsatsfaktorene i begge årene er hentet ut fra referansebanen og rapportert i Tabell 6. Det dynamiske forløpet for disse ratene for fastlands-bedriftene utenom boliger er gjengitt i Figur 1. Fordelingsparameteren α er beregnet ut fra faktoreterspørselssystemet.⁹

I den siste kolonnen i Tabell 6 rapporteres den gjennomsnittlige produktivitetsveksten fra 2012 til 2050 gitt ved $(A_{2050}/A_{2012})^{1/38}$. Vi ser at for fastlandsbedriftene samlet (utenom boliger) er produktivitetsveksten på nær 0,6 prosent per år.

Vi ser at det er store variasjoner i produktivitetsveksten for de forskjellige næringene. I jordbruk, jakt viltstell og skogbruk (næring 10A) er den årlige produktivitetsveksten på -2,75 prosent. Også i næringene 15, 45 og 86 er det en kraftig produktivitetsnedgang. For ingen av disse næringene kan dette forklares av pålagt

⁹ I faktoreterspørselssystemet benyttes 9 distribusjonsparametre for hver næring. Disse er δ_l for sysselsetting, δ_e for elektrisitet, δ_f for fyringsolje, δ_{ft} for transportolje, δ_m for annen vareinnsats, δ_{k10} for bygninger og anlegg, δ_{k30} for båter, δ_{k40} for transportmidler og δ_{k50} for maskiner. (Disse distribusjonsparametrene summerer seg til 1.) Distribusjonsparameteren α er gitt ved: $\alpha = \delta_l / (\delta_l + \delta_{k10} + \delta_{k30} + \delta_{k40} + \delta_{k50})$, og uttrykkes dermed vekten for arbeidskraft når vi bare ser på innsatsfaktorene arbeidskraft og realkapital. For aggregatet FASTR (fastlands-bedrifter utenom boliger) er α beregnet som et vektet snitt av α i de forskjellige næringene, der andelen av bruttoproduktet i 2012 er benyttet som vekt.

Figur 1: Bruttoprodukt i forhold til timeverk og realkapital, 2012-2050



skalaelasticitet eller parameter for underliggende teknologisk vekst.

I næring 55 er det også en svak negativ produktivitetsvekst, og kan skyldes at skalaelasticiteten er pålagt til å være 0,9 i denne næringen. Produktivitetsveksten i denne næringen blir likevel ikke mer negativ, noe som må sees i sammenheng med den lave veksten i bruttoprodukt i denne næringen. Fra 2012 til 2050 vokser bruttoproduktet i næring 55 med bare 4,1 prosent, det vil si i snitt med bare 0,1 prosent per år.

4.3 Skiftberegning

I skiftbanen ser vi på en permanent svekkelse av kronen med 10 prosent i forhold til referansebanen fra 2013 til 2050. I referansebanen ligger euro-kursen på i overkant av 8 kroner i mesteparten av perioden, mens den i skiftbanen ligger rundt 9 kroner. Renten er eksogen og dermed lik i de to banene.

Kronesvekkelsen medfører at bruttoproduktet i fastlands-bedriftene utenom boliger (QFASTR) øker med 4,4 prosent i 2050 i forhold til referansebanen. Timeverkene øker lite (0,9 prosent), mens realkapitalen øker noe mer enn bruttoproduktet (4,8 prosent). Vekter vi veksten i innsatsfaktorer med distribusjonsparameteren α , finner vi at veksten i timeverk og realkapital samlet er på 1,7 prosent. Bruttoproduktet har dermed økt klart mer enn innsatsfaktorbruken som følge av kronesvekkelsen. Figur 2 viser virkningen på de tre overnevnte størrelsene over tid.

I Tabell 7 splittes virkningene opp i de forskjellige næringene. Vi ser at i enkelte næringer øker produksjonen som følge av kronesvekkelsen, mens i andre næringene reduseres produksjonen. Stort sett vokser timeverkene i de næringene produksjonen øker, mens timeverkene faller i alle næringer der produksjonen faller. Realkapitalbruken øker i alle næringer som følge av kronesvekkelsen. I de næringene der timeverkene faller til tross for at produksjonen øker, kan det dermed se ut som det foregår en substitusjon over fra timeverk til realkapital.

