

Kilpailukyvyn mittaamisen teoriaa ja käytäntöä

Olavi Rantala*

* ETLA – Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, olavi.rantala@etla.fi

Tutkimuksen on rahoittanut TT-Säätiö.

ISSN-L 2323-2447

ISSN 2323-2447 (print)

ISSN 2323-2455 (online)

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	2
Abstract	2
1 Johdanto ja yhteenveto	3
2 Kilpailukyvyn määräytymisen perusteoria ja kilpailukyvyn mittaaminen käytännössä	5
2.1 Markkinaosuuden määräytyminen kilpailukyvyn perusmallissa	5
2.2 Tuotedifferentiaatio ja kilpailukyky	7
2.3 Tuotannon yksikkökustannukset Suomen ja Saksan teollisuudessa	8
3 Palkankorotusten suorat ja välilliset vaikutukset teollisuuden kustannusten kasvuun	10
3.1 Toimialojen välisten kustannusvaikutusten mallintaminen	10
3.2 Palkkojen nousun vaikutus teollisuuden kustannuksiin Suomessa ja Saksassa	11
4 Kuljetuskustannusten kilpailukykyvaikutukset	14
4.1 Kuljetushintojen määräytyminen	14
4.2 Laivaliikenteen rikkidirektiivin ja päästökaupan vaikutukset kuljetuskustannuksiin	16
5 EU:n ilmastopoliitiikan kilpailukykyvaikutukset	19
Liite 1 Rajakustannusten mittaaminen yksikkökustannuksilla	21
Liite 2 Tuotannon yksikkökustannukset teollisuustoimialoilla	22
Liite 3 Yksikkökustannusten määräytyminen makrotalouden tasolla	27
Lähteet	29

Kilpailukyvyyn mittaamisen teoriaa ja käytäntöä

Tiivistelmä

Tutkimuksessa tarkastellaan kilpailukyvyyn teoriaa ja kilpailukyvyyn mittaamista käytännössä. Taloustieteen yrityksen teorian mukaan tuotannon yksikkökustannukset määrittävät yritysten kilpailukykyä ja markkina-osuuksia. Kilpailukyky on sitä heikompi ja markkinaosuus sitä pienempi mitä suuremmat yrityksen yksikkökustannukset ovat suhteessa markkinoilla mukana olevien yritysten keskimääräisiin yksikkökustannuksiin. Tilastollista Suomen teollisuuden tuotannon yksikkökustannusten vertailua tehdään suhteessa Saksan teollisuuteen. Suomen teollisuuden yksikkökustannukset ovat vuodesta 2005 lähtien nousseet Saksan teollisuuden kustannustasoa korkeammiksi ilman elektroniikkateollisuuden vaikutusta laskettuina. Panos-tuotoshintamallilla arvioiden Suomen teollisuudelle on Suomen viime vuosien palkkainflaatiosta tullut merkittävästi enemmän kustannuspainetta kuin Saksan teollisuudelle on tullut Saksan palkkatason noususta. Tuotantokustannusten ohella tutkimuksessa tarkastellaan kuljetuskustannusten merkitystä kilpailukykytekijänä. Laivaliikenteeseen vuodesta 2015 lähtien sovellettava EU:n rikkidirektiivi ja laivaliikenteen mahdollinen sisällyttäminen EU:n päästökauppajärjestelmään heikentävät kuljetuskustannusten nousun kautta Suomen viennin kilpailukykyä tulevaisuudessa.

Asiasanat: Kilpailukyky, epätäydellinen kilpailu, tuotantokustannukset, kuljetuskustannukset

JEL: C67, D43, F12

Theory and Measurement of Competitiveness

Abstract

The study deals with the theory and measurement of competitiveness. The basic theory of firm implies that under constant returns to scale the unit cost of production can be used to measure the marginal cost of production and to model the impact of competitiveness on the market share of a firm. The competitiveness and the market share of a firm is the lower the higher its unit costs are compared to the average unit costs of all firms in the market. Empirical measurement of the unit costs of the Finnish industry is made with respect to Germany. It turns out that the unit costs of the Finnish industry have risen higher than the unit costs of the German industry since 2005, calculated without the effect of electronics industry. In addition to production costs the study deals with the theoretical and empirical impact of transportation costs on competitiveness in export markets. This is an important issue for Finland, which is geographically far away from the main markets of the world. A major disadvantage for the future competitiveness of Finnish export industry will be the EU sulphur directive and the possible inclusion of shipping into the EU emissions trading scheme. The longer marine transportation distance from Finland means that Finland will lose competitiveness for example compared to Germany.

Key words: Competitiveness, imperfect competition, production costs, transportation costs

JEL: C67, D43, F12

1 Johdanto ja yhteenveto

Suomen kilpailukyvyistä on esitetty monenlaisia näkemyksiä. Kun kilpailukyvyille on keksitty monia mittareita, on syntynyt paljon keskenään ristiriitaisia ja vertailukelvottomia tuloksia. Taloustieteen yrityksen teoria antaa kuitenkin yksikäsitteisen perustan kilpailukyvyn mallintamiseen ja mittaamiseen.

Kilpailukykyä mitattaessa on tarkasteltava yritysten markkinaosuuteen ja myyntimenestykseen vaikuttavia tekijöitä. Yrityksen perusteoriasta havaitaan, että yritysten kilpailukyvyn määräytyminen kytkeytyy läheisesti yritysten kilpailukäyttäytymiseen. Yritysten tuotannon hinnanmuodostukseen vaikuttaa markkinoiden kilpailullisuus ja yksittäisen yrityksen markkinaosuuteen yrityksen kilpailukyky markkinoilla. Teorian mukaan yritykset tekevät tuotanto- ja hinnoittelupäätöksensä rajakustannusten perusteella, mutta käytännössä rajakustannuksia voidaan mitata tuotannon yksikkökustannuksilla. Tuotannon määrään sidoksissa olevien muuttuvien kustannusten pohjalta lasketut tuotannon yksikkökustannukset vaikuttavat keskeisesti sekä hinnanmuodostukseen että markkinaosuuteen. Näin ollen tuotannon yksikkökustannukset ovat kustannuskilpailukyvyn mittari, jonka perusteella voidaan vertailla yksittäisten yritysten kilpailukykyä toimialan markkinoilla ja kansantalouksien kilpailukykyä vientimarkkinoilla.

Käsillä olevassa tutkimuksessa tarkastellaan kilpailukyvyn määräytymisen perusmalleja. Luvussa 2 tarkastellaan aluksi toimialaa, jonka yritykset myyvät täsmälleen samanlaista tuotetta markkinoille. Homogeenisen tuotteen markkinoilla on kilpailutilanteessa voimassa yhden hinnan laki ja kaikkien yritysten myyntihinta asettuu samalle tasolle. Tällöin yksittäisen yrityksen markkinaosuutta määrittävät yrityksen tuotannon yksikkökustannukset suhteessa markkinoilla mukana olevien yritysten keskimääräisiin yksikkökustannuksiin. Kilpailukyky on sitä heikompi ja markkinaosuus sitä pienempi mitä suuremmat yrityksen yksikkökustannukset ovat suhteessa markkinoilla mukana olevien yritysten keskimääräisiin yksikkökustannuksiin. Kilpailun kiristyminen voimistaa yksikkökustannusten vaikutusta markkinaosuuteen.

Jakson 2.2 mallissa oletetaan, että toimialan kukin yritys tuottaa omaa versiotaan hyödykkeestä. Tällöin toimialan tuotteet ovat epätäydellisiä substituutteja ja toimialan yritysten kilpailukyvyn määräytymistä on tarkasteltava markkinoiden kysyntäpuolen käyttäytymisestä käsin. Mallista havaitaan, että myös tuotedifferentiaation tapauksessa kilpailukyky on sitä heikompi ja markkinaosuus sitä pienempi mitä suuremmat yrityksen yksikkökustannukset ovat suhteessa markkinoilla mukana olevien yritysten yksikkökustannuksiin. Yksikkökustannusten vaikutus markkinaosuuteen riippuu hyödykkeiden substituutiojoudesta. Vaikutus on sitä suurempi mitä läheisempiä substituutteja hyödykkeet ovat. Tuotedifferentiaation tapauksessa kysyntäpuolen preferenssit vaikuttavat laajemminkin kilpailukykyyn. Tällöin myyntituotteen maineen menetyksestäkin voi tulla rasite kilpailukyvyille.

Käsillä olevassa tutkimuksessa ei mennä laajamittaiseen kilpailukyvyn empiiriseen selvittämiseen, koska sitä on tuotannon yksikkökustannusten pohjalta tehty ETLassa jo aiemmin (Valtioneuvoston kanslia, 2012). Tässä yhteydessä tehtävien tilastollisten tarkastelujen tarkoitus on esittää lähinnä vain esimerkkejä kustannuskilpailukyvyn mittaamiseen liittyvistä käytännön ratkaisuista. Laskelmissa Suomen teollisuuden kustannuksia verrataan lähinnä Saksan teollisuuden kustannuksiin.

Suomen teollisuuden tuotannon yksikkökustannukset olivat 1990-luvulla ja 2000-luvun alkuvuosina alemmalla tasolla kuin Saksan teollisuuden yksikkökustannukset. Keskeinen taustatekijä tälle on ollut Suomen elektroniikkateollisuuden vahva tuotannon ja tuottavuuden kasvu 1990-luvulla ja 2000-luvun alkuvuosina. Ilman elektroniikkateollisuuden osuutta laskettuna Suomen teollisuuden tuotannon yksikkökustannukset ovat vuodesta 2005 lähtien nousseet Saksan teollisuuden kustannustasoa korkeammiksi.

Tutkimuksen luvussa 3 siirrytään tarkastelemaan toimialojen välistä kustannuspainevuorovaikutusta, mikä on tärkeää erityisesti tarkasteltaessa työvoimakustannusten vaikutusta teollisuuden kokonaiskustannuksiin ja kustannuskilpailukykyyn. Jos teollisuuden kustannuskilpailukykyä mitataan perinteisen yksinkertaisella tavalla, eli vain työvoimakustannusten pohjalta, ei riitä, että laskennassa otetaan huomioon teollisuuden omat työvoimakustannukset. Työvoimakustannusten merkitystä arvioitaessa täytyy ottaa huomioon myös välituotekäytön kautta teollisuuteen heijastuva muun talouden työvoimakustannusten aiheuttama kustannuspaine. Välituotekäytön kautta toimialojen välillä siirtyvien työvoimakustannusten osuutta teollisuuden kustannuspaineiden kasvussa arvioidaan panos-tuotoshintamallilla.

Teollisuuden ja muun talouden palkkataso nousi Suomessa vuosina 2000–2012 noin 60 prosenttia ja Saksassa suunnilleen puolet vähemmän. Kun panos-tuotoshintamallilla lasketaan palkkojen nousun vaikutukset teollisuuden yksikkökustannuksiin Suomessa ja Saksassa, havaitaan, että Suomen teollisuudelle on tullut merkittävästi enemmän kustannuspainetta välituotekäytön kautta muualta taloudesta kuin Saksan teollisuudelle.

Kuljetuskustannukset vaikuttavat keskeisesti maiden kilpailukykyyn maailmanmarkkinoilla. Kansainvälisen ympäristöpolitiikan kiristymiseen liittyvästä kuljetuskustannusten kasvusta tulee merkittävä kilpailukykyrasite Suomen kaltaiselle kaukana maailmanmarkkinoista sijaitsevalle maalle. Kuljetuskustannusten merkitystä maailmankaupalle on kansainvälisessä taloustieteessä tutkittu laajalti, mutta suomalaisessa kilpailukykytutkimuksessa aihe on kutakuinkin sivuutettu. Käsillä olevan tutkimuksen luvussa 4 tarkastellaan kuljetushintojen määräytymisen teoriaa ja tulevaisuuteen suuntautuen käytännön esimerkkeinä EU:n rikkidirektiivin ja laivaliikenteen mahdollisen päästökaupan vaikutuksia kuljetuskustannuksiin.

Kuljetuskustannukset vaikuttavat hyödykkeiden tuotantokustannusten ohella viennin kilpailukykyyn. Keskeinen tulos teoriatarkastelusta on se, että jos kuljetusmarkkinoilla vallitsee epätäydellinen kilpailu, rahtihintaan vaikuttaa kuljetuksen yksikkökustannuksen ohella kuljettavan tavaran arvo. Tällöin yksikköarvoltaan kalliimpien tuotteiden rahtihinta nousee korkeammaksi kuin halvempien tavaroiden rahtihinta.

Iso haitta Suomen viennin kilpailukyvyllä on, että Suomi sijaitsee maantieteellisesti kaukana keskeisiltä maailmanmarkkinoilta. Tällöin kuljetuskustannuksiin vaikuttava polttoainekustannusten kasvu heikentää väistämättä Suomen kilpailukykyä esimerkiksi useisiin muihin EU-maihin verrattuna. Näin ollen laivaliikenteeseen vuodesta 2015 lähtien sovellettava EU:n rikkidirektiivi ja laivaliikenteen mahdollinen sisällyttäminen EU:n päästökauppajärjestelmään heikentävät kuljetuskustannusten nousun kautta Suomen viennin kilpailukykyä tulevaisuudessa.

Rikkidirektiivin ja päästökaupan vaikutuksia Suomen viennin laivakuljetuskustannuksiin arvioidaan aiemmin Saksassa tehtyä selvitystä hyödyntäen. Tulosten mukaan rikkidirektiivi ja päästökauppa johtavat merkittävään kuljetuskustannusten kasvuun. Pitempien kuljetusetäi-

syyksien vuoksi Suomi menettää rikkidirektiivin ja laivaliikenteen päästökaupan takia kilpailukykyä suhteessa Saksaan.

Ympäristöpolitiikasta on tulossa Suomen viennin kilpailukykyä heikentävä tekijä muutoinkin kuin kuljetuskustannusten kautta. EU:n ilmastopolitiikka lisää EU-maiden teollisuuden tuotantokustannuksia kolmannelta päästökaupakaudelta 2013–2020 alkaen, jolloin päästökaupasektorin päästöoikeuksia kiristetään toiseen päästökaupakautteen 2008–2012 verrattuna. Tätä tarkastellaan tutkimuksen luvussa 5.

Ilmastopolitiikan vaikutuksia arvioivan mallisimuloinnin mukaan päästöoikeuden hinta nousee vuoteen 2030 mennessä noin 60 euroon hiilidioksiditonnilta. Päästöoikeuden hinta heijastuu sähkön hintaan. Suomen teollisuuden energiavaltaisuuden takia sähkön hinnan nousu lisää Suomessa teollisuuden tuotantokustannuksia enemmän kuin EU-alueella keskimäärin.

2 Kilpailukyvynt määrätymisen perusteoria ja kilpailukyvynt mittaaminen käytännössä

2.1 Markkinaosuuden määrätymisen kilpailukyvynt perusmallissa

Yritysten tuotannon hinnanmuodostukseen vaikuttaa markkinoiden kilpailullisuus ja yksittäisen yrityksen markkinaosuuteen yrityksen kilpailukyky markkinoilla. Tuotannon yksikkökustannukset vaikuttavat keskeisesti sekä hinnanmuodostukseen että kilpailukykyyn. Kilpailukyvynt mittaamisessa on tarkasteltava kilpailukyvynt merkitystä yritysten markkinaosuuden ja myyntimenestyksen kannalta. Kilpailuun ja kilpailukykyyn vaikuttavia tekijöitä voidaan tutkia yritysten kilpailukäyttäytymisen perusteorian pohjalta.

Tarkastellaan aluksi N yritystä sisältävää toimialaa, jonka yritykset myyvät täsmälleen samanaista tuotetta markkinoille. Täysin homogeenisen tuotteen markkinoilla on kilpailutilanteessa voimassa yhden hinnan laki, joten kaikkien yritysten myyntihinta asettuu samalle tasolle.

Yksittäisen yrityksen voittofunktio on

$$(2.1) \quad \Pi_i = P(Y)Y_i - C_i(Y_i), \quad i=1, \dots, N.$$

Yrityksen i tuotannon ja myynnin määrää merkitään muuttujalla Y_i ja markkinoiden kokonaistarjontaa muuttujalla $Y = \sum_i Y_i$. Muuttuja $P(Y)$ tarkoittaa markkinoiden hintatasoa ja muuttuja $C_i(Y_i)$ yrityksen i tuotantokustannuksia.

Yrityksen voiton maksimointi merkitsee, että

$$(2.2a) \quad d\Pi_i/dY_i = P + (dY/dY_i)(dP/dY)Y_i - dC_i/dY_i,$$

$$(2.2b) \quad = P + (dY/dY_i)\{(dY/dP)(P/Y)\}^{-1}(Y_i/Y)P - dC_i/dY_i = 0.$$

Yhtälössä (2.2b) perustulosta (2.2a) on muunnettu siten, että optimiehdossa on markkinoiden kokonaistarjonnan reaktio yrityksen i tarjonnan lisäykseen dY/dY_i , kysynnän hintajousto $(dY/dP)(P/Y)$ ja yrityksen i markkinaosuus Y_i/Y (vrt. Varian, 1992).

Markkinoiden kilpailullisuuteen vaikuttaa kilpailijoiden ja markkinoiden kokonaistarjonnan reaktio tarkasteltavan yrityksen tarjonnan muutokseen. Parametrisoidaan tämä reaktio siten, että mallilla voidaan kuvata yksityiskohtaisemmin kilpailun vaikutusta hinnanmuodostukseen ja kilpailukyvyyn vaikutusta yrityksen markkinaosuuteen. Merkitään yksittäisen kilpailijan tarjonnan reaktiota tarkasteltavan yrityksen tarjonnan muutokseen kertoimella α siten, että $dY_j/dY_i = \alpha$, $j \neq i$. Merkitään markkinoiden kokonaistarjonnan reaktiota kertoimella β siten, että $\beta = dY/dY_i = d(\sum_j Y_j)/dY_i$, $j=1, \dots, N$. Koska $dY_i/dY_i = 1$ ja yrityksellä i on $N-1$ kilpailijaa, $\beta = 1+(N-1)\alpha$. Oletetaan yksinkertaisuuden vuoksi, että jokainen yritys odottaa jokaisen kilpailijansa tarjonnan reagoivan samalla kertoimella α .

Yritysten tuotantoteknologiaan oletetaan vakioiset skaalatuotot, jolloin yhtälöissä (2.2a-b) rajakustannukset dC_i/dY_i voidaan korvata yksikkökustannuksilla $UC_i = C_i(Y_i)/Y_i$, eli $dC_i/dY_i = UC_i$. Tämä osoitetaan jäljempänä raportin liitteessä 1.

Otetaan markkinoiden kysyntäkäyttäytymisen kuvauksessa esimerkiksi loglineaarisen kysyntäfunktion tapaus $\ln Y = -\varepsilon \ln P + \ln X$, missä vakio $-\varepsilon$ ($\varepsilon > 0$) tarkoittaa kysynnän hintajoustoa ja X eksogeenisiä kysyntään vaikuttavia tekijöitä. Tällöin yhtälön (2.2b) perusteella

$$(2.3) \quad P - (\beta/\varepsilon)(Y_i/Y)P - UC_i = 0.$$

Markkinoiden hinnanmuodostuksen malli saadaan summaamalla yhtälö (2.3) yli N yrityksen joukon, jolloin $\sum_i (Y_i/Y) = 1$, ja ratkaisemalla hinnan P suhteen. Tällöin

$$(2.4) \quad P = UC/(1 - \beta/(N\varepsilon)),$$

missä muuttuja $UC = \sum_i UC_i/N$, $i=1, \dots, N$, tarkoittaa markkinoilla mukana olevien yritysten keskimääräisiä yksikkökustannuksia. Jos $N=\beta=1$, kaava (2.4) johtaa monopolin hinnoittelusääntöön $P = UC/(1 - 1/\varepsilon)$. Jos $N \rightarrow \infty$ tai $\beta=0$, saadaan täydellisen kilpailun hinnoittelusääntö $P = UC$.

Yhtälöistä (2.3) ja (2.4) voidaan ratkaista yksittäisen yrityksen markkinaosuus

$$(2.5) \quad Y_i/Y = (\varepsilon/\beta)\{1 - (1-\beta/(N\varepsilon))UC_i/UC\}.$$

Havaitaan, että yrityksen markkinaosuutta määrittävät yrityksen yksikkökustannukset suhteessa markkinoilla mukana olevien yritysten keskimääräisiin yksikkökustannuksiin. Siten tuotannon yksikkökustannukset ovat keskeinen yritysten kilpailukykyyn vaikuttava tekijä. Kilpailukyky on sitä heikompi ja markkinaosuus sitä pienempi mitä suuremmat yrityksen yksikkökustannukset ovat suhteessa markkinoilla mukana olevien yritysten keskimääräisiin yksikkökustannuksiin. Kilpailun kiristyminen voimistaa yksikkökustannusten vaikutusta markkinaosuuteen.

Kilpailukyvyllä on merkitystä lähinnä epätäydellisen kilpailun oloissa. Kilpailukyvyyn tarkastelu ei ole tarpeen monopolin tai täydellisen kilpailun tapauksissa. Monopolilla ei ole kilpailijoita, joten se on lähtökohtaisesti kilpailukykyinen. Täydellisen kilpailun oloissa markkinoilla mukana olevat yritykset ottavat tuottajahinnan markkinoilta ja sopeuttavat tarjontansa annettuun tuottajahintaan. Reaalimaailmassa monopolin tai täydellisen kilpailun tilanteita ei juuri esiinnykään. Koska useimpien hyödykkeiden markkinoilla vallitsee epätäydellinen kilpailu, markkinaosuuksien ja kilpailukyvyyn määräytymisen taustalla ovat keskeisesti yritysten tuotannon yksikkökustannukset.

2.2 Tuotedifferentiaatio ja kilpailukyky

Edellä tarkasteltiin markkinoita, joille yritykset myyvät täsmälleen samanlaista tuotetta. Reaalimaailmassa näin on asianlaita vain harvojen tuotteiden markkinoilla. Käytännössä yhden hyödykeryhmän tuotteet ovat useimmiten ominaisuuksiltaan ainakin jossain määrin erilaisia. Yritysten kannattaakin tuotekehityksellään erilaistaa hyödykkeitä ja vahvistaa näin kilpailuasemaansa markkinoilla. Jos toimialan tuotteet ovat epätäydellisiä substituutteja, toimialan yritysten kilpailukyvynta määräytymistä on tarkasteltava markkinoiden kysyntäpuolen käyttäytymisestä käsin.

Oletetaan, että tarkasteltavan hyödykeryhmän tuotteita valmistaa usea yritys ja että jokainen yritys tuottaa yhtä omaa versiotaan hyödykkeestä. Oletetaan, että markkinoilla on mukana N yritystä ($N > 1$). Merkitään yksittäisen yrityksen tuotteen kysyntää jälleen muuttujalla Y_i ja markkinoiden kokonaismyynnin määrää muuttujalla $Y = \sum_i Y_i$.

Oletetaan, että N yrityksestä koostuvan toimialan tuottamien hyödykkeiden kysyntä määrätty kysyntäkätäytymisestä, jossa maksimoidaan CES-hyötyfunktioita (2.6a) budjettirajoitteella (2.6b)

$$(2.6a) \quad U = \left\{ \sum_i \gamma_i^{1/\varepsilon} Y_i^{(\varepsilon-1)/\varepsilon} \right\}^{\varepsilon/(\varepsilon-1)}, \quad i=1, \dots, N,$$

$$(2.6b) \quad \sum_i P_i Y_i = X.$$

Hyötyfunktiossa (2.6a) parametri ε ($\varepsilon \geq 0$) tarkoittaa hyödykkeiden substituutiojousto. CD-hyötyfunktion tapauksessa substituutiojousto $\varepsilon = 1$ ja CD-hyötyfunktiossa parametrit γ_i ($\gamma_i > 0$) kuvaavat hyödykekohtaisten menojen osuuksia kokonaismenoista. Budjettirajoitteessa (2.6b) muuttuja P_i tarkoittaa yrityksen i myymän tuotteen hintaa ja X hyödykeryhmään käytettäviä kokonaismenoja.

Tällöin yrityksen i myymän tuotteen kysynnän määrä on

$$(2.7) \quad Y_i = \gamma_i (P_i/P)^{-\varepsilon} X/P,$$

missä markkinoille myytyjen tuotteiden keskihinta on

$$(2.8) \quad P = \left\{ \sum_i \gamma_i P_i^{1-\varepsilon} \right\}^{1/(1-\varepsilon)}, \quad i=1, \dots, N.$$

Lähtöoletuksen mukaan toimialan jokaisella yrityksellä on monopoliasema oman tuoteversionsa myynnissä. Näin ollen yksittäisen yrityksen tuottajahinta P_i määrätty yrityksen tuotannon yksikkökustannuksen UC_i perusteella hinnoittelusäännöllä $P_i = \mu UC_i$, missä μ ($\mu \geq 1$) tarkoittaa kysynnän hintajouston perusteella määrättyvää markup-kerrointa. Tällöin yhtälön (2.7) perusteella havaitaan, että yritysten i ja j kilpailukykyä ja menestystä markkinoilla määrittävät yritysten suhteelliset yksikkökustannukset

$$(2.9) \quad Y_i/Y_j = (\gamma_i/\gamma_j)(UC_i/UC_j)^{-\varepsilon}.$$

Kun yhtälö (2.7) summataan yli N yrityksen joukon ja käytetään edellä kuvattua hinnoittelusääntöä, havaitaan, että yrityksen i osuus kokonaismarkkinoista Y_i/Y on tuotannon yksikkökustannusten funktiona

$$(2.10) \quad Y_i/Y = (\gamma_i UC_i^{-\epsilon}) / (\sum_i \gamma_i UC_i^{-\epsilon}), \quad i=1, \dots, N.$$

Yrityksen markkinaosuutta määrittävät yrityksen yksikkökustannukset suhteessa markkinoilla mukana olevien yritysten yksikkökustannuksiin. Tuotannon yksikkökustannukset ovat tässäkin tapauksessa keskeinen yritysten kilpailukykyyn vaikuttava tekijä. Kilpailukyky on sitä heikompi ja markkinaosuus sitä pienempi mitä suuremmat yrityksen yksikkökustannukset ovat suhteessa markkinoilla mukana olevien yritysten yksikkökustannuksiin. Yksikkökustannusten vaikutus markkinaosuuteen riippuu nyt hyödykkeiden substituoitujoukosta. Vaikutus on sitä suurempi mitä läheisempiä substituoituita hyödykkeet ovat. Yritysten kilpailukyky riippuu myös preferenssiparametreista γ_i . Olennainen ero jaksossa 2.1 tarkasteltuun perusmalliin verrattuna on nyt siis se, että tuotedifferentiaation oloissa myös kysyntäpuolen preferenssit vaikuttavat kilpailukykyyn. Tällöin myyntituotteen maineen menetyksestäkin voi tulla raite kilpailukyvyille.

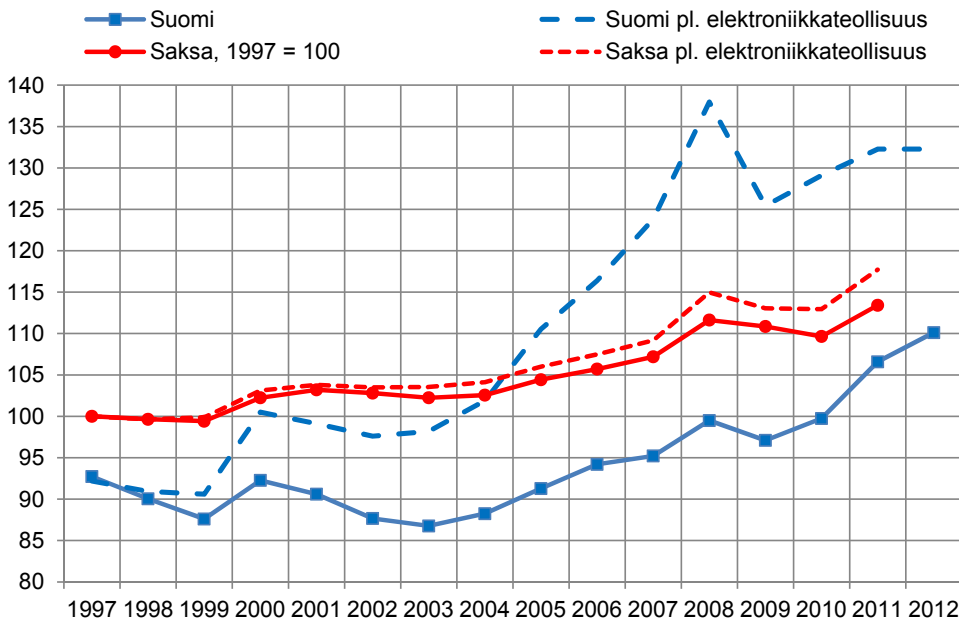
Tuotannon yksikkökustannusten vaikutus kilpailukykyyn ja tuotteiden menekkiin pätee myös kilpailuun vientimarkkinoilla. Tuotedifferentiaatioon pohjautuvaa epätäydellisen kilpailun mallia on sovellettu kansainvälisen kaupan teoriassa (esim. Krugman, 1980). Mallia on sovellettu makrotalouden tasolla myös käytännönläheisemmin maiden kansainvälisen kilpailukykyyn ja vientimenestyksen tarkasteluun nk. Armington-mallin muodossa (esim. McDaniel & Balistreri, 2002; Feenstra, Obstfeld & Russ, 2010). Mallia on käytetty myös kansainvälisen kaupan gravitaatiomallin perustana (esim. Bergstrand, 1989; Feenstra, Markusen & Rose, 2000).

2.3 Tuotannon yksikkökustannukset Suomen ja Saksan teollisuudessa

Käytännön esimerkkinä tuotannon yksikkökustannusten laskemisesta tarkastellaan Suomen ja Saksan teollisuuden yksikkökustannuksia. Kuvio 2.1 esittää Suomen ja Saksan teollisuuden yksikkökustannusten tasoa indeksoituina vuodesta 1997 lähtien siten, että Saksan teollisuuden yksikkökustannuksia vuonna 1997 merkitään sadalla. Vuosi 1997 otetaan laskennan lähtökohdaksi sen takia, että vuodelta 1997 on käytettävissä toimialojen kansainväliset tuottajahintaparieteetit, joilla eri maiden toimialakohtaiset tuotoksen volyymit saadaan keskenään vertailukelpoisiksi (Timmer, Ypma & van Ark, 2007). Saksa sopii yksikkökustannusten vertailukohdaksi viimeaikaisen kilpailukykykymenestyksensä takia ja myös siksi, että eri maiden tuottajahintaparieteetit on laskettu suhteessa Saksaan. Tuottajahintaparieteetteja on käytetty EU:n KLEMS-projektissa EU-maiden tuotannon aggregointiin EU-alueen tuotannon volyyymiksi.

Tuotannon yksikkökustannukset lasketaan suhteuttamalla tuotantoon sidoksissa olevat muutuvat kustannukset tuotoksen volyyymiin. Työvoimakustannusten ohella kustannuskilpailukyvyn mittauksessa on otettava huomioon tuotannossa käytettävien välituotepanosten kustannukset, koska välituotekäyttö on jopa työpanosta kiinteämmin sidoksissa tuotannon volyymin kehitykseen. Kuvio 2.1 esittää näin laskettua tuotannon yksikkökustannusten tasoa Suomen ja Saksan tehdasteollisuudessa. Liitteessä 2 esitetään vastaava Suomen ja Saksan yksikkökustannusten tasoverailu kymmenen keskeisen teollisuustoimialan osalta.

Kuvio 2.1 Teollisuuden yksikkökustannukset Suomessa ja Saksassa



Suomen teollisuuden tuotannon volyymien ja kustannusten tiedot ovat peräisin Tilastokeskuksen julkaisemasta kansantalouden tilinpidosta. Saksan teollisuuden tuotanto- ja kustannustietojen lähteenä on käytetty OECD:n STAN-tietokantaa ja teollisuustoimialojen tuotannon volyymitietojen lähteenä EU:n KLEMS-projektin tietokantaa¹. Saksan teollisuustoimialojen kustannusaikasarjoja on päivitetty ja ketjutettu vuoteen 2011 Eurostatin Structural Business Statistics -tietokannan aineistolla ja tuotannon volyymiaikasarjoja Eurostatin julkaisemilla teollisuustuotannon volyymi-indekseillä.

Kuvion 2.1 mukaan Suomen teollisuuden tuotannon yksikkökustannukset ovat 1990-luvulta lähtien olleet alemmalla tasolla kuin Saksan teollisuuden yksikkökustannukset. Suomen teollisuuden yksikkökustannusten kehitykseen suhteessa Saksan teollisuuden yksikkökustannuksiin on vaikuttanut merkittävästi elektroniikkateollisuuden kustannuskehitys. Tämä näkyy kuvioista 2.1, jossa yksikkökustannukset on koko teollisuuden kustannusten ohella esitetty siten, että tehdasteollisuudesta on jätetty pois elektroniikkateollisuus. Voimakkaan tuottavuuden kasvun ja välituotepanosten hinnan laskun ansiosta Suomen elektroniikkateollisuuden yksikkökustannukset alenivat vuosina 1997–2003 huomattavasti nopeammin kuin Saksan elektroniikkateollisuuden yksikkökustannukset, kuten liitteen 2 elektroniikkateollisuutta esittävistä kuvioista havaitaan. Samanaikaisesti elektroniikkateollisuuden tuotanto kasvoi nopeasti ja toimialan osuus Suomen tehdasteollisuudesta kohosi huomattavan suureksi. Suomen ja Saksan elektroniikkateollisuuden suhteellisten yksikkökustannusten kehitykseen on heijastunut myös se, että toimialaa on tarkasteluajankäytöllä Suomessa hallinnut tietoliikennevälineiden val-

¹ Toimialojen kustannuskilpailukyvyntvertailua hankaloittaa se, että käytettävissä oleva toimialojen aikasarja-aineisto vaikuttaa Saksan tapauksessa joiltain osin epäilyttävältä. Esimerkiksi öljynjalostusteollisuuden tapauksessa liitteen 2 kuvioista havaitaan, että toimialan yksikkökustannukset ovat Suomessa kohooneet huomattavasti vuodesta 2005 lähtien, mikä heijastaa suoraan raakaöljyn hinnan samanaikaista voimakasta nousua. Raakaöljyn käytön kustannusten nousu on heijastunut Suomessa myös öljynjalostusteollisuuden tuotoksen hintaan. Sen sijaan STAN- ja KLEMS-aineistoista lasketut Saksan öljynjalostusteollisuuden välituotekäytön ja tuotoksen hinnat eivät ole kohooneet läheskään raakaöljyn hinnan nousua vastaavasti.

mistus, mutta Saksassa edelleen perinteinen sähkölaitteiden valmistus. Vuodesta 2004 lähtien elektroniikkateollisuuden suhteellisten yksikkökustannusten kehitys Suomen ja Saksan välillä on tasaantunut ja viime vuosina Suomen elektroniikkateollisuuden yksikkökustannukset ovat kääntyneet nousuun.

Kuviosta 2.1 havaitaan, että Suomen teollisuuden yksikkökustannukset ovat vuoden 2005 tienoilta lähtien nousseet voimakkaammin kuin Saksan teollisuuden yksikkökustannukset. Ilman elektroniikkateollisuuden osuutta laskettuina Suomen teollisuuden tuotannon yksikkökustannukset ovat vuodesta 2005 lähtien nousseet Saksan teollisuuden yksikkökustannustasoa korkeammiksi. Yksi syy tähän on ollut Suomen voimakkaampi palkkainflaatio, jota tarkastellaan luvussa 3.

Tässä käsitelty tuotannon yksikkökustannusten tasovertailu on olennainen asia teollisuuden kustannuskilpailukyvyn tarkastelussa. Se ei kuitenkaan anna yksinään riittävää kuvaa viennin kustannuskilpailukyvystä kansainvälisillä markkinoilla. Teollisuuden tuotannon yksikkökustannukset kuvaavat lähinnä tuotannon kustannuskilpailukykyä tehtaan portilla, eivät sen sijaan teollisuuden kustannuskilpailukykyä vientimaissa. Viennin kilpailukykyä arvioitaessa on otettava huomioon myös kuljetuskustannukset. Kuljetuskustannukset ovat merkittävä kilpailukykyhaitta Suomen kaltaiselle kaukana maailmanmarkkinoista sijaitsevalle maalle. Tätä tarkastellaan jäljempänä luvussa 4.

3 Palkankorotusten suorat ja välilliset vaikutukset teollisuuden kustannusten kasvuun

3.1 Toimialojen välisten kustannusvaikutusten mallintaminen

Seuraavaksi siirrytään tutkimaan toimialojen välistä vuorovaikutusta tuottajahintojen ja tuotantokustannusten määräytymisessä, mikä on tärkeää erityisesti tarkasteltaessa työvoimakustannusten vaikutusta teollisuuden kokonaiskustannuksiin ja kustannuskilpailukykyyn. Jos teollisuuden kustannuskilpailukykyä mitataan perinteisen yksinkertaisella tavalla, eli vain työvoimakustannusten pohjalta, ei riitä, että laskennassa otetaan huomioon teollisuuden omat työvoimakustannukset. Työvoimakustannusten merkitystä arvioitaessa täytyy ottaa huomioon myös välituotekäytön kautta teollisuuteen heijastuva muun talouden työvoimakustannusten aiheuttama kustannuspaine.

Välituotekäyttö on iso kustannuserä teollisuudessa ja sen takia välituotekäytön aiheuttamat kustannukset on välttämätöntä ottaa huomioon teollisuuden kustannuskilpailukykyä mitattaessa. Merkittävä osa teollisuuden välituotekustannuksista on muilta toimialoilta välittyviä työvoimakustannuksia. Välituotekäyttö on kanava, jonka kautta teollisuuteen heijastuu muun talouden palkkojen nousun aiheuttama kustannuspaine.

Välituotekäytön kautta toimialojen välillä siirtyvien työvoimakustannusten osuutta teollisuuden kustannuspaineiden kasvussa voidaan arvioida panos-tuotoshintamallilla (Forsell, 1985). Panos-tuotoshintamallilla voidaan ottaa toimialojen kokonaiskustannuksia tarkasteltaessa huomioon työvoimakustannusten kasvun ja tuotintipenosten hinnan nousun suorat kustannusvaikutukset kullakin toimialalla sekä välituotekaupan kautta muille toimialoille heijastuvat kustannusvaikutukset.

Tarkastellaan kahdesta sektorista eli teollisuudesta (alaindeksi T) ja muusta taloudesta (alaindeksi M) koostuvaa kansantaloutta. Kustannusten määräytymistä mallinnettaessa otetaan huomioon sektoreiden sisäinen välituotekäyttö sekä välituoteostot muualta kotimaasta ja ulkomailta. Teollisuuden ja muun talouden yksikkökustannusfunktiot ovat tällöin CD-tuotantofunktion tapauksessa muotoa (liite 3)

$$(3.1a) \quad UC_T = W_T^{\alpha_1} R_T^{\alpha_2} P_T^{\alpha_3} P_M^{\alpha_4} S_T,$$

$$(3.1b) \quad UC_M = W_M^{\beta_1} R_M^{\beta_2} P_T^{\beta_3} P_M^{\beta_4} S_M.$$

Muuttuja UC tarkoittaa yksikkökustannusta ja P tuottajahintaa. Muuttuja W tarkoittaa työpanoksen yksikkökustannusta ja R muita eksogeenisiä panoshintoja. Parametrit $\alpha_1, \dots, \alpha_4$ ($\alpha_i > 0$) ja β_1, \dots, β_4 ($\beta_i > 0$) kuvaavat tuotantopanosten kustannusosuuksia. Tuotantofunktioihin oletetaan vakioiset skaalatuotot siten, että $\sum_i \alpha_i = 1$ ja $\sum_i \beta_i = 1$. Vakio S_T riippuu parametreista α_i ja vakio S_M parametreista β_i .

Välituotepanosten yksikköhintoja kuvaavat teollisuuden ja muun talouden tuottajahinnat P_T ja P_M ovat yksikkökustannusfunktioissa (3.1a-b) eksogeenisiä tekijöitä, mutta makrotalouden tasolla tuottajahinnat määräytyvät endogeenisesti. Oletetaan, että teollisuuden ja muun talouden tuottajahinnat P_T ja P_M määräytyvät edellä luvussa 2 käsitellyllä tavalla markup-kertoimilla $\mu_T \geq 1$ ja $\mu_M \geq 1$ tuotannon yksikkökustannuksista UC_T ja UC_M siten, että

$$(3.2a) \quad P_T = \mu_T UC_T,$$

$$(3.2b) \quad P_M = \mu_M UC_M.$$

Kun hinnoittelumallit (3.2a-b) sijoitetaan yhtälöihin (3.1a-b), tuotannon yksikkökustannuksille saadaan loglineaarinen yhtälöryhmä, josta voidaan ratkaista yksikkökustannukset eksogeenisten panoshintojen suhteen panos-tuotoshintamallien ratkaisumenetelmää soveltaen (liite 3). Mallin ratkaisu on muotoa

$$(3.3a) \quad UC_T = W_T^{\gamma_1} W_M^{\gamma_2} R_T^{\gamma_3} R_M^{\gamma_4} V_T,$$

$$(3.3b) \quad UC_M = W_T^{\delta_1} W_M^{\delta_2} R_T^{\delta_3} R_M^{\delta_4} V_M,$$

missä vakiot V_T ja V_M riippuvat mallien (3.1a-b) ja (3.2a-b) vakioista.

3.2 Palkkojen nousun vaikutus teollisuuden kustannuksiin Suomessa ja Saksassa

Euron alkutaipaleella Saksan menestys talouskehityksessä on ollut muita euromaita parempi. Syynä on pidetty Saksan maltillista palkkapolitiikkaa, joka on parantanut Saksan kilpailukykyä. Tähänastisissa kilpailukykyarvioissa huomio on kiinnitetty lähinnä Saksan ja muiden euromaiden teollisuuden yksikkötyökustannusten kasvueroihin. Saksan teollisuus on hyötynyt kuitenkin myös Saksan muun talouden vähäisestä palkkainflaatiosta.

Seuraavassa vertaillaan Suomen ja Saksan palkkainflaation vaikutuksia näiden maiden teollisuuden kustannuskehitykseen vuosina 2000–2012. Vertailun apuvälineenä käytetään edellä

johdettua yksikkökustannusmallia (3.3a). Suomen ja Saksan yksikkökustannusmallien parametrit lasketaan Eurostatin julkaisemista vuoden 2008 panos-tuotostilastoista. Suomen osalta luvut vastaavat Tilastokeskuksen julkaisemaa panos-tuotostaulua.

Taulukko 3.1 kuvaa mallin (3.3a) mukaisia teollisuuden ja muun talouden työvoimakustannusten painoja γ_1 ja γ_2 teollisuuden yksikkökustannuksissa vuonna 2008. Painoja laskettaessa työvoimakustannuksia mitataan palkansaajakorvauksilla, jolloin työvoimakustannukset koostuvat palkoista ja työnantajien sosiaalivakuutusmaksuista. Taulukosta 3.1 havaitaan, että Suomessa sekä teollisuuden omien että muun talouden työvoimakustannusten painot teollisuuden yksikkökustannuksissa ovat pienemmät kuin Saksassa. Tämä johtuu siitä, että Suomen teollisuus käyttää suhteellisesti enemmän tuontipanoksia kuin Saksan teollisuus.

Taulukko 3.1 Työvoimakustannusten painot Suomen ja Saksan teollisuuden yksikkökustannuksissa

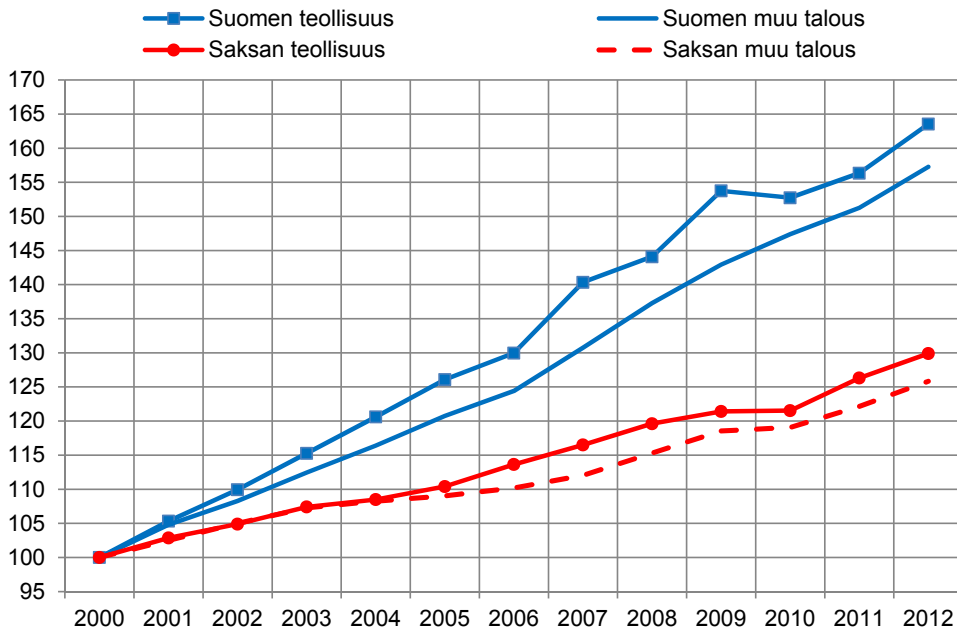
	<i>Teollisuuden työvoimakustannukset</i> γ_1	<i>Muun talouden työvoimakustannukset</i> γ_2
Suomen teollisuus	0.188	0.119
Saksan teollisuus	0.257	0.138

Kuvio 3.1 esittää Eurostatin tilastoihin pohjautuvaa teollisuuden ja muun talouden palkkakehitystä Suomessa ja Saksassa vuosina 2000–2012². Kuviosta havaitaan, että tällä aikajänteellä palkkataso nousi Suomessa noin 60 prosenttia ja Saksassa suunnilleen puolet vähemmän. Mallilla (3.3a) voidaan taulukossa 3.1 esitettyjä painoja käyttäen laskea palkkojen nousun vaikutukset teollisuuden yksikkökustannuksiin Suomessa ja Saksassa. Kuvio 3.2 esittää laskelman tuloksia. Kuviossa kustannusvaikutus on indeksoitu siten, että yksikkökustannusten vuoden 2000 lähtötaso on merkitty sadalla.

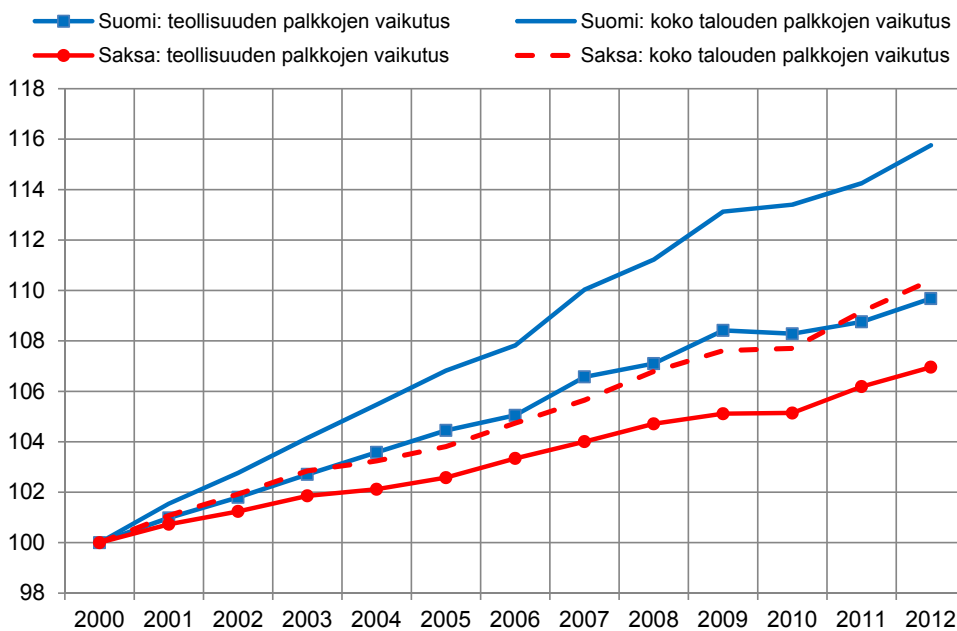
Kuviosta 3.2 havaitaan, että teollisuuden palkkojen noususta johtuen Saksan teollisuudelle on vuoteen 2012 mennessä tullut kustannuslisäystä 7 prosenttia ja koko talouden palkkainflaatiosta noin 10 prosenttia verrattuna vuoden 2000 lähtötasoon. Suomen voimakkaampi palkkainflaatio on johtanut siihen, että Suomen teollisuudelle on samalla ajanjaksolla pelkästään teollisuuden palkkojen noususta seurannut 10 prosentin kustannuslisäys, eli yhtä suuri kustannusvaikutus kuin Saksan teollisuudelle on tullut koko Saksan kansantalouden palkkainflaatiosta. Suomessa kansantalouden palkkainflaatio on johtanut kaikkiaan noin 16 prosentin kasvuun teollisuuden yksikkökustannuksissa aikajänteellä 2000–2012. Näin on siis käynyt siitä huolimatta, että työvoimakustannuksilla on Suomen teollisuudessa pienempi paino kuin Saksan teollisuudessa.

² Eurostatin työmarkkinatilastosta saadaan EU-maiden tehdasteollisuuden ansiotasoindeksit suoraan. Muun yrityssektorin ansiotasoindeksit on tässä yhteydessä laskettu koko yrityssektorin ja tehdasteollisuuden ansiotasokehityksen pohjalta käyttämällä Eurostatin kansantalouden tilinpidon toimialatietoja palkansaajien ansiotyöpanoksesta. Muun talouden ansiotasoindeksit on laskettu muun yrityssektorin ja julkisen sektorin ansiotaso- ja ansiotyöpanoskehityksen perusteella.

Kuvio 3.1 Teollisuuden ja muun talouden palkkataso Suomessa ja Saksassa



Kuvio 3.2 Palkkojen nousun vaikutus teollisuuden yksikkökustannuksiin Suomessa ja Saksassa



Tässä yhteydessä palkkainflaation kustannusvaikutusarviointiin on käytetty CD-yksikkökustannusfunktioista (3.1a-b) johdettua loglineaarista mallia (3.3a). Tavanomainen lineaarinen panos-tuotoshintamalli johtaa likimain samanlaisiin tuloksiin.

Tarkastelun sanoma on se, että jos teollisuuden kustannuskilpailukykyä halutaan arvioida pelkästään työvoimakustannusten pohjalta, teollisuuden omien työvoimakustannusten vaikutuksen lisäksi on otettava huomioon välituotekäytön kautta muualta taloudesta teollisuuteen välittyvä työvoimakustannusten nousun aiheuttama kustannuspaine. Muun talouden työvoimakustannuksilla on hyvin erilainen merkitys eri teollisuustoimialoilla (Valtioneuvoston kanslia, 2012, luku 4). Muun talouden työvoimakustannuksilla on suuri merkitys sellaisilla teollisuustoimialoilla, jotka käyttävät paljon kotimaisia välituotepanoksia. Suomessa tällaisia teollisuustoimialoja ovat erityisesti metsäteollisuus ja elintarviketeollisuus. Toisessa ääripäässä työvoimakustannusten välillisten vaikutusten osalta ovat toimialat, jotka ostavat suuren osan välituotepanoksistaan ulkomailta. Toisen ääripään selkein tapaus on öljynjalostusteollisuus, jonka suurin kustannuserä on ulkomaille maksettu öljylasku.

4 Kuljetuskustannusten kilpailukykyvaikutukset

4.1 Kuljetushintojen määräytyminen

Kuljetuskustannukset vaikuttavat keskeisesti maiden kilpailukykyyn maailmanmarkkinoilla ja kauppavirtojen suuntautumiseen globaalitaloudessa. Kansainvälisen ympäristöpolitiikan kiristymiseen liittyvästä kuljetuskustannusten kasvusta tulee merkittävä kilpailukykyrasite Suomen kaltaiselle kaukana maailmanmarkkinoista sijaitsevalle maalle. Kuljetuskustannusten merkitystä maailmankaupalle on kansainvälisessä taloustieteessä tutkittu laajalti, mutta suomalaisessa kilpailukykytutkimuksessa aihe on kutakuinkin sivuutettu. Seuraavassa tarkastellaan ensin kuljetushintojen määräytymisen teoriaa ja sen jälkeen käytännön esimerkkinä laivaliikenteen rikkidirektiivin ja päästökaupan vaikutuksia kuljetuskustannuksiin.

Tässä yhteydessä tarkastellaan kuljetuskustannusten merkitystä laivarahtina kuljetettavan viennin kilpailukyvyille, vaikka käsiteltävä teorianmalli soveltuu yleisemminkin kuljetuspalveluiden kysynnän ja hinnanmuodostuksen tarkasteluun. Lähdetään liikkeelle edellä jaksossa 2.2 tarkasteltua kysyntämallia hieman pelkistäen ja oletetaan, että maa i vie maahan j omaa tuoteversiotaan, jonka tuontikysyntä Y_{ij} maassa j määräytyy mallista

$$(4.1) \quad Y_{ij} = (P_i + F_{ij})^{-\varepsilon} X_j,$$

Muuttuja Y_{ij} tarkoittaa tässä yhteydessä kyseisen hyödykeryhmän vientiä maasta i maahan j ja vientitavaran kuljettamiseen tarvittavan kuljetuspalvelun määrää. Muuttuja P_i tarkoittaa tuotteen fob-vientihintaa maassa i ja muuttuja F_{ij} tuotteen kuljetuskustannusta ja rahtihintaa maasta i maahan j . Tällöin tuotteen cif-tuontihinta maassa j on $P_i + F_{ij}$. Parametri $-\varepsilon$ ($\varepsilon > 0$) tarkoittaa hyödykeryhmän kysynnän hintajoustoa ja muuttuja X_j hyödykeryhmän kysyntään vaikuttavia eksogeenisiä tekijöitä maassa j .

Jokaisella maalla on omat etäisyytensä vientimaihinsa, ja nämä kuljetusetäisyydet ovat luonnollisesti rahtihintoja F_{ij} määrittäviä perustekijöitä. Tuotteen tuontikysyntä maassa j määräytyy kysyntäfunktion (4.1) mukaan lähtömaan vientihinnan P_i ja viennin kuljetuksesta maksettavan rahtihinnan F_{ij} yhteisvaikutuksesta. Tällä tavoin kuljetusetäisyys määrittää suoraan kuljetuskustannuksen F_{ij} kautta maan i viennin kilpailukykyä maassa j .

Kuljetuspalvelun tarve määräytyy ehdollisena kuljetettavan tavaran kysynnälle ostajamaassa. Kuljetuspalvelun kysynnän kannalta keskeistä on tuotteen kysynnän jousto ostajamaassa rah-
tihinnan suhteen (vrt. Hummels, Lugovsky & Skiba, 2007). Yhtälöstä (4.1) saadaan hinta-
jousto $-\phi$ ($\phi > 0$)

$$(4.2a) \quad -\phi = (dY_{ij}/dF_{ij})(F_{ij}/Y_{ij}),$$

$$(4.2b) \quad = -\varepsilon F_{ij}/(P_i + F_{ij}).$$

Rahtihinnat määräytyvät kuljetuspalveluiden markkinoilla, joiden kilpailullisuus saattaa olla kuljetusreiteittäin erilainen, koska se riippuu kullakin reitillä kilpailevien varustamoiden lukumäärästä. Kuljetuspalveluiden hinnoittelua tarkasteltaessa lähtökohdaksi voidaan ottaa jak-
sossa 2.1 käsitelty epätäydellisen kilpailun perusmalli, joka pitää rajatapauksina sisällään mo-
nopolin ja täydellisen kilpailun tapaukset.

Lähdetään asetelmasta, jossa maiden i ja j välistä rahtia kuljettaa n varustamo ja jossa kul-
jetuspalveluiden kokonaistarjonnan reaktiota yksittäisen varustamon tarjonnan muutokseen
määrittää jakson 2.1 perusmallia vastaavasti kerroin β . Tällöin rahtihinnan F_{ij} ja kuljetuspal-
velun tuotannon yksikkökustannuksen TC_{ij} välille voidaan aiemman hinnoittelumallin (2.4)
perusteella täsmentää riippuvuus

$$(4.3) \quad F_{ij} = TC_{ij}/(1 - \beta/(n\phi)).$$

Sijoittamalla hintajoustop $-\phi$ lauseke (4.2b) yhtälöön (4.3) voidaan ratkaista rahtihinta F_{ij} kul-
jetuksen yksikkökustannuksen TC_{ij} ja maan i vientihinnan P_i funktiona

$$(4.4) \quad F_{ij} = (n\varepsilon TC_{ij} + \beta P_i)/(n\varepsilon - \beta).$$

Rahtihinta F_{ij} määräytyy siis kuljetuksen yksikkökustannuksen TC_{ij} ja vientihinnan P_i perus-
teella siten, että rahtihintaan vaikuttaa tekijöiden n ja β kautta kuljetusmarkkinoiden kilpai-
lullisuus sekä hyödykkeen kysyntää vientimaassa määrittävä hintajousto $-\varepsilon$. Monopolivarusