

# Keskusteluaiheita Discussion papers

Hannu Törmä\*)

PÄÄOMAN, TYÖN, ENERGIAN JA RAAKA-  
AINEIDEN SUBSTITUUTIO SUOMEN,  
RUOTSIN JA NORJAN TEHDASTEOLLI-  
SUUDESSA

No 233

01.04.1987

\*) Lehtori, Jyväskylän yliopisto,  
taloustieteen laitos (puh. 941/292 168)

Haluan kiittää ETLA:n toimialaryhmän jäseniä,  
erityisesti Pekka Ilmakunnasta, Pekka Ylä-Anttilaa  
ja Synnöve Vuorta rakentavista kommentteista.

ISSN 0781-6847

This series consists of papers with limited circulation,  
intended to stimulate discussion. The papers must  
not be referred or quoted without the authors'  
permission.



TÖRMÄ, Hannu, PÄÄOMAN, TYÖN, ENERGIAN JA RAAKA-AINEIDEN SUBSTITUUTIO SUOMEN, RUOTSIN JA NORJAN TEHDASTEOLLISUUDESSA. Helsinki : ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 1987. 35 s. (Keskusteluaiheita, Discussion Papers, ISSN 0781-6847 ; 233).

**TIIVISTELMÄ:** Työpaperissa pyritään selvittämään eräillä Translog-kustannusfunktioon perustuvilla laskelmilla kysymystä, eroavatko panos-substituutiomahdollisuudet Suomen, Ruotsin ja Norjan tehdasteollisuudessa tilastollisesti merkittäväällä tavalla. Tätä pyrittiin selvittämään estimoimalla sama panoskysyntämalli mahdollisimman yhtenäisin perustein kerätyllä aineistolla vuosille 1965-83. Tutkimuksessa teollisuuden panosjoukon muodosti pääoma, työ, sähkö, polttoaineet ja raaka-aineet. Perusmallin muodosti epä-homoteettinen ja teknisen kehityksen suhteen Hicks-neutraali KLEFM-Translog-malli. Perusmallin lisäksi estimoitiin useita muita versioita, joiden avulla pyrittiin tarkastelemaan teknisen kehityksen vinouden, energian aggregoinnin ja pääomapanoksen hinnoittelutavan vaikutuksia panossubstituutiotuloksiin. Energia- ja ei-energiapanosten välisessä substituutiossa havaitut erot pyrittiin todentamaan tilastollisesti.

Panoskysynnän joustotuloksia hyödynnettiin oletettua "negatiivista energiakriisiä" koskevassa talouden osittaisen tasapainon tarkastelussa, jossa oletetun 30 %:n energian hinnan alenemisen kokonaisvaikutus jaettiin substituutio- ja tuotosvaikutukseen. Tässä hyödynnettiin energian hinnanmuutokselle laskettuja panosten kysynnän netto- ja bruttojoustokäsitteitä.

Analyysin perusteella näyttäisi siltä, että Suomen, Ruotsin ja Norjan tehdasteollisuuksilla on ainakin jossain määrin toisistaan poikkeavat mahdollisuudet sopeutua energiakriiseihin. "Negatiivisella energiakriisillä" todettiin olevan, kun tuotosvaikutuskin huomioidaan, vain pieni vaikutus muiden kuin energiapanoksen kysyntään. Osittaisen tasapainon vastauksen mukaan ainakin efektin alkuvaiheessa, jolloin muiden panosten hinnat eivät ole vielä tilanteeseen reagoineet, teollisuuden tuotannon energiaintensiivisyys kasvaisi.

**ASIASANAT:** Energia, panoskysyntämalli, kustannusfunktio, panossubstituutio, substituutiojousto, pohjoismainen vertailu.

PÄÄOMAN, TYÖN, ENERGIAN JA RAAKA-AINEIDEN  
SUBSTITUUTIO SUOMEN, RUOTSIN JA NORJAN  
TEHDASTEOLLISUUDESSA

| SISÄLTÖ:  | Sivu |
|---|------|
| 1. JOHDANTO .....   | 1    |
| 2. PANOSSUBSTITUUTTIOMALLI, AINEISTO<br>JA ESTIMOINTIMENETELMÄ .....                      | 1    |
| 3. SUBSTITUUTTIEROJEN ESTIMOIMINEN<br>JA TESTAAMINEN .....                                | 3    |
| 3.1 Perusmallin mukainen substituuutio .....  | 3    |
| 3.2 Teknisen kehityksen vaikutus .....  | 6    |
| 3.3 Energian aggregointi .....  | 9    |
| 3.4 Pääoman hinnoittelun merkitys .....   | 11   |
| 3.5 Maittaisten erojen testaaminen .....  | 12   |
| 3.6 Tulosten vertailu .....   | 13   |
| 4. ENERGIAKRIISIEN VAIKUTUKSET .....  | 16   |
| 4.1 Substituutio- ja tuotantovaikutuksen<br>erottaminen .....                             | 16   |
| 4.2 Energian kysynnän netto- ja bruttojoustot ..  | 18   |
| 4.3 Negatiivisen energiakriisin osittaisen<br>tasapainon vaikutukset panoskysyntään ..... | 20   |
| 5. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET .....   | 24   |
| LÄHDELUETTELO .....   | 26   |
| AINEISTOLIITE .....   | 27   |
| KOMMENTTILIITE .....  | 29   |
| TAULUKKOLIITTEET 1-5 .....  | 31   |

## 1. JOHDANTO

Tämä tutkimus liittyy laajempaan tutkimushankkeeseen, jonka ensimmäisen osan tulokset on julkaistu ETLA:n sarjassa (Törmä, 1987). Tutkimuksessa oli tavoitteena estimoida ja testata mahdollisia maittaisia panossubstituutioeroja. Tutkimuskokonaisuuden toisen osan tavoitteena voidaankin pitää sen selvittämistä eroaako panossubstituutio Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa jollain merkittävällä tavalla. Tutkimusongelman taustalla on ajatus eroista mahdollisiin energiakriiseihin sopeutumisessa. On selvää, että maassa, jossa energiaa voidaan helpoimmin korvata pääomalla, työllä tai raaka-aineilla, mukautuminen energiakriisiin tapahtuu joustavimmin. Tutkimuksen ensimmäisessä osassa todettiin, etteivät maittaiset tutkimukset anna tarpeeksi informaatiota substituutioeroista käytettyjen mallien ja estimointiperiodien eroista johtuen. Tässä raportissa esitetään yhdenmukaiseen panoskysyntämalliin ja maittaiseen aineistoon perustuvia mallitekniisiä laskelmia panossubstituutiosta. Mahdolliset maittaiset erot pyritään todentamaan tilastollisin testein.

Tutkimuksessa on tarkasteltu myös saatujen empiiristen tulosten perusteella ns. negatiivisen energiakriisin vaikutuksia maiden teollisuuden panoskysyntään. Viimeaikainen raakaöljymarkkinoiden ylitarjontatilanne perustelee tämän tutkimusongelman. Tutkimuksen tässä osassa laskettiin millaisia vaikutuksia energian oletetulla 30 %:n hinnanalennuksella tulosten mukaan olisi Suomen, Ruotsin ja Norjan teollisuuden pääoman, työn, energian ja raaka-aineiden kysyntään. Tässä yhteydessä pyritään energian hinnanmuutoksen kokonaisvaikutus jakamaan substituutio- ja tuotantovaikutukseen.

## 2. PANOSSUBSTITUUTTIOMALLI, AINEISTO JA ESTIMOINTIMENETELMÄ

Estimoitavan mallin matemaattinen muoto ja estimoinnissa käytetty aineisto pyritään saattamaan yhteismitallisiksi. Ajatuksena on siten vakioida mallityypin ja aineiston keruutavan erot relevanttien vertailujen tekemiseksi. Perusmalliksi on tässä valittu epähomoteettinen ja teknisen kehityksen suhteen Hicks-neutraali KLEFM-Translog-malli. Vaihtoehtoisena malliversiona tarkastellaan homoteettista ja teknisen kehityksen suhteen harhaista KLEFM-Translog-mallia. Näitä mallityyppejä on tarkasteltu riittävässä laajuudessa tutkimuksen ensimmäisessä osassa (kts. Törmä, 1987 luku 2)., joten riittänee, kun todetaan, että panoskysyntäyhtälöt johdetaan Fussin (1977) mallin mukaisena. Tuotantoteknologia esitetään siten duaalisen Translog-kustannusfunktion avulla. Pääoma-, työ-, sähkö-, polttoaine- ja raaka-ainepanosten kysyntäyhtälöt johdetaan tästä kustannusfunktiosta Shephardin lemmaa käyttäen. Perusmallin muodostaa näiden panosten kustannusosuusyhtälöryhmä, jossa selittävinä muuttujina esiintyy panosten logaritmiset hinnat ja tuotannon määrä (kts. myös Törmä, 1986). Harhaisen teknisen kehityksen mallissa tuotanto on korvattu teknisen kehityksen välinemuuttujalla, aikatren-

dillä. Kummassakaan mallissa ei eri polttoainemuotojen välistä substituutiota malliteta erikseen. Malli toimii siten ainoastaan aggregaattipanostasolla.

Paitsi teknisen kehityksen harhaisuutta on tutkimuksen empirisessä osassa tarkoitus tarkastella myös energiapanoksen aggregoinnin ja pääomapanoksen hinnan määrittelytavan merkitystä panossubstituutiotulosten kannalta. Tämän vuoksi perusmalli estimoidaan myös KLEM-muodossa, jossa sähkö ja polttoaineet on yhdistetty energiapanokseksi. Estimoinneissa käytetty pääoman käyttökustannus-muuttuja ei huomioi yritysverotusta. Norjalainen Berg (1986) on vastikään esittänyt laskelmansa yritysverotuksen huomioivista pääoman käyttökustannuksista Pohjoismaissa. Perusmalli estimoidaankin käyttäen myös Bergin mukaista pääoman käyttökustannusta. Näiden estimointien lisäksi perusmallin estimointi suoritetaan myös siten, että kustannusfunktio estimoidaan osana panosten kustannusosuusjärjestelmää. Tämä liittyy luvussa 4.1 lähemmin selitettävään substituutio- ja tuotantovaikutusten erottelutapaan.

Kaikki estimoinnit suoritettiin käyttämällä iteratiivista Zellnerin tehokasta estimointimenetelmää (IZEF) (kts. White and Horsman, 1985). Menetelmä huomioi yhtälöryhmän eri yhtälöiden jäännösten välisen korreloituneisuuden (ns. contemporaneous correlation). Estimointien suuren määrän takia ei mahdollista autokorreloituneisuutta huomioitu. Estimoinneissa huomioitiin normaalit tuotantoteorian asettamat additiivisuus- ja symmetriarajoitteet parametreille. Estimointiperiodi käsitti vuodet 1965-83. Bergin (1986) käyttökustannus-estimoinnit täytyi kuitenkin vaihtoehtoisen sarjan lyhyiden takia perustaa vuosien 1967-1983 aineistoon. Estimoinneissa käytetty aineisto on kuvattu erillisessä aineistolitteessä.

Maittaiset estimointitulokset on esitetty taulukkoliitteissä 1-5, joissa on parametrien (asymptoottinen) tilastollinen merkitsevyys merkitty normaaliin tapaan. Kunkin taulukon yhteyteen on merkitty myös estimoitujen yhtälöiden selitysasasteet [1] (merkintä viittaa kommenttiin, jotka on koottu liitteeseen (s. 29-30). Näitä on yksi vähemmän kuin panoksia, koska yksi yhtälö on jouduttu jäännösten kovarianssimatriisin singulaarisuuden takia jättämään estimoitavasta ryhmästä pois. Singulaarisuus johtuu riippuvien muuttujien lineaarisesta suhteesta: ne (kustannusosuudet) summautuvat ykköseen kullakin havainnolla. IZEF-menetelmä on riippumaton poisjätettävän yhtälön valinnasta, tässä jätettiin yleensä raaka-aineiden yhtälö pois.

Taulukkoliitteiden 1-5 mukaan mallien tilastollinen sopivuus on hyvää tasoa. Parametriestimaateista suurin osa poikkeaa tilastollisesti nolasta ja yhtälöiden selitysasasteet ovat suhteellisen korkeita. Huonoiten näyttäisi selittyvän työn kustannusosuus. Taulukkoliitteestä 5, jossa on esitetty KLEM-Translog-mallin estimointitulokset, kun kustannusfunktio on

estimoitavassa järjestelmässä mukana, voimme todeta, että myös tuotantokustannusten kehitys voidaan mallilla selittää hyvin tarkasti. Taulukkoliitteessä 4 on esitetty mallin estimointitulokset kahteen pääoman hinnoittelutapaan perustuen. Tilastollisesti nollassa poikkeavien parametriestimaattien lukumäärällä mitattuna Bergin (1986) mukaista pääoman hinnoittelutapaa noudattava malli sopii aineistoon normaaliin pääoman käyttökustannukseen perustuvaa mallia hieman paremmin. Bergin mukaisessa versiossa myös Suomen ja Ruotsin osalta työn kustannusosuuden selittyvyys paranee KLEM-perusmalliin nähden. Näin pääoman hinnoittelutapa, joka huomioi yritysverotuksen tuottaisi tilastollisesti ainakin hieman osu-  
neemman mallin.

Taulukkoliitteisiin on merkitty myös mallin yleistä merkitsevyyttä kuvaava  $\chi^2$ -testisuure [2]. Voimme todeta, että nollassa hypoteesi, jonka mukaan kaikki mallin parametriestimaatit olisivat yhtä-aikaa nollija voidaan hylätä kaikissa tapauksissa.

### 3. SUBSTITUUTIOEROJEN ESTIMOIMINEN JA TESTAAMINEN

#### 3.1 Perusmallin mukainen substituuatio

Taulukossa 3.1.1 (kts s. 4) on esitetty epähomoteettisen KLEFM-Translog-perusmallin estimaatteihin perustuvat panosten joustot. Nämä on laskettu Allenin osittaisten substituuatiojoustojen  $\sigma_{ij}$  ja panosten kysynnän oman hinnan joustojen  $E_{ii}$  osalta vuoden 1983 kustannusosuuksissa. Kaikki tutkimuksen empiirisen osan joustotulokset on laskettu tälle vuodelle.

Joustojen approksimatiiviset keskihajonnat, jotka on taulukoissa merkitty jouston piste-estimaatin alle sulkuihin on laskettu olettaen, että vuoden 1983 ennustetut kustannusosuudet olisivat ei-stokastisia vakioita (kts. Pindyck, 1979, 171 ja Kmenta (1971, 444).

Tulosten mukaan perusmallin mukainen kuva työn ja pääoman suhteesta on epävarma. Suomen ja Ruotsin tehdasteollisuudessa pääoma ja työ ovat tulosten mukaan heikkoja substituuutteja, mutta jouston keskihajonnat ovat suuria. Norjan aineistolla on tässä saatu komplementaarisuustulos, joka on ristiriidassa sekä a priori-odotusten että aiempien norjalaisten tulosten kanssa (kts. Törmä 1987, luku 4). Jouston piste-estimaatit ovat Suomelle 0.282 ja Ruotsille 0.055.

Pääoma ja energia ovat tulosten mukaan Suomessa ja Ruotsissa substituuutteja. Suomelle pääoman ja sähkön substituuatiojouston estimaatti saa arvon 1.018 ja Ruotsille 0.441, vastaavat arvot pääoman ja polttoaineiden suhteelle ovat Suomen teollisuudelle 0.958 ja Ruotsin teollisuudelle 1.902. Norjan ai-

| Maa<br>Jousto | Suomi             | Ruotsi            | Norja             |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| $\sigma_{ij}$ |                   |                   |                   |
| K-L           | 0.282<br>(0.533)  | 0.055<br>(0.408)  | -1.119<br>(0.490) |
| K-E           | 1.018<br>(0.227)  | 0.441<br>(0.273)  | 2.198<br>(0.614)  |
| K-F           | 0.958<br>(1.544)  | 1.902<br>(0.929)  | -0.877<br>(0.813) |
| K-M           | 0.231<br>(0.134)  | 0.469<br>(0.134)  | 0.476<br>(0.090)  |
| L-E           | 1.194<br>(0.200)  | 0.988<br>(0.351)  | 2.008<br>(1.125)  |
| L-F           | -1.185<br>(1.399) | -3.408<br>(0.747) | -2.088<br>(0.906) |
| L-M           | 0.183<br>(0.146)  | 0.800<br>(0.128)  | -0.015<br>(0.152) |
| E-F           | 10.805<br>(2.139) | -1.868<br>(0.934) | 15.197<br>(3.980) |
| E-M           | -0.210<br>(0.061) | -0.405<br>(0.108) | 0.209<br>(0.274)  |
| F-M           | 0.587<br>(0.613)  | 2.696<br>(0.631)  | 0.637<br>(0.229)  |
| $E_{ii}$      |                   |                   |                   |
| K-K           | -0.251<br>(0.060) | -0.358<br>(0.050) | -0.131<br>(0.061) |
| L-L           | -0.156<br>(0.116) | -0.469<br>(0.093) | 0.093<br>(0.126)  |
| E-E           | -0.286<br>(0.030) | 0.010<br>(0.072)  | -0.870<br>(0.158) |
| F-F           | -0.717<br>(0.172) | -0.698<br>(0.141) | -0.442<br>(0.042) |
| M-M           | -0.056            | -0.282            | -0.047            |

Taulukko 3.1.1 Epähomoteettisen KLEFM-mallin mukainen panossubstituutio v. 1983 (jouston keskihajonta suluissa)

neistolla on perusmalli antanut pääoman ja sähkön substituutiosuhteen, jousto saa arvon 2.198, mutta pääoman ja polttoaineiden komplementaarisuussuhteen, joustoestimaatti saa arvon -0.877. Pääoman suhde sähköön ja polttoaineisiin näyttää olevan erilainen kussakin maassa. Suomessa ja Ruotsissa tämä ero liittyy tulosten mukaan lähinnä suhteen voimakkuuteen, mutta Norjassa myös suhteen suuntaan.

Perusmalli antaa pääoman ja raaka-aineiden suhteeksi heikon substitutiivisuuden. Suomen teollisuudelle joustoestimaatti on 0.231, Ruotsille 0.469 ja Norjalle 0.476.

Työn suhde sähköön ja polttoaineisiin eroaa perusmallin mukaan selvästi. Työ on sähkön substituutti, mutta polttoaineiden komplementti kunkin maan tehdasteollisuudessa. Tähän suhteeseen liittyy selviä maittaisista voimakkuuseroja. Työn ja sähkön substituutiojouston piste-estimaatit ovat Suomelle 1.194, Ruotsille 0.988 ja Norjalle 2.008. Vastaavat maittaiset arvot työn ja polttoaineiden osalta ovat Suomelle -1.185, Ruotsille -3.408 ja Norjalle -2.088.

Tulosten mukaan työ ja raaka-aineet ovat Suomen ja Ruotsin teollisuudessa heikkoja substituutteja, joustot saavat arvot 0.183 ja 0.800, mutta Norjan teollisuudessa näiden panosten suhde on, jouston keskivirheen huomioiden, lähinnä riippumaton.

Perusmallin mukaan sähkö ja polttoaineet ovat odotusten mukaan Suomen ja Norjan teollisuudessa vahvoja substituutteja. Suomen teollisuudelle jousto saa arvon 10.805 ja Norjalle 15.197. Ruotsille malli antaa tulokseksi sähkön ja polttoaineiden komplementaarisuuden, jouston arvo on -1.868. Tulosta, joka poikkeaa aiemmista ruotsalaisista tuloksista (kts. Törmä, 1987 luku 3 ja 4) voidaan pitää epävarmana jouston suuren keskivirheen takia.

Sähkö ja raaka-aineet ovat tulosten mukaan heikkoja komplementteja Suomen ja Ruotsin teollisuudessa, mutta heikkoja substituutteja Norjan teollisuudessa. Joustot saavat arvot -0.210 Suomelle, -0.405 Ruotsille ja 0.209 Norjalle. Poltto- ja raaka-aineet ovat kussakin maassa perusmallin mukaan substituutteja. Joustot saavat piste-estimaatit 0.587 Suomen, 2.696 Ruotsin ja 0.637 Norjan teollisuudelle.

Panosten kysyntä on perusmallin tulosten mukaan joustamatonta oman hintansa muutoksille. Kaksi oman hinnan jousto-estimaattia saa positiivisen arvon. Ruotsin teollisuudelle perusmalli antaa sähkön hintajoustoksi vuodelle 1983 arvon 0.010 ja Norjan teollisuudessa työn oman hinnan joustoestimaatiksi 0.093. Nämä joustot voidaan kuitenkin, kun niiden keskihajonta huomioidaan, tulkita nolliksi. Siten tässä saatu tulos sähkön kysynnän joustamattomuudesta tukee aiempia ruotsalaisia tuloksia (kts. Törmä, 1987 luku 3 ja 4). Muut oman hinnan



joustot ovat negatiivisina oikean merkkisiä ja itseisarvoiltaan ykköstä pienempiä.

Pääoman kysyntä vähenisi perusmallin tulosten mukaan vuonna 1983 Suomessa 0.251 %, Ruotsissa 0.358 % ja Norjassa 0.131 % jos pääoman hinta nousisi yhden prosentin. Työn kysyntä vähenisi Suomessa 0.156 % ja Ruotsissa 0.469 % vastaavan suuruisen työn hinnan nousun sattuessa. Suomessa sähkön kysynnän oman hinnan joustoestimaatiksi saadaan -0.286 ja Norjan vastaava arvo on huomattavasti suurempi -0.870. Polttoaineiden kysyntä reagoi perusmallin tulosten mukaan Suomessa ja Ruotsissa oman hintansa muutoksiin voimakkaammin kuin sähkön kysyntä. Oman hinnan joustot saavat arvon -0.717 Suomen ja -0.698 Ruotsin teollisuudelle. Tulosten mukaan polttoaineiden kysyntä vähenisi 0.442 % jos vuonna 1983 polttoaineiden hinta nousisi Norjassa yhden prosentin. Perusmallin tulosten mukaan raaka-aineiden kysyntä ei juurikaan reagoi oman hintansa muutoksiin, oman hinnan joustot saavat arvot -0.056 Suomen, -0.282 Ruotsin ja -0.047 Norjan teollisuudelle.

Perusmallin tuloksia voitaneen koota toteamalla, että panosten välisessä suhteessa substituutio selvästikin dominoi komplementaarisuutta, panosten kysyntä on joustamatonta oman hintansa muutoksille ja että panossubstituutiolla on havaittavia eroja sekä panosten suhteen suunnan että voimakkuuden suhteen. Edelleen voidaan todeta, että energian jakamisella sähköön ja polttoaineisiin on merkitystä, koska primaaripannokset näyttävät käyttäytyvän eri tavalla näihin energiamuotoihin. Energian aggregoinnin merkitystä tarkastellaan vielä erikseen luvussa 3.3. Lopuksi voidaan todeta, että KLEFM-Translog-malli kykenee tuottamaan, joustojen ja niiden keskijointojen suhteella mitaten, tarkemmin panosten oman hinnan kuin panosten substituutiojoustojen estimaatit.

### 3.2 Teknisen kehityksen vaikutus

Perusmallissa oletettiin Hicks-neutraali tekninen kehitys. Toisena vaihtoehtona tarkasteltiin teknisen kehityksen suhteen harhaista spesifikaatiota. Perusmalli oli tuotannon suhteen epä-homoteettinen, kun taas vaihtoehtoinen spesifikaatio on homoteettinen. Tutkimuksessa pitäydytään näihin kahteen malliversioon eikä yritetäkään erottaa toisistaan skaala- ja teknisen kehityksen vaikutuksia. Aiemman kokemuksen perusteella tällainen erottelu on tilastollisesti lähes mahdotonta tilanteessa, jossa tuotanto korreloi voimakkaasti aikatrendin kanssa (kts. Törmä 1987, luku 3). Erottelun yrittäminen on tässä siitä syystäkin mahdotonta, että käytössä on vain 19 maittaista havaintoa. Harhaisen teknisen kehityksen versio estimoitiin tässä lähinnä, koska halutaan analysoida joustoestimaattien herkkyyttä mallispesifikaatiolle ja lisäksi koska halutaan tietoa mahdollisesta teknisen kehityksen harhaisuudesta.

Taulukkoon 3.2.1 (kts s. 8) on kerätty teknisen kehityksen suhteen harhaisen KLEFM-Translog-mallin mukaiset panosten joustot laskettuna vuodelle 1983. Taulukkoon on tähdellä merkitty ne joustojen piste-estimaatit, jotka eroavat etumerkkinsä suhteen perusmallin tuloksista.

Keskeisin tulos, joka taulukosta voidaan nähdä on se, että panosten substituutiotulokset ovat suhteellisen herkkiä mallispesifikaatiolle. Kolmestakymmenestä substituutiojoustosta yksitoista muuttui etumerkiltään. Oman hinnan joustoestimaatit näyttävät reagoivan vähemmän mallispesifikaation muutoksiin, viidestätoista joustosta ainoastaan kahden etumerkki muuttui.

Eräs mielenkiintoinen muutos perusmalliin nähden on Norjan teollisuudelle saatu pääoman ja työn substituutiotulos. Primaaripanosten suhteessa on nähtävissä muutoksia perusmalliin nähden, mutta nämä poikkeamat eivät muuta keskeistä tulosta, jonka mukaan primaaripanokset käyttäytyvät eri tavoin suhteessaan sähköön kuin polttoaineisiin. Sähkön ja polttoaineiden suhde, samoinkuin panosten oman hinnan joustot, eivät näytä olevan kovinkaan herkkiä mallispesifikaatiolle.

Harhaisen teknisen kehityksen malliversion estimointi-tuloksiin (kts. taulukkoliite 2) perustuen voidaan tarkastella myös estimoitua teknisen kehityksen harhaisuutta. Tämän tarkastelun tulokset on kerätty taulukkoon 3.2.2. Taulukossa on miinuksella merkitty panosta säästävää ja plussalla panosta käyttävää teknisen kehityksen harhaisuutta.

| Panos | Suomi | Ruotsi | Norja |
|-------|-------|--------|-------|
| K     | 0     | +      | +     |
| L     | -     | -      | -     |
| E     | 0     | +      | 0     |
| F     | 0     | -      | +     |
| M     | +     | +      | +     |

Taulukko 3.2.2 Teknisen kehityksen harhaisuus, KLEFM-Translog-malli, tehdasteollisuus, 1965-83, IZEF (nolla viittaa tilastollisesti merkityksettömään harhaan)

Tulosten perusteella tekninen kehitys on ollut periodilla 1965-83 keskimäärin työtä säästävää ja pääomaa sekä raaka-aineita käyttävää. Tulosten perusteella jää epäselväksi teknisen kehityksen harhaisuus energian suhteen. Ruotsissa tekninen kehitys näyttäisi kuitenkin olevan sähköä käyttävää ja polttoaineita säästävää. Teknisen kehityksen harhaisuuden

| Maa<br>Jousto | Suomi               | Ruotsi              | Norja               |
|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| $\sigma_{ij}$ |                     |                     |                     |
| K-L           | 0.539<br>(0.395)    | 0.774<br>(0.198)    | 0.493 *<br>(0.129)  |
| K-E           | 1.175<br>(0.223)    | 0.265<br>(0.206)    | 2.330<br>(0.558)    |
| K-F           | -0.832 *<br>(1.666) | 1.210<br>(0.685)    | -2.536<br>(0.732)   |
| K-M           | 0.198<br>(0.145)    | 0.240<br>(0.052)    | 0.232<br>(0.057)    |
| L-E           | 0.998<br>(0.221)    | -0.153 *<br>(0.294) | 2.701<br>(0.933)    |
| L-F           | 2.924 *<br>(1.843)  | 7.166 *<br>(0.787)  | -4.681<br>(0.756)   |
| L-M           | 0.091<br>(0.144)    | -0.006 *<br>(0.060) | 0.012 *<br>(0.084)  |
| E-F           | 11.046<br>(2.490)   | -8.791<br>(3.030)   | 4.840<br>(4.679)    |
| E-M           | -0.139<br>(0.099)   | 0.161 *<br>(0.143)  | -0.144 *<br>(0.281) |
| F-M           | -0.037 *<br>(0.648) | -1.564 *<br>(0.322) | 2.039<br>(0.233)    |
| $E_{ii}$      |                     |                     |                     |
| K-K           | -0.266<br>(0.047)   | -0.366<br>(0.034)   | -0.267<br>(0.031)   |
| L-L           | -0.148<br>(0.095)   | -0.135<br>(0.042)   | -0.055 *<br>(0.056) |
| E-E           | -0.298<br>(0.029)   | 0.024<br>(0.052)    | -0.645<br>(0.145)   |
| F-F           | -0.759<br>(0.174)   | -0.617<br>(0.096)   | -0.407<br>(0.038)   |
| M-M           | 0.029 *             | -0.021              | -0.027              |

Taulukko 3.2.1 | Harhaisen KLEFM-Translog-mallin mukainen panossubstituutio v. 1983 (jouston keskihajonta suluissa)

(\* = jousten etumerkki eroaa perusmallin vastaavasta)

suhteen tässä saadut tulokset tukevat kirjallisuuskatsauksessa (kts. Törmä 1987 luku 3 ja 4) todettuja aiempia tuloksia, joissa tekninen kehitys myös todettiin työtä säästäväksi.

### 3.3 Energian aggregointi

Aiemmin on esitetty (kts. Törmä 1987) että panoskysyntämallin tehokkuutta voitaisiin nostaa jos energiapanos jaettaisiin vähintään sähköön ja polttoaineisiin. Edelleen on todettu, että energian aggregointitavalla saattaa olla suuri merkitys energian ja ei-energiapanosten välisiä substituutiorakenteita laskettaessa.

Energiapanoksen aggregoinnin merkityksen analysoimiseksi epähomoteettinen ja teknisen kehityksen suhteen Hicks-neutraali perusmalli estimoitiin myös KLEM-muodossa [3]. Energian hinta laskettiin tällöin sähkön ja polttoaineiden hinnoista Divisia-indeksinä, jossa liukuvina painoina käytetään näiden energiamuotojen kahden peräkkäisen periodin keskimääräisiä energiakustannusosuuksia. Aggregointikokeen tulokset on koottu taulukkoon 3.3.1 (kts s. 10).

Taulukossa on verrattu pääoman, työn ja raaka-aineiden substituutiosuhdetta energiaan ja energian oman hinnan jouston arvoja maittain KLEFM- ja KLEM-Translog-perusmallin estimointituloksiin perustuen. Aggregointikokeen sanoma on selvä. Aggregaattien energia käyttäytyy pääomaan, työhön ja raaka-aineisiin sähkön ja polttoaineiden vastaavaan käyttäytymiseen suhteuttaen keskimääräisellä tavalla. Norjan teollisuudessa esim. pääoman ja aggregaattien energian substituutiojoustoksi saadaan 0.953 KLEM-mallissa, vaikka pääoma ja polttoaineet ovatkin komplementteja KLEFM-rakenteessa ja tämä jousto saa arvon -0.877. Aggregaattituloksessa sähkön ja pääoman substituutiotulos, jousto saa arvon 2.198, on riittävän suuri skaalataakseen aggregaattituloksen substitutiiviseksi.

Samoin työn ja energian suhteessa aggregaattitulokseksi sijoittuu disaggregoidun tuloksen jonkinlaiseksi keskiarvoksi. Työ ja polttoaineet ovat KLEFM-perusmallissa kussakin maassa komplementaarisisessa suhteessa, mutta aggregaattien energian ja työn substituutiojousto saa Suomen ja Ruotsin tehdasteollisuudessa vuonna 1983 arvot 0.777 ja 0.053. Ruotsin kohdalla työn substituutiojoustot suhteessa sähköön ja polttoaineisiin kumpikin poikkeavat nolasta, mutta aggregaattitulokseksi on lähes panosten välinen riippumattomuus. Norjan kohdalla energiapanoksen aggregoinnissa on polttoaineet painottuneet siten, että työn ja polttoaineiden komplementaarisuustulos säilyy, joskin heikompana myös aggregaattitasolla.

Samoja havaintoja voidaan tehdä myös energian ja raaka-aineiden suhteesta. Aggregaattitulokseksi on heikko energian ja raaka-aineiden substituutio. Keskimääräisyys näkyy myös energian oman hinnan joustojen piste-estimaateissa. Aggregaatti-

| $\sigma_{ij}$ | Suomi           | Ruotsi          | Norja           |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| K-E           | 1.018 → 1.042   | 0.441 → 0.760   | 2.198 → 0.953   |
| K-F           | 0.958 → 1.042   | 1.902 → 0.760   | -0.877 → 0.953  |
| L-E           | 1.194 → 0.777   | 0.988 → 0.053   | 2.008 → -0.555  |
| L-F           | -1.185 → 0.777  | -3.408 → 0.053  | -2.088 → -0.555 |
| E-M           | -0.210 → 0.253  | -0.405 → 0.447  | 0.209 → 0.605   |
| M-F           | 0.587 → 0.253   | 2.696 → 0.447   | 0.637 → 0.605   |
| $E_{ii}$      |                 |                 |                 |
| E-E           | -0.286 → -0.408 | 0.010 → -0.346  | -0.870 → -0.387 |
| F-F           | -0.717 → -0.408 | -0.698 → -0.346 | -0.442 → -0.387 |

**Taulukko 3.3.1** Energiapanoksen aggregoinnin vaikutus energian ja ei-energiapanosten substituutiotuloksiin v. 1983, epähomoteettinen KLEFM- ja KLEM-Translog -malli

energian kysynnän oman hinnan jousto asettuu kussakin maassa sähkön ja polttoaineiden oman hinnan joustojen arvoalueen sisälle. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa Norjan kohdalla. Energian oman hinnan joustot saavat arvot  $-0.408$  Suomen,  $-0.346$  Ruotsin ja  $-0.387$  Norjan teollisuudelle.

Aggregointikokeen perusteella näyttäisi siten siltä, että jos energiapanos joudutaan esim. havaintojen vähyiden takia aggregoimaan, niin saatuja tuloksia tulkittaessa olisi syytä pitää mielessä niiden keskimääräinen luonne. Näin esim. työn ja aggregaattien energian substituutiotulos saattaa pitää sisällään eri energiamuotojen ja työn erilaisen suhteen, jolloin aggregointi ei itse asiassa olisikaan suotavaa.

### 3.4 Pääoman hinnoittelun merkitys

Edellä esitetyt empiiriset tulokset perustuivat hyvin karkeaan pääoman hinnoittelutapaan, jossa käyttökustannuksessa huomioitiin vain korko- ja pääoman kulumisesta aiheutuvat vaikutukset määrätyn odotetun inflaation vallitessa ilman, että yritysverotuksen pääomakustannusvaikutuksia olisi huomioitu. On vaikea arvioida miten yritysverotuksen huomiotta jättäminen vaikuttaa joustotuloksiin. Karkea pääoman käyttökustannus näytti toimivan samaan tapaan kuin aiemmissakin tutkimuksissa, joissa ei niissäkään yleensä ole po. vaikutuksia huomioitu. Perusmallin tuloksista Norjan teollisuudelle saatu pääoman ja työn komplementaarisuus lienee ainut joka todella jäi askarruttamaan.

Norjalainen Berg (1986) on vastikään julkaissut laskelmansa Pohjoismaiden (Islanti pl.) pääoman käyttökustannuksista. Bergin käyttämä teoreettinen kehikko perustuu tavanomaiseen jorgensonilaiseen pääomateoriaan, jossa yrityksen tavoitteena on edustavan osakkeenomistajan hyödyn maksimointi. Optimoitongelman ratkaisu johtaa pääoman osalta optimiehtoon, joka edellyttää tasapainossa pääoman fyysisen rajatuottavuuden arvon ja pääoman käyttökustannuksen yhtäsuuruuden. Berg johtaa käyttökustannukset rakennuksille ja koneille kolmea vaihtoehtoista rahoitustapaa vastaavina (oma pääoma, laina ja osakeantirahoitus). Berg esittää sarjansa neljännesvuosittain 1967-84. Bergin analyysi poikkeaa useista muista siinä, että hänen käyttämänsä edustavan osakkeenomistajan ja yrityksen veroparametrit ovat luonteeltaan ex ante-muuttujia, eli perustuvat voimassaolevaan verolakiin. Pääomaesineiden odotetun inflaation Berg estimoi ekonometrisia viivemalleja käyttämällä. Timo Airaksinen on todennut [4], että Bergin pääomakustannuslaskelmat ovat Suomen osalta sikäli puutteelliset, ettei niissä huomioida obligaatioiden ja talletusten verovapautta kotitalouksille. Bergin sarjat lienevät kuitenkin ainoita, jotka huomioivat yritysverotuksen ja ovat saatavilla tässä tarkastelluille maille.

Bergin sarjojen hyödyntämiseen liittyy kaksi ongelmaa. Ensiksikin, sarjat on esitetty neljännesvuosittain. Toiseksi, sarjat on esitetty rahoitusmuodoittain ja rakennuksille ja koneille erikseen, joten eri osasarjat täytyy kyetä painottamaan jollain järkevällä tavalla. Ensimmäisen ongelman suhteen meneteltiin siten, että käytettiin vuosien keskiarvoja. Painotusongelmissa käytettiin Bergin tapaan (1986, 118) oletusta rahoitusmuotojen seuraavasta jakaumasta: omarahoitus 40.5 %, lainarahoitus 57.1 % ja osakeantirahoitus 2.4 %. Painotus oli sama kaikille maille. Kahta pääomamuotoa painotettiin niiden investointiosuuksilla vuonna 1980, jolloin saatiin Suomessa rakennusten painoksi 0.742, Ruotsille 0.759 ja Norjalle 0.702.

Taulukkoon 3.4.1 (kts. s. 13) on koottu tämän herkkyysoanalyysin tulokset. Perusmalli on tässä KLEM-Translog-muotoa Bergin sarjojen lyhyiden takia.

Panosten substituutiotulokset eivät näytä olevan herkkiä pääoman hinnoittelutavalle; jos jätämme hetkeksi huomioimatta pääoman ja työn suhteen, niin voimme todeta, ettei yhdenkään KLEM-joustopanoksen etumerkki muutu. Mitään systemaattista joustopanosten suuruuden eroa ei myöskään ole nähtävissä.

Suomen tehdasteollisuudelle Bergin pääomakustannuksella saatu pääoman ja työn heikon komplementaarisuuden tulos näyttäisi tukevan Airaksisen huomion tärkeyttä. Norjan aineistolla aiempi a priori-odotusten vastainen pääoman ja työn komplementaarisuustulos muuttuu Bergin hinnoittelutapaa käytettäessä normaalimmaksi substituutioksi, jousto saa nyt, keskihajonnallaan mitaten, tarkan estimaatin 0.480. Ilmeisesti Bergin analyysissä on juuri Norjan verorakenne tarkimmin huomioitu. Kiintoisaa on edelleen Norjan teollisuuden osalta huomata, että pääoman kysynnän oman hinnan jousto saa Bergin hinnoittelutapaa käytettäessä itseisarvoltaan suuremman arvon kuin perustapauksessa. Jos Bergin laskelmat vastaavat norjalaista todellisuutta ja jos yritykset todella ottavat verotekijät huomioon investointipäätöksiä tehdessään, niin pääoma reagoisi tässä saatujen tulosten mukaan panoksista eniten oman hintansa muutoksiin. Suomen ja Ruotsin osalta ei tällaista eroa ole kuitenkaan tuloksista havaittavissa.

### 3.5 Maittaisten erojen testaaminen

Perusmallin mukaisia panosten substituutiorakenteita tarkasteltaessa (kts. taulukko 3.1.1 s. 4) voitiin todeta joustopanosten piste-estimaattien eroavan ainakin jonkin verran maittain. Energia- ja ei-energiapanosten substituution eroja haluttiin testata myös tilastollisesti, koska joustopanosten keskihajonnat olivat suuria. Testit suoritettiin F-testeinä vuodelle 1983 ja nollahypoteesit olivat muotoa:

$$(3.5.1) \quad \sigma_{ijk} = \sigma_{ijl} \quad \forall k \neq l$$

(i = K, L, M)

(j = E, F)

(k, l = SF, R, N)

jossa SF viittaa Suomeen, R Ruotsiin ja N Norjaan. Testeillä pyrittiin siis selvittämään eroaako pääoman, työn ja raaka-aineiden välisten substituutiojoustojen arvot vuonna 1983 maiden välillä suhteessa sähköön ja polttoaineisiin. Lasketut F-testisuureet [5] on koottu taulukkoon 3.5.1 (kts s. 14).

Testitulosten perusteella voimme todeta, että yhdeksäntoista vuoden 1983 jouston arvoa eroaa tilastollisesti vähintään 5 %:n riskillä muiden maiden vastaavista jouston arvoista. Tämä on hieman yli puolet kaikista mahdollisista tapauksista. Eniten tilastollisesti merkittäviä eroja esiintyy Ruotsin tehdasteollisuudessa.

Pääoman ja sähkön substituutio näyttää testitulosten perusteella eroavan eniten maiden välillä, tilastollisesti merkittäviä eroja on viisi kuudesta mahdollisesta. Poltto- ja raaka-aineiden substituutio eroaa tulosten mukaan tilastollisesti merkittävästi neljässä tapauksessa kuudesta. Sama tilanne on sähkön ja raaka-aineiden maittaisten substituutioerojen suhteen. Muiden panosten välinen substituutio poikkeaa tulosten mukaan edellämainittuja vähemmän maittain.

Yhteenvedona suoritetuista testeistä voimme todeta, että energia- ja ei-energiapanosten välisessä substituutiossa esiintyy suhteellisen paljon tilastollisesti merkittäviä eroja. Suomen, Ruotsin ja Norjan tehdasteollisuuksien mahdollisuudet sopeutua esim. energia kriiseihin, kun tarkastellaan asiaa ainoastaan kriisin substituutiovaikutusten kannalta, näyttävät siten poikkeavan toisistaan. Energia- ja ei-energiapanosten välisen substituution maittaiset erot näyttävät liittyvän lähinnä pääoman ja sähkön sekä energian ja raaka-aineiden substituutiosuhteisiin. Erot liittyvät lähinnä substituution voimakkuuteen, sähkön ja raaka-aineiden kohdalla myös sen suuntaan.

### 3.6 Tulosten vertailu

Verrataan vielä tässä saatuja tuloksia eräissä muissa maittaisissa analyyseissä saatuihin tuloksiin tehdasteollisuuden tasolla. Vertailun tulokset on koottu taulukkoon 3.6.1 (kts. s. 15). Vertailu on tehty suhteessa KLEM-perusmallin joustotuloksiin vuonna 1983.

Taulukon perusteella voidaan todeta, että jos joustojen suuruusluokkaan ei kiinnitetä huomiota (joustoitan on eri tutkimuksissa laskettu eri vuosille), tässä tutkimuksessa on



| Maa<br>Jousto | Suomi             |                   | Ruotsi            |                   | Norja             |                   |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|               | UC                | Berg              | UC                | Berg              | UC                | Berg              |
| $\sigma_{ij}$ |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| K-L           | 0.770<br>(0.615)  | -0.068<br>(0.121) | -0.163<br>(0.656) | -0.041<br>(0.218) | -0.969<br>(0.423) | 0.480<br>(0.098)  |
| K-E           | 1.323<br>(0.566)  | 0.329<br>(0.120)  | 0.571<br>(0.457)  | 0.563<br>(0.181)  | 0.970<br>(0.677)  | 0.862<br>(0.115)  |
| K-M           | 0.115<br>(0.159)  | 0.160<br>(0.073)  | 0.639<br>(0.209)  | 0.670<br>(0.054)  | 0.432<br>(0.083)  | 0.600<br>(0.054)  |
| L-E           | 0.690<br>(0.511)  | 0.520<br>(0.441)  | 0.207<br>(0.493)  | 0.222<br>(0.435)  | -1.488<br>(0.978) | -2.333<br>(0.961) |
| L-M           | 0.142<br>(0.169)  | 0.508<br>(0.144)  | 0.564<br>(0.209)  | 0.575<br>(0.168)  | 0.203<br>(0.137)  | 0.565<br>(0.204)  |
| E-M           | 0.161<br>(0.147)  | 0.335<br>(0.154)  | 0.399<br>(0.186)  | 0.332<br>(0.178)  | 0.735<br>(0.271)  | 0.918<br>(0.286)  |
| $E_{ii}$      |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| K-K           | -0.288<br>(0.062) | -0.101<br>(0.060) | -0.359<br>(0.063) | -0.438<br>(0.058) | -0.130<br>(0.057) | -0.519<br>(0.043) |
| L-L           | -0.167<br>(0.131) | -0.340<br>(0.089) | -0.352<br>(0.153) | -0.357<br>(0.100) | -0.184<br>(0.106) | -0.377<br>(0.129) |
| E-E           | -0.342<br>(0.058) | -0.362<br>(0.063) | -0.346<br>(0.033) | -0.319<br>(0.029) | -0.297<br>(0.080) | -0.262<br>(0.061) |
| M-M           | -0.043            | -0.131            | -0.201            | -0.226            | -0.096            | -0.0196           |

**Taulukko 3.4.1** Pääoman hinnoittelun vaikutus panos-  
substituutiotuloksiin vuonna 1983  
(joustojen keskihajonnat suluissa)

| Panospari                         | Suomi              |                    | Ruotsi             |                    | Norja              |                    |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                   | S-R                | S-N                | R-S                | R-N                | N-S                | N-R                |
| K-E                               | 6.321*             | 26.443**           | 4.464*             | 41.952**           | 3.692 <sup>-</sup> | 8.072*             |
| K-F                               | 0.360 <sup>-</sup> | 1.359 <sup>-</sup> | 1.036 <sup>-</sup> | 9.239**            | 5.084*             | 6.074*             |
| L-E                               | 1.054 <sup>-</sup> | 16.000**           | 0.349 <sup>-</sup> | 8.574**            | 0.527 <sup>-</sup> | 0.821 <sup>-</sup> |
| L-F                               | 2.312 <sup>-</sup> | 0.359 <sup>-</sup> | 8.469**            | 2.801 <sup>-</sup> | 0.853 <sup>-</sup> | 2.581 <sup>-</sup> |
| E-M                               | 8.701**            | 49.612**           | 3.009 <sup>-</sup> | 31.844**           | 2.128 <sup>-</sup> | 4.662*             |
| F-M                               | 11.458***          | 0.851 <sup>-</sup> | 11.271**           | 10.734**           | 0.075 <sup>-</sup> | 85.143**           |
| F <sup>F</sup> (1,19)<br>α = 0.05 | 4.380              |                    |                    |                    |                    |                    |
| F <sup>F</sup> (1,19)<br>α = 0.01 | 8.190              |                    |                    |                    |                    |                    |

**Taulukko 3.5.1** Energia- ja ei-energiapanosten substituution maittaisten erojen F-testi vuodelle 1983

| Tutkimus/<br>$\sigma_{ij}, E_{ij}$ | K-L    | K-E    | K-M    | L-E    | L-M   | E-M   | K-K    | L-L    | E-E    | M-M    |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| <u>Suomi</u>                       |        |        |        |        |       |       |        |        |        |        |
| Tarkka (1983) a                    | 0.296  | -1.306 | -      | 1.309  | -     | -     | -0.037 | -0.209 | -0.309 | -      |
| <u>Ruotsi</u>                      |        |        |        |        |       |       |        |        |        |        |
| Sjöholm (1981)                     | 0.401  | 2.359  | -0.391 | -1.501 | 0.523 | 1.024 | 0.055  | -0.308 | -0.367 | -0.150 |
| Dargay (1983)                      | 0.260  | 0.330  | 0.210  | 0.170  | 0.360 | 0.030 | -0.210 | -0.250 | -0.100 | -0.120 |
| <u>Norja</u>                       |        |        |        |        |       |       |        |        |        |        |
| Longva, Olsen<br>(1983)            | 0.200  | -0.130 | -      | 0.300  | -     | -     | -0.400 | -0.700 | -0.820 | -0.200 |
| <u>Tämä tutkimus</u>               |        |        |        |        |       |       |        |        |        |        |
| Suomi                              | 0.587  | 1.042  | 0.171  | 0.777  | 0.115 | 0.253 | -0.278 | -0.140 | -0.408 | -0.044 |
| Ruotsi                             | 0.010  | 0.760  | 0.519  | 0.053  | 0.632 | 0.447 | -0.353 | -0.404 | -0.346 | -0.216 |
| Norja                              | -1.147 | 0.953  | 0.481  | -0.555 | 0.022 | 0.605 | -0.124 | 0.098  | -0.387 | -0.061 |

**Taulukko 3.6.1** KLEM-Translog -perusmallin joustotulosten (v. 1983) vertailu eräiden muiden tutkimusten tuloksiin tehdasteollisuuden tasolla

- a 1970, mallin yleisin versio, pääman joustot laskettu koneiden ja rakennusten suhteen keskiarvoina  
b 1962-78 keskiarvoissa, epähomoteettinen ja harhaisen teknisen kehityksen Translog-malli  
c 1952-76 keskiarvoissa, epähomoteettinen ja neutraalin teknisen kehityksen Translog-malli  
d 1978,  $E_{ij}$

saatu aiempia tutkimustuloksia tukevia tuloksia. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa tässä saadulle pääoman ja energian suhteelle. Tässä on saatu substituutiosuhde, kun eräissä aiemmissä tutkimuksissa on saatu komplementaarisuussuhde.

Tätä tulosten eroa on tietenkin vaikea selittää, voidaan kuitenkin viitata aiemmin esiintulleen energiapanoksen aggregointitavan merkitykseen ja estimointiperiodin eroihin. Tässä tutkimuksessa ei polttoainepanosta muodostettaessa huomioitu teollisuuden prosessijätteitä eikä puuperäisiä polttoaineita. Esim. Tarkka (1983), joka saa pääoman ja energian välille komplementaarisuhteen pyrki ottamaan nämä huomioon. Saattaa hyvinkin olla, että pääoma ja voimakkaasti kiinteisiin polttoaineisiin painottuva polttoaine-aggregaatti ovat komplementteja ja että näin, vaikka pääoma ja sähkö olisivatkin substituutteja, polttoaineiden dominoidessa energiapanosta, pääoma ja energia saadaan komplementeiksi. Toinen mahdollisuus perustuu siihen, että pääoman ja energian suhteessa olisi tapahtunut muutos energiakriisien yhteydessä. Aiemmat pääoman ja energian komplementaarisuustulokset on saatu aineistoilla, jotka eivät huomioi riittävästi toisen energiakriisin jälkeistä aikaa [6].

#### 4. ENERGIAKRIISIEN VAIKUTUKSET

##### 4.1 Substituutio- ja tuotantovaikutuksen erottaminen

Tutkimuksessa on tähän asti tarkasteltu pääoman, työn, energian ja raaka-aineiden välistä substituutiorakennetta joustokäsittein, jotka on laskettu tuotannon taso vakioiden. Tarkoituksena on ollut analysoida "puhdasta" substituutiovaikutusta määrätyn panosparin hintasuhteen muuttuessa. Substituutio on merkinnyt panoskombinaation siirtymää samalla isokvantilla, jolla tuotos on vakio.

Panoksen hinnanmuutoksen kokonaisvaikutus panoskysyntään voidaan kuluttajan teorialle analogisesti jakaa substituutio- ja tuotantovaikutukseen. Tuotos vakioiden lasketut joustot huomioivat vain substituutiovaikutuksen, eikä niissä siten esiinny kustannusten muutosten kautta tulevaa tuotannon muuttumisesta aiheutuvaa panoskysyntävaikutusta, tuotosvaikutusta. Allenin osittaisia substituutiojoustoja voidaankin kutsua nettojoustoiksi, kun taas niitä joustoja, jotka huomioivat myös tuotannon määrän muuttumisen voidaan kutsua bruttojoustoiksi. Allenin osittainen substituutiojousto on luonteeltaan skaalattu kysynnän ristijousto eli (kts. Allen, 1938):

$$(4.1.1) \quad \sigma_{ij} = \epsilon_{ij} / S \quad \forall i \neq j$$

Merkitään panosten kysynnän netto- (N) ja bruttoristijoustoja (B) jatkossa seuraavasti: EijN ja EijB. Jos molempien joustojen arvot määrätyn panoksen, esim. energian, hinnanmuutokselle tunnetaan, niin tuotantovaikutus voidaan laskea vähentämällä bruttojoustosta nettojousto.

Substituutio- ja tuotantovaikutuksen erottamista on tutkinut mm. Puu (1968), joka johtaa bruttojoustolle analyttisen lausekkeen täydellisesti kilpailevan ja voittojaan maksimoivan yrityksen tapauksessa. Puu saa tuotantovaikutuksen panoksen kustannusosuuden, panosten tuotosjoustoja ja tarjonnan hintajouston funktioksi. Field ja (P.G.) Allen (1981) ovat johtaneet yritykselle, jonka kysyntäkäyrä on laskeva, yleisen panoskysynnän bruttoristijouston käsitteen. Mainitut kaksi analyysiä tuottavat vakioisten skaalatuottojen vallitessa saman tuloksen, jonka jo (R.G.D.) Allen (1938, 508) esitti. Allenin tulos on muotoa:

$$(4.1.2) \quad E_{ij}^B = E_{ij}^N + S_j n = S_j (\sigma_{ij} + n)$$

Field ja Allen pyrkivät johtamaan bruttojoustolle yleisen lausekkeen, joka sallisi sekä tuotannon vaihtuvat skaalatuotot (epä-homoteettisuus) että ei-vakioisen tuotteen hinnan. He tarkastelevat hinnanottajayrityksen tapausta, jossa tuotosvaikutus syntyy tarjontakäyrän siirtyessä vaakasuoraan kysyntäkäyrää pitkin. Tässä tapauksessa bruttojousto saa lausekkeen:

$$(4.1.3) \quad E_{ij}^B = S_j \sigma_{ij} [1 - (C_{iq} C_{jq}) / (C_{ij} C_{qq})],$$

jossa C:n alaviitteet viittaavat kustannusfunktion [7] toisen asteen osittaisderivaattoihin. Tässä on tarkoitus hyödyntää Fieldin ja Allenin analyysiä, koska he johtavat bruttojouston lausekkeen myös tässä käytetylle epähomoteettiselle Translog-kustannusfunktiolle, jolle bruttojouston lauseke on muotoa (käytetään perusmallin parametreja, kts. Törmä (1987, luku 2) ja alaviite 7) [8]:

$$(4.1.4) \quad E_{ij}^B = S_j \sigma_{ij} \left[ 1 - \frac{(\beta_{iq} + S_i S_j) (\beta_{jq} + S_j S_i)}{(\beta_{ij} + S_i S_j) (\beta_{qq} + S_j S_i)} \right]$$

$$S_i = \beta_i + \sum_j \beta_{ij} \ln P_j + \beta_{iq} \ln Q$$

$$S_q = \beta_q + \sum_j \beta_{jq} \ln P_j + \beta_{qq} \ln Q$$

Jos panokset  $i$  ja  $j$  ovat substituutteja, niin termi  $(\beta_{ij} + S_i S_j) > 0$ . Edelleen, positiiviset rajakustannukset, monotoonisuus ja vähenevät skaalatuotot edellyttävät:  $SQ > 0$ ,  $S_i, S_j > 0$  ja  $\beta_{QQ} > 0$ . Homoteettisuus vaatii, että  $\beta_{iQ} = 0$  kaikille  $i$ . Tässä tilanteessa bruttojousto on pienempi kuin netttojousto, ja tuotosvaikutus on negatiivinen. Näin  $j$ :nen panoksen hinnan kasvu saisi aikaan tuotannon vähenemisen kautta panoksen  $i$  kysynnän vähenemisen. Translogin tapauksessa on kuitenkin mahdollista myös se, että bruttojousto muodostuu suuremmaksi kuin netttojousto. Jos tuotos vähenee tarjontafunktion siirtyessä ylöspäin (olettaen alenevat skaalatuotot), niin tietyn tyyppinen epä-homoteettisuus (esim.  $\beta_{iQ}$  iso negatiivinen luku ja  $\beta_{jQ}$  lähellä nollaa) tuottaisi tilanteen jossa  $E_{ijB} > E_{ijN}$ .

#### 4.2 Energian kysynnän netto- ja bruttojoustot

Eräänä tutkimuksen tavoitteena oli negatiivisen energiakriisin panoskysyntävaikutusten arviointi. Tällöin laajemman vastauksen saamiseksi ei riitä pelkästään energian hinnanmuutoksen substituutiovaikutuksen tarkastelu, vaan maittainen vertailu on relevantimpaa perustaa kokonaisvaikutusmittauksiin. Tästä syystä KLEM-Translog-perusmalli estimoitiinkin siten, että myös parametrien  $b_Q$  ja  $b_{QQ}$  estimaatit saatiin selville. Havaintojen vähyyden vuoksi ei tätä estimointia, jossa Translog-kustannusfunktio esiintyy estimoitavan panosten kysyntäyhtälöjärjestelmän osana, voitu suorittaa KLEFM-muodossa. Estimointitulokset on raportoitu taulukkoliitteessä viisi.

Estimointituloksia tarkasteltaessa huomataan, että Suomen ja Norjan aineistoilla on saatu parametrille  $b_Q$  lähellä ykköstä oleva arvo, 0.996 Suomelle ja Ruotsille 1.269. Ruotsin teollisuuden tämän parametrin arvo ei näytä poikkeavan nollassa. Parametri  $b_{QQ}$  tulee kaikille maille tilastollisesti merkittäväksi, mutta erityisesti Ruotsin estimaatti on suhteellisen suuri, 5.377.

Taulukossa 4.2.1 (kts. s. 19) on esitetty kahdella tavalla lasketut energian brutto- ja nettoristijoustot. Varsinaiset arvot on laskettu olettaen, että parametrit  $b_Q$  ja  $b_{QQ}$  saavat arvot 1 ja 0. Tässä vaihtoehdossa joustojen laskennassa tarvittavat muut parametrit on saatu KLEM-Translog-perusmallin kustannusosuusyhtälöryhmä-estimoinnista (kts. taulukkoliite 3), jossa kustannusfunktio ei ole mukana. Sulkuihin näiden estimaattien alle on merkitty ne joustojen arvot, jotka saatiin hyödyntämällä taulukkoliitteen 5 estimointituloksia.

Taulukosta voimme todeta, että nämä kaksi laskentatapaa tuottavat Suomen ja Norjan teollisuudelle hyvin samanlaisia tuloksia, mutta Ruotsin teollisuuden joustoestimaatit ovat jälkimmäisessä laskentatavassa absoluuttiselta suuruusluokaltaan edellistä laskentatapaa paljon suuremmat. Ruotsin kohdalla erityisesti energian suuret ristijoustot suhteessa

Suomi

| $E_{ij}$ | $E_{ij}^B$         | $E_{ij}^N$         | $E_{ij}^B - E_{ij}^N$ |
|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| K-E      | -0.006<br>(0.002)  | 0.033<br>(0.029)   | -0.039<br>(-0.026)    |
| L-E      | 0.012<br>(-0.0002) | 0.024<br>(0.020)   | -0.012<br>(-0.021)    |
| E-E      | -0.446<br>(-0.459) | -0.408<br>(-0.432) | -0.038<br>(-0.027)    |
| M-E      | -0.033<br>(-0.016) | 0.008<br>(0.010)   | -0.041<br>(-0.027)    |

Ruotsi

| $E_{ij}$ | $E_{ij}^B$         | $E_{ij}^N$         | $E_{ij}^B - E_{ij}^N$ |
|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| K-E      | -0.038<br>(0.196)  | 0.025<br>(0.312)   | -0.062<br>(-0.116)    |
| L-E      | -0.003<br>(-0.589) | 0.002<br>(-0.663)  | -0.005<br>(0.074)     |
| E-E      | -0.386<br>(-0.391) | -0.346<br>(-0.199) | -0.040<br>(-0.192)    |
| M-E      | -0.032<br>(0.075)  | 0.015<br>(0.161)   | -0.047<br>(-0.087)    |

Norja

| $E_{ij}$ | $E_{ij}^B$         | $E_{ij}^N$         | $E_{ij}^B - E_{ij}^N$ |
|----------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| K-E      | 0.028<br>(0.029)   | 0.024<br>(0.053)   | -0.052<br>(-0.024)    |
| L-E      | -0.010<br>(-0.074) | -0.014<br>(-0.058) | 0.004<br>(-0.015)     |
| E-E      | -0.423<br>(-0.406) | -0.387<br>(-0.383) | -0.036<br>(-0.023)    |
| M-E      | -0.022<br>(0.003)  | 0.015<br>(0.024)   | -0.037<br>(-0.022)    |

Taulukko 4.2.1. Panosten kysynnän joustot suhteessa energian hintaan v. 1983 ( $E_{ij}^B$  on bruttojousto,  $E_{ij}^N$  on netttojousto. Arvot laskettu olettaen, että  $\beta_q = 1.0$  ja  $\beta_{qq} = 0$ , suluissa estimointiin, jossa  $\ln C$  mukana, perustuvat arvot)

pääomaan ja työhön, jolle saadaan vielä suhteellisen vahva komplementaarisuus, eivät tunnu mielekkäiltä. Ilmeisesti ainakin Ruotsin teollisuuden aineiston kohdalla havaintojen vähyys on aiheuttanut estimointiharhaa. Tästä syystä luvussa 4.3 suoritettava maittainen vertailu perustetaan ensimmäisen laskentatavan tuloksiin. Nämä on koottu taulukkoon 4.2.2 (kts. s. 21) ja tarkastellaan niitä lähemmin.

Taulukossa on esitetty pääoman, työn ja raaka-aineiden kysynnän brutto- ja nettoristijoustop suhteessa energian hintaan sekä energian oman hinnan brutto- ja nettojoustop. Oman hinnan bruttojoustop kaava on muutoin sama kuin yhtälö (4.1.4, mutta termi  $(\beta_{ij} + S_i S_j)$ , muuttuu muotoon  $(\beta_{ii} + S^2 - S_i)$ . Joustop mittaavat siten näiden panosten kysynnän muuttumista, kun energian hinnassa tapahtuu prosentin muutos. Nettojoustop mittaa hinnanmuutoksen substituutiovaikutuksen ja tuotosvaikutus voidaan laskea brutto- ja nettojoustop erotuksena.

Nettojoustopojen perusteella voimme todeta, että pääoma, työ, energia ja raaka-aineet ovat substituutteja keskenään kunkin maan tehdasteollisuudessa. Poikkeuksen muodostaa ainoastaan Norjan teollisuudessa työn ja energian suhde, joka on komplementaarinen. Kussakin maassa energian kysyntä reagoi vain vähän oman reaalihintansa muutoksiin.

Bruttojoustopoista yksitoista on kahdestatoista mahdollisesta negatiivisia. Tämä tarkoittaa sitä, että energian hinnan kohoamisen kokonaisvaikutus vähentää lähes kaikkien panosten kysyntää kussakin maassa. Tulos merkitsee myös sitä, että tuotosvaikutus kompensoi substituutiovaikutuksen lähes kaikissa tapauksissa. Tuotosvaikutusta kuvaava joustopojen erotus muodostuu siten samoin yhdessätoista tapauksessa negatiiviseksi, ts. energian hinnan kasvaminen saa aikaan tuotannon vähenemisen kautta panosten kysynnän vähenemisen.

#### 4.3 Negatiivisen energiakriisin osittaisen tasapainon vaikutukset panoskysyntään

Hyödynnetään lopuksi mahdollisuutta jakaa energian hinnan muutoksen kokonaisvaikutus kahteen osaan osittaisen tasapainon analyysissä, jossa oletetaan energian hinnan 30 %:n aleneminen. Viimeaikainen raaka-öljymarkkinoiden ylitarjontatilanne perustellee tutkimusongelman. On korostettava, että esitettävät tulokset, jotka on koottu taulukkoon 4.3.1 (kts. s. 22), ovat vain osittainen vastaus monitahoiseen ongelmaan. Täydellisempi vastaus saadaan vain talouden yleisen tasapainon viitekehystä käyttämällä. Suoritettavassa laskelmassa muuttuu vain yksi hinta, kyse on siten ceteris paribus-tarkastelusta. Laskelma ei ota siten huomioon sitä, miten muiden panosten hinnat energian negatiiviseen hinnanmuutokseen sopeutuvat. On ilmeistä, että jos ongelmaa tarkasteltaisiin yleisen tasapainon viitekehyksessä, jossa määriteltäisiin talouteen useita sektoreita ja sallittaisiin kaikkien panosten hintojen muuttua, niin saataisiin alhaisempia panos-



| $E_{ij}$                  | Suomi         | Ruotsi | Norja  |
|---------------------------|---------------|--------|--------|
| $E_{KE}^B$                | -0.006        | -0.038 | -0.028 |
| $E_{KE}^N$                | 0.033         | 0.025  | 0.024  |
| $E_{KE}^B - E_{KE}^N$     | -0.039        | -0.062 | -0.052 |
| $E_{LE}^B$                | 0.012         | -0.003 | -0.010 |
| $E_{LE}^N$                | 0.024         | 0.002  | -0.014 |
| $E_{LE}^B - E_{LE}^N$     | -0.012        | -0.005 | 0.004  |
| $E_{EE}^B$                | -0.446        | -0.386 | -0.423 |
| $E_{EE}^N$                | -0.408        | -0.346 | -0.387 |
| $E_{EE}^B - E_{EE}^N$     | -0.038        | -0.040 | -0.036 |
| $E_{ME}^B$                | -0.033        | -0.032 | -0.022 |
| $E_{ME}^N$                | 0.008         | 0.015  | 0.015  |
| $E_{ME}^B - E_{ME}^N$     | -0.041        | -0.047 | -0.037 |
| <hr/>                     |               |        |        |
| $i \neq j$                |               |        |        |
| $E_{ij}^B < 0$            | 11/12 = 0.917 |        |        |
| $E_{ij}^N > 0$            | 8/9 = 0.889   |        |        |
| $E_{ij}^B - E_{ij}^N < 0$ | 11/12 = 0.917 |        |        |

Taulukko 4.2.2. Eräiden brutto- ja nettojoustojen vertailu v. 1983) arvot laskettu olettaen, että  $\beta_q = 1.0$  ja  $\beta_{qq} = 0$ )

| Maa<br>Vaikutus ij | Suomi  | Ruotsi | Norja  |
|--------------------|--------|--------|--------|
| K-E                |        |        |        |
| Substituutio       | -0.990 | -0.750 | -0.720 |
| Tuotos             | 1.170  | 1.860  | 1.560  |
| Kokonais           | 0.180  | 1.110  | 0.840  |
| L-E                |        |        |        |
| Substituutio       | -0.720 | -0.060 | 0.420  |
| Tuotos             | 0.360  | 0.150  | -0.120 |
| Kokonais           | -0.360 | 0.090  | 0.300  |
| E-E                |        |        |        |
| Substituutio       | 12.240 | 10.380 | 11.610 |
| Tuotos             | 1.140  | 1.200  | 1.080  |
| Kokonais           | 13.380 | 11.580 | 12.690 |
| M-E                |        |        |        |
| Substituutio       | -0.240 | -0.450 | -0.450 |
| Tuotos             | 1.230  | 1.410  | 1.110  |
| Kokonais           | 0.990  | 0.960  | 0.660  |

**Taulukko 4.3.1** Negatiivisen energiakriisin vaikutukset panoskysyntään v. 1983, % (arvot laskettu olettaen energian 30 %:n hinnanlasku)

ten kysynnän muutosprosentteja toisilleen vastakkaisten panoshintavaikutusten ollessa voimassa. Tarkastelun tuloksia voitaneen parhaimmassakin tapauksessa pitää vain maiden teollisuuden ensimmäisen vaiheen, jossa energian hinnanmuutoksen vaikutukset eivät ole vielä ehtineet levitä, sopeutumista vastaavina.

Tulosten perusteella voimme todeta, että energian hinnan laskiessa pääoman, työn ja raaka-aineiden kysyntä vähenee substituution kautta. Pääoman kysyntä vähenisi Suomessa 0.990 %, Ruotsissa 0.750 % ja Norjan teollisuudessa 0.720 %. Vastaava panoskysynnän aleneminen on työn kohdalla Suomessa 0.720 % ja Ruotsissa 0.060 %. Norjassa työn kysyntä lisääntyy tulosten mukaan 0.420 % työn ja energian komplementaarisuuden takia. Raaka-aineiden kysyntä vähenisi Suomen teollisuudessa 0.240 %, Ruotsissa 0.450 % ja Norjan teollisuudessa samoin 0.450 %. Energian kysyntä puolestaan kasvaisi positiivisen omahintavaikutuksen kautta, energian hinnanmuutoksen suuruuden takia suhteellisen paljon, Suomessa 12.240 %, Ruotsissa 10.380 % ja Norjassa 11.610 %.

Hinnanottajayritykselle energian hinnan aleneminen saa aikaan tarjontakäyrän alaspäin siirtymisen takia tuotannon kasvamisen, tuotosvaikutus on siis normaalitapauksessa positiivinen. Tulosten mukaan tuotannon kasvamisen seurauksena pääoman kysyntä kasvaisi Suomessa 1.170 %, Ruotsissa 1.860 % ja Norjan teollisuudessa 1.560 %. Työn kysynnän tuotosvaikutus olisi Suomessa 0.360 % ja Ruotsissa 0.150 %. Norjan teollisuudelle saadaan työn tuotosvaikutukseksi negatiivinen arvo, työn kysyntä vähenisi 0.120 %. Raaka-aineiden tuotosvaikutukset ovat tulosten mukaan raaka-aineiden kysynnän kasvaminen Suomen teollisuudessa 1.230 %, Ruotsissa 1.410 % ja Norjassa 1.110 %. Tuotannon lisääntyminen kasvattaa myös energian kysyntää. Tulosten mukaan tuotosvaikutus tukisi energian positiivista omahintavaikutusta siten, että Suomen teollisuudessa energian kysyntä kasvaisi 1.140 %, Ruotsissa 1.200 % ja Norjan teollisuudessa 1.080 %.

Negatiivisen energiakriisin osittaisen tasapainon analyysin tärkein sanoma lienee se, että positiivinen tuotosvaikutus on kompensoinut useimmissa tapauksissa negatiivisen substituutiovaikutuksen. Suomen kohdalla työn ja energian suhteen näin ei ole kuitenkaan käynyt. Samoin Norjan teollisuudessa työn ja energian suhteessa komplementaarisuuden takia positiivinen substituutiovaikutus on ollut tuotosvaikutusta suurempi [9]. Kriisin kokonaisvaikutus pääoman kysyntään on Suomen teollisuudessa kysynnän kasvaminen 0.180 %, Ruotsin teollisuudessa 1.110 % ja Norjassa pääoman kysynnän kasvaminen 0.840 %. Työn kysyntä vähenisi tulosten mukaan Suomessa 0.360 %, kasvaisi Ruotsissa 0.090 % ja Norjassa 0.300 %. Raaka-aineiden kysyntä puolestaan kasvaisi Suomessa 0.990 %, Ruotsissa 0.960 % ja Norjan teollisuudessa 0.660 %. Negatiivisen energiakriisin vaikutus energian kysyntään olisi tulosten mukaan kysynnän kasvaminen Suomen teollisuudessa 13.380 %, Ruotsissa 11.580 % ja Norjan teollisuudessa 12.690 %.

Keskeisin tarkastelun tulos näkyisi olevan siten se, että näinkin suurella energian hinnan muutoksella on kokonaisuutena tarkastellen vain pieni vaikutus muiden kuin energiapanoksen kysyntään. Osittaisen tasapainon vastauksen mukaan ainakin efektin alkuvaiheessa, jolloin muiden panosten hinnat eivät vielä ole tilanteeseen reagoineet, teollisuuden energiaintensiivisyys kasvaisi.

## 5. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä tutkimuksessa pyrittiin selvittämään eräillä malliteknisillä laskelmilla kysymystä eroaako panossubstituutio Suomen, Ruotsin ja Norjan tehdasteollisuudessa jollain merkittävällä tavalla. Lisäksi oli tarkoitus tarkastella saatujen empiiristen tulosten perusteella ns. negatiivisen energiakriisin vaikutuksia maiden teollisuuden panoskysyntään.

Maiden tehdasteollisuuksien välisiä panossubstituutioeroja pyrittiin selvittämään estimoimalla sama panoskysyntämalli, joka perustui mahdollisimman yhtenäisin perustein kerättyyn aineistoon, panoskysynnän Allenin osittaisten substituutio- ja panosten kysynnän hintajoustojen laskemiseksi. Estimointiperiodiksi valittiin vuodet 1965-83 ja perusmallin muodoksi epä-homoteettinen ja teknisen kehityksen suhteen Hicks-neutraali KLEFM-Translog-malli. Perusmallin lisäksi estimoitiin useita muita malliversioita, joiden avulla pyrittiin tarkastelemaan teknisen kehityksen harhaisuuden, energian aggregoinnin ja pääoman hinnoittelutavan vaikutuksia panossubstituutiituloksiin. Energia- ja ei-energiapanosten välisessä substituutiossa havaitut maittaiset erot todennettiin tilastollisin testein.

Negatiivisen energiakriisin panoskysyntävaikutuksia analysoitiin jakamalla energian oletetun 30 %:n alenemisen kokonaisvaikutus substituutio- ja tuotosvaikutukseen. Tässä hyödynnettiin pääoman, työn, energian ja raaka-aineiden kysynnän ristijoustojen brutto- ja nettokäsitteitä. Negatiivista energiakriisiä tarkasteltiin puhtaasti osittaisen tasapainon mielessä, tilanteessa, jossa ainoastaan energian hinta muuttuu.

Tutkimuksen keskeiset tulokset voidaan koota seuraaviksi johtopäätöksiksi:

- 1) Tutkimuksen maittaisten analyysien perusteella voidaan todeta, että energia- ja ei-energiapanosten substituointimahdollisuudet poikkevat hieman yli puolessa tarkastelluista panossuhteista maittain, niin että substituutiojoustojen erot vuonna 1983 muodostuvat tilastollisesti merkittäviksi. Suomen, Ruotsin ja Norjan tehdasteollisuuksilla on siten toisistaan poikkeavat mahdollisuudet sopeutua esim. energiakriiseihin.

2) Teknisen kehityksen todettiin olleen periodilla 1965-83 keskimäärin työtä säästävää ja pääomaa sekä raaka-aineita käyttävää. Teknisen kehityksen harhaisuus suhteessa sähköön ja polttoaineisiin jäi tulosten perusteella epävarmaksi, kuitenkin Ruotsissa tekninen kehitys saatiin sähköä käyttäväksi ja polttoaineita säästäväksi. Substituutiotulokset todettiin herkiksi teknisen kehityksen spesifioinnille, mutta tulokset eivät näyttäneet suurestikaan reagoivan pääomapanoksen hinnoittelutapaan.

3) Tutkimuksen eräs keskeinen tulos on se, että energian aggregoinnilla on suuri merkitys erityisesti primaaripanosten, pääoma ja työ, ja energian suhteesta saatavalle kuvalle. Tulosten mukaan sähkö- ja polttoainepanoksesta aggregoitu energiapanos käyttäytyy säännöllisen keskimääräisesti suhteessaan ei-energiapanoksiin. Eräs selitys aiempien tutkimusten erilaisille tuloksille energian ja pääoman suhteesta voisikin olla juuri energian aggregointitapa. Tämän tulkinnan mukaan esim. pääoman ja energian suhdetulos riippuisi sähkön ja polttoaineiden suhteellisista painoista energia-aggregaatissa.

4) Verrattaessa tässä saatuja substituutiotuloksia tarkasteltujen aiempien tutkimusten tuloksiin voidaan todeta, että jos joustojen suuruusluokkaan ei kiinnitetä huomiota, niin tässä on saatu aiempia tuloksia tukevia tuloksia. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa tässä saadulle pääoman ja energian suhteelle. Tässä on saatu substituutiotulos, kun eräissä aiemmissä tutkimuksissa on saatu komplementaarisuussuhde. Eroa voi selittää energiapanoksen aggregointitapa ja estimointiperiodin valinta.

5) Maittaisten estimointien perusteella voitiin laskea teorian mukaiset pääoman, työn, energian ja raaka-aineiden kysynnän brutto- ja nettojoustot. Suoritettujen negatiivista energiakriisiä (energian 30 %:n hinnanalennus) koskevien laskelmien mukaan tuotosvaikutus on useimmissa tapauksissa tarpeeksi suuri kompensoidakseen energian hinnanmuutoksen substituutiovaikutuksen. Energian oletetulla 30 %:n hinnan alenemisella todettiin olevan, kun tuotosvaikutuskin huomioidaan, vain pieni vaikutus muiden kuin energiapanoksen kysyntään. Osittaisen tasapainon vastauksen mukaan ainakin efektin alkuvaiheessa, jolloin muiden panosten hinnat eivät ole vielä tilanteeseen reagoineet, teollisuuden tuotannon energiaintensiivisyys kasvaisi.

## LÄHDELUETTELO

- Allen R. G. D., *Mathematical Analysis for Economists*, MacMillan, 1938
- Berg S. A., *Brukepriser på realkapital i de nordiske land*, Norges Bank, Arbeids Notat, 1986/11
- Det Økonomiske Råd Sekretariatet, ETLA, IUI, IOI, *Economic Growth in a Nordic Perspective*, 1984
- Field B. C. and P. G. Allen, *A General Measure for Output-Variable Input Demand Elasticities*, *American Journal of Agricultural Economics*, Aug. 1981, 575-577
- Fuss M. A., *The Demand for Energy in Canadian Manufacturing. An Example of the Estimation of Production Structures with Many Inputs*, *Journal of Econometrics*, 1977, 89-116
- Kmenta J., *Elements of Econometrics*, MacMillan, 1971
- Puu T., *Complementarity, Substitutivity and Regressivity in the Theory of Production*, *Recherches Récentes sur la Fonction de Production*, Universitaire de Namur, 1968
- Pindyck R. S., *Interfuel Substitution and the Industrial Demand for Energy: An International Comparison*, *The Review of Economics and Statistics*, May 1979, 169-179
- Törmä H., *Komponenttien ja panosten substituutorakenteet Suomen teollisuudessa 1960-82*, *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 1986:2, 174-183
- Törmä H., *Katsaus eräisiin Pohjoismaisiin panossubstitutiitutkimuksiin*, *Elinkeinoelämän tutkimuslaitos*, *Keskusteluaiheita* N:o , 1987
- Ward M., *The Measurement of Capital, The Methodology of Capital Stock Estimates in OECD Countries*, Paris 1976
- White K. J. and N. G. Horsman, *SHAZAM, The Econometrics Computer Program, Version 5, User's Reference Manual*, Department of Economics, University of British Columbia, 1985
- Wyatt G., *Multifactor Productivity Change in Finnish and Swedish Industries, 1960 to 1980*, *The Research Institute of the Finnish Economy*, B 38, 1983
- Ylä-Liedenpohja J., *Financing and Investment under Unutilized Tax Allowances*, *Pellervo Economic Research Institute, Reports and Discussion Papers*, N:o 35/1983
- Zellner A., *An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias*, *Journal of American Statistical Association* 57, 1962, 348-368

## AINEISTOLIITE

Tutkimuksen estimointeja varten tarvitaan tietoja pääoman, työn, sähkön, poltto- ja raaka-aineiden määristä ja hinnoista sekä tuotannon määrästä periodilla 1965-83. Empiireissä osassa voitiin hyödyntää Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksessa Wyattin (1983) tutkimusta varten koottua aineistoa vuosilta 1965-80. Tästä aineistosta saatiin Suomen ja Ruotsin tehdasteollisuuden osalta tarpeelliset tiedot pääoma-, työ- ja raaka-ainepanosista sekä tuotannon määrästä. ETLA:ssa ko. aineisto on päivitetty vuoteen 1983 ja täydennetty Norjan teollisuuden tiedoilla. Aineistolähteinä on käytetty maiden kansantalouden tilinpitoa, Tilastokeskusten katsauksia ja joitain sarjoja on pyydetty suoraan maiden Tilastokeskuksilta. Energiapanokseen liittyvä aineisto kerättiin maiden teollisuustilastoista ETLA:ssa.

Pääomapanosta mitattiin kiinteähintaisella bruttopääomakanalla. Pääoman hinta laskettiin käyttökustannuskaavasta:  $PK = l(d+r)$ , jossa  $l$  on pääomaesineiden hintaindeksi,  $d$  on vakioinen pääoman kulumisaste ja  $r$  on odotettu reaalikorke. Hintaindeksinä käytettiin teollisuusinvestointien implisiittistä hintaindeksiä. Pääoman kulumisasteiksi arvioitiin Wardin (1976) mukaan Suomen teollisuudelle 8.5 %, Ruotsille 6.5 % ja Norjan teollisuudelle 8.0 %.

Korkomuuttujana käytettiin julkaisussa Det Okonomiske Råd Sekretariatet (1984) esitettyä maittaista Key Interest Rate-sarjaa. Pääomaesineiden odotettu inflaatio muodostettiin pääomaesineiden hintaindeksin kasvusta olettaen, että inflaatio-odotukset muodostuisivat toisaalta pitkän aikavälin vakiintuneen arvon ja toisaalta kunakin vuonna vallitsevan arvon painotettuna keskiarvona. Periodille ennen ja jälkeen ensimmäisen energiakriisin laskettiin oma keskimääräinen toteutunut inflaatioaste ja inflaatio-odotus muodostettiin huomioiden tämä 0.7 painolla. Pääomakustannukset laskettiin kertomalla pääomapanoksen määrä tällä pääoman käyttökustannuksella.

Työpanosta mitattiin Suomessa ja Ruotsissa tehtyillä työtunneilla ja tämän aineiston Norjasta puuttuessa, Norjassa työntekijöiden lukumäärällä. Työn hinta laskettiin jakamalla työkustannukset, jotka koostuivat palkkasummasta ja työnantajain sosiaalivakuutusmaksuista, työpanoksen määrällä.

Polttoainemuotoina huomioitiin kevyt ja raskas potto-öljy sekä kivihiili. Sähkön ja polttoaineiden hinnat esitettiin keskimääräisinä ja ne saatiin jakamalla energiamuotojen käytön arvo niiden ekvivalentteina öljytonneina esitetyllä määrällä. Sähkö- ja polttoainekustannukset ovat yhtäsuuret niiden käytön arvon kanssa.

Etlan aineistossa raaka-aineiden sarjat on kerätty sekä kiinteä- että käypähintaisina. Raaka-ainepanoksen määrää mitataan kiinteähintaisella sarjalla. Raaka-ainepanoksen hinta laskettiin implisiittisenä, energian osuus siitä puhdistuen, jakamalla käypähintainen sarja kiinteähintaisella. Raaka-aineiden, energiasta puhdistettu, käypähintainen sarja edustaa raaka-ainekustannuksia.

Tuotannon määrää mitataan kiintein hinnoin ilmaistulla tuotannon bruttoarvolla. Kokonaiskustannukset saadaan laskemalla yhteen pääoma-, työ-, energia- ja raaka-ainekustannukset. Kaikki selittävät sarjat skaalattiin siten, että ne saavat vuonna 1965 arvon 1.0.



KOMMENTTILIITE

[1] Järjestelmän  $R^2$ -arvo lasketaan SHAZAM-ohjelmistossa kaavasta:

$$R^2 = 1 - \det(E'E) / \det(y'y),$$

jossa  $\det$  viittaa determinanttiin,  $E'E$  jäännösten ja  $y'y$  riippuvien muuttujien ristitulomatriisiin.

[2]  $\chi^2$ -luku liittyy uskottavuussuhdetestiin, jossa nollahypoteesin mukaan kaikki parametriestimaatit olisivat nollia.

[3] Energian aggregointia tutkittiin myös homoteettisella ja teknisen kehityksen suhteen harhaisella mallilla. Tulokset olivat saman suuntaisia kuin perusmallillakin saadut, mutta po. keskimääräisyys oli hieman heikompaa kuin perusmallissa.

[4] Suullinen kommentti

[5] F-testin lisäksi SHAZAM-ohjelmistossa on mahdollista hyödyntää Waldin testisuuretta, joka noudattaa asympotoottisesti  $\chi^2$ -jakaumaa.

[6] Tähän tulokseen voi vaikuttaa myös se, että energiakriisin jälkeen vanhaa kapasiteettia on romutettu.

[7] Tässä käytetyn kustannusfunktion Translog-muoto on seuraava:

$$\begin{aligned} \ln C = & \beta_0 + \sum_i \beta_i \ln P_i + \beta_q \ln Q + \beta_t T \\ & + 1/2 \sum_i \sum_j \beta_{ij} \ln P_i \ln P_j \\ & + \sum_i \beta_{iq} \ln Q \ln P_i + \sum_i \beta_{it} T \ln P_i \\ & + 1/2 \beta_{qq} (\ln Q)^2 + 1/2 \beta_{tt} T^2 \\ & + \beta_{tq} T \ln Q, \end{aligned}$$

(i, j = K, L, E, M, F)

jossa C viittaa kokonaiskustannukseen, P panoshintaan, Q tuotantoon ja T aikatermiin. K viittaa pääoma-, L työ-, E sähkö-, M raaka-aine- ja F polttoainepanokseen.

[8] Laskelman tekemisen jälkeen huomattiin, että Fieldin ja Allenin artikkelissa on painovirhe. Bruttojouston kaavassa termiin  $(\beta q q + S q^2)$  on lisättävä termi  $-S q$ . Tällä on kuitenkin vain pieni vaikutus tuloksiin.

[9] Norjan osalta tulokset ovat ilmeisesti harhaisia siinä mielessä, että energian hinnan aleneminen vähentää öljytuloja ja alentaa siten kokonaiskysyntää. Siten todellinen tuotosvaikutus on ilmeisesti negatiivinen. Ts. ceteris paribus-ehto ei todennäköisesti ole voimassa, vaan kysyntäkäyräkin siirtyy.

Taulukkoliite 1. Epähomoteettisen KLEFM-Translog  
-mallin estimointitulokset, tehdas-  
teollisuus, 1965-83, IZEF

| Maa<br>Parametri | Suomi               | Ruotsi              | Norja               |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| $\beta_{KK}$     | 0.043***            | 0.036***            | 0.068***            |
| $\beta_{KL}$     | -0.010 <sup>-</sup> | -0.016*             | -0.037***           |
| $\beta_{KE}$     | 0.000 <sup>-</sup>  | -0.0005*            | 0.002*              |
| $\beta_{KF}$     | -0.000 <sup>-</sup> | 0.001 <sup>-</sup>  | -0.001*             |
| $\beta_{KM}$     | -0.033***           | -0.021***           | -0.031***           |
| $\beta_{KQ}$     | 0.009 <sup>-</sup>  | 0.032 <sup>-</sup>  | 0.061***            |
| $\beta_K$        | 0.040***            | 0.056***            | 0.059***            |
| $\beta_{LL}$     | 0.136***            | 0.071**             | 0.179***            |
| $\beta_{LE}$     | 0.000 <sup>-</sup>  | -0.000 <sup>-</sup> | 0.003 <sup>-</sup>  |
| $\beta_{LF}$     | -0.005 <sup>-</sup> | -0.021***           | -0.005***           |
| $\beta_{LM}$     | -0.122***           | -0.034 <sup>-</sup> | -0.140***           |
| $\beta_{LQ}$     | -0.117***           | -0.113 <sup>-</sup> | -0.199***           |
| $\beta_L$        | 0.212***            | 0.297***            | 0.232***            |
| $\beta_{EE}$     | 0.014***            | 0.015***            | 0.002 <sup>-</sup>  |
| $\beta_{EF}$     | 0.002***            | -0.0008**           | 0.002***            |
| $\beta_{EM}$     | -0.017***           | -0.013***           | -0.009**            |
| $\beta_{EQ}$     | -0.009 <sup>-</sup> | 0.0004 <sup>-</sup> | -0.006 <sup>-</sup> |
| $\beta_E$        | 0.017***            | 0.013***            | 0.015***            |
| $\beta_{FF}$     | 0.003 <sup>-</sup>  | 0.005*              | 0.005***            |
| $\beta_{FM}$     | -0.003 <sup>-</sup> | 0.020**             | -0.002 <sup>-</sup> |
| $\beta_{FQ}$     | 0.012***            | 0.027**             | 0.006**             |
| $\beta_F$        | 0.006***            | 0.008***            | 0.005***            |
| $R_{SK}^2$       | 0.917               | 0.915               | 0.926               |
| $R_{SL}^2$       | 0.485               | 0.839               | 0.857               |
| $R_{SE}^2$       | 0.992               | 0.939               | 0.702               |
| $R_{SF}^2$       | 0.824               | 0.791               | 0.924               |
| $\chi^2$<br>(15) | 185.240***          | 164.130***          | 157.860***          |
| $\alpha = 0.005$ | 32.800              |                     |                     |

(Taulukkoliitteissä tähtien määrä viittaa tilastolliseen merkitsevyyteen:

\* = nollasta poikkeava 5 % merkitsevyydellä

\*\* = 1 % tasolla

\*\*\* = 0.1 % tasolla)

Taulukkoliite 2. Harhaisen KLEFM-Translog -mallin  
estimointitulokset, tehdasteollisuus, 1965-83, IZEF

| Maa<br>Parametri | Suomi               | Ruotsi              | Norja               |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| $\beta_{KK}$     | 0.042***            | 0.037***            | 0.059***            |
| $\beta_{KL}$     | -0.006 <sup>-</sup> | -0.004 <sup>-</sup> | -0.009***           |
| $\beta_{KE}$     | 0.0002 <sup>-</sup> | -0.0007***          | 0.002*              |
| $\beta_{KF}$     | -0.001 <sup>-</sup> | 0.0001 <sup>-</sup> | -0.003***           |
| $\beta_{KM}$     | -0.035***           | -0.033***           | -0.049***           |
| $\beta_{KT}$     | 0.0004 <sup>-</sup> | 0.0005*             | 0.001***            |
| $\beta_K$        | 0.039***            | 0.054***            | 0.057***            |
| $\beta_{LL}$     | 0.135***            | 0.150***            | 0.140***            |
| $\beta_{LE}$     | -0.000 <sup>-</sup> | -0.004***           | 0.005 <sup>-</sup>  |
| $\beta_{LF}$     | 0.004 <sup>-</sup>  | 0.019***            | -0.009***           |
| $\beta_{LM}$     | -0.133***           | -0.161***           | -0.127***           |
| $\beta_{LT}$     | -0.006***           | -0.010***           | -0.005***           |
| $\beta_L$        | 0.214***            | 0.302***            | 0.227***            |
| $\beta_{EE}$     | 0.014***            | 0.016***            | 0.005*              |
| $\beta_{EF}$     | 0.002***            | -0.002**            | 0.005 <sup>-</sup>  |
| $\beta_{EM}$     | -0.016***           | -0.009***           | -0.013***           |
| $\beta_{ET}$     | -0.000 <sup>-</sup> | 0.0003**            | -0.000 <sup>-</sup> |
| $\beta_E$        | 0.016***            | 0.003***            | 0.014***            |
| $\beta_{FF}$     | 0.002 <sup>-</sup>  | 0.005***            | 0.005***            |
| $\beta_{FM}$     | -0.007 <sup>-</sup> | -0.022***           | 0.007***            |
| $\beta_{FT}$     | -0.000 <sup>-</sup> | -0.002***           | 0.0008***           |
| $\beta_F$        | 0.006***            | -0.009***           | 0.005***            |
| $R^2_{SK}$       | 0.938               | 0.928               | 0.963               |
| $R^2_{SL}$       | 0.642               | 0.904               | 0.984               |
| $R^2_{SE}$       | 0.993               | 0.975               | 0.663               |
| $R^2_{SM}$       | 0.821               | 0.949               | 0.949               |
| $\chi^2(15)$     | 194.670***          | 220.200***          | 197.900***          |

Taulukkoliite 3. Epähomoteettisen KLEM-Translog -mallin estimointitulokset, tehdasteollisuus 1965-83, IZEF

| Maa<br>Parametri | Suomi               | Ruotsi               | Norja               |
|------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| $\beta_{KK}$     | 0.041***            | 0.036***             | 0.069***            |
| $\beta_{KL}$     | -0.006 <sup>-</sup> | -0.017 <sup>-</sup>  | -0.038***           |
| $\beta_{KE}$     | 0.0001 <sup>-</sup> | -0.0005 <sup>-</sup> | -0.001 <sup>-</sup> |
| $\beta_{KM}$     | -0.035***           | -0.019*              | -0.031***           |
| $\beta_{KQ}$     | 0.006 <sup>-</sup>  | 0.039 <sup>-</sup>   | 0.058***            |
| $\beta_K$        | 0.040***            | 0.056***             | 0.059***            |
| $\beta_{LL}$     | 0.140***            | 0.088*               | 0.180***            |
| $\beta_{LE}$     | -0.002 <sup>-</sup> | -0.008 <sup>-</sup>  | -0.008 <sup>-</sup> |
| $\beta_{LM}$     | -0.133***           | -0.063 <sup>-</sup>  | -0.135***           |
| $\beta_{LQ}$     | -0.127***           | -0.202*              | -0.206***           |
| $\beta_L$        | 0.212***            | 0.302***             | 0.233***            |
| $\beta_{EE}$     | 0.018***            | 0.020***             | 0.015***            |
| $\beta_{EM}$     | -0.016***           | -0.012**             | -0.007 <sup>-</sup> |
| $\beta_{EQ}$     | 0.003 <sup>-</sup>  | 0.003 <sup>-</sup>   | 0.005 <sup>-</sup>  |
| $\beta_E$        | 0.023***            | 0.021***             | 0.020***            |
| $R_{SK}^2$       | 0.924               | 0.895                | 0.932               |
| $R_{SL}^2$       | 0.429               | 0.437                | 0.861               |
| $R_{SE}^2$       | 0.964               | 0.941                | 0.813               |
| $\chi^2(9)$      | 128.550**           | 116.230***           | 125.960***          |
| $\alpha = 0.005$ | 23.600              |                      |                     |

Taulukkoliite 4. Epähomoteettisen KLEM-Translog -mallin estimointitulokset, kun käytetään kahta erilaista pääoman käyttökustannusta, tehdasteollisuus, 1967-83, IZEF

| Maa<br>Para-<br>metri | Suomi               |                     | Ruotsi               |                     | Norja               |                      |
|-----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
|                       | UC                  | Berg                | UC                   | Berg                | UC                  | Berg                 |
| $\beta_{KK}$          | 0.040***            | 0.089***            | 0.036***             | 0.048***            | 0.068***            | 0.040***             |
| $\beta_{KL}$          | -0.003 <sup>-</sup> | -0.025***           | -0.021 <sup>-</sup>  | -0.027***           | -0.034***           | -0.011***            |
| $\beta_{KE}$          | 0.0006 <sup>-</sup> | -0.002***           | -0.0009 <sup>-</sup> | -0.001*             | -0.000 <sup>-</sup> | -0.0004 <sup>-</sup> |
| $\beta_{KM}$          | -0.038***           | -0.062***           | -0.014 <sup>-</sup>  | -0.019***           | -0.034***           | -0.029***            |
| $\beta_{KQ}$          | 0.004 <sup>-</sup>  | -0.091***           | 0.042 <sup>-</sup>   | 0.026 <sup>-</sup>  | 0.060***            | 0.039 <sup>-</sup>   |
| $\beta_K$             | 0.039***            | 0.324***            | 0.057***             | 0.140***            | 0.057***            | 0.113***             |
| $\beta_{LL}$          | 0.134***            | 0.093***            | 0.101*               | 0.098***            | 0.155***            | 0.083***             |
| $\beta_{LE}$          | -0.002 <sup>-</sup> | -0.003 <sup>-</sup> | -0.007 <sup>-</sup>  | -0.006 <sup>-</sup> | -0.012*             | -0.015***            |
| $\beta_{LM}$          | -0.129***           | -0.065***           | -0.074*              | -0.065*             | -0.109***           | -0.057*              |
| $\beta_{LQ}$          | -0.125***           | -0.065***           | -0.260**             | -0.262***           | -0.199***           | -0.144***            |
| $\beta_L$             | 0.214***            | 0.150***            | 0.313***             | 0.284***            | 0.239***            | 0.228***             |
| $\beta_{EE}$          | 0.020***            | 0.018***            | 0.020***             | 0.020***            | 0.017***            | 0.017***             |
| $\beta_{EM}$          | -0.018***           | -0.013***           | -0.012**             | -0.013***           | -0.005 <sup>-</sup> | -0.001 <sup>-</sup>  |
| $\beta_{EQ}$          | 0.0008 <sup>-</sup> | 0.005 <sup>-</sup>  | -0.002 <sup>-</sup>  | -0.005 <sup>-</sup> | 0.004 <sup>-</sup>  | 0.005 <sup>-</sup>   |
| $\beta_E$             | 0.023***            | 0.017***            | 0.022***             | 0.020***            | 0.021***            | 0.021***             |
| $R_{SK}^2$            | 0.929               | 0.960               | 0.891                | 0.836               | 0.935               | 0.815                |
| $R_{SL}^2$            | 0.407               | 0.907               | 0.442                | 0.618               | 0.897               | 0.842                |
| $R_{SE}^2$            | 0.954               | 0.978               | 0.943                | 0.921               | 0.792               | 0.830                |
| $\chi^2(9)$           | 112.660***          | 113.490***          | 109.910***           | 106.790***          | 118.320***          | 88.311***            |

ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS (ETLA)  
The Research Institute of the Finnish Economy  
Lönnrotinkatu 4 B, SF-00120 HELSINKI Puh./Tel. (90) 601 322

KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847

- No 206 JUSSI RAUMOLIN, Recent Trends in the Development of the Forest Sector in Finland and Eastern Canada. 04.04.1986. 40 p.
- No 207 VESA KANNIAINEN - JUHA VEHVILÄINEN, On Instability of a Keynesian Macro Model: Some Notes. 08.04.1986. 14 p.
- No 208 PEKKA YLÄ-ANTTILA, Investment Structure, Productivity and Technical Change - Implications for Business Organizations and Management. 17.04.1986. 19 p.
- No 209 JUHA AHTOLA, Consequences from Improper Use of Ordinary Least Squares Estimation with Time Series Data. 12.05.1986. 11 p.
- No 210 TIMO AIRAKSINEN, Vertaileva analyysi pääomatulojen verotuksesta Suomessa ja Ruotsissa vuonna 1986. 29.05.1986. 36 s.
- No 211 JUSSI RAUMOLIN, Kaivos- ja metallituotteiden maailmantalous. 18.06.1986. 40 s.
- No 212 TARMO VALKONEN, Vakuutusyhtiöiden sijoitustoiminnan puitteet ja sijoitusten jakautuminen Suomessa vuosina 1962-1984. 19.06.1986. 68 s.
- No 213 TIMO TERÄSVIRTA - GANG YI - GEORGE JUDGE, Model Selection, Smoothing and Parameter Estimation in Linear Models under Squared Error Loss. 17.07.1986. 21 p.
- No 214 MARKKU RAHIALA - TIMO TERÄSVIRTA, Formation of Firms' Production Plans in Finnish Manufacturing Industries. 18.07.1986. 30 p.
- No 215 SEIJA ILMAKUNNAS, The Monopoly Union Model with Endogenous Price Expectations. 15.08.1986. 15 p.
- No 216 VESA KANNIAINEN - HANNU HERNESNIEMI, The Cost of Holding Inventories, and the Demand for Labor and Capital under Corporate Taxation: Another Look. 06.10.1986. 24 p.
- No 217 TIMO AIRAKSINEN, Pääomaverotuksen teoriaa. 12.11.1986. 63 s.
- No 218 VESA KANNIAINEN, Tax Allowances and the Optimal Investment Policy by Firms. 04.12.1986. 45 p.
- No 219 JUSSI RAUMOLIN, The Role of Education in the Development of the Mining Sector in Finland. 04.12.1986. 83 p.

Taulukkoliite 5. Epähomoteettisen KLEM-Translog -mallin estimointitulokset, kun ln C estimoitavassa järjestelmässä mukana, tehdasteollisuus, 1965-83, IZEF

| Maa<br>Parametri | Suomi                | Ruotsi              | Norja                |
|------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| $\beta_K$        | 0.040***             | 0.059***            | 0.059***             |
| $\beta_L$        | 0.212***             | 0.281***            | 0.233***             |
| $\beta_E$        | 0.022***             | 0.024***            | 0.020***             |
| $\beta_{KK}$     | 0.041***             | 0.045***            | 0.063***             |
| $\beta_{KL}$     | -0.005 <sup>-</sup>  | -0.074***           | -0.025***            |
| $\beta_{KE}$     | -0.0002 <sup>-</sup> | 0.019***            | 0.002*               |
| $\beta_{KM}$     | -0.036***            | 0.010**             | -0.040***            |
| $\beta_{KQ}$     | 0.005 <sup>-</sup>   | 0.113***            | 0.047***             |
| $\beta_{LL}$     | 0.150***             | 0.504***            | 0.158***             |
| $\beta_{LE}$     | -0.002 <sup>-</sup>  | -0.133***           | -0.017***            |
| $\beta_{LM}$     | -0.143***            | -0.297***           | -0.116***            |
| $\beta_{LQ}$     | -0.137***            | -0.760***           | -0.183***            |
| $\beta_{EE}$     | 0.017***             | 0.040***            | 0.015***             |
| $\beta_{EM}$     | -0.014***            | 0.074***            | -0.0005 <sup>-</sup> |
| $\beta_{EQ}$     | 0.004 <sup>-</sup>   | 0.203***            | 0.011***             |
| $\beta_Q$        | 0.996***             | -0.035 <sup>-</sup> | 1.269***             |
| $\beta_{QQ}$     | 2.882***             | 5.377***            | 4.610***             |
| $\beta_O$        | 0.007 <sup>-</sup>   | 0.014 <sup>-</sup>  | -0.063 <sup>-</sup>  |
| $R_{\ln C}^2$    | 0.982                | 0.999               | 0.990                |
| $R_{SK}^2$       | 0.925                | 0.914               | 0.940                |
| $R_{SL}^2$       | 0.420                | 0.817               | 0.883                |
| $R_{SE}^2$       | 0.976                | 0.287               | 0.750                |





- No 220 MARKKU RAHIALA - TIMO TERÄSVIRTA - VESA KANNIAINEN, Factors Affecting Firms' Employment Plans in Finnish Manufacturing Industries. 15.12.1986. 30 p.
- No 221 TIMO TERÄSVIRTA, Incomplete Ellipsoidal Restrictions in Linear Models. 16.12.1986. 9 p.
- No 222 OSMO FORSSELL, Panos-tuotos-laskelmat Suomen Neuvostoliiton-viennistä. 22.12.1986. 119 s.
- No 223 OLLI-TAPIO MATTILA, Suomen Neuvostoliiton-kaupan kehitys, kuvioliite. 22.12.1986. 94 s.
- No 224 PEKKA ILMAKUNNAS, Survey Expectations vs. Rational Expectations in the Estimation of a Dynamic Model: Demand for Labor in Finnish Manufacturing. 30.12.1986. 22 p.
- No 225 PEKKA SPOLANDER, Kapitalmarknader och ägarförhållanden i Finlands näringsliv. 31.12.1986. 42 s.
- No 226 JUHA KINNUNEN, Comparison of the Arima-Model Forecasts of Some Finnish Macroeconomic Variables with Econometric Macromodel Forecasts. 31.12.1986. 33 p.
- No 227 ERKKI KOSKELA, Personal Savings and Capital Income Taxation: A Differential Incidence Analysis. 12.01.1987. 16 p.
- No 228 MORTEN JONASSEN - PAAVO SUNI, Real Exchange Rates as Indicators of Purchasing Power Parity. 20.02.1987. 30 p.
- No 229 JUHANI RAATIKAINEN, Variability of Exchange Rates under Rational Expectations. 21.02.1987. 25 p.
- No 230 TIMO AIRAKSINEN, Talletusten verollistamisen vaikutus pankkien käyttäytymiseen ja kannattavuuteen. 31.03.1987. 21 s.
- No 231 JUHA AHTOLA, Error Correction Mechanism: An Economic Interpretation. 01.04.1987. 10 p.
- No 232 HANNU TÖRMÄ, Katsaus eräisiin pohjoismaisiin panossubstituutiotutkimuksiin. 01.04.1987. 49 s.
- No 233 HANNU TÖRMÄ, Pääoman, työn, energian ja raaka-aineiden substitutio Suomen, Ruotsin ja Norjan tehdasteollisuudessa. 01.04.1987. 35 s.

Elinkeinoelämän Tutkimuslaitoksen julkaisemat "Keskusteluaiheet" ovat raportteja alustavista tutkimustuloksista ja väliraportteja tekeillä olevista tutkimuksista. Tässä sarjassa julkaistuja monisteita on rajoitetusti saatavissa ETLAn kirjastosta tai ao. tutkijalta.

Papers in this series are reports on preliminary research results and on studies in progress; they can be obtained, on request, by the author's permission.