Tabell 7: Skiftberegning (varig svekket kronekurs). Prosentvis avvik fra referansebanen i 2050

Næring	$\frac{Q_s - Q_r}{Q_r}$	$\frac{L_s - L_r}{L_r}$	$\frac{K_s - K_r}{K_r}$	α	Innsatsfaktorer
FASTR	4,37	0,92	4,84	0,81	1,66
10A	-8,74	-3,24	3,49	0,66	-0,93
13	-1,12	-1,96	2,66	0,86	-1,30
14	-0,45	-6,58	0,44	0,76	-4,91
15	-4,43	-3,85	2,43	0,77	-2,42
25	2,34	0,47	4,71	0,78	1,38
30	-2,27	-0,81	2,23	0,56	0,54
40	0,08	-4,78	2,55	0,35	0,01
45	-2,41	-2,10	3,34	0,90	-1,57
55	2,00	2,57	6,85	0,91	2,96
63	4,47	1,10	4,82	0,84	1,68
71	-0,26	-3,17	0,57	0,25	-0,38
74	3,11	0,02	2,36	0,81	0,46
81	2,01	-0,17	5,88	0,92	0,31
84	17,27	14,97	6,62	0,84	13,61
85	1,39	0,94	5,19	0,90	1,38
86	6,08	-1,59	6,71	0,41	3,34

FASTR, se Tabell 6. For næringskoder, se Tabell 5. Tabellen rapporterer prosentvis avvik fra referansebane i 2050 (positive tall innebærer høyere nivå i skiftbane enn referansebane, og omvendt). I siste kolonne rapporteres den sammenvæktede veksten i innsatsfaktorene der fordelingsparameteren α er benyttet, dvs. $\alpha (L_s - L_r) / L_r + (1 - \alpha) (K_s - K_r) / K_r$ (målt i prosent).

4.4 Konklusjoner

Parametrene for skalaelastisitet og faktornøytral teknologisk utvikling i faktoreterspørselssystemet innebærer relativt lav produktivitetsvekst i næringene. Det finner vi også fra referansebanen i MODAG, der produktivitetsveksten for fastlands-bedriftene (utenom boliger) er beregnet til 0,6 prosent årlig fram til 2050. For å øke produktivitetsveksten bør vi vurdere å pålegge høyere skalaelastisitere og/eller høyere underliggende vekst i flere av næringene.

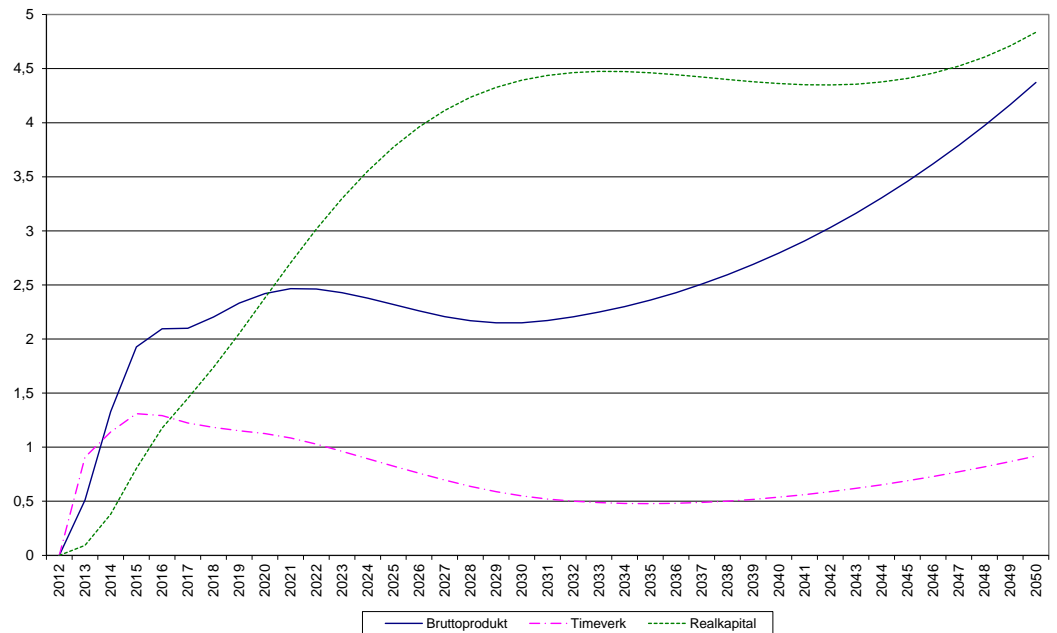
De pålagte skalaelastisitere og underliggende teknologivekst er basert på beregningene i avsnitt 3. Der finnes det i liten grad sterk støtte for mer underliggende teknologivekst. Men derimot finnes det mer støtte for å pålegge skalafordeler i flere næringer.

I enkelte næringer impliserer referansebanen i MODAG fall i produktiviteten fram mot 2050 uten at dette kan forklares av pålagt skalaelastisitet eller underliggende teknologisk vekst. Dette antas å skyldes at man ikke er i likevekt i 2012.

5 Oppsummering

- Det nye faktoreterspørselssystemet tillater substitusjon mellom alle innsatsfaktorene, samtidig som det tar hensyn til at det tar tid å tilpasse faste innsatsfaktorer.
- I de nye relasjonene er skalaelastisitet og faktornøytral teknologisk vekst estimert.
- Produktivitetsveksten som følger av de nye relasjonene er beregnet for

Figur 2: Skiftberegning (varig svekket kronekurs). Prosentvis avvik fra referansebanen, 2012-2050



makromodellen MODAG.

Referanser

- Boug, Pål, Yngvard Dyvi, Per Richard Johansen og Bjørn E. Naug (2002). 'MODAG - En makroøkonomisk modell for norsk økonomi, Sosiale og økonomiske studier 108, Statistisk sentralbyrå.
- Doornik, Jurgen (2009). 'An object-oriented matrix programming language', Timberlake Consultants.
- Doornik, Jurgen and David F. Hendry (2009). 'Empirical econometric modelling. PcGive 13. Volume I', Timberlake Consultants.
- Hungnes, Håvard (2002). 'Private investments in Norway and the user cost of capital', Documents 2002/13, Statistisk sentralbyrå.
- Hungnes, Håvard (2008). 'Etterspørsel etter produksjonsfaktorer' i P. Boug og Y. Dyvi (red.) 'MODAG - En makroøkonomisk modell for norsk økonomi, Sosiale og økonomiske studier 111, Statistisk sentralbyrå.
- Hungnes, Håvard (2010). 'Dokumentasjon av faktoretterspørselssystemet i KVARTS og MODAG', Notater 14/2010, Statistisk sentralbyrå.
- Hungnes, Håvard (2011). 'A demand system for input factors when there are technological changes in production', *Empirical Economics* 40(3):581-600.

Tabeller

1	Innsatsfaktorer med tilhørende priser	8
2	Næringer	9
3	Budsjettandeler for de enkelte innsatsfaktorer	11
4	Estimert skalaelastisitet og teknologisk vekst	13
5	Skalaelastisitet og faktornøytral teknologisk vekst i MODAG . . .	17
6	Produktivitetsvekst i referansebanen i MODAG, 2012-2050	18
7	Skiftberegning (varig svekket kronekurs). Prosentvis avvik fra referansebanen i 2050	20

Figurer

1	Bruttoprodukt i forhold til timeverk og realkapital, 2012-2050 . .	19
2	Skiftberegning (varig svekket kronekurs). Prosentvis avvik fra referansebanen, 2012-2050	21

B Returadresse:
Statistisk sentralbyrå
NO-2225 Kongsvinger

Avsender:
Statistisk sentralbyrå

Postadresse:
Postboks 8131 Dep
NO-0033 Oslo

Besøksadresse:
Kongens gate 6, Oslo
Oterveien 23, Kongsvinger

E-post: ssb@ssb.no
Internett: www.ssb.no
Telefon: 62 88 50 00

ISBN 978-82-537-8707-7 (trykt)
ISBN 978-82-537-8708-4 (elektronisk)
ISSN 1891-5906

ISBN 978-82-537-8707-7



9 788253 787077

