

Keskusteluaiheita Discussion papers

Jussi Karko

TUOTTAVUUSKEHITYS SUOMEN RAUTA-
VALIMOTEOLLISUUDESSA 1978 - 1985

No 273

10.10.1988

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.



KARKO, JUSSI, TUOTTAVUUSKEHITYS SUOMEN RAUTAVALIMOTEOLLISUUDESSA 1978-1985. Helsinki : ETLA, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, The Research Institute of the Finnish Economy, 1988. 38 s. (Keskusteluaiheita, Discussion papers, ISSN 0781-6847 ; 273).

TIIVISTELMÄ: Tutkimuksessa tarkastellaan rautavalimoteollisuuden tuottavuuskehitystä vuosina 1978-85. Lähtökohtana on toimipaikka-aineisto 12 rautavalimosta. Tuottavuuslaskelmat perustuvat ns. deskriptiiviseen lähestymistapaan, jota sovelletaan ensin valimo-kohtaisen tuottavuuskehityksen laskemiseksi ja tulokset aggregoidaan koko toimialaa koskeviksi. Toimialatason laskelmia ja rakennekehitystarkasteluja suoritetaan myös ns. Forsund-Hjalmarsson'in toimialafunktioon tukeutuen.

Tuottavuuskehitys eri valimoissa on vaihdellut suuresti sekä valimoittain että ajassa. Joissakin tapauksissa tuottavuuskehitys on ollut negatiivinen. Toimialatasolla tuottavuus on kehittynyt sangen hitaasti ja rakennemuutokset ovat jääneet pieniksi huolimatta ylikapasiteetista ja hitaasti kasvaneista markkinoista.

ASIASANAT: Valimot, tuottavuus, tekninen kehitys, indeksiteoria

JUSSI KARKO

TUOTTAVUUSKEHITYS SUOMEN RAUTAVALIMOTEOLLISUUDESSA VUOSINA 1978-85

SISÄLLYS

1. Yleistä.....	1
2. Tutkimusaineisto.....	2
3. Rautavalimoteollisuuden kehitys 1978-85.....	4
4. Rakenteellisia tarkasteluja, panoskerroin- ja yksikkökustannusjakaumat.....	9
5. Kapasiteettijakaumat.....	12
6. Tuottavuuskehitys eri rautavalimoissa.....	15
7. Tuottavuuskehitys rautavalimoteollisuudessa.....	23
8. Lyhyen aikavälin toimialafunktio.....	26
9. Loppulause.....	35
Lähteitä.....	37
Liite: Yritysluettelo.....	38

TUOTTAVUUSKEHITYS SUOMEN RAUTAVALIMOTEOLLISUUDESSA 1978-1985

1. Yleistä

Tämän paperi perustuu suurelta osin ETLassa työn alla olevaan tutkimukseen "Productivity and Structural Change in the Finnish Iron Foundry Industry 1978-1985", ja tämän pohjalta pitämäni esitelmään Suomen Valimoteknisen Yhdistyksen vuosikokouksessa 25.9.1988 Tampereella. Itse tutkimus liittyy osaltaan laajempaan kansainväliseen, Wienissä sijaitsevan tutkimuslaitoksen International Institute of Applied System Analysis (IIASA) käynnistämään tutkimushankkeeseen "Technology, Economy, Society" eli TES-projektiin. Tämä hanke käsittää mainittuun otsikkoon liittyen löyhän kokoelman eri maissa niiden omin kansallisin voimin suoritettavia tutkimushankkeita. Suomen osalta tutkimuksia koordinoi SITRA, ja niissä on pääpaino uusien ns. joustavien tuotantomenetelmien soveltamisessa, niistä koituvista eduista ja haitoista sekä "uuden automaation" ns. yhteiskunnallisista ja sosiaalisista vaikutuksista. Tutkimus tullaan aikoinaan julkaisemaan SITRAn TES-sarjassa.

Valimotutkimus liittyy varsin löyhästi yllämainittuun kokonaisuuteen. Siinä pääpaino on lähinnä tuottavuuden ja rakennemuutoksen mittaukseen liittyvissä metodologisissa kysymyksissä. Se on siten luonteeltaan varsin teoreettinen ja tekninen. Työssä on pyritty esittelemään ja soveltamaan eräitä ETLassa kehiteltyjä uusia lähestymistapoja tuottavuuden mittaamiseen ja soveltamaan eräitä uusia pohjoismaissa kehiteltyjä menetelmiä rakennemuutoskäsitteen määrittelyssä ja sen mittauksessa Näiden, ainakin toistaiseksi vähän sovellettujen, menetelmien toivotaan tuovan oman lisänsä kokonaistuottavuuden ja rakennemuutoksen analysoinnin metodikeskusteluun. Taloustieteellisessä mielessähän näiden ilmiöiden tutkimusmenetelmissä ei juuri ole tapahtunut kehitystä viimeisten parinkymmenen vuoden aikana.

Itse toimialana valimoteollisuus on mielenkiintoinen tutkimuskohde. Ensinnäkin, vaikka sen tuotannon bruttoarvo on vain noin pari prosenttia metalliteollisuuden tuotannon bruttoarvosta, se on strategisesti tärkeä, muulle metalliteollisuudelle sekä rakennustoiminnalle, perustuotteita valmistava ala. Toiseksi, valimoteollisuus Suomessa ja muissa pohjoismaissa sekä yleensäkin läntisissä teollisuusmaissa on ollut ensimmäisestä energiakriisistä lähtien voimakkaassa murros- ja kriisitilassa. Alalla on tuntuva ylikapasiteetti ja voimakas hintakilpailu, joka on pitänyt hinnat alhaalla ja kannattavuuden matalana. Samalla ovat valuja korvaavat substituuatit, muovit ja eräät metallivalmisteet syöneet perinteisten valutuotteiden markkinaosuutta. Voidaan myös ehkä todeta, että valimoteollisuus ei ole myöskään kyennyt hyväksikäyttämään eräiden uusien valumateriaalien tarjoamia etuja, mutta tähän lienee myös syynä kysyjäpuolen, konevalmistajien, konservatiivisuus materiaalivalinnoissa.

2. Tutkimusaineisto

Tutkimusta on tehty yhteistyössä Suomen Metalliteollisuuden Keskusliiton kanssa. Tutkimusaineisto perustuu MET:n vuotuisen valimotiedusteluun, josta tietyt osat on saatu luottamuksellisesti ETLAn käyttöön. Valimot on kyselyssä jaettu kolmeen ryhmään: rauta-, teräs-, ja muihin, pääasiassa värimetallivalimoihin. Kuten jo edellä todettiin, tutkimuksessa on rajoituttu rautavalimoihin.

Viime vuosina kyselyn peittävyys koko valimoteollisuudesta on ollut varsin hyvä, mutta vuosien varrella useat, lähinnä tosin pienet, valimot ovat vastanneet vain joinakin vuosina, lopettaneet vastaamisen, tai tulleet mukaan vasta viime vuosina. Näin ollen yhtenäisten sarjojen saamiseksi jouduttiin rajoittumaan kahteentoista rautavalimoon, jotka kuitenkin peittävät tuotanto-osuudeltaan noin 90% koko rautavalimo-alasta.

Metalliteollisuuden Keskusliiton valimotiedustelussa kysytään pää-

asiassa yksittäisten valimoiden toimitusten, liikevaihdon sekä tiettyjen panostekijöiden, kuten työn ja energian, käyttöä ja jakamaa. Investointeja kysytään tietyn pääomatavaraluokittelun, mutta myös käyttötarkoituksen mukaan. Tuottavuuslaskelmissa yleensä tärkeänä pidetty pääomakanta jää sen sijaan palovakuutusarvon varaan. Vaikka investointisarjat ovatkin käytettävissä, osoittautui, että palovakuutusarvojen ja investointien pohjalta konstruoidut pääomakantasarjat eivät ole käyttökelpoisia. Joillakin valimoilla palovakuutusarvot ovat kohonneet enemmän kuin kumuloitunut bruttoinvestointi, joillakin osa tuotantovälineistöä on liisattu tai rakennus vuokrattu ja sen pääoma-arvo ei ollut tiedossa tai sitä ei haluttu antaa, ja joissakin tapauksissa palovakuutusarvo suhteessa muihin muuttujiin oli poikkeuksellinen.

Tuottavuuslaskelmat perustuvat siten lähinnä työn ja energian käytön tarkasteluihin. Tämä johtuu lisäksi siitä, että määrä- tai hintatietoa muista panostekijöistä ei ole ollut käytettävissä. Tulkittaessa näin määritelty laskettu tuottavuus kokonaistuottavuudeksi, täytyy olettaa että muiden panostekijöiden, kuten materiaalien ja tarvikkeiden, määrä on suoraan verrannollinen ja niiden suhde kiinteä tuotannon määrään.

Kyselyn perusteella Metalliteollisuuden Keskusliitossa lasketaan traditionaalisen toimialatutkimuksen tavoin yhtenäisin perustein yksittäisten valimoiden taloudellista ja teknistä suorituskykyä kuvaavia mittareita sekä vastaavia kaikkien ko. vuonna kyselyyn osallistuneiden valimoiden keskimääräisiä tunnuslukuja em. valimoryhmissä. Yksittäiset valimot saavat sitten palautteena omat tunnusluvunsa ja oman valimoryhmänsä keskimääräiset tunnusluvut, joten ne voivat verrata kehitystään koko ryhmän yhtenäisin perustein laskettuun keskimääräiseen kehitykseen. Valimotiedustelu on edelleenkin tärkeä informaatiolähde Keskusliiton valimo-alan toimialaryhmälle. SITRAn toimesta tehtiin viime vuosikymmenellä useita selvityksiä valimo-alan tilasta ja yhdessä Metalliteollisuuden keskusliiton kanssa siellä aloitettiin valimotiedustelu. Tämän vuosikymmenen

alkupuolella julkaisi SITRA lähinnä tämän tiedustelun valmisteluun liittyen muutamia varsin laajoja ja yksityiskohtaisia selvityksiä valimoteollisuuden kehityksestä, mutta sittemmin tällaisia selvityksiä ei enää ole tehty.

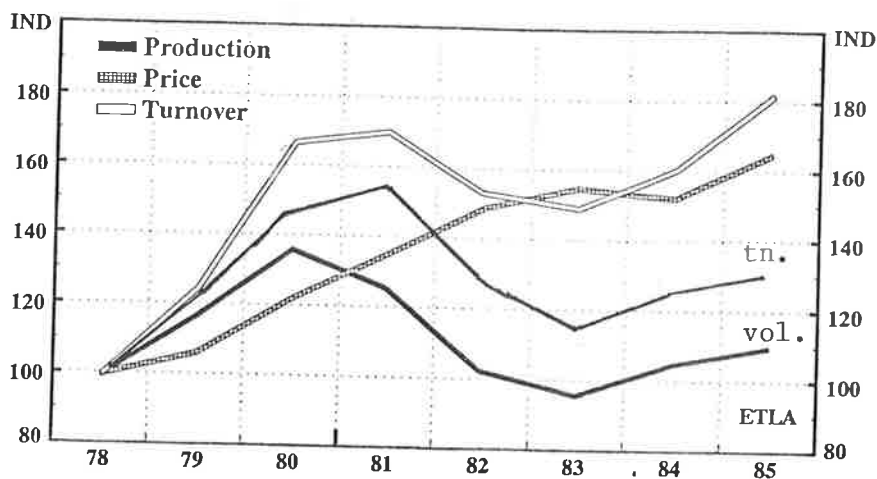
3. Rautavalimoteollisuuden kehitys 1978-85

Suomen rautavalimoteollisuuden tuotanto on luonteeltaan lähinnä kappaletavaratuotantoa ja piensarjavalmistusta. Suuria sarjoja kysyvät auto- ja koneteollisuuden massatavaravalmistus puuttuu Suomen metalliteollisuuden tuotannosta miltei kokonaan. Suurempaa sarjakokoa voidaan valmistaa vain eräissä lähinnä rakennus- ja kulkuneuvoteollisuuden tuotantoon menevissä artikkeliryhmissä.

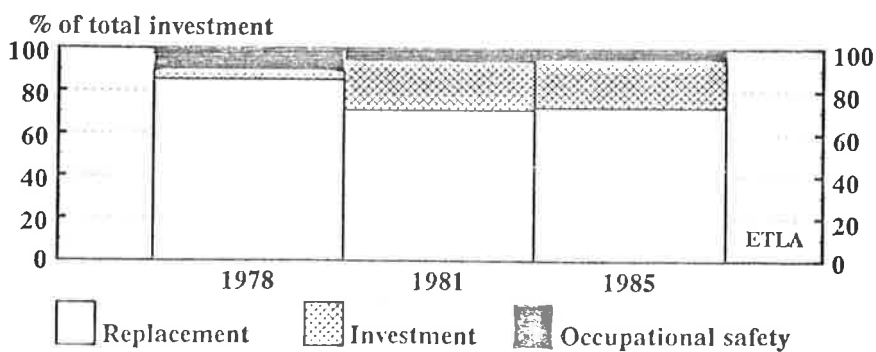
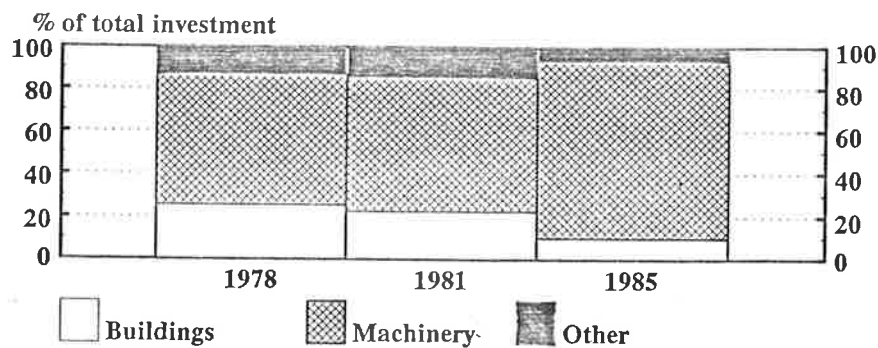
Kuten monissa muissakin läntisissä teollisuusmaissa, myös Suomessa varsin huomattava osa valukapasiteetista on lähinnä koneenrakennusta harjoittavien suuryritysten yhteydessä. Nämä integroituneet valimot toimittavat valuja lähinnä oman yhtiönsä käyttöön, joskin ulkopuolisten töiden osuus lienee viime vuosina kasvanut tuntuvasti. Sen sijaan pienet ja keskisuuret yksiköt ovat enimmäkseen kauppavalimoita, jotka suorittavat alihankintatöitä. Pienten yleisvalimoiden osuus viime vuosien rakennemyllylerryksessä näyttää vähentyneen, ainakin suhteessa koko alan liikevaihtoon.

Kuvio 3.1 esittää tarkastelun kohteena olevien 12 rautavalimon tuotannon ja liikevaihdon sekä rautavalujen keskimääräisen kilohinnan kehitystä tarkasteluperiodilla. Rautavalujen tuotanto tonneissa nousi tarkasteltavissa valimoissa noin 1.3 kertaiseksi. Samanaikaisesti konepajateollisuuden tuotanto nousi noin 1.7 kertaiseksi ja metallien perusteollisuuden noin kaksinkertaiseksi. Valutuotanto on siten noussut tuntuvasti hitaammin kuin muun metalliteollisuuden tuotanto, mutta periodin alkuvuosina valutuotannon määrän muutokset seurasivat melko hyvin muun metalliteollisuuden tuotannon määrän muutoksia. 1980 -luvun alkuvuosina näyttää siten tapahtuneen tuntuva rakennemuutos valujen kysynnässä, metalliteollisuuden valu-

Kuvio 3.1. Liikevaihto, tuotannon määrä ja keskimääräiset valujen hinnat 12 rautavalimossa 1978-85.



Kuvio 3.2. Investointien jakautuminen päämatavaruokittain ja käyttötarkoituksen mukaan eräinä vuosina



tensiteetti on selvästi laskenut. Ilmiö on todennäköisesti pysyvä, vaikka tiedot parilta viime vuodelta viittaavat jälleen siihen, että valimoiden tuotanto olisi taas noussut ripeästi. Tämä johtunee kahdesta syystä. Toisaalta paperi- ja muun kemiallisen metsäteollisuuden sekä vienti- että kotimaankysyntä on kohonnut selvästi ja toisaalta myös valujen vienti lähinnä Ruotsiin on kohonnut jyrkästi. Sikäläinen autoteollisuus on huomattava suomalaisten valujen kysyjä. Ensinmainittu tekijä on perusluonteeltaan myös suhdanneilmiö. Metsäteollisuuden investoinnit heilahtelevat sekä meillä että muualla voimakkaasti, ja tälle emme voi paljonkaan; jälkimmäinen kysyntätekijä on ehkä pysyväisluontoisempi.

Kun viennin osuus rauta- ja teräsvalujen tuotannosta oli 1970 luvulla selvästi alle 10%, kohosi se vuonna 1985 16 prosenttiin ja oli viime vuonna jo noin 21%. Eräissä suurissa valimoissa vienti oli jo yli puolet tuotannosta.

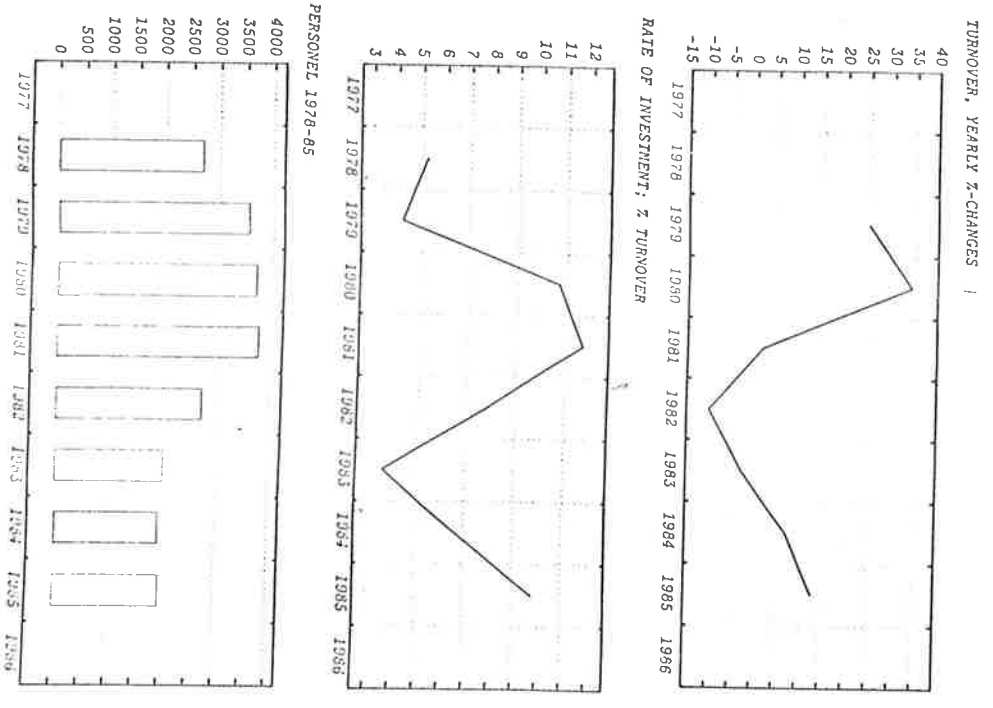
Valujen keskimääräiset myyntihinnat ovat kehittyneet lähes seuraten Suomen konepajateollisuuden yleistä tuotannon hintakehitystä. Sekä konepajateollisuuden tuottajahinnat (TK) että rautavalujen keskimääräiset myyntihinnat (MET) ovat kohonneet noin 65% tarkasteluperiodilla.

Tällä vuosikymmenellä konepajateollisuuden työllisyys on aina vuoteen 1985 asti pysynyt jokseenkin ennallaan. Rautavalimoteollisuudessa työllisyys on sen sijaan laskenut tuntuvasti vuosikymmenen alkupuoliskolla.

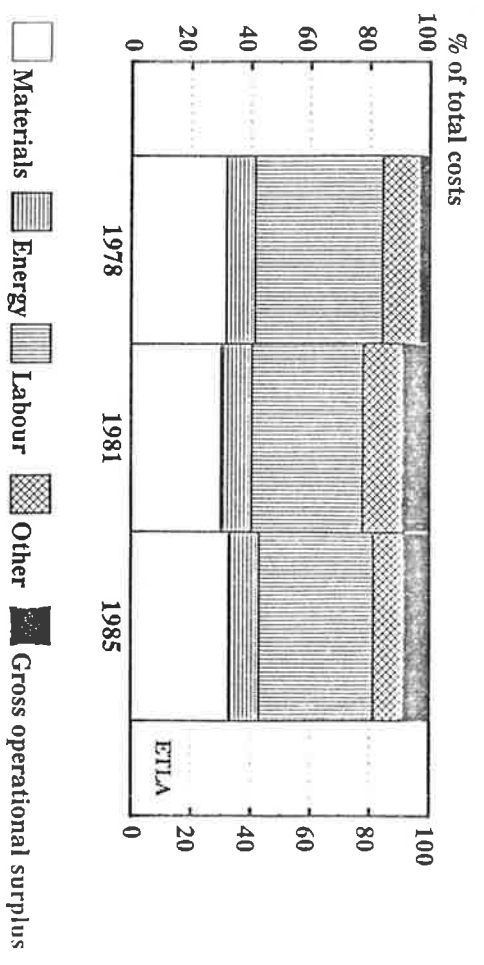
Voimakkaista kysynnän ja hintojen muutoksista huolimatta rautavalimoalan kustannusrakenne on pysynyt melko vakaana. Tämä viittaa siihen, että alan teknologia on pitkälti sitoutunutta kerran hankittuun konekantaan. Lyhyellä tähtäimellä on siten vaikeata sopeuttaa tuotantoa ja panostekijöitä nopeasti muuttuvissa markkina-olosuhteissa.

Käyttökatteella mitattu kannattavuus on ollut varsin alhainen miltei

Kuvio 3.3 Liiketoiminto, investointivauhti ja henkilöstö rautavalmuissa



Kuvio 3.4 Rautavalmuenteollisuuden keskimääräinen kustannusrakenne eräinä vuosina



jokaisena tarkasteluperiodin vuonna, keskimäärin vain noin 6-8% parhaimpinakin vuosina, kun konepajateollisuudessa toiminnan terveen jatkuvuuden turvaava käyttökateprosentti pitäisi olla ainakin 13 % ja pääomavaltaisemmassa metallien perusteellisuudessa 20 %. Kun poistot otetaan huomioon, useat valimot ovat tuottaneet itse asiassa tappiota miltei jokainen vuosi. Tulos onkin valimotiedustelun laskuperusteiden mukaan ollut keskimäärin tappiollinen, 5-10% liikevaihdosta laskettuna, joskin positiivisiakin poikkeuksia on. Toimintaa onkin useissa tapauksissa voitu jatkaa vain siitä syystä, että valimo on kuulunut osana huomattavaan yritykseen tai tuotantokoneiston uusimisesta on tingitty. Tarkasteluperiodilla moni valimo on myös joutunut konkurssiin, tai vaihtanut omistajaa. Tämä ei kuitenkaan ole johtanut suoranaisesti kapasiteetin sulkemiseen, vaan uudelleenjärjestelyihin.

Heikko kannattavuus ja ylikapasiteetti on pitänyt Suomen rautavalimoteollisuuden investointiasteen yleisesti ottaen alhaisena. Tästä on seurannut se, että tuotantokoneistoa on keskimäärin katsoen pidettävä vanhanaikaisena suhteessa ainakin tekniikan tarjoamiin mahdollisuuksiin, mutta toisaalta huomioonottaen valimoiden pieni koko, tilanne ei liene kansainvälisesti katsoen ole erityisen poikkeuksellinen. Mm. sellaisessa metalliteollisuusmaassa kuin Englannissa rautavalimoiden keskikko tuotannolla miattuna on pienempi kuin Suomessa, vaikka meiltä puuttuvatkin varsinaiset suurvalimot.

Valta-osa investoinneista rautavalimoissa on ollut kone- ja laiteinvestointeja, rakennusinvestointien osuus on kuluvalle vuosikymmenellä pienentynyt. Investoinnit ovat olleet luonteeltaan lähinnä korvausinvestointeja, jonkin verran on kuitenkin sijoitettu kapasiteetin laajennuksiin. Vielä viime vuosikymmenellä puhtaat työsuojeluinvestoinnit muodostivat selvästi havaittavan osan rautavalimoiden kokonaisinvestoinneista. Tällä vuosikymmenellä niiden osuus on painunut jo varsin vähäiseksi.

4. Rakenteellisia tarkasteluja, panoskerroin- ja yksikkökustannusjakaumat

Edellä esitetyssä katsauksessa rautavalimoteollisuuden kehitykseen kuvailu tapahtui käyttäen tiettyjä keskimääräislukuja. Kuitenkin yksittäisten valimoiden kohdalla tilanne saattaa poiketa paljonkin keskimääräisestä. Yritysjohdon kannalta on siten hyödyllistä tietää, miten firma sijoittuu suhteessa alan keskiarvoon tarkasteltaessa jotakin tunnuslukua. Koko alaa kuvaavaan keskimääräiseen tunnuslukuun olisi myös hyödyllistä liittää jokin hajaantoluku, joka kuvaisi yritysten yksittäisten tunnuslukujen sirontaa keskimääräisluvun ympärillä. Tämän tyyppistä järjestelmää voidaan käyttää yksittäisten yritysten muodostaman toimialan (otoksen tai näytteen) rakenteen kuvaajana ja muutoksia tunnusluvuissa suppeassa mielessä eräänlaisina rakennemuutoksen mittareina.

Ehkä havainnollisimman kuvan tarkasteltavan toimialan rakenteesta voi saada hyväksikäyttäen ns. panoskerroinjakaumia. Tällaisissa diagrammeissa toimialan yksittäisten yritysten tai tuotantolaitoksien jonkin tietyn tuotannontekijän panoskertoimet (ko. panoksen osittaistuottavuuden käänteisluvut) on järjestetty nousevaan suuruusjärjestykseen x-akselille siten, että kunkin tehtaan tarkasteltava panoskerroin saa painon, joka on ko. tuotantoyksikön osuus tarkasteltavan toimialan tuotannosta tai kokonaiskapasiteetista. Jos oletetaan, että kaikki tuotantolaitokset tuottavat homogeenistä tuotetta ja niillä on samat panoshinnat, ko. panoskerroimen jakaumadiagramma esittää ko. toimialan teknistä tehokkuusjakaumaa ko. panoskerroimen suhteen. Yksittäisen tuotantolaitos tuntee luonnollisesti suurta mielenkiintoa omaan sijaintiinsa ko. jakaumassa.

Panoskerroindiagrammit, jotka ovat luonteeltaan mikrotason kuvailua, eivät anna kuitenkaan välttämättä yksikäsitteistä kuvaa toimialan tehokkuusjakaumasta. Tuotantolaitosten järjestys eri jakaumissa jonkin panoskerroimen suhteen voi olla toinen kuin jonkin toisen panoskerroimen suhteen.

Kuviot 4.1 ja 4.2 esittävät rautavalimoteollisuuden työpanos- ja energiakertoimien jakaumaa muutamana vuonna. Niissä eri valimoiden järjestys työpanosjakaumassa ja toisaalta energiajakaumassa on erilainen ja vaihtelee lisäksi ajassa. Ainoastaan jakaumien alku- ja loppupäät ovat verraten stabiileja tehtaiden sijoittumisen suhteen. Kuvioiden yleispiirteenä voidaan havaita olevan kummankin tuotannontekijän panoskertoimien selvä parantuminen ajan kuluessa, joskin eräillä yksittäisillä valimoilla kertoimet ovat jopa saattaneet huonontua.

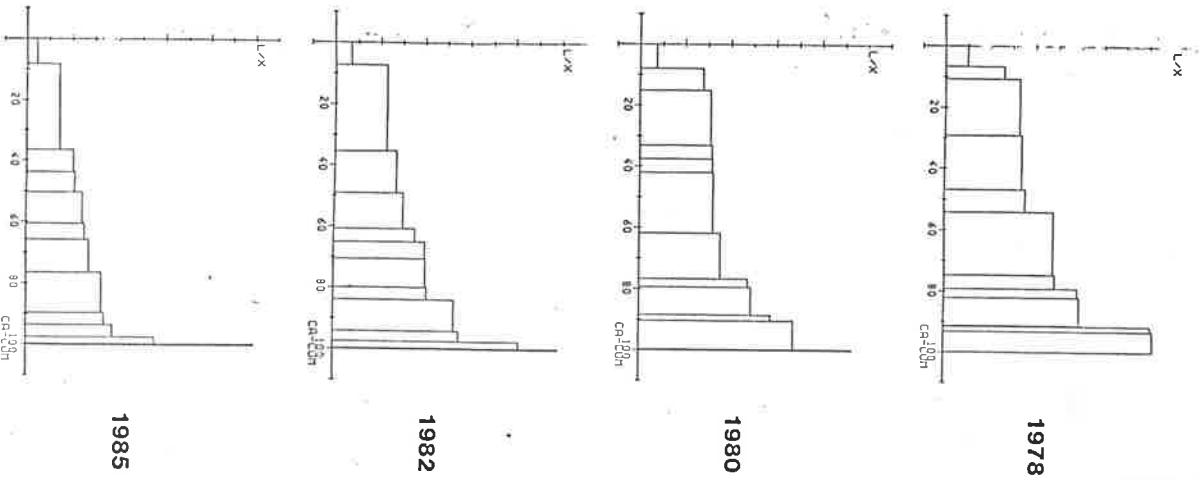
Paremmiin määriteltä järjestys saadaan kuitenkin käyttäen ns. yksikkökustannusjakaumia. Kuvion 4.3 jakaumat on konstruoitu siten, että tarkasteltavien panostekijöiden kustannukset on suhteutettu tuotantoon, ja näin saatujen tehdaskohtaisten yksikkökustannusten painoiksi on valittu ko. valimon tuotanto-, tai paremminkin kapasiteettiosuus.

Kuviosta 4.3 voidaan todeta, että siinä eri valimoiden järjestys yli ajan varsinkin tällä vuosikymmenellä vaihtelee selvästi erityisesti jakauman keskiosissa. Vuosina 1982 ja 1985 pari parasta valimoa ovat samat ja vuodesta 1978 vuoteen 1982/85 suurin valimo paransi sijoitustaan merkittävästi. Jos jakaumat olisi laadittu kiinteähintaisena, yleiskuva kehityksestä ei olisi juuri muuttunut; siksi yhtenäisesti eri valimoissa energian ja työn hinnat ovat kehittyneet.

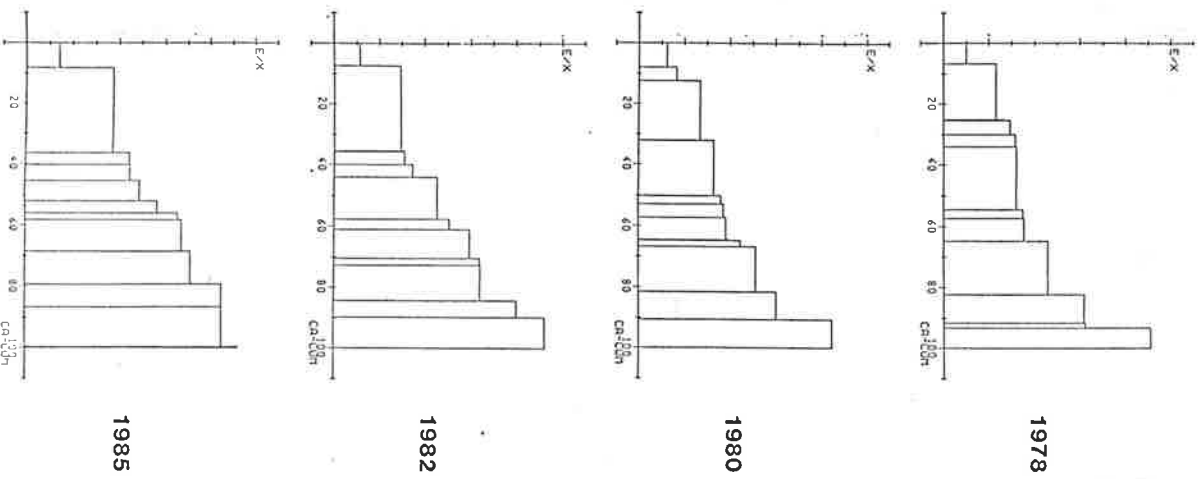
Jos panoskerroin- tai yksikkökustannusjakaumat ovat voimakkaasti S-muotoisia, toimialan tekniikka panoskerroimilla tai yksikkökustannuksilla mitattuna on heterogeenistä, tekniset- ja siten myös kustannuserot ovat suuria. Dynaamisessa mielessä tällainen tilanne ei voi kestää kauan. Vastaavasti, jos jakauman keskiosa on laakea ja laaja, ala on teknisesti homogeeninen ja tekniikka stabiloitunut.

Työpanoskerroimen jakaumakuviosta voidaan päätellä, että ainoastaan ehkä vuonna 1980 rautavalimoteollisuus on ollut teknisesti suhteelli-

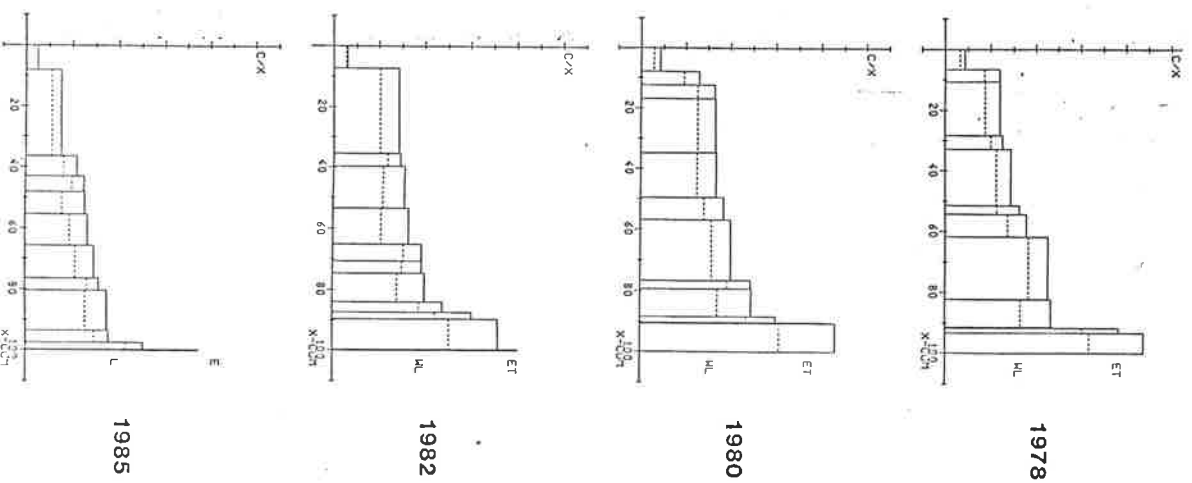
Kuvio 4.1 Työpanoskerroinjakauma
12 rautavaliimossa
eräinä vuosina



Kuvio 4.2 Energiakerroinjakauma
12 rautavaliimossa
eräinä vuosina



Kuvio 4.3 Työn ja energian yksikkö-
kustannusjakauma 12 rauta-
valimossa eräinä vuosina



sen samanlainen. Silloin oli kysynnän kannalta hyvä vuosi. Energiapanoskerroinjakaumissa järjestys vaihtelee yli ajan, ja jakaumat ovat varsin jyrkkiä yli toimialan koko kapasiteetin. Voidaan päätellä, että valimoiden energiatalous on ollut jatkuvan, vaihtelevalla keskinäisellä suhteellalla menestyksellä harjoitettujen kehittämistoimien kohteena. Jakauman muodon muuttuminen vuonna 1985 aiemmista sisältää sen, että jakauman kummankin hännän yksiköt alkavat vakiintua sijanniltaan, mutta jakauman keskivaiheelle sijoittuvat yksiköt ovat jatkaneet parantamistoimiaan. Yksikkökustannusjakaumat summaavat yksittäisten panoskertoimien osoittaman heterogeenisen kehityksen. Niistä voidaan päätellä, että rautavalimoteollisuus on ollut teknisesti suhteellisen homogeeninen vuonna 1980, joka oli kysynnän kasvun suhteen hyvä vuosi, mutta myös vuonna 1982, joka puolestaan oli periodin huonoimpia vuosia. Laskusuhdanne näyttää käynnistäneen rationalisointitoimia useissa valimoissa. Yksikkökustannuksin mitatut eri valimoiden väliset erot näyttävät jälleen kasvaneet vuonna 1985.

Kuvioita on kuitenkin tulkittava varoen. Niissä on oletettu, että eri valimoilla on samat panoshinnat ja että eri valimoiden tuotanto on homogeenistä. On todennäköistä, että varsinkin valimokohtaisella tuoterakenteella on merkitystä punnittaessa kuvioiden antaman käsityksen realistisuutta.

5. Kapasiteettijakaumat

Hieman toisentyyppinen yksinkertainen tapa kuvata valimoteollisuudessa tapahtunutta kehitystä perustuu ns. kapasiteettijakaumakuvioiden. Näihin piirretään tarkasteltavana ajanhetkenä kukin toimipaikka sen panoskertoimien määräämään pisteeseen. Esitystä voidaan vielä havainnollistaa piirtämällä kunkin valimon koko verrannollisena sen osuuteen koko toimialan tuotannosta tai kapasiteetista. Tarkastelemalla vuotuisten kapasiteettijakaumien siirtymiä ja yksittäisten tehtaiden sijainnin muutoksia, saadaan silmämääräinen kuva toimialan muutoksen dynamiikasta. Edellä mainitut panoskerroin- ja yksikkökustannusjakaumat esittävät luonnollisesti

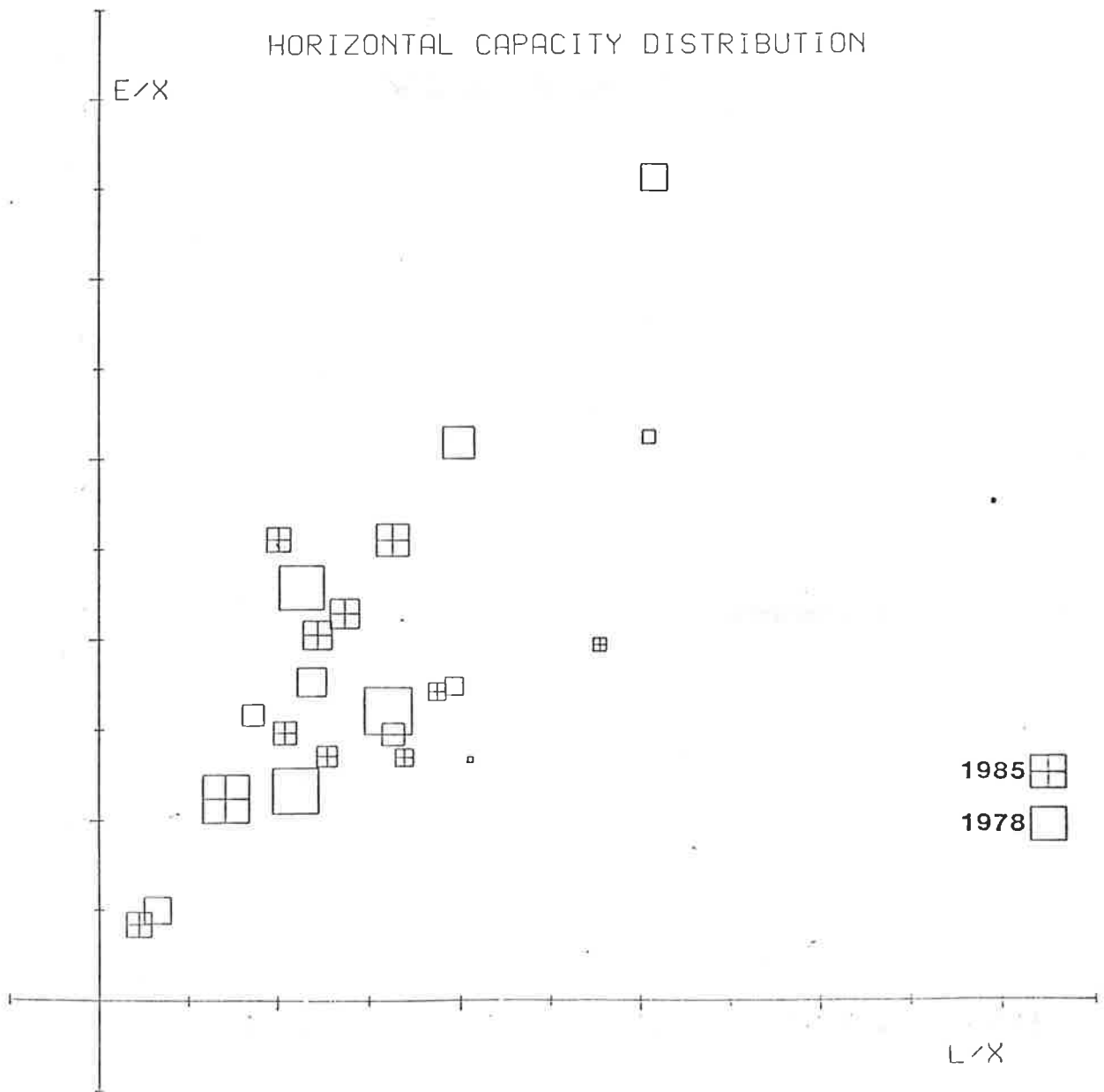
kapasiteettijakauman normeerattujen reunajakaumien kertymäfunktioita.

Huolimatta näennäisestä yksinkertaisuudestaan, kapasiteettijakaumilla on tärkeä teoreettinen rooli matemaattisessa tuotantoteoriassa. Periaatteessa kutakin jakaumaa vastaa tietty tuotantofunktioluokka. Jos jakauma on esimerkiksi yleistetty Pareto- jakauma, sen virittämä toimialatason tuotantofunktio on ns. Cobb-Douglas -muotoa jne. Jakauma tai yhtäpitävästi tuotantofunktion parametrien identifiointiin tarvitaan kuitenkin suuri määrä havaintoja, ja ylipäänsä jotta ekonometriset estimoinnit olisivat taloustieteellisesti tai tilastollisesti valideja, joudutaan tekemään koko joukko ehkä epärealistisen kovia olettamuksia. Näiden välttämiseksi jatkossa ei turvauduta ekonometriseen lähestymistapaan, eikä kirjallisuudessa yhä kosolti viljeltyyn ns. edustavan yrityksen käsitteeseen, jolla kehittyneemmissä tuotantoteorioissa ei lisäksi ole enää mitään sijaa, vaan sovelletaan ns. ei-parametrisiä menetelmiä, juuret ovat kuitenkin kapasiteettijakaumien tarkasteluissa.

Puhtaasti deskriptiivisin perustein voidaan todeta, että kunkin toimipaikan tekniikka voidaan karakterisoida sen panoskertoimien (tai niiden käänteislukujen, osittaistuottavuuksien) avulla. Muutos valimon panoskertoimissa on samalla muutos sen tuotantotekniikassa. Tällöin on luontevaa olettaa, että havainnot ovat täyskapasiteettihavaintoja. Tätä määritelmää sovelletaan myöhemmin laskettaessa yksittäisten valimoiden tuottavuuskehitystä ja se on pohjana myös toimialatason tuottavuus- ja rakennetarkasteluissa.

Kuvioon 5.1 on piirretty rautavalimoiden kapasiteettijakaumat vuosilta 1978 ja 1985. Kuvioista havaitaan, että kapasiteettijakauma ei ole siirtynyt kovinkaan paljon (ainakin verrattuna vastaavaan siirtymään eri pohjoismaiden sementtiteollisuudessa ja Suomen panoteollisuudessa, ks. ETLA B⁴⁴, A11). Vuoden 1985 jakauma on siirtynyt vuoden 1978 jakaumaan verrattuna kohti origoa heijastaen lähinnä työn tuottavuuden energian käytön tuottavuutta hieman nopeampaa kehitystä. Panoskerroin- ja yksikkökustannusdiagrammeista käy ilmi tietty yksittäisten valimoiden sijoittumisen muutos.

Kuvio 5.1. 12 rautavalimon kapasiteettijakaumat 1978 ja 1985.



Sama informaatio saadaan luonnollisesti myös kapasiteettijakaumien muutok-
sista. Jakaumakuvioiden työpanoskerroinpainotteinen siirtymä kohti origoa
heijastelee karkeasti ottaen teknisen kehityksen luonnetta. Se on ollut
työtä säästävää ja energiaa käyttävää. Tämä puolestaan on seurausta itse
valimotekniikkojen luonteesta, teknologia on välineellistynyt tuotantoko-
neistoon, jolloin energiankäytössä on vaikea saavuttaa suuria säästöjä
verrattuna työn käyttöön ilman huomattavia investointeja.

6. Tuottavuuskehitys eri rautavalimoissa

Edellä suoritettiin lähinnä visuaalisia tarkasteluja eri valimoiden pa-
noskertoimien tai osittaistuottavuuksien avulla. Panoskertoimien muutos,
tulkittiin tekniseksi muutokseksi ja useimpien valimoiden kohdalla
panoskertoimet pienenevät, joskin joitain poikkeuksiakin havaittiin.
Olettamalla valimoille samat panoshinnat, panoskertoimien pieneminen
on tulkittavissa tuotannollisen tehokkuuden nousuksi (teknisessä mielessä).

Usein kuitenkin on tapana tarkastella panoskertoimien käänteislukujen
eli panosten osittaistuottavuuksien muutosta. Karkeasti ottaen, mitä
suurempia osittaistuottavuudet ovat, sen tehokkaampaa on tuotanto
teknisessä mielessä. Kokonaistuottavuudella ymmärretään tuotannon
määrää laskettuna yhdistettyä panosta kohti. Tälläinen kokonaispanos
on indeksteoreettisesti tulkinnoissa tuotantokustannusten volyyymi.
On erityisesti huomattava, että tarkasteltaessa kokonaistuottavuuden
muutosta, joidenkin panosten osittaistuottavuudet voivat kasvaa, ja
joidenkin laskea. Päähuomion pitäisi olla kokonaistuottavuuden kasvatta-
misessa.

Tuottavuuden mittausteoria perustuu perinteisesti tuotantoteoriaan.
Tämän puitteissa tuottaja maksimoi voittoaan/minimoi kustannuksiaan
tietyillä annetuilla hinnoilla tuotantofunktionsa puitteissa. Teknologia
kuvataan tuotantofunktiolla ja sen kanssa konsistentti teknologian
kuvaus voidaan myös antaa tuotantofunktiota vastaavan (minimi)kustannus-
funktion kautta. Matemaattisesti tuottajan sidotun ääriarvot tehtävän ratkai-

sevat panosten kysyntäfunktiot. Nämä antavat (kustannusten minimointiprobleemassa) optimaaliset panosmäärät hintojen ja tuotannon tason funktioina. Optimaalista panoskombinaatiota sanotaan tekniikaksi, ja se riippuu siis tuotannon määrästä ja hinnoista sekä myös kysyntäfunktiot virittävästä tuotantofunktiosta, teknologiasta. Seuraa, että osittaistuottavuudet riippuvat myös yleisesti ottaen tuotannon määrästä ja kaikista hinnoista (tai yhtäpitävästi kaikista panoksista) ja yhdenkin hinnan muutos vaikuttaa tuotantofunktion lähemmällä tavalla kaikkien panosten kysyntään ja siten myös osittaistuottavuuksien muutokseen ja myös kokonaistuottavuuteen. Näin ollen optimaalisen tekniikan valinta kunkin teknologian puitteissa riippuu tuotannon määrästä ja hinnoista ja kun hinnat tai tuotannon määrä muuttuvat, pitäisi optimaalisen tekniikan ja tuottavuuden myös muuttua, muuten tämän teorian puitteissa syntyy tehottomuutta.

Yllä kuvattu prosessi tapahtuu siis saman tuotantofunktion virittämisen teknologian puitteissa. Siinä oletetaan ideaalituottajan sopeuttavan tekniikkansa muuttuviin hintoihin ja kysynnän määrään, kysymys on normaalista hinta/määrä-sopeutuksesta.

Jos myös tuotantofunktio muuttuu, puhutaan teknologisesta muutoksesta. Oletetaan, että tuotantofunktiota voidaan muuttaa esimerkiksi investoimalla uuteen tuotantovälineistöön (ml. pehmoinvestoinnit), uudelleenorganisoidulla, oppimalla (learning by doing) tms. Tällöin uusi (minimikustannusmielessä) optimaalinen panoskombinaatio ja vastaavasti osittaistuottavuudet ovat erisuurat kuin operoitaessa vanhalla tekniikalla. Tässä laajemmassa teknologisen muutoksen mielessä tuottavuuden muutos koostuu siis ensinnäkin hintojen ja tuotannon määrän muutoksesta sekä myös teknologian muutoksesta. Näiden yhteisvaikutuksesta syntyy tuottavuuden muutos.

Tavallisesti tuottavuuden muutos samaistetaan teknologian muutokseen. Tällöin pyritään aluksi eristämään hintojen ja tuotannon muutoksesta seuraava vaikutus tuottavuuden muutokseen ja suorittamaan mittaus siten, että vain puhtaita teknologisista eroista seuraava vaikutus tuottavuuteen jää jäljelle. Jonkin tuotantoyksikön kohdalla tarkastelut yli ajan viittaavat teknologisen kehityksen (muutoksen) mittaamiseen, mutta samalla filosofialla voidaan myös

tehdä poikkileikkausvertailuja. Tuottavuuslaskelmat voidaan pukea myös konsistentisti yksikkökustannusten avulla tapahtuviksi laskelmiksi. Oleellista tässä on se, että tuotantokustannukset voidaan jakaa teorian puitteissa hinta- ja määräkomponenttiin sekä teknologia-erojen vaikutusta tuotantokustannuksiin kuvaavaan tekniikka- tai tehokkuuserokomponenttiin.

Perinteinen tuotantoteoria, joka siis operoi tasoilla ja tasovertailuilla, voidaan pukea puhtaasti muutosten tarkastelun muotoon. Tällöin puhutaan taloudellisesta tai funktionaalista indeksiteoriasta. Indeksiteorioiden tehtävänä on summata yksittäiset muutokset (esim. tuotannontekijöiden hinnanmuutokset) "keskimääräistä muutosta" kuvaavaksi yhdeksi luvuksi (esim. tuotantokustannusten hintaindeksin muutokseksi), siten että tietyt, itse asiassa lähinnä terveen järjen mukaiset side-ehdot ovat voimassa. Funktionaalille indeksiteorialle on ominaista se, että kutakin tuotanto/kustannusfunktiota vastaa tietty indeksifunktio. Siksi kokonaistuottavuuslaskelmat suoritetaan hyväksikäyttäen tiettyjä indeksikaavoja. Näiden täytyy sopia yhteen tuotantokustannusten hinta- ja volyyymi-indeksilaskelmien kanssa. Taloustieteelliset perustelut tiettyjen kaavojen soveltamiselle ovat pitkät ja moninaiset; emme puutu tässä niihin. Toteamme vain, että tietyillä tuottavuus- ja tuotantokustannusten hinta- sekä volyymilaskennan yhteydessä kosolti viljellyillä indeksikaavoilla on ominaisuus, että ne approksimoivat "varsin hyvin" varsin yleisten tuotantofunktioiden puitteissa tapahtuvia muutoksia ja että hintaindeksi on riippumaton tuotannon määrästä ja kustannusten volyyymi-indeksi hinnoista. Tällaisia kaavoja ovat esim. kokonaistuottavuuslaskelmissa nykyään varsin laajalti sovellettu Törnqvist-indeksikaava, joka alunperin on kehitetty 1930-luvulla Suomessa ja miltei samoja tuloksia antavat ns. Vartia-kaavat, jotka ovat 1970-luvun tuotteita. Käsitteellisesti nämä indeksit ovat hieman hankalia. Ne ovat ns. ketjuindeksejä, joilla verrataan uutta tilannetta aina edelliseen tilanteeseen, kun tutummat kaavat, esim. Paaschen tai Laspeyresin kaavat, suorittavat vertailun kantaperiaatteella, aina suoraan ns. perusvuoteen. Voidaan kuitenkin näyttää, että ketjuindeksit antavat "oikeamman kuvan" muutoksesta kuin kantaindeksit. Esitetyissä puitteissa voidaan johtaa "eräin yksinkertaistavin edellytyksin" laajalti sovellettu kokonaistuottavuuden muutoksen periaatteessa yksinkertaisen näköinen "residuaalimuotoinen" laskukaava

tuottavuuden muutos = tuotannon volyymin muutos - panosten volyymin muutos

Ylläolevassa kehikossa tuotannon ja panosten volyymin muutokset pitää vain osata painottaa oikein yhteen, ts. käyttää oikeita indeksikaavoja. Miten nämä valitaan, neuvot siihen antaa edellä juuri kuvattu teoreettinen viitekehikko. Eräin, tietysti todellisuutta yksinkertaistavien oletuksien, voidaan soveltaa mainittuja Törnqvist- tai Vartia- kaavoja. Ensinmainitun sovellutukset tuottavuuslaskelmissa ovat kansainvälisissä julkaisuissa dominoivia.

Esimerkiksi, jos teknologian virittävä tuotantofunktio on ns, Translog-funktio, joka approksimoi "eräin ehdoin" mielivaltaista tuotantofunktiota toiseen kertalukuun asti, ja tuottaja noudattaa kustannusten minimointiperiaatetta vertailupisteissä, niin tuottavuuden laskemisessa oikea indeksikaava on Törnqvist kaava

$$\log T_{01}^T = 1/2 \sum (c_i^1 + c_i^0) \log ((Q^1/x_i^1)/(Q^0/x_i^0))$$

Tässä Q^r on tuotannon ja x_i^r panosten $i=1,2,\dots,n$ määrä sekä c_i^r niiden vastaavat kustannusosuudet vertailutilanteissa $r=1,0$ jne.

Vaikka tuottavuuskirjallisuuden valtavirrat näyttävät yhä enemmän viime vuonna keskittyneen edellä kuvatun teoreettisen kehikon ympärillä tapahtuvan mittausprobleeman tutkimiseen, itse teorian perusteita ei näytetä asetetun kyseenalaiseksi. Ydinajatuksiahan tässä lähestymistavassa oli tuotantofunktioiden olemassaolo, niiden muuttuminen tai siirtymä sekä kustannusten minimointiperiaate. Tuottajan oletetaan olevan kaikissa vertailupisteissä em. mielessä tasapainossa ja siten täysin sopeutuva. Juuri näitä oletuksia on pidettävä käytännön mittausprobleeman kannalta epärealistisen kovina.

Indeksiteorioissa on kuitenkin toinen teoreettisessa kirjallisuudessa viime vuosina vähemmälle jäänyt suuntaus, ns. mekanistis-, atomistinen, nyttemmin kuitenkin vain deskriptiiviseksi kutsuttu indeksiteoria. Tässä teoriassa ei tarvitse olettaa mitään optimoivaa käytöstä tai tuotantofunktioita, ainoastaan hinnat ja määrät sekä kustannusten määritelmä. Alkujaan tämä teoria

oli indeksiteorioiden pääteoria ja sen tarkoituksena oli hakea "universaalisti paras indeksikaava", ts. kaava jonka piti täyttää eräät "lähes terveiden järjen mukaiset hyvälle indeksikaavalle asetettavat vaatimukset", jotka toki voidaan pukea matemaattisesti hankalaan muotoon. Sittemmin osoittautui, että tällaisia kaavoja ei ole olemassa, ts. vaatimukset ovat matemaattisesti sisäisesti ristiriitaiset. Vaatimusjoukkoa voidaan kuitenkin rajoittaa, ja silloin voidaan erottaa useitakin ns. hyvien indeksifunktioiden perheeseen kuuluvia indeksikaavoja. Mainittakoon, että kaikkialla ns. viralliset tms. julkaistavat hinta- tai muut indeksit, kuten esimerkiksi kuluttajan hinta- ja tuotannon hintaindeksit laaditaan deskriptiivisen indeksiteorian perusteella. Sattuu vain olemaan niin, että huolimatta erilaisista teoreettisista perusteista, sekä funktionaalisen että deskriptiivisen indeksiteorian puitteissa päädytään "eräin edellytyksin" samoihin kaavoihin, kaavoihin, joita siis kummankin teorian puitteissa voidaan pitää hyvinä.

Hämmästyttävää kyllä, deskriptiivistä teoriaa ei ole sovellettu kirjallisuudessa tuottavuuslaskelmiin, vaan tietääksemme teorianmuodostus, kuten jo aikaisemmin on todettu, pohjautuu tuotantoteoriaan. Viime aikoina kuitenkin ETLAssa, jolla on pitkät perinteet indeksiteoreettisissa pyrinnoissa - mm. ns. Törnqvist- ja Vartia- indeksit - on kehitetty tuottavuuden mittauksen teoria, joka perustuu deskriptiiviseen lähestymistapaan, ja jonka puitteissa siis optimoivaa käytöstä ei tarvitse olettaa. Myös tämän teorian puitteissa päädytään edellä esitettyyn residuaalimenetelmään, perusilmiasultaan samaan kaavaan, joka saadaan olettamalla optimaalinen käytös. Tulos on analoginen laajennus deskriptiivisen ja funktionaalisen indeksiteorian edellä mainitulle parallismille, joka siis ylettyy myös tilanteisiin, joissa sallitaan tekniikkaerot. Tämä on tieteenfilosofian kannalta mielenkiintoista, muttei mitenkään outoa ns. taloustieteissä. Tunnetaan nimittäin monia eri teorioita, joissa huolimatta eri lähtökohdista päädytään samoihin lopputuloksiin.

Deskriptiivisessä lähestymistavassa tekniikka määritellään panosten osittais-
tuottavuuksien avulla. Sallitut osittaistuottavuuksien arvot määrittelevät
teknologian. Siten jokainen teknologia sisältää monia tekniikoita. Jokainen
muutos osittaistuottavuuksissa on samalla muutos tekniikassa. Soveltamalla
nyt valimoittaisten tuotantokustannusten suhteeseen tarkasteltavina periodei-
na ns. Vartian hinta- ja volyyymi-indeksejä sekä edellä annettua tekniikan
määritelmää työ- ja energiapanoksen osalta, voidaan johtaa seuraava kaava
tuotannon muutokselle

$$\ln \frac{Q_i^1}{Q_i^0} = \sum_k \frac{L(C_{ij}^1, C_{ij}^0)}{\sum_k L(C_{ij}^1, C_{ij}^0)} \ln \frac{x_{ij}^1}{x_{ij}^0} + \sum_k \frac{L(C_{ij}^1, C_{ij}^0)}{\sum_k L(C_{ij}^1, C_{ij}^0)} \ln \frac{t_{ij}^1}{t_{ij}^0}; \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Tässä ensimmäinen termi vasemmalla on panosindeksin muutos, ja toinen termi vasemmalla on tuottavuuden muutos. Näiden termien painot muodostuvat ns. Var-tian L-funktioiden arvoista. L-funktio määritellään seuraavasti

$$L(x,y) = (x-y)/\log(x/y), \text{ kun } x \neq y \text{ ja } x, y > 0 \text{ (yleisin merkinnöin)}$$

L-funktion argumentteina ovat yllä esitettyssä indeksikaavassa panosten $x_{ij}, j=1,2$ panosmenot $C_{ij} = p_{ij} x_{ij}$ vertailtavina periodeina 1 ja 0 eri valimoissa $i=1,2,\dots,12$.

Yllä esitettyä indeksikaavaa hyväksikäyttäen saadaan taulukon 6.1 osoittamat valimokohtaiset tuottavuuden keskimääräiset muutokset vuosille 1978-85

Taulukko 6.1 Tuottavuuden keskimääräinen muutos eri rautavalimoissa vuosina 1978-85 %/vuosi

yksikön no.	tuotannon muutos	työn kasvu-vaikutus	energian kasvuvaikutus	tuottavuuden kasvuvaikutus
1	3.22	-1.52	- 0.66	5.40
2	-6.70	-4.13	-2.21	-0.36
3	-5.09	0.54	1.57	-7.20
4	-13.00	8.75	3.15	1.10
5	2.50	-2.31	0.47	4.39
6	6.25	3.96	-0.16	2.46
7	16.08	13.00	3.36	-0.28
8	3.65	-8.73	-1.07	13.45
9	1.78	-1.17	0.17	2.78
10	-0.26	-1.78	-0.65	2.17
11	6.81	-3.23	0.19	9.85
12	-10.86	1.72	0.20	-12.79

Taulukko 6.1 käsittää neljä pystyriviä. Ensimmäinen sarake esittää valimokohtaista tuotannon muutosta, kaksi seuraavaa työn ja energian kontribuutiota ja neljäs tuottavuuden vaikutusta tuotannon kasvuun. Näin esitettynä tuotannon muutos on em. kolmen kontribuution summa.

Silmiinpistävin piirre taulukossa on suuret tuottavuuden muutoserot eri valimoiden välillä. Myös ajallisesti tuottavuuskehitys on ollut voimakkaastikin vaihtelevaa ja lisäksi eriaikaista yksittäisten valimoiden kohdalla. Tuotannon muutos ja työn- sekä energian kasvuvai-
kutukset vaihtelevat myös suuresti valimoittain. Tämän suuntainen kehitys on odotettavissa edellä esitettyjen jakaumakuvioiden perusteella.

Yleispiirteenä voidaan havaita, että tuottavuuden muutoksen merkki on yleisesti ottaen sama kuin tuotannon muutoksen suunta, mutta näyttää siltä, että yksittäisten valimoiden panoskäyttöä ei ole ollut niinkään helppo sopeuttaa nopeisiin markkinamuutoksiin. Tämä heijastelee luonnollisesti tietynmoista pääomavaltaisille valimotekniikoille ominaista jäykkyyttä panoskäytön muuttamisen suhteen. Perustuotantokoneiston uusiminen tai huomattavat muutostyöt vaativat investointeja, joskin tietyillä rationalisointitoimilla voidaan myös aikaansaada säästöjä.

Verrattaessa valimotiedustelussa esitettyjä muita tuloksia ja tunnuslukukehitystä tuottavuuslaskelmiin, voidaan selvästi havaita kaksi erilaista strategiaa valimoiden keskuudessa tuottavuuden nostamiseksi. Yleispiirteenä on, että ne valimot jotka ovat nostaneet selvästi tuottavuuttaan, ovat voineet tehdä sen joko investoimalla tai rationalisoimalla toimintansa käytännöllisesti katsoen ilman investointeja.

Niissä valimoissa, joissa investointivauhti on ollut suuri, tuottavuus on pääsääntöisesti noussut, mutta tulos puolestaan on huonontunut tai säilynyt heikkona. Investointien yhteydessä pääomakustannukset ovat nousseet ja ilmeisesti kapasiteetti on yleensä kohonnut. Tätä ei ehkä useinkaan ole markkinoiden rajallisuuden vuoksi kyetty hyödyntämään, ja tämä on vaikuttanut taloudelliseen tulokseen.

Toisaalta taas niissä valimoissa, joissa tuottavuuden nousu on perustunut tuotannon (ja tuotevalikoiman) rationalisointiin ilman suurempia investointeja, tulos on parantunut, mutta lienee niin, että tämäntyyppiset toiminnan tehostamiskeinot ovat pitemmällä tähtäimellä rajalliset, ja johtavat ennen pitkää tuotantokoneiston vanhene- miseen.

Voitaisiin päätellä, että investoineet valimot ovat pitemmän päälle paremmassa kilpailuasemassa kuin investoimattomat yksiköt. Toisaalta on ilmeistä, että vähän investoineet valimot ovat tässä suhteessa rahoituskierteessä. Tulos on pitkään ollut huono, ja merkitsevät investoinnit ovat rahoituskustannuksiltaan niin suuret, että ne ylittävät yrityksen kantokyvyn. Investointien yhteydessä ehkä kohoava kapasiteetti vaatisi voimakkaita markkinaponnisteluja varsin hitaasti kasvavilla markkinoilla tai markkinoiden laajentamista vientiin. Tämä taas vaatisi lisäponnistusta kotimarkkinakysyntään tottuneilta yksiköiltä.

Aineistoon sisältyy myös valimoita, jotka tutkimusperiodin jälkeen ovat joutuneet joko konkurssiin ja lopetettu tai joiden omistussuhde on muuttunut. Näille on ollut tyypillistä heikko tai negatiivinen tuottavuuskehitys.

Tuloksiin täytyy kuitenkin suhtautua ehkä jossain määrin varauksellisesti. Tuotannon määrää on edellä kuvatuissa laskelmissa mitattu pelkinä tonneina, ja siten valimoiden sisäisessä tuoterakenteessa tapahtuneet muutokset eivät ole tulleet näkyviin. Todellisuudessa valimoiden tuotannon volyyymi voi poiketa huomattavastikin siitä, mitä pelkät tonnit antavat ymmärtää. Valimokoh- taisten realistisempien tuotosmittojen konstruointi vaatisi kuitenkin huomattavasti yksityiskohtaisempaa valimokohtaista tuotteiston hinta- ja määräda- taa, kuin mitä tässä on ollut käytettävissä.

7. Tuottavuuskehitys rautavalimoteollisuudessa

Edellä tarkasteltiin yksittäisten valimoiden tuottavuuden kehitystä. Tässä luvussa tarkastellaan, sitä miten yksittäisten valimoiden tuotannon määrä, panosten käyttö ja tuottavuus voidaan aggregoida koko näytteen muodostaman toimialan tasolle.

Tuotantofunktio tarkasteluihin perustuvassa analyysissä aggregointi on hankala tehtävä. Jotta tietyt menettelyt olisivat taloustieteellisesti valideja, täytyy jälleen tehdä epärealistisen kovia oletuksia taloudellisesta käyttäytymisestä ja kilpailutilanteesta. Kuitenkin esimerkiksi USA:ssa laajalti harrastettu koko kansantalouden tasolle päätyvä tuottavuuslaskenta, ns. kasvun kirjaus, tapahtuu edelleenkin tälläisissä puitteissa.

Edellä sovellettu deskriptiivinen lähestymistapa tuottavuuden mittaukseen ei vaadi yksittäisen toimipaikan tasolla funktionaalille teorialle ominaisia kovia oletuksia. Myös aggregointiteoria voidaan rakentaa deskriptiiviselle perustalle ja tällöin osoittautuu, että tuottavuuden aggregoinnissa ei tarvita funktionaalille teorialle ominaisia oletuksia taloudellisesta käyttäytymisestä. Tekniikkaerot salliva deskriptiivinen aggregointiteoria rakentuu itse asiassa samoin konventionaalisen deskriptiivisen indeksiteorian aggregointiteorian pääperiaatteille ja se johtaa jälleen samantapaisiin kaavoihin, kuin mitä saadaan funktionaalisisessa lähestymistavassa sille ominaisin kovin oletuksin.

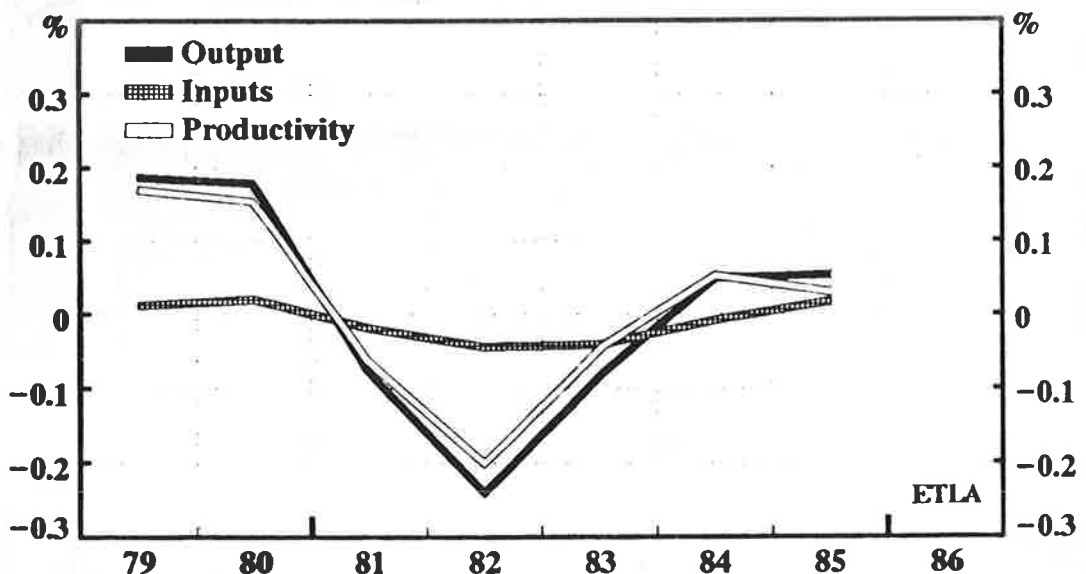
Edellä esitetty "residuaalimuotoinen" laskukaava toimipaikkatason kokonaistuottavuuden laskemiseksi pätee periaatteessa myös toimialatasolla, kunhan siinä olevat tuotannon määrän muutos ja panosten määrän muutos lasketaan kelvollisella tavalla. Yksittäisten valimoiden tasolla tuotannon määrä mitattiin pelkkinä tonneina, samoin työn käyttö työtunteina ja energiankulutus Gjouleina. Kuitenkin yksittäisten valimoiden tuotannon keskihinta valimoittain vaihtelee, heijastellen niiden tuoterakenteen heterogeenisuutta ja samoin myös

son tuotannon muutos ja ensimmäinen termi oikealla on toimialatason kokonaispanoksen muutos. Tässä siihen on luettu vain työ ja energia ja kustannukset on määritelty vastaavasti.

Kun tarkasteltavien valimoiden summa-aggregaattina, ts. valutonnien suorana summana, laskettu tuotannon määrä nousi vuosina 1978-85 keskimäärin noin 4.2% vuodessa, tuotannon volyymin keskimääräinen muutos laskettuna Vartia I painoin kasvoi noin 1.6 % vuodessa. Summa-aggregaattina lasketun, ja vastaavalla Vartia I tavalla yhteenpainotetun työ- ja energiapanoksen kontribuutio tuotannon kasvuun oli tarkastelujaksolla keskimäärin -1.7%. Tuottavuuden nousuksi saataisiin summa-aggregaatein keskimäärin 5.9% vuodessa. Kun valimokohtaisesta aineistosta lasketaan työn- ja energiankäytön Vartia I painotettu kokonaispanosindeksin muutos, saadaan sen kontribuutioksi vastaavalla tavalla määriteltyyn tuotannon volyymin kasvuun keskimäärin -0.4% vuodessa. Realistisemmaksi tuottavuuden keskimääräiseksi kasvuarvioksi saadaan siten noin 2 % vuodessa.

Näinkin huomattava ero eri laskelmien välillä johtuu periaatteessa sen tapaisesta ilmiöstä, että painotettu keskiarvo on yleisesti ottaen pienempi kuin painottamaton. Summa-aggregaatein suoritettu laskelma ei ota huomioon sitä

Kuvio 7.1. Tuotannon, kokonaispanoksen ja tuottavuuden muutokset rautavalimoteollisuudessa vuosina 1978-85



rakennemuutosta, mikä tapahtuu sekä tuotos- että panospuolella. Yllä olevassa laskelmassa tämä merkitsee sitä, että joidenkin "keskimääräisistä hinnoista poikkeavien" valimoiden paino muuttuu ajan kuluessa sekä tuotos- että panospuolella. Sen sijaan mahdollisimman hienojakoisesti suoritettu ketjuindeksi-painotus pyrkii ottamaan rakennemuutokset huomioon ja antaa siten "harhattomamman käsityksen" reaalitapahtumasta. On huomattava, että kantaindeksilaskelmat, ts. laskelmat joillain kiinteillä perusvuoden painoilla, eivät myöskään kykene ottamaan huomioon täysinmittaisesti rakennemuutoksia.

Edellä korostettiin sekä tuotteiston rakenteessa, että panoskäytössä tapahtuvia rakennemuutoksia ja niiden huomioonottamisen tärkeyttä tuottavuus- ja yleensäkin indeksilaskelmissa. Periaatteessa voidaan kyllä johtaa kaavoja, joiden puitteissa esimerkiksi summa-aggregaatein suoritun tuottavuuslaskelman "harha" suhteessa oikeaan laskelmaan voidaan jakaa tuote- ja panosrakenteen muutosten huomioonottamattomuudesta seuraaviin erillisiin kontribuutioihin sekä yksittäisten tuotantolaitosten tuottavuuskehityksen kokonaiskontribuutioon. (ks. ETLA 4/87). Yhtä hyvin vastaavia hajotteita voitaisiin konstruoida kantaindeksilaskelmille suhteessa ketjuindeksilaskelmiin. Näin saataisiin kuitenkin periaatteessa monia eri arvioita rakennemuutoksen vaikutuksista ja tälläisissä kalkyytleissa olisi tietty epämääräisyyden henki.

On kuitenkin vielä eräs tapa havainnollistaa toimialatason kehitystä ja rakennemuutosta. Tämä on ns. lyhyen aikavälin toimialafunktio.

8. Lyhyen aikavälin toimialafunktio

Edellä käytettiin yksittäisten valimoiden panoskertoimia kunkin valimon oman tuotantotekniikan kuvaajina. Panoskertoimien muutokset kuvasivat tämän filosofian mukaan tekniikan muutosta yksittäisissä valimoissa. Mitään oletusta siitä, miksi nämä kertoimet muuttuvat, ei tehty. Kertoimien vuotuiset arvot ja niiden muutokset otettiin havaintoina.

Panoskerroin- ja yksikkökustannusjakaumat kuvasivat yksittäisten valimoiden panoskertoimien jakaumaa ja niiden paremmuusjärjestystä. Nämä kuvaukset ovat periaatteessa luonteeltaan valimoiden mikro- tai toimipaikkatason ominaisuuksien kuvauksia, eivätkä toimialatason kuvausta. Vastaava voidaan todeta kapasiteettijakaumista.

Neoklassisessa hengessä suoritetuissa tuotantoteoreettisissa analyyseissä pyritään esimerkiksi kapasiteettijakaumaan sovittamaan jotain a priori valittua tuotantofunktiomuotoa estimoimalla sen parametrit. Saatu tulos kuvaa toimipaikkojen "keskimääräistä" tuotantofunktiota, edustavaa yritystä, Tälläistä estimointitulosta pidetään samalla toimialan kuvauksena. Yksittäisten yritysten poikkeamat tästä ideaalikuvasta oletetaan satunnaisiksi, ja edustavan yrityksen oletetaan välittömästi sopeutuvan ulkoisiin muutoksiin. "Keskimääräisyyden edustavuus" voidaan asettaa kyseenalaiseksi, puhumattakaan täydellisestä sopeutumisesta. Käytännössä esimerkiksi hiemankin pääomavaltaisempi yritys on kerran valitun pääomakantansa, tuotantokoneistonsa, "vanki". Jos se joillain hinnoilla on ollut "optimaalinen", muuttuvissa tilanteissa se ei enää ehkä sitä ole. Erot keskimääräisyyteen eivät ehkä ole satunnaisia, vaan yrityksessä joskus tehdyn tietoisien valinnan tulosta, valinnan, jonka ominaisuuksia on vaikea muuttaa ilman investointia. Kun tekniikka tarjoaa uusia mahdollisuuksia, yritysten kyky taloudellisemman tekniikan käyttöön ottamisessa vaihtelee eri syistä ja riippuu osittain juuri aikaisemmin tehdyistä valinnoista. Näin voidaan selittää, miksi saman toimialan eri yritykset ovat tehokkuudeltaan erilaisia samankin tuotteen valmistuksessa, ja miksi tehokkuusjakaumat muuttuvat ja siirtyvät yli ajan.

Nyt esiteltävässä menetelmässä ei estimoida mitään, metodi on konstruktiiivinen ja lisäksi siinä ei esiinny mitään tuntemattomia parametrejä. Se on luonteeltaan ei-parametrinen, numeerinen, ja se käyttää hyväksi juuri eri tuotantolaitosten erilaisuutta.

Lähtökohtana menetelmässä on kapasiteettijakauma. Kapasiteettijakauma otetaan havaintona; myöskään sen muotoutumiseen sellaiseksi kuin se on, ei vielä haluta ottaa kantaa. Siten eri tuotantoyksiköiden ulkoiset kilpailuolosuhteet jäävät kausaalitarkastelujen mielessä analyyysin ulkopuolelle. Tämä

ei merkitse sitä, että ne eivät olisi eri toimipaikkojen panoskertoimilla tai yksikkökustannuksilla mitatun aseman ja sen muutoksen suhteen merkittäviä. Menetelmässä valimoiden tekniikkaa luonnehditaan täyskapasiteettikäyttöä vastaavin panoskertoimin. Lisäksi on tiedossa kunkin yksikön toteutunut tuotanto ja arvio täyskapasiteettituotannosta. Kapasiteetin käyttöastetta kysyttiin vuoden 1985 valimotiedustelun yhteydessä. Täyskapasiteettia vastaavat panoskertoimet oletetaan samoiksi kuin havaitut panoskertoimet. Tämä voi olla arveluttava oletus. Lyhyellä aikavälillä pääoma, tuotantokoneisto, voi olla epähomogeenistä, sen sijaan tuotanto täytyy olettaa homogeeniseksi. Pääomakantaa ei tarvitse ottaa huomioon, sillä se oletetaan suoraan verrannolliseksi kapasiteettiin.

Toimialan tuotanto muodostetaan maksimoimalla homogeenistä tuotetta valmistavien eri panoskertoimilla toimivien valimoiden täyskapasiteettituotantojen summaa ehdolla, että eri valimoiden täyskapasiteettikäyttöä vastaavat eri panosten käyttömäärät koko toimialan puitteissa kulloisellakin toimialan tuotannon tasolla eivät ylitä toimialatason vastaavia täyskäyttömääriä, ja että kunkin mikroyksikön tuotanto kullakin toimialan tuotannon tasolla ei ylitä sen omaa täyskapasiteettituotannon määrää.

Tehtävä johtaa peräkkäiseen lineaariseen ohjelmointiin. Probleema on ns. profiilic- LP- tehtävä, joka sisältää toimipaikkojen lukumäärästä riippuvan suuren joukon erillisiä LP-tehtäviä, ja vaatii siten suuren tietokonekapacitin. LP-tehtäväparvena sillä on duaaliprobleemat, ja duaalimuuttujina ovat tässä koko toimialan tuotannontekijöiden varjohinnat kullakin toimialan tuotannon tasolla, toimialafunktion rajatuottavuudet, jotka on lausuttu fyysisissä yksiköissä, sekä yksittäisten toimipaikkojen kapasiteetin käyttöasteet. Nämä riippuvat siitä, millä toimialan tuotannon tasolla kussakin vaiheessa operoidaan. Duaalitehtävän rajatuotosten arvot asetaan panoshintojen suuruisiksi, ja tätä hyväksikäyttäen voidaan näyttää, että rakennettaessa toimialafunktiota lähtien toimipaikkatiedoista kulloisilla hinnoilla, toimialan tuotanto rakennetaan ottamalla ratkaisuun mukaan toimialan tuotantoa kasvatettaessa samoilla hinnoilla tai varioimalla hintoja samalla tuotannon tasolla yksittäisiä valimoita niiden rajatuottavuuden määräämässä paremmuusjärjestyksessä.

Toimialafunktiolla on ominaisuus, jonka mukaan se antaa maksimaalisen toimialatason tuotannon määrän valitsemalla minimikustannusjärjestyksessä havaituilla ominaisuuksilla varustettujen mikroyksiköiden joukosta aina parhaat yksiköt kulloisilla panoshinnoilla. Siten sitä vastaa myös minimikustannusfunktio kaikilla panoshinnoilla. Itse asiassa voidaan näyttää, että toimialafunktiolla on kaikki perinteisen tuotantofunktion ominaisuudet, paitsi, että se on luonteeltaan numeerinen, ei-parametrinen, ja että sen samatuotoskäyrät ja ekspansiopolut ovat paloittain lineaariset. Menetelmä johdattaa samatuotoskäyrien täydelliseen numeeriseen kuvaukseen, ja funktio on täydellisesti karakterisoitu myös siinä mielessä, että kaikilla panoshinnoilla samatuotoskäyrien jokainen piste on toimipaikkakokoonpanoltaan täysin määrätty ja tunnettu. Mitkä yksiköt missäkin pisteessä ovat milloinkin mukana, riippuu ns. kvasituottokriteeristä, joka saadaan primääri- ja duaalitehtävän ratkaisujen yhtäpitävyydestä. Operoitaessa jollain toimialan tuotannon tasolla, tuotantoon utilisoidaan ne yksiköt, jotka siinä olevin hinnoin antavat suurimman kvasituoton. Käytännössä viimeinen mukaan tuleva yksikkö on mukana vajaakapasiteetilla. Nostettaessa toimialan tuotantoa tämän yksikön kapasiteetti nousee, ja mukaan saattaa tulla toinen, uusi marginaaliyksikkö. Liikuttaessa pitkin samatuotoskäyrää, ts. varioitaessa hintoja, marginaaliyksikön kapasiteetin käyttöaste alenee (nousee) samalla, kun toisen ratkaisuun mukaan tulevan "toimipaikkakandidaatin" kapasiteetin käyttöaste nousee (vähenee). Lisäksi on vielä huomioonotettava jo ratkaisussa mukana olevien yksiköiden interaktio marginaaliyksikön ja kandidaatin kanssa. Siten yksiköt pitkin samatuotoskäyrää saattavat vaihtua, jos toiminnasta poistuvien yksiköiden kvasituotto on tarkasteltavassa pisteessä siinä vallitsevin hinnoin huonompi kuin tilalle tulevan. Yksikkö, joka jossain pisteessä häviää ratkaisusta, voi tulla uudelleen ratkaisuun mukaan jossain muussa pisteessä. Lisättäessä toimialan tuotantoa, ratkaisuun luonnollisesti tulee mukaan yhä enemmän yksiköitä niiden kvasituoton mukaisessa järjestyksessä. Näin saadaan vähitellen koko samatuotoskäyrästä piirretyksi koko toimialan täyskapasiteetituoannon tasolle asti. Tällöin kaikki mikroyksiköt on utilisoitu tuotantoon.

Käytännössä ei tarvitse ratkaista LP-tehtäviä, vaan tilalle ovat Forsund ja Hjalmarsson kehittäneet erityisen kombinatorisen algoritmin 1970-luvun lopulla. Tämä algoritmi antaa täysin LP-tehtävän mukaiset ratkaisut, mutta vähemmällä laskukapasiteetilla; ks. IUI WP no. 135 (1984) tai ETLA A11.

Voidaan lyhyesti todeta, että toimialafunktio on luonteeltaan toimialan optimaalisen rakenteen kuvaaja. Se on teoreettinen rakennelma, joka sanoo missä järjestyksessä tuotantoyksiköitä kannattaisi ottaa käyttöön, kun toimialan tuotantoa kasvatetaan tietyillä panoshinnoilla ja toimialan tuotantoyksiköillä on niiden panoskertoimilla kuvatut, olemassa olevat ominaisuudet.

Toimialafunktiota ei suoraan voida tulkita toimialan varsinaiseksi tuotantofunktioksi, vaan se on tietty normi, jossa on hyvin määritelty rakenne ja järjestys. Siten sitä voidaan käyttää tiettyihin vertailuihin. Epäjärjestettyjä joukkoja on hankala verrata keskenään, mutta epäjärjestystä voidaan verrata järjestettyyn joukkoon ja järjestettyjä joukkoja keskenään. Teoreettisena optimaalisen rakenteen kuvaajana toimialafunktiolla on myös toinenkin hyödyllinen piirre. Sitä vastaa toimialan kustannusfunktio. Siten toimialan optimaalinen rakenne voidaan myös kuvata konsistentisti kustannusrakenteen avulla.

Toimialafunktio voidaan panosavaruuden lisäksi esittää myös eräissä muissa avaruuksissa. Kuvaajan esitystä panoskerroinavaruudessa sanotaan kapasiteettialueeksi. Tämä esittää panosavaruudessa määritellyn tuotannon käyvän alueen ja samatuotoskäyrät koko toimialan panoskertoimien avulla, kun taas kapasiteettijakauma sinänsä heijasteli vain yksittäisten toimipaikkojen panoskertoimien dispersiota.

Toimialafunktiosta voidaan tehdä tiettyjä yleisluontoisia havaintoja toimialan rakenteesta. Jos toimipaikkojen kapasiteettijakauma ja -alue ovat keskittyneitä, ts. toimipaikkojen väliset tehokkuuserot olisivat pieniä, samatuotoskäyrien etäisyys on "pieni" ja käyrät vain vähän kaarevia. Tällöin toimialan kustannusfunktion marginaalikustannukset ovat pieniä, ja kustannusfunktio loiva sekä skaalajouaston muutokset vähäisiä. Jos toimipaikat jakautuisivat tehokkuudeltaan tiettyihin ryhmiin, joiden väliset erot olisivat "suuria", mutta sisäiset erot "pieniä", heijastuisi tämä samatuotoskäyrien vaihtelevana etäisyytenä ja suurina hyppäyksenomaisesti kasvavina marginaalikustannuksina. Samatuotoskäyrien jyrkkä kaarevuudenmuutos puolestaan heijastelee suuria substituutiomahdollisuuksia. Vaikka eri mikroyksiköiden sisällä ei olisikaan substituutiomahdollisuutta, substituutiomahdollisuutta syntyy toimialatasolla, sillä sama toimialan tuotannon taso voidaan

saavuttaa usealla eri toimipaikkakokoonpanolla, ja substituutio mittaa juuri eri toimipaikkakombinaatioiden herkkyyttä erilaisille suhteellisille hinnoille samalla tuotannon tasolla.

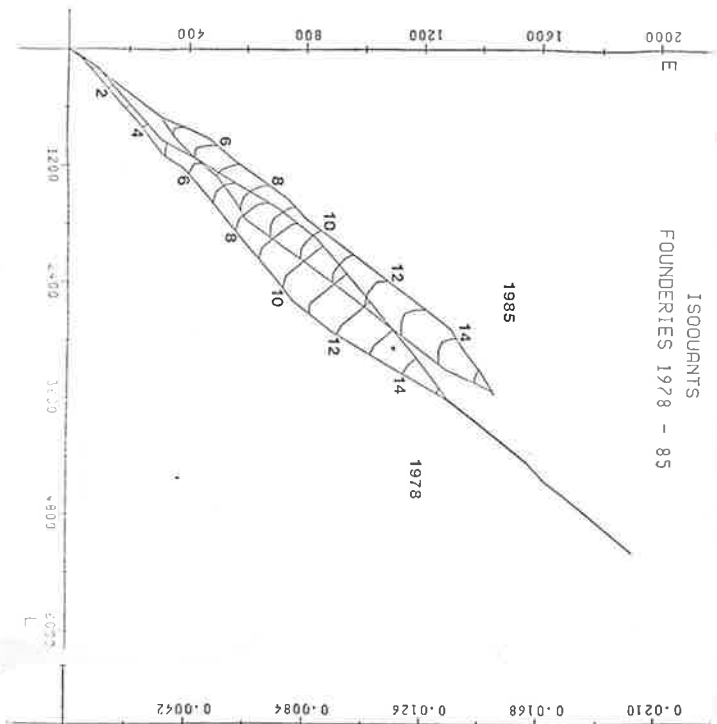
Toimialafunktio voidaan laskea usealle eri vuodelle. Vertaamalla toimialafunktion kuvaajan muodon ja sijainnin sekä samatuotuskäyrien muodon ja sijainnin muutoksia eri ajankohtien välillä, saadaan ainakin visuaalinen kuva toimialan rakenteen muuttumisesta. Koska toimialafunktio on konstruoitu olettamalla täyskapasiteettituotanto ja minimikustannusperiaate rakennemuutos on näin määriteltynä muutos toimialan optimaalisessa rakenteessa. Tällä prosessilla on juurensa toimialan mikroyksiköissä tapahtuvissa reaalisissa muutoksissa. Toimipaikkojen panoskertoimien muuttuminen ajassa juuri aiheuttaa toimialatason rakennemuutoksen, mutta koska rakenne on yhtä monimuotoinen kuin toimialafunktion kuvaaja, muutosta on vaikea summata joihinkin yksiiin tunnuslukuihin.

Kuviot 8.1 ja 8.2 esittävät Suomen rautavalimoteollisuuden toimialafunktioiden kuvaajia panosavaruudessa ja panoskerroinvaruudessa.

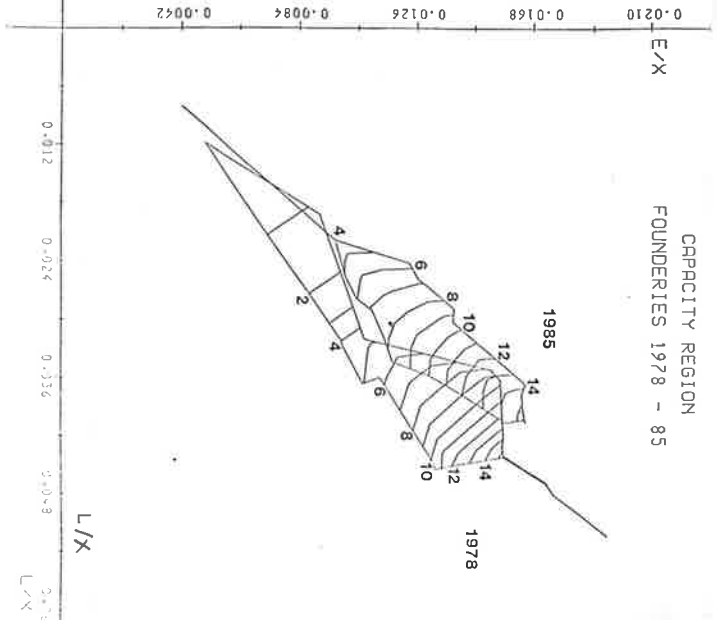
Kuvaajat ovat siirtyneet suhteellisen vähän ja siirtymisen painopiste on työtä säästävän kehityksen suunta. Verrattuna eräisiin muihin tutkimuksiin, (ks. ETLA B44, Pohjoismainen sementtiteollisuus, ja ETLA A11, Suomen panimoiteollisuus) myös niiden muoto on muuttunut verraten vähän. Samatuotuskäyrät ovat vain hieman siirtyneet kohti origoa, nopeinta siirtyminen on ollut toimialan kokonaiskapasiteetin alhaisilla ja keskitasoilla, jossa utilisoidaan parhaita yksiköitä. Lähellä valuteollisuuden täyskapasiteettia samatuotuskäyrät ovat jopa taantuneet. Tämä heijastelee jo panoskerroinjakauma- ja kapasiteettijakaumakuvioista havaittavaa piirrettä, että eräiden valimoiden kohdalla eräät panoskertoimet ovat jopa huonontuneet. Kaikenkaikkiaan rakenteelliset muutokset näyttävät jääneen valimoteollisuudessa suhteellisen vähäisiksi.

Kuvio 8.3 esittää rautavalimoteollisuuden toimialatason yksikkö- ja marginaalikulustannuskäyriä. Ne on laskettu toimialafunktion kuvaajasta seuraamalla siinä vuoden 1985 havaittuja keskimääräisiä suhteellisia panoshintoja vastaavaa reittiä, ekspansiopolkua. Voitaisiin seurata myös joitain muita

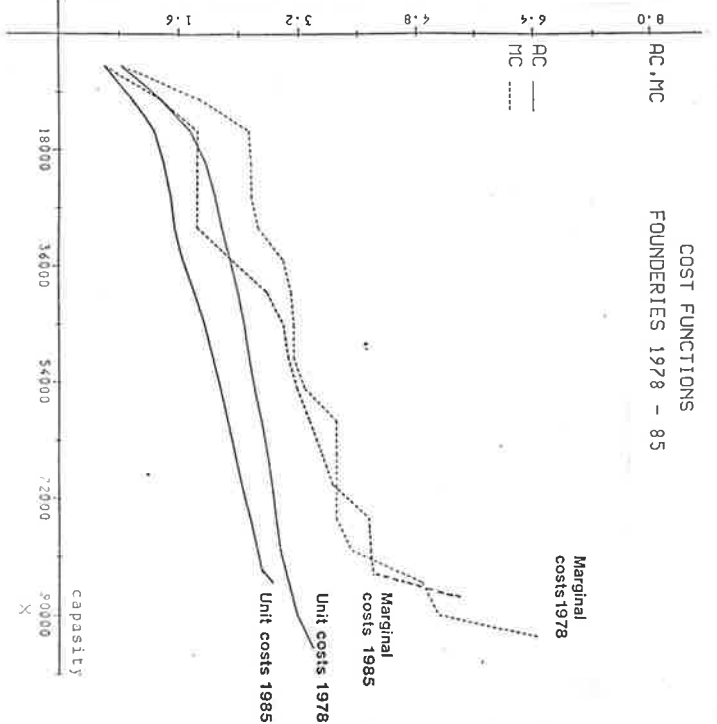
Kuvio 8.1 Rautavalmisteollisuuden toimialafunktio vuosina 1978 ja 1985



Kuvio 8.2 Rautavalmisteollisuuden kapasiteettialue vuosina 1978 ja 1985



Kuvio 8.3 Rautavalmisteollisuuden yksikkökustannusfunktiot vuosina 1978 ja 1985



samatuotokäyrien etäisyys on 5 ktn

hintoja vastaavaa ekspansiopolkua. Kustannusfunktioiden yleispiirre on, että ne ovat myös muuttuneet varsin vähän. Tämä heijastelee myös omalta osaltaan rakenteellisten muutosten vähäisyyttä valimoteollisuudessa, vaikka kapasiteetti onkin tarkasteluperiodilla laskenut jonkin verran.

Aiemmin todettiin tuottavuuden mittauksen funktionaalista teoriaa läpikäytessä, että tuottavuutta voidaan mitata joko tuotantofunktiopuolelta tai edellisen mittauksen kanssa konsistentisti kustannuspuolelta. Kun tuottavuuseroon vertailutilanteiden välillä vaikuttavat suhteelliset hintaerot ja erot tuotannon tasossa sekä puhtaasti teknologiset erot, ts. erot tuotantofunktioissa, viimeksimainitut tuottavuuseroon vaikuttavat tekijät saadaan esiin, kun ensin eliminoidaan hintojen ja tuotannon taso-eroista seuraavat vaikutukset tuottavuuteen. Kustannuspuolen mittauksessa tällaiset erot teknologiassa heijastuvat eroina vastaavasti vakioitujen kustannusfunktioiden arvoissa. Teoreettisesti voidaan näyttää, että suhteelliset tuottavuuserot eivät ole numeerisesti samansuuruiset, kun eroja mitataan tuottavuustermein ja kustannustermein. Oleellista on kuitenkin, että mittaustulokset ovat teoreettisesti konsistentteja keskenään (ks. lähemmin ETLA C 47).

Yleisesti ottaen kustannusfunktion arvot riippuvat panoshinnoista ja tuotannon tasosta ja itse funktion analyttisestä muodosta. Teknologisista eroista seuraavien tuottavuus- tai oikeammin tehokkuuserojen mittaaminen kustannusten kautta perustuu siihen, että ensin on eliminoitava vertailutilanteiden välillä oleva panoshintaero ja sitten tuotannon taso-ero. Mittauksen tulee siis kustannuspuolellakin tapahtua "vakioiduissa olosuhteissa" eli samoin hinnoin ja samalla tuotannon tasolla.

Edellä jo laskettiin toimialafunktioita vastaavat kustannusfunktiot vuosille 1978 ja 1985 käyttäen samoja vuoden 1985 keskimääräisiä panoshintoja. Vertailemalla nyt näiden funktioiden arvoja samoilla tuotannon tasoilla, saadaan mitatuksi teknisen kehityksen vauhti rautavalimoteollisuudessa yksikkökustannusten suhteellisena laskuna. Tällöinen mitta on luonteeltaan lokaali. Siten se riippuu periaatteessa valituista hinnoista ja tuotannon tasosta, koska vertailutilanteissa toimialan optimaalinen tuotantoyksikkökokoonpanokin (ja siten tuotantokustannuksetkin) riippuvat toimipaikkojen teknisten ominaisuuksien kautta valituista hinnoista ja tuotannon tasosta.

Saadaan seuraava taulukko.

Taulukko 8.1. Teknisen kehityksen vauhti Suomen rautavalimoteollisuudessa vuosina 1978-85 keskimäärin (%) eräillä kapasiteetin tasoilla

kapasiteetti ktn.	20	40	60	80
kehityksen vauhti (%/v)	4.7	3.7	2.9	1.5

Taulukon laskelman mukaan kehityksen vauhti on ollut nopeinta parhaassa kapasiteetissa. Kun "huonoin kapasiteetti" on jopa osin taantunut, jää kehityksen vauhti korkeimmalla kapasiteettitasolla vain noin kolmasosaan tästä. Kun toteutunut tuotanto vuosina 1978-85 oli siinä 50-75 ktn, voidaan ylläolevasta ehkä päätellä näin lasketun teknisen kehityksen vauhdin olleen siinä 2,5% vuodessa näillä tuotannon tasoilla. Tämä luku on jonkin verran korkeampi kuin edellä saatu deskriptiivinen lukema 2 %/v. Näiden lukujen perusteella voidaan ehkä todeta, että kapasiteetin supistamistoimet ovat olleet toimialan tehokkuuden noston kannalta oikeansuuntaiset, mutta riittämätön kysyntä on edelleenkin pitänyt kapasiteetin käyttöasteen varsin matalana ja potentiaaliset tuottavuuden nostomahdollisuudet ovat jääneet täysimittaisesti ehkä hyödyntämättä. Ero kasvunopeuksissa on kuitenkin suhteellisen pieni, potentiaalisessakin tapauksessa kustannustehokkuuden nosto olisi jäänyt verraten pieneksi.

Muita keinoja tuottavuuden nostoon olisi tuotantokoneiston uusiminen. Jos jotkin valimot tähän ryhtyisivät, useimmathan siihen eivät pysty riittämättömien rahoitusmahdollisuuksiensa vuoksi, kapasiteetti kasvaisi, ja valimoiden väliset erot suurenisivat. Edellä esitettyjen toimialafunktioiden kuvaajat siirtyisivät origoa kohti ja käyvät alueet laajenisivat. Kun odotettavissa ei ole merkittävää markkinoiden kasvua, voisi käydä niin, että uusiutumiskykyiset valimot söisivät konservatiivisempien markkinat kustannusedullaan. Ylikapasiteetti supistuisi ja alan kannattavuus paranisi. Pienet valimot joutuisivat erikoistumaan tai lopettamaan ennen pitkään. Kapea tuotesegmentti

vaatii suurempaa markkina-aluetta, laajentamista vientiin, ja mahdollisesti vielä yritysostoja, jotta päästäisiin kannattaviin tuotannon määriin. Vienti edellyttää kilpailukykyä, joka kuitenkin pitemmällä tähtäimellä on saavutettavissa ja ylläpidettävissä vain modernilla tuotantokoneistolla.

9. Loppulause

Rautavalimoteollisuus on pieni, mutta tärkeä osa suomalaista metalliteollisuutta. Toimialan tuotanto on tämän vuosikymmenen alkupuolella suhteessa muuhun metalliteollisuuteen kasvanut hitaasti ja markkinat ovat olleet stagnaatiossa. Tämä on johtanut tuntuvaan ylikapasiteettiin, jonka juuret osin johtavat jo parin viime vuosikymmenen taa, ja jonka ylläpito on kuvannut valujen suurkäyttäjien varovaista suhtautumista alan tuotteiden alihintaan. Huolimatta ylikapasiteetista ja markkinoiden hitaasta kasvusta, valujen hintakehitys on kuitenkin keskimäärin vastannut osapuulleen muun metalliteollisuuden tuottajahintojen kehitystä. Markkinatilanne ja tuotantotekijöiden hinnannousu ovat edelleenkin ylläpitäneet heikkoa kannattavuutta. Vaikka parina viime vuonna valutuotteiden kysyntä onkin suhdanneluontoisesti kasvanut runsaasti, valimoteollisuus joutunee edelleenkin pitemmällä aikajänteellä sopeutumaan hitaaseen kysynnän kasvuun ja korvaavien materiaalien leikkaamaan markkina-osuuteen. Kasvua voitane hakea myös viennistä. Sen välitön osuus tuotannosta on muuta metalliteollisuutta alhaisempi.

Tuottavuuskehitys rautavalimoteollisuudessa on ollut suhteellisen hidasta, vain noin 2 % vuodessa keskimäärin. Siten valimoteollisuus ei ole kyennyt kompensoimaan tuotantopanosten hintojen kohoamista nostamalla tuottavuuttaan riittävässä määrin, ja tämä on osaltaan leikannut kannattavuutta.

Tuottavuuskehitystä on pyritty arvioimaan usealla tavalla, Laskentamenetelmää sekä yritys- että toimialatasolla ei tarvitse perustella valituissa lähestymistavoissa tuottavuuslaskelmissa tavanomaisin neoklassisin oletuksin. Sovelletun deskriptiivisen menetelmän lisäksi toimialatason laskelmia on suoritettu ns. Forsund-Hjalmarsson- menetelmällä. Laskelmien tulokset poikkeavat vain suhteellisen vähän toisistaan.

Tuottavuuskehitys eri valimoissa on ollut vaihteleva. Osa valimoista on kyennyt varsin huomattavaan tuottavuuden kasvattamiseen, mutta muutama valimossa tuottavuus on jopa heikentynyt.

Tuottavuuden nosto on perustunut lähinnä kahteen strategiaan. Osa tuottavuuttaan nostaneista valimoista on tehnyt sen investoimalla uuteen tuotantovälineistöön. Varsin monet valimot ovat kuitenkin onnistuneet nostamaan tuottavuuttaan miltei pelkin rationalisointitoimin. Investointien lisääminen on nostanut pääomakustannuksia, ja huomattavassa osassa tälläisiä valimoita kannattavuus on heikentynyt. Lienee niin, että kapasiteetin uusimisen yhteydessä laajentunutta tuotantopotentiaalia ei ole voitu riittävässä määrin hyödyntää rajallisten markkinoiden vuoksi.

Investointiaste on yleensä valimoissa ollut matala. Investointimahdollisuuksia on luonnollisesti heikentänyt pitkään jatkunut heikko kannattavuus. Investointien kasvu on pääsääntöisesti seurailut tuotannon kasvua. Kun sekä tänä, että viime vuonna valujen kysyntä on kasvanut runsaasti, kasvanevat investoinnit jälleen. Näyttäisikin siltä, että pitemmällä tähtäimellä valimoteollisuus voi nostaa tuottavuuttaan vain investoimalla ja laajentamalla markkinoitaan vientiin. Tämä huonontaa investoimattomien valimoiden suhteellista kilpailuasemaa, ja johtanee niiden karsiutumiseen sekä toisaalta erikoistumiseen niissä rajoissa kuin se hitaasti kasvavilla pienillä markkinoilla on mahdollista.

LÄHTEITÄ

Forsund, F.R., Hjalmarsson, L. (1984): Analysis of Industrial Structure: A Production Function Approach, IUI Working Papers no. 135, Stockholm.

Forsund, F.R., Hjalmarsson, L. (1987): Analysis of Industrial Structure, A Putty-Clay approach, Almqvist-Wicksell International, Stockholm.

Forsund, F.R., Hjalmarsson, L., Eitrheim, O., Karko, J., Summa, T., (1985): An Intercountry Comparison of Productivity and Technical Change in the Nordic Cement Industry, ETLA Sarja B 44, Helsinki.

Karko, J. (1988): Tekniikkaerojen mittaaminen Taloudellis-funktionaalisen ja deskriptiivisen indeksteorian puitteissa, ETLA DP-264, Helsinki.

Karko, J. (1988): Factor Productivity and Technical Change in the Finnish Iron Foundry Industry, 1978-1985, ETLA, DP-270, Helsinki.

Karko, J. (1988): Productivity, Technical and Structural Change in the Finnish Iron Foundry Industry, 1978-1985, julkaisematon käsikirjoitus (julkaistaan lähiaikoina SITRAn TES-työpaperisarjassa)

Summa, T. (1986): Intra-Industrial Technical Progress and Structural Change, ETLA, Sarja A 11, Helsinki.

LIITE

YRITYSLUETTELO: MUKANA OLEVAT RAUTAVALIMOT

ASKO PIETARSAARI
ASKO UPO
HÖGFORS VALIMO
LEINOVALU
NIEMISEN VALIMO
OITTIVALIMO
PEIRON
ROSENLEW
SUOMIVALIMO
TAMPELLA
VALMET
VAMMALAN KP

1985

liikevaihto 428.6 mmk
henkilöstö 1846
tuotanto yht. 66704 tn

.....

	1985	1987
rautavalut tuotanto	75000 tn	88100 tn
teräsvalut tuotanto	13200 tn	13700 tn
vienti yht.	16%	21%

ELINKEINOELÄMÄN TUTKIMUSLAITOS (ETLA)
The Research Institute of the Finnish Economy
Lönrotinkatu 4 B, SF-00120 HELSINKI Puh./Tel. (90) 601 322
Telefax (90) 601 753

KESKUSTELUAIHEITA - DISCUSSION PAPERS ISSN 0781-6847

- No 243 PEKKA ILMAKUNNAS, Aggregation vs. Disaggregation in Forecasting Construction Activity. 08.09.1987. 20 p.
- No 244 PEKKA ILMAKUNNAS, On the Use of Macroeconomic Forecasts in some British Companies. 09.09.1987. 16 p.
- No 245 PENTTI VARTIA - SYNNÖVE VUORI, Development and Technological Transformation - The Country Study for Finland. 05.10.1987. 62 p.
- No 246 HANNU HERNESNIEMI, Helsingin Arvopaperipörssin osakeindeksit. 15.10.1987. 64 s.
- No 247 HANNU TÖRMÄ - MARKO MÄKELÄ - PEKKA NEITTAANMÄKI, Yleisen tasapainon veromallit ja optimoinnin asiantuntijajärjestelmä EMP. 28.10.1987. 33 s.
- No 248 PAAVO SUNI, Real Exchange Rates as a Time Series Process - A Case of Finland. 30.10.1987. 29 p.
- No 249 HEIKKI TULOKAS, Dollarin heikkenemisen vaikutuksista. 30.12.1987. 22 s.
- No 250 JUKKA LESKELÄ, Laskutusvaluuttojen muutokset ja laskutusvaluuttatilastojen tulkinta. 04.01.1988. 17 s.
- No 251 PEKKA NYKÄNEN, Suomen vaatetusteollisuuden hintakilpailukyky ja kilpailumenestys vuosina 1967-1985. 04.01.1988. 39 s.
- No 252 SYNNÖVE VUORI - PEKKA YLÄ-ANTTILA, Clothing Industry: Can the new Technologies Reverse the Current Trends? 18.01.1988. 25 p.
- No 253 HANNU TÖRMÄ, Suomen kansantalouden yleisen tasapainon veromalli (Gemfin 1.0) - ETLA:n esitutkimusprojektin loppuraportti. Helsinki. 03.03.1988. 48 s.
- No 254 MARKKU KOTILAINEN, Maailmantalouden ja Suomen viennin näkymät vuosina 1988-2007. 28.03.1988. 31 s.
- No 255 ANTTI SUOPERÄ, Analogiaperiaate ja aggregoinnin peruslause aggregoinnissa: yksinkertainen esimerkki makrotason kulutuskäyttämisen selvittämisestä. 29.03.1988. 116 s.
- No 256 PEKKA MÄKELÄ, Puuttuvan kaupantekokurssin ongelma osakehintaindeksissä. 30.03.1988. 24 s.
- No 257 SYNNÖVE VUORI, Total Factor Productivity and R&D in Finnish, Swedish and Norwegian Manufacturing Industries, 1964 to 1983. 08.04.1988. 43 p.
- No 258 GEORGE F. RAY, The Diffusion of Technology in Finland. 14.04.1988. 53 p.

- No 259 TIMO TERÄSVIRTA, A Review of PC-GIVE: A Statistical Package for Econometric Modelling. 25.04.1988. 17 p.
- No 260 ERKKI KOSKELA, Saving, Income Risk and Interest Rate Wedge: A Note. 12.05.1988. 10 p.
- No 261 MARKKU KOTILAINEN, Medium-Term Prospects for the European Economies. 02.06.1988. 45 p.
- No 262 RITVA LUUKKONEN - TIMO TERÄSVIRTA, Testing Linearity of Economic Time Series against Cyclical Asymmetry. 08.06.1988. 30 p.
- No 263 GEORGE F. RAY, Finnish Patenting Activity. 13.06.1988. 19 p.
- No 264 JUSSI KARKO, Tekniikkaerojen mittaaminen taloudellis-funktionaalisen ja deskriptiivisen indeksiteorian puitteissa. 28.06.1988. 57 s.
- No 265 TIMO SAALASTI, Hintakilpailukyky ja markkinaosuudet Suomen tehdasteollisuudessa. 01.08.1988. 75 s.
- No 266 PEKKA ILMAKUNNAS, Yritysaineiston käyttömahdollisuuksista tutkimuksessa. 18.08.1988. 40 s.
- No 267 JUSSI RAUMOLIN, Restructuring and Internationalization of the Forest, Mining and Related Engineering Industries in Finland. 19.08.1988. 86 p.
- No 268 KANNIAINEN VESA, Erfarenheter om styrning av investeringar i Finland. 26.08.1988. 17 s.
- No 269 JUSSI RAUMOLIN, Problems Related to the Transfer of Technology in the Mining Sector with Special Reference to Finland. 30.08.1988. 32 p.
- No 270 JUSSI KARKO, Factor Productivity and Technical Change in the Finnish Iron Foundry Industry, 1978-1985. 26.09.1988. 77 p.
- No 271 ERKKI KOSKELA, Timber Supply Incentives and Optimal Forest Taxation. 30.09.1988. 32 p.
- No 272 MIKAEL INGBERG, A Note on Cost of Capital Formulas. 07.10.1988. 29 p.
- No 273 JUSSI KARKO, Tuottavuuskehitys Suomen rautavalmisteollisuudessa 1978-1985. 10.10.1988. 38 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/10.10.1988