

Keskusteluaiheita

Discussion papers

Hannu Törmä*

PANOSSUBSTITUUTION RAKENNEMUUTOS

SUOMEN TEOLLISUUDESSA

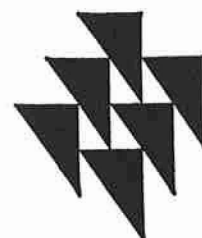
No 183

06.11.1985

*Jyväskylän yliopisto, taloustieteen laitos
Seminaarinkatu 15, 40100 Jyväskylä
Puh. 941/29 21 68

Haluan kiittää Pekka Ilmakunnasta ja ETLAn
toimialaryhmän jäseniä rakentavista kommen-
teista.

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



SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
1.1	Matalien ja korkeiden panoshintojen aika	2
1.2	Energiaintensiivisyys	3
1.3	Tavoitteet ja sisältö	4
2	PANOSKYSYNTÄMALLI	5
2.1	Yleistetty Leontief-teknologia	5
2.2	Aineisto ja estimointimenetelmä	7
3	RAKENNEMUUTOKSEN ESTIMOIMINEN	9
3.1	Estimointitulokset	9
3.2	Ristijousten erot	9
3.3	Rakennemuutoksen testaaminen	12
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	14
	LÄHDELUETTELO	16
	LIITTEET 1-7	17

1 JOHDANTO

Kiinnostus tutkia panossubstituution mahdollista rakennemuutosta on virinnyt erään Dieter Hessen ja Helena Tarkan kirjoittaman paperin pohjalta (1985). Heidän mielenkiintoinen ideansa oli tutkia panossubstituutiota ennen ja jälkeen ensimmäisen energiakriisin. Heidän käyttämänsä perusoletus oli se, että matalien ja korkeiden energiahintojen aika jollain tavalla poikkeaisi panossubstituution suhteen. Hesse ja Tarkka ovat käyttäneet kansainvälistä yhdistettyä poikkileikkaus- ja aikasarja-aineistoa, jossa myös Suomi on mukana. Tämä lieneekin ensimmäinen kerta, kun Suomen aineistoa käytetään tällaiseen tarkoitukseen.

Hesse ja Tarkka esittävät panossubstituutiotuloksia myös Suomen osalta (1985 s. 17, 18). Näiden tulosten suhteen on tietenkin suhteellisen kriittistä se, että lasketut joustot perustuvat (puulatusmallin) kertoimiin, jotka on estimoitu käyttäen kansainvälistä aineistoa. Tällöinhän pakostakin oletetaan, että kaikkien maiden tuotantoteknologia olisi sama, ts. että kussakin maassa esim. joustojen etumerkit olisivat samat. Tämän paperin tarkoituksena onkin käyttää puhtaasti suomalaista aineistoa, joka on puulattu yli teollisuuden kaksinumerotason toimialojen.

Tässä käytetään siis Hessen ja Tarkan ideaa estimointiperiodin jakamisesta kahteen osaan (1960-73 ja 1974-81). Lisäksi halutaan tarkastella eroavatko ei-energiaintensiiviset ja energiaintensiiviset toimialat toisistaan panossubstituutiossaan. Asetelma mahdollistaa myös sen tarkastelun minkä tyyppisillä toimialoilla mahdollinen panossubstituution rakennemuutos olisi tapahtunut.

Tässä saatujen tulosten ja Hessen ja Tarkan tulosten vertailuun palataan luvussa 4. Jo tässä vaiheessa on syytä huomauttaa, että tässä estimoitu panoskysyntämalli eroaa Hessen ja Tarkan mallista paitsi aineistonsa, niin myös funktiomuotonsa ja panosrakenteensa suh-

teen. Hessellä ja Tarkalla funtiomuoto oli Translog, kun tässä operoidaan yleistetyllä Leontief-funktiolla. Nämä molemmat funktiot ovat ns. joustavia eli eivät aseta panosjoustoille mitään rajoittavia a priori-ehtoja. Toinen ero liittyy siihen, että Hessellä ja Tarkalla ei ole raaka-aineita panoksina, kun taas tässä on pyritty ne ottamaan mukaan. Kansainvälistä aineistoa käytettäessä on raaka-aineiden poisjättäminen täysin ymmärrettävää. Kolmas tutkimusten ero liittyy teknisen kehityksen huomioimiseen. Hessellä ja Tarkalla tekninen kehitys on harhainen, kun se tässä on Hicks-neutraali. Molemmissa tutkimuksissa on energiapanos jaettu polttoaineisiin ja sähköön.

Mainittakoon vielä, että tässä paperissa keskitytään pelkästään mahdollisen rakennemuutoksen toteamiseen. Esim. kysymystä miksi rakennemuutos olisi tapahtunut ei käsitellä.

1.1 Matalien ja korkeiden panoshintojen aika

1960-luku ja 1970-luvun alku aina ensimmäiseen energiakriisiin saakka oli panoshintojen kasvun suhteen suhteellisen staattista aikaa. Energiakriisin jälkeinen aika puolestaan merkitsi siirtymistä panoshinnoissa, erityisesti energian hinnoissa, aivan uudelle korkeammalle tasolle. Liitteessä 1 on taulukko 1, jossa on esitetty tässä käytetyllä aineistolla lasketut panoshintojen (nimelliset) kasvuprosentit. Taulukosta voimme todeta, että ennen energiakriisiä nimellisten panoshintojen kasvuprosentit olivat keskimäärin suhteellisen alhaisia, pl. työvoima, jonka hinta kasvoi keskimäärin 11.69 % vuodessa (mk/työtunti). Eri-tyisen hitaasti kasvoi sähkön ja pääoman hinta (2.02 % ja 3.17 %). Raaka- ja polttoaineiden hinnat nousivat edellisiä kahta enemmän, raaka-aineiden hinnan kasvu oli keskimäärin 4.76 % ja polttoaineiden 5.82 %.

Ensimmäisen energiakriisin jälkeinen aika puolestaan merkitsi panoshintojen voimakasta kasvua. Pääoman osalta kasvuprosentti 30.72 ei anna täysin oikeata kuvaa sillä suuri kasvuprosentti on seurausta tässä käytetyn pääoman käyttökustannus-muuttujan voimakkaasta

hajonnasta, joka puolestaan liittyy odotetun inflaation määrittämiseen (kts. Törmä, Väisänen ja Savolainen 1985). Hessen ja Tarkan käyttämä yksinkertaistettu pääoman käyttökustannus kasvoi periodilla 1960-72 keskimäärin 8.7 % ja periodilla 1973-80 13.1 %, joten tässä käytetty käyttökustannus osoittaa saman kasvujen eron, joskin tässä ero on suurempi.

Työvoiman nimellisen hinnan kasvut eroavat vähiten, energiakriisin jälkeen työn hinta kasvoi keskimäärin 15.98 %. Sähköllä sekä raaka- ja polttoaineilla hintojen kasvun erot ovat selvästi suuremmat. Energiakriisin jälkeen sähkön nimellishinta kasvoi 17.74 %, raaka-aineiden hinta 13.02 % ja polttoaineiden hinta kasvoi keskimäärin 28 % vuodessa.

Panoshintojen suhteen on siten olemassa kaksi erilaista aikakautta: alhaisten ja korkeiden energiahintojen aika.

1.2 Energiaintensiivisyys

Tässä on tarkoitus tutkia myös eroavatko eri energiaintensiivisyyden omaavat toimialat toisistaan panossubstituution suhteen. Aineisto jaetaan estimoinnissa siten ei pelkästään aikaperiodin mukaan, vaan myös energiaintensiivisyyden mukaan.

Energiaintensiivisyyttä mitataan kahdella tunnusluvulla. Näistä ensimmäinen saadaan jakamalla toimialan toimitusmääräisenä laskettu energiankulutus toimialan kiinteähintaisella tuotannon bruttoarvolla. Toinen tunnusluku saadaan laskemalla toimialan energiakustannusten osuus tuotantokustannuksista, joita laskettaessa pääomakustannukset on saatu kertomalla pääoman käyttökustannuksella pääoman määrä (kiinteähintainen nettopääomakanta). Nämä tunnusluvut on koottu toimialoittain taulukkoon 2. liitteessä 1. Po. tunnuslukuja on merkitty lyhenteillä Eint ja Sen.

Molemmat tunnusluvut näyttävät jakavan toimialat samoin. Energiaintensiivisiä näyttäisivät olevan toimialat 34-37 ja ei-intensiivisiä toimialat 31-33 ja 38. Luokittelun mukaan energiaintensiiviset toimialat käyttäisivät energiaa 66.8-181 toeta miljoonan markan tuotoksen tuottamiseen kun ei-intensiiviset käyttäisivät vain 21.5-47.2 toeta. Energiaintensiivisillä energian kustannusosuus olisi keskimäärin 5 - 10.5 % kun ei-intensiivisillä osuus olisi vain 1.8 - 3.8 %.

Tehty luokittelu on tietenkin sikäli mielivaltainen, että erottelun on perustuttava subjektiivisesti määriteltyyn raja-arvoon tunnusluvun arvoalueella. Erityisen hankala oli sijoittaa toimialaa 33, koska sen tunnuslukujen arvot sijoittuivat siten, ettei silmämääräisesti voitu selvästi nähdä kumpaan luokkaan se tulisi sijoittaa. Tässä tilanteessa päädyttiin toimialan 33 sijoittamiseen ei-energiaintensiivisiin, koska vapausasteesyytkin tätä edellyttivät. Tällöin saavutettiin myös se etu, että vertailtavat ryhmät muodostuivat yhtä suuriksi.

1.3 Tavoitteet ja sisältö

Työn tavoitteiksi on asetettu seuraavat:

- 1) Panossubstituutiossa mahdollisesti tapahtuneen rakennemuutoksen analysointi estimomallilla määritelty panoskysyntämalli:
 - a) eri aikaperiodeilla ja
 - b) eri energiaintensiivisyyden omaavilla toimialoilla
- 2) Sen tarkastelu minkätyyppisillä toimialoilla mahdollinen rakennemuutos olisi tapahtunut
- 3) Mahdollisesti havaittavien erojen tilastollinen testaaminen

Luvussa 2 käydään lyhyesti läpi käytetty mallirakenne joustokaavoineen ja kerrotaan aineistosta ja estimointimenetelmästä. Luku 3 raportoi tehtyjen estimointien tulokset ja luvussa 4 tehdään johtopäätökset samoin kuin verrataan tässä saatuja tuloksia Hessen ja Tarkan Suomesta saamiin tuloksiin.

2 PANOSKYSYNTÄMALLI

2.1 Yleistetty Leontief-teknologia

Käytettävä malli on uuden ns. KLEM-rakenteen mukainen. Mallin keskeinen piirre on se, että siinä huomioidaan energia- (EN) ja raaka-ainepanokset (M) primaaripanosten, pääoman (K) ja työvoiman (L) rinnalla tuotantopanoksina. Energiapanos on edelleen jaettu sähköön (E) ja polttoaineisiin (F). Seuraavassa malli esitellään vain pääpiirteissään. Täydellisempi kuvaus on esitetty esim. julkaisuissa: Denny, May ja Pinto (1978) ja Lopez (1980).

Mallin muodostaminen lähtee oletuksesta, jonka mukaan määrättyllä toimialatasolla olisi olemassa hyvinkäyttäytyvä, kahdesti differentioituva KLEMF-tuotantofunktio teknisen kehityksen ollessa Hicks-neutraali:

$$(1) \quad Q = f(K, L, E, M, F),$$

jossa Q on tuotos ja loput argumentit ovat em. panoksia.

Olettamalla, että duaalisuuden vaatimukset ovat voimassa (1):sen mukainen tuotantoteknologia voidaan esittää yhtäpitävästi (1):lle duaalin kustannusfunktion C avulla:

$$(2) \quad C = h(PK, PL, PE, PM, PF, Q),$$

jossa P viittaa panoshintaan.

Tässä on tarkoitus estimoida kustannusfunktion parametreja. Kustannusfunktiolle halutaan asettaa funktiomuoto, joka mahdollisimman vähän rajoittaa substituutioparametreja.

Valitaan yleistetty Leontief-muoto, joka on ns. joustava funktiomuoto. Kustannusfunktio tulee muotoon:

$$(3) \quad C = \sum_{ij} b_{ij} (P_i P_j)^{\frac{1}{2}} Q + Q^2 \sum_i b_{iq} P_i, \quad (i, j = K, L, E, M, F)$$

Panosten kysyntäyhtälöt johdetaan Shephardin lemman avulla, jonka mukaan kustannusfunktion ensimmäinen osittaisderivaatta i:n panoshinnan suhteen on i :s panoskysyntäyhtälö. Kysyntäyhtälöt tulevat muotoon:

$$(4) \quad X_i = \sum_j b_{ij} (P_j / P_i)^{\frac{1}{2}} Q + b_{iq} Q^2, \quad (i, j = K, L, E, M, F)$$

jossa X_i on panoksen i kustannukset minimoiva määrä.

(4) muodostaa panoskysyntäyhtälöryhmän, jossa kunkin panoksen kysyttyä määrää selitetään suhteellisilla panoshinnoilla ja tuotannon määrällä. (4) vastaa epä-homoteettista tuotantoteknologiaa ja periaatteessa sallii vaihtuvat skaalatuotot. Jos (4):ssa tuotokset poistettaisiin vastaisi se vakioskaalatuottoista teknologiaa.

Panosten risti- ja oman hinnan joustot saadaan kaavoista:

$$(5) \quad E_{ij} = \left[\frac{1}{2} b_{ij} (P_j / P_i)^{\frac{1}{2}} Q \right] / X_i, \quad (i, j = K, L, E, M, F)$$

$$E_{ii} = -\sum_j E_{ij}$$

Nämä joustot eivät ole vakioisia, vaan vaihtelevat panosmäärien, panoshintojen ja tuotoksen mukaan.

2.2 Aineisto ja estimointimenetelmä

Tässä on voitu käyttää erään toisen tutkimuksen yhteydessä kerättyä toimialoittaista aineistoa (Törmä ja Loukola 1985). Käytettävissä on panoskysyntäyhtälöiden estimoinnissa vaadittavat panosmäärä-, panoshinta- ja tuotantotiedot kaksinumeroisella toimialajaolla vuosilta 1960-81.

Pääomapanosta mitataan nettopääomakannalla vuoden 1980 hinnoin, jonka sarjat Tilastokeskus ystävällisesti luovutti käyttöni. Käytettyjen pääomapalvelusten oletetaan siten olevan suoraan verrannolliset nettopääomakantaan. Pääomapanoksen hinnoittelu perustuu Jouko Ylä-Liedenpohjan (1983) tutkimuksessa esitettyyn teoriaan ja toimialoittaisten sarjojen konstruointi on esitetty julkaisussa Törmä, Väisänen ja Savolainen (1985). Pääomahintasarjoja käsitellään pääoman käyttökustannus-muodossa; pääomaesineen hintana käytetään nettopääomakannan implisiittistä hintaindeksiä.

Työvoimapanoksen määrää mitataan tehdyillä työtunneilla. Tuntipalkka, joka saatiin jakamalla yhteenlasketut palkkasumma ja työnantajain sosiaalivakuutusmaksut tehdyillä työtuntimäärällä, edustaa työpanoksen hintaa. Nämä sarjat kerättiin Tilastokeskuksen aikasarjatietokannasta (ASTIKA).

Teollisuustilasto ei raportoi käytettyjen raaka-aineiden aggregaattimäärää, raaka-aineiden käytön arvo käyvin hinnoin on sen sijaan raportoitu. Teollisuustilaston perusteella ei siten raaka-aineagregaatin hintaa voida määritellä. Tässä päädyttiin käyttämään ETLA:n julkaisemia tuontiraaka-aineiden hintaindeksejä (kts. Saralehto ja Vajanne 1981). Implisiittinen oletus, joka tällöin tehdään on se, että kotimaiset ja ulkomaiset raaka-aineet olisivat täydellisiä substituutteja, jolloin niiden hinta muodostuisi samaksi. Raaka-aineiden määrä lasketaan jakamalla raaka-ainekäytön arvo raaka-aineiden tuontihintaindeksillä.

Teollisuuden käyttämistä energiamuodoista huomioidaan sähkö, lämpö, kevyt ja raskas poltto-öljy sekä kivihiili, joista jälkimmäiset muodostavat polttoaine-aggregaatin. Energiamuotojen käytetyt määrät ja käytön arvot kerättiin Teollisuustilastosta. Energian hinta ilmaistaan keskimääräisenä, markkoina ekvivalenttista öljytonnia kohden (mk/toe). Polttoaineiden määrä ja hinta saadaan Divisia-indeksinä.

Tuotannon määrä saadaan deflatoimalla vuoteen 1980 Teollisuustilastosta kerätty tuotannon bruttoarvo Suomen tilastollisesta vuosikirjasta saadulla tuotannon hintaindeksillä.

Kaikki lopulliset hinta-, määrä- ja tuotossarjat skaalataan siten, että vuosi 1960 saa arvon 1.0.

Panoskysyntämalli estimoitiin käyttäen yhdistettyä poikkileikkaus- ja aikasarja-aineistoa vuosilta 1960-81. Estimoinnit suoritettiin usealla eri tavalla. Ensin malli estimoitiin käyttäen toimialojen 31-38 yhdistettyä aineistoa. Tämä mahdollisti puulatun tuloksen vertailun aiemmin tehdasteollisuuden tasolla saatuihin tuloksiin. Toiseksi malli estimoitiin em. kahdella aikaperiodilla ja em. ei-intensiivisten ja intensiivisten toimialojen tasolla. Lopuksi malli estimoitiin kahden viimeksimainitun kriteerin perusteella ristikkäin. Tällöin päästään analysoimaan sitä kummalla, ei-intensiivisillä vai intensiivisillä toimialoilla, mahdollinen rakennemuutos olisi tapahtunut. Kaikkiaan suoritettiin siten yhdeksän eri estimointia. Estimointimenetelmänä käytettiin iteratiivista Zellnerin tehokasta estimointimenetelmää (IZEF) (kts. Zellner 1962). Kaikissa estimoinneissa asetettiin hintojen ristivaikutukset symmetrisiksi, ts. $b_{ij} = b_{ji}$.

3 RAKENEMUUTOKSEN ESTIMOIMINEN

3.1 Estimointitulokset

Eri estimointien IZEF-estimaatit on substituutioparametrien osalta esitetty liitteen 2 taulukossa 3. Parametri-estimaattien yhteyteen on merkitty tilastollinen merkitsevyys tähdillä tavanomaiseen tapaan (*=5 %, **=1 % ja ***=0.1 %).

Estimoinnit näyttävät tuottavan tilastollisesti varsin tyydyttäviä tuloksia. Estimaateista poikkeaa nolosta 5 %:n tasolla keskimäärin seitsemän kymmenestä ja järjestelmän selitysaste, joka on laskettu yhtälöiden selitysasteiden painottamattomana keskiarvona, vaihtelee välillä (0.61-0.94). Lisäksi voidaan todeta, että tilastollisesti merkitsevistä kertoimista suurin osa on positiivisia, joten malli tuottaa tuloksen, jonka mukaan suhteellisissa panoshinnoissa tapahtuvat muutokset todella ohjaavat panossubstituution kautta panosten kysyntää.

3.2 Ristijousten erot

Liitteessä 3 taulukossa 4 on esitetty panosten ristijoustmatriisit, kun joustot on laskettu joustokaavan eksogeenisten muuttujien keskiarvoissa. Kuten taulukkoon 3 on tähänkin taulukkoon merkitty myös tehdasteollisuuden tulos (TOL 3). Taulukossa on diagonaali, jolla oman hinnan joustot sijaitsevat, merkitty viivalla ja alaviivalla ne yläkolmion joustot, jotka poikkeavat parittaisessa vertailussa etumerkkinsä suhteen.

Tarkastellaan ensin TOL3-tason ja puulatun TOL 31-38-tason ristijoustoja periodin 1960-81 keskiarvoissa. Voimme huomata, että vain kaksi ristijoustmatriisin yläkolmion

alkiota poikkeaa etumerkiltään toisistaan. TOL 3-tulosten mukaan pääoma ja työvoima olisivat heikkoja substituutteja EKL:n ollessa 0.071, kun taas puulattu TOL 31-38-tulos toteaa heikon komplementaarisuuden, $EKL = -0.012$. TOL 3-tulosten mukaan pääoma ja raaka-aineet olisivat lieviä komplementteja, $EKM = -0.012$, kun taas puulattu tulos osoittaa heikkoa substituotuvuutta, $EKM = 0.029$. Erot ovat pieniä ja mainitut joustot voidaan helposti mieltää nolliksi. Kaikki muut joustot ovat näissä kahdessa estimoinnissa etumerkiltään samat, joten voitaneen todeta, että molemmat estimoinnit antavat suhteellisesti saman kuvan teollisuuden keskimääräisestä panossubstituutiosta periodilla 1960-81. Eräs merkittävä yhteinen piirre on myös se, että primaaripanokset näyttäisivät olevan substituutteja sähkölle, mutta komplementteja polttoaineille.

Taulukon toisessa osassa on verrattu puulatun estimoinnin tuottamia joustoja ennen ja jälkeen energiakriisin. Voimme todeta useita etumerkkivaihdoksia. Tärkeimmät erot liittyvät työvoiman ja polttoaineiden, raaka-aineiden ja polttoaineiden suhteeseen sekä polttoaineiden oman hinnan joustoon. Alhaisten energiahintojen aikana näyttäisi työvoiman ja polttoaineiden suhde olevan komplementaarinen, sama pätee myös raaka-aineiden ja polttoaineiden suhteeseen. Tällä periodilla $ELF = -0.030$ ja $EMF = -0.044$. Energiakriisin jälkeisenä aikana nämä joustot saavat positiiviset arvot: $ELF = 0.061$ ja $EMF = 0.383$. Näyttäisi siten siltä, että olisi tapahtunut lievä siirtyminen kohti substituutiota. Lisäksi on mielenkiintoista todeta, että EFF saa arvon 0.198 ennen energiakriisiä ja kriisin jälkeen arvon -0.662.

Taulukon kolmannessa osassa on verrattu periodilla 1960-81 ei-energiaintensiivisten ja energiaintensiivisten toimialojen ristijoustoja. Suurimmat erot näyttävät liittyvän pääoman ja energian suhteeseen. Ei-intensiiviset toimialat näyttävät kykenevän substituomaan pääomal-

la energiaa, kun taas energifaintensiivisillä pääoman ja energian suhde olisi komplementaarinen. Edellisillä joustot saavat arvot: $EKE = 0.061$ ja $EKF = 0.085$ ja jälkimmäisillä $EKE = -0.020$ ja $EKF = -0.073$. Ryhmät eroavat myös suhteessaan raaka-aineisiin. Edellisillä $EMF = -0.225$ kun taas jälkimmäisillä $EMF = 0.350$. Vertailut ryhmät näyttävät siten eroavan toisistaan erityisesti pääoman ja energian sekä raaka-aineiden ja polttoaineiden suhteissaan. Erot liittyvät ryhmien pääomaintensiivisyyden eroihin. Energiaintensiiviset toimialat olivat tehtyjen laskelmien mukaan myös keskimäärin pääomavaltaisempia. Näin energiantensiivisillä toimialoilla kiinteä pääomakanta olisi hidas reagoimaan energian hinnoissa tapahtuviin muutoksiin. Ei-intensiivisillä toimialoilla sensijaan teknologia näyttäisi olevan tässä suhteessa joustavampi.

Taulukon kahdessa viimeisessä osassa on verrattu vielä eri energiantensiivisyyden omaavien ryhmien mahdollista rakennemuutosta. Voimme todeta, että rakennemuutos näyttää suhteellisen selvältä kummassakin ryhmässä. Ei-intensiivisillä pääoman ja energian suhde näyttää muuttuneen komplementaarisuudesta substituutioksi ja työvoiman sekä sähkön suhde myös kohti lievää substituutiota. Intensiivisillä rakennemuutos liittyy lähinnä työvoiman ja polttoaineiden suhteeseen, jossa olisi tapahtunut lievä siirtymä kohti substituutiota.

Taulukossa 4 ei otettu kantaa estimoitujen joustojen tilastolliseen merkitsevyyteen. Taulukossa 5 on vielä tehty samat parittaiset vertailut, niin että tilastollisesti nollassa poikkeamattomiin kerroinestimaatteihin perustuvat joustot on merkitty nolllalla. Taulukossa on nuolilla merkitty havaittu panosjoustopanosten muutossuunta. Nuoli oikeaan (vasempaan) merkitsee siirtymää kohti substituutiota (komplementaarisuutta). Voimme todeta suunnilleen samat tulokset rakennemuutoksesta kuin edellisenkin taulukon perusteella. Ainakin silmä-

määräisesti näyttäisi siten teollisuudessa tapahtuneen lievä rakennemuutos kohti vahvempaa panossubstituutiota. Näyttäisi myös siltä, että jos sähkö ja polttoaineet yhdistettäisiin energia-aggregaatiksi, niin energiakriisin jälkeisenä aikana saataisiin todennäköisesti primaaripanosten ja energian välille substituutiotulos.

3.3 Rakennemuutoksen testaaminen

Edellä kuvatut erot olivat suhteellisen pieniä itseisarvoltaan. Eroja haluttiinkin tutkia tilastollisella testillä, joksi valittiin joint F-testi. Testit suoritettiin myös likelihoodsuhteen avulla jotta testisuureen vaikutusta voitaisiin tutkia. Likelihoodsuhde kahdella kerrottuna noudattaa χ^2 -jakaumaa rajoitteiden lukumäärä vapausasteinaan (kts. Woodland 1976, s. 8).

Testit suoritettiin ns. "dummyisen" mallin avulla, joka on esitetty liitteessä 5. Dummy-mallissa selittäjien joukkoon lisättiin aikadummyllä kerrottuja alkuperäisiä selittäjiä. Dummy sai arvon nolla ennen energiakriisiä ja arvon yksi sen jälkeen. Testissä oltiin eniten kiinnostuneita suhteellisten panoshintojen kysyntävaikutusten muuttumisesta, joten dummyllä kerrottiin vain ne aiemmat selittäjät, jotka sisälsivät suhteellisen hinnan osanaan. Dummyselittäjien kertoimia on merkitty cij:llä. Panoskysynnän odotusarvot muodostuvat erilaisiksi ennen ja jälkeen energiakriisin. Substituutioparametreihin on nyt tulut termin cij tuoma lisä energiakriisin jälkeen. Suoritetussa rakennemuutostestissä testaankin poikkeavatko cij-termit jointisti nollasta.

Rakennemuutostestien tulokset on koottu liitteen 6 taulukkoon. Lasketut F-arvot vaihtelevat välillä (14.125, 15.825) ja χ^2 -suureet välillä (87.210, 101.368). Nollahypoteesit voidaan molempien testisuureiden perusteella hylätä yhden prosentin tasolla. Tulosten

mukaan siten c_{ij} -kertoimet poikkeavat jointisti nolasta ja mallin substituutioparametreihin tulee nolasta poikkeava (negatiivinen tai positiivinen) lisä energiakriisin jälkeen. Testien mukaan siten aikaperiodien 1960-73 ja 1974-81 panossubstituutio poikkeaisivat toisistaan ja panossubstituutiosta olisi tapahtunut rakennemuutos sekä vähemmän että enemmän energiaintensiivisillä toimialoilla.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän paperin tarkoituksena on ollut teollisuudessa mahdollisesti tapahtuneen panossubstituutorakennemuutoksen estimoiminen ja testaaminen. Estimoinnit tuottivat silmämääräisiä eroja eri periodien ja eri energiaintensiivisyyden omaavien toimialojen ristijoustopatriiseihin. Silmämääräisesti näytti lievä siirtymä kohti vahvempaa panossubstituutiota tapahtuneen. Tilastollisten testien tulos oli selvä: substituutioparametreihin energiakriisin jälkeen tulevat lisätermit poikkesivat selvästi tilastollisesti nolasta. Rakennemuutos vahvistui siten tilastollisin testein.

Saatuja tuloksia halutaan vielä verrata Hessen ja Tarkan (1985) tuloksiin. Liitteessä 7 taulukossa 7 on esitetty kummankin tutkimuksen tuottamat panossubstituution muutossuunnat aikaperiodin suhteen.

Tutkimukset näyttävät tuottavan saman tuloksen pääoman ja sähkön suhteesta: alhaisten hintojen aikana kysyntöjen suhde oli riippumaton, mutta korkeiden hintojen aikana suhde olisi muuttunut substituutioksi. Muilta osin tutkimukset tuottavat erilaisia päätelmiä.

Hessen ja Tarkan mukaan pääoman ja polttoaineiden suhteessa ei olisi tapahtunut muutosta, kun taas tässä saatiin siirtymä komplementaarisuudesta riippumattomuuteen. Myös tulokset työvoiman ja polttoaineiden suhteesta ovat erilaiset. Hessellä ja Tarkalla tässä on tapahtunut siirtymä substituutiosta riippumattomuuteen, kun taas tämän tutkimuksen mukaan siirtymä on juuri päinvastainen. Hesse ja Tarkka saavat myös tuloksen, jonka mukaan sähkön ja polttoaineiden suhteessa olisi tapahtunut siirtymä komplementaarisuudesta riippumattomuuteen. Tässä saatiin tulos, jonka mukaan sähkön ja polttoaineiden suhde olisi säi-

lynyt substitutiivisena.

Molemmat tutkimukset näyttävät tuottavan tuloksen, jonka mukaan panossubstituutiosta olisi tapahtunut vähintäänkin silmämääräisiä muutoksia.

Panossubstituution rakennemuutoksen tarkastelua lienee mielekästä jatkaa. Tällöin olisi ilmeisesti kiinnitettävä erityistä huomiota panoskysynnän dynaamisuuteen. Eräänä lähtökohtana voisi olla Pindyckin ja Rotemberg (1983) esittämä dynaaminen panoskysyntämalli, jossa lyhyen ja pitkän aikavälin joustot lasketaan estimoiduista stokastisista Eulerin yhtälöiden parametreista. Tämän mallityypin etu on siinä, että määriteltyä dynaamista optimia ei tarvitse ratkaista, vaan ongelman ensimmäisen asteen ehdot (estimoituina) ovat riittävät teknologian kuvaamiseen.

LÄHDELUETTELO

Denny M., J. D. May, C. Pinto, The Demand for Energy in Canadian Manufacturing, The Canadian Journal of Economics, May 1978, 300-313

Hesse Dieter M., Helena Tarkka, The Demand for Capital, Labour and Energy in Manufacturing Industry before and after the Oil Shocks, käsikirjoitus (Aug. 1985)

Lopez R. E., The Structure of Production and the Derived Demand for Inputs in Canadian Agriculture, American Journal of Agricultural Economics, Feb. 1980, 38-45

Pindyck R. S., J. J. Rotemberg, Dynamic Factor Demands and the Effects of Energy Price Shocks, American Economic Review, Dec. 1983, 1066-1079

Saralehto Sampsa, Laura Vajanne, Suomen ulkomaankaupan indeksit vuosina 1949-80, ETLA B 32, 1981

Törmä Hannu, Antti Loukola, Panoskysynnän joustot ja viennin kilpailukyky, julkaisematon käsikirjoitus 1.9.1985

Törmä Hannu, Mikko Väisänen, Jukka-Pekka Savolainen, Toimialoittaisen pääomahintasarjan konstruointi kuluvarastoyritykselle 1960-82, Jyväskylän yliopisto, taloustieteen laitos, Working Paper No 46/1985

Woodland A. D., On Testing Weak Separability, Department of Economics, The University of British Columbia, Discussion Paper 76-28, 1976

Ylä-Liedenpohja Jouko, Financing and Investment under Unutilized Tax Allowances, Reports and Discussion Papers No 35, Pellervo Economic Research Institute, 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

LIITE 1.

Periodi \ Hinta	P_K	P_L	P_E	P_M	P_F
1961-73	3.17	11.69	2.02	4.76	5.82
1974-81	30.72	15.98	17.74	13.02	28.00
1961-81	13.67	13.33	8.01	7.91	14.27

Taulukko 1. Panoshintojen kasvuprosentit, yhdistetty poikkileikkaus-aikasarja-aineisto (TOL 31-38), periodien keskiarvo

TOL t-luku	Elintarv. 31	Tekstiili 32	Puu 33	Paperi 34	Kemia 35	Savi-Kivi 36	Metallien perus 37	Metalli- tuot. 38
E_{int}	32.2	24.6	47.2	181.0	78.4	163.3	66.8	21.5
S_{en}	1.8	2.2	3.8	9.3	4.7	10.5	5.0	2.1

Taulukko 2. Toimialojen energiantensiivisyys, periodin 1960-81 keskiarvo

Aineisto Estim.	TOL 3 1960-81	TOL 31-38 1960-81	TOL 31-38 1960-73	TOL 31-38 1974-81	Ei-intens. 1960-81	Intens. 1960-81	Ei-intens. 1960-73	Ei-intens. 1974-81	Intens. 1960-73	Intens. 1974-81
b_{KL}	0.09***	-0.02 ⁻	0.05 ⁻	0.15 ⁻	-0.08**	-0.02 ⁻	0.27***	0.02 ⁻	0.02 ⁻	0.06*
b_{KE}	0.08*	0.07 ⁻	0.11 ⁻	0.13**	0.13**	-0.04 ⁻	-0.28***	0.14**	0.08 ⁻	0.18***
b_{KM}	-0.02 ⁻	0.06 ⁻	0.14*	-0.06 ⁻	-0.14**	0.31***	-0.02 ⁻	-0.35***	0.14 ⁻	0.07 ⁻
b_{KF}	-0.12***	-0.04 ⁻	-0.41***	-0.07 ⁻	0.14*	-0.11 ⁻	-0.05 ⁻	0.13 ⁻	-0.22*	-0.22**
b_{LE}	0.39***	0.32***	0.26***	0.22***	0.08 ⁻	0.35***	-0.37***	0.16 ⁻	0.40***	0.21**
b_{LM}	0.68***	0.36***	0.22***	0.27***	0.48***	0.29***	0.48***	0.86***	-0.00 ⁻	0.34***
b_{LF}	-0.09*	-0.127***	-0.06 ⁻	0.06*	-0.15**	-0.20***	0.70***	0.03 ⁻	-0.13 ⁻	0.01 ⁻
b_{EM}	0.21***	0.50***	0.79***	0.39***	0.73***	0.50***	0.96***	0.97***	0.92***	0.11 ⁻
b_{EF}	0.44***	0.36***	0.32*	0.28***	0.52***	0.22*	1.03***	0.25***	0.15 ⁻	0.16*
b_{MF}	0.27***	0.16 ⁻	-0.10 ⁻	0.68***	-0.39***	0.68***	-0.88***	-0.37***	0.46***	0.94***
SR^2	0.85	0.80	0.78	0.94	0.79	0.79	0.63	0.61	0.80	0.93
5 %	9	5	6	7	9	7	8	6	4	7
1 %	7	5	4	6	8	5	8	6	3	5
0.1 %	7	5	4	5	4	5	8	5	3	3

Taulukko 3. IZEF-estimaatit

TOL 3, 1960-81

PANOSTEN RISTI- JA OMAN HINNAN JOUSTOT					
	K	L	E	M	F
K	-.023	<u>+071</u>	+039	<u>-.012</u>	<u>-.076</u>
L	<u>+047</u>	-.576	+205	+385	<u>-.061</u>
E	<u>+035</u>	<u>+273</u>	-.649	+100	+242
M	<u>-.011</u>	<u>+526</u>	+102	-.780	+162
F	<u>-.076</u>	<u>-.093</u>	+277	+182	-.289

TOL31-38, 1960-73

PANOSTEN RISTI- JA OMAN HINNAN JOUSTOT					
	K	L	E	M	F
K	+047	+034	+052	<u>+072</u>	<u>-.206</u>
L	<u>+027</u>	-.248	+131	+121	<u>-.030</u>
E	<u>+057</u>	<u>+176</u>	-.804	+410	+162
M	<u>+064</u>	<u>+133</u>	+336	-.489	<u>-.044</u>
F	<u>-.284</u>	<u>-.052</u>	+207	<u>-.068</u>	<u>+198</u>

Ei-intensiiviset, 1960-81

PANOSTEN RISTI- JA OMAN HINNAN JOUSTOT					
	K	L	E	M	F
K	-.006	-.066	<u>+061</u>	<u>-.075</u>	<u>+085</u>
L	<u>-.043</u>	-.155	+036	+257	<u>-.095</u>
E	<u>+057</u>	<u>+051</u>	-.705	+325	+273
M	<u>-.066</u>	<u>+352</u>	+309	-.370	<u>-.225</u>
F	<u>+070</u>	<u>-.121</u>	+241	<u>-.209</u>	<u>+019</u>

Ei-intensiiviset, 1960-73

PANOSTEN RISTI- JA OMAN HINNAN JOUSTOT					
	K	L	E	M	F
K	<u>-.017</u>	+189	<u>-.132</u>	<u>-.013</u>	<u>-.026</u>
L	<u>+136</u>	-.574	<u>-.169</u>	+251	+356
E	<u>-.126</u>	<u>-.224</u>	-.579	+455	+474
M	<u>-.011</u>	<u>+296</u>	+405	-.282	<u>-.407</u>
F	<u>-.028</u>	<u>+531</u>	+534	<u>-.515</u>	<u>-.522</u>

Intensiiviset, 1960-73

PANOSTEN RISTI- JA OMAN HINNAN JOUSTOT					
	K	L	E	M	F
K	-.009	+012	+034	+070	<u>-.108</u>
L	<u>+011</u>	-.153	+215	<u>-.001</u>	<u>-.072</u>
E	<u>+041</u>	<u>+292</u>	-.922	+507	+082
M	<u>+065</u>	<u>-.001</u>	+393	-.664	+208
F	<u>-.186</u>	<u>-.137</u>	+117	+386	<u>-.181</u>

TOL31-38, 1960-81

PANOSTEN RISTI- JA OMAN HINNAN JOUSTOT					
	K	L	E	M	F
K	-.022	<u>-.012</u>	+032	<u>+029</u>	<u>-.027</u>
L	<u>-.008</u>	-.291	+176	+213	<u>-.090</u>
E	<u>+030</u>	<u>+238</u>	-.721	+243	+209
M	<u>+024</u>	<u>+245</u>	+207	-.558	+083
F	<u>-.027</u>	<u>-.127</u>	+218	+102	<u>-.166</u>

TOL31-38, 1974-81

PANOSTEN RISTI- JA OMAN HINNAN JOUSTOT					
	K	L	E	M	F
K	+007	+014	+067	<u>-.035</u>	<u>-.053</u>
L	<u>+010</u>	-.407	+146	+190	<u>+061</u>
E	<u>+058</u>	<u>+166</u>	-.577	+181	+173
M	<u>-.026</u>	<u>+188</u>	+157	-.702	<u>+383</u>
F	<u>-.047</u>	<u>+072</u>	+179	+457	<u>-.662</u>

Intensiiviset, 1960-81

PANOSTEN RISTI- JA OMAN HINNAN JOUSTOT					
	K	L	E	M	F
K	-.051	-.019	<u>-.020</u>	<u>+163</u>	<u>-.073</u>
L	<u>-.014</u>	-.230	+217	+181	<u>-.154</u>
E	<u>-.019</u>	<u>+277</u>	-.652	+258	+136
M	<u>+124</u>	<u>+185</u>	+208	-.867	<u>+350</u>
F	<u>-.084</u>	<u>-.235</u>	+163	+524	<u>-.368</u>

Ei-intensiiviset, 1974-81

PANOSTEN RISTI- JA OMAN HINNAN JOUSTOT					
	K	L	E	M	F
K	<u>+022</u>	+013	<u>+063</u>	<u>-.184</u>	<u>+087</u>
L	<u>+009</u>	-.682	<u>+091</u>	+553	+029
E	<u>+056</u>	<u>+112</u>	-.703	+400	+135
M	<u>-.170</u>	<u>+702</u>	+411	-.706	<u>-.237</u>
F	<u>+069</u>	<u>+032</u>	+119	<u>-.204</u>	<u>-.016</u>

Intensiiviset, 1974-81

PANOSTEN RISTI- JA OMAN HINNAN JOUSTOT					
	K	L	E	M	F
K	-.037	+061	+102	+042	<u>-.168</u>
L	<u>+047</u>	-.489	+163	<u>+264</u>	<u>+015</u>
E	<u>+082</u>	<u>+171</u>	-.419	+056	+110
M	<u>+028</u>	<u>+225</u>	+045	-.794	+496
F	<u>-.160</u>	<u>+019</u>	+129	+725	<u>-.713</u>

Taulukko 4. Panosten ristijoustomatriisi (joustot laskettu eksogeenisten muuttujien keskiarvoissa)

Aineisto \hat{E}_{ij}	TOL 3 1960-81	TOL 31-38 1960-81	TOL 31-38 1960-73	TOL 31-38 1974-81	Ei-intens. 1960-81	Intens. 1960-81	Ei-intens. 1960-81	Ei-intens. 1974-81	Intens. 1960-73	Intens. 1974-81
K - L	0.071	0	0	0	-0.066	* 0	0.189	← 0	0	→ 0.061
K - E	0.039	0	0	→ 0.067	0.061	* 0	-0.132	→ 0.063	0	→ 0.102
K - M	0	0	0.072	← 0	-0.075	* 0.163	0	← -0.184	0	0
K - F	-0.076	0	-0.206	→ 0	0.085	* 0	0	0	-0.108	-0.168
L - E	0.205	0.176	0.131	0.146	0	* 0.217	-0.169	→ 0	0.215	0.163
L - M	0.385	0.213	0.121	0.190	0.257	0.181	0.251	0.553	0	→ 0.264
L - F	-0.061	-0.090	0	→ 0.061	-0.095	-0.154	0.356	← 0	0	0
E - M	0.100	0.243	0.410	0.181	0.325	0.258	0.455	0.400	0.507	← 0
E - F	0.242	0.209	0.162	0.173	0.273	0.136	0.474	0.135	0	→ 0.110
M - F	0.162	0	0	→ 0.383	-0.225	* 0.350	-0.407	-0.237	0.208	0.496

Taulukko 5. Ristijousten muutossuunnat

"Dummyinen" panoskysyntäyhtälöryhmä

$$X_i = \sum_k a_i DT + \sum_j b_{ij} (P_j/P_i)^{\frac{1}{2}} Q + b_{iq} Q^2 + \sum_j c_{ij} (P_j/P_i)^{\frac{1}{2}} Q D$$

$$(i, j = K, L, E, M, F, k = 1, \dots, n)$$

$$b_{ij} = b_{ji}$$

$$c_{ij} = c_{ji}$$

DT = toimialadummy

D = 0, 1960-73

= 1, 1974-81

Kysynnän odotusarvot1960-73

$$E(X_i) = \sum_k a_i DT + \sum_j b_{ij} E[(P_j/P_i)^{\frac{1}{2}} Q] + b_{iq} E(Q^2)$$

1974-81

$$E(X_i) = \sum_k a_i DT + \sum_j (b_{ij} + c_{ij}) E[(P_j/P_i)^{\frac{1}{2}} Q] + b_{iq} E(Q^2)$$

Rakennemuutostesti (F ja χ^2)

$$H_0: c_{ij} = 0 \forall i \neq j$$

$$H_1: c_{ij} \neq 0 \forall i \neq j$$

LIITE 6.

Testi	F	x^2
Periodit TOL 31-38	14.125	101.368
Periodit ei-int.	15.825	96.080
Periodit int.	14.587	87.210

$$F_{0.05} = 1.83, \quad F_{0.01} = 2.32$$

$$x^2_{0.05} = 18.31, \quad x^2_{0.01} = 23.2$$

Taulukko 6. Joint F- ja Likelihood-ratio-testit

LIITE 7.

E_{ij}	Hesse ja Tarkka (1985)		Tämä tutkimus	
	1960-72	1973-80	1960-73	1974-81
K - L	+	+	0	0
K - E	0	→ +	0	→ +
K - F	+	+	-	→ 0
K - M	.	.	+	← 0
L - E	+	+	+	+
L - F	+	← 0	0	→ +
L - M	.	.	+	+
E - F	-	→ 0	+	+
E - M	.	.	+	+
M - F	.	.	0	→ +

Taulukko 7. Panosjoustojen rakennemuutos

ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS (ETLA)
The Research Institute of the Finnish Economy
Lönrotinkatu 4 B, SF-00120 HELSINKI 12 Puh./Tel. (90) 601 322

KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847

- No 171 AKINARI HORII, Financial Innovation and its Implications for the Japanese Financial System. 18.03.1985. 8 p.
- No 172 PAUL D. McNELIS, Indexing and Macroeconomics: A Survey of Theoretical Developments and International Experience. 02.04.1985. 44 p.
- No 173 EERO PYLKKÄNEN - PENTTI VARTIA, Some Comments on Fine-Tuning Macro-Model Forecasts. 29.05.1985. 22 p.
- No 174 CHRISTIAN EDGREN, Automatic versus Discretionary Tax-Policy Effects Revisited. 05.06.1985. 44 p.
- No 175 TAUNO KALLINEN, Työn tuottavuuden taso ja ansiotaso Suomen, Ruotsin, Norjan ja Tanskan tehdasteollisuudessa vuosina 1973 ja 1982. 11.06.1985. 44 s.
- No 176 J. LESKELÄ - J. MOILANEN, A Comparison of Recent Medium-Term Forecasts. 17.06.1985. 34 p.
- No 177 PAAVO SUNI, Efektiivisen nimellisen valuuttakurssin mittaaminen ja mittarien tulkinta. 20.06.1985. 42 s.
- No 178 MARKKU LAMMI, Alkoholi- ja polttoaineverojen kertymästä. 27.09.1985. 49 s.
- No 179 YRJÖ O. VARTIA, Tunnetuissa pisteissä epäsäännöllisen funktion numeerinen integrointi. 21.10.1985. 8 s.
- No 180 ERKKI KOSKELA, On Monopolistic Tax Evasion under Direct and Indirect Taxation. 23.10.1985. 17 p.
- No 181 PEKKA ILMAKUNNAS, Stochastic Constraints on Cost Function Parameters: Mixed and Hierarchical Approaches. 31.10.1985. 26 p.
- No 182 HIROKI TSURUMI - HAJIME WAGO - PEKKA ILMAKUNNAS, Gradual Switching Multivariate Regression Models with Stochastic Cross-Equational Constraints and an Application to the Klem Translog Production Model. 01.11.1985. 28 p.
- No 183 HANNU TÖRMÄ, Panossubstituution rakennemuutos Suomen teollisuudessa. 06.11.1985. 23 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.

0033A/06.11.1985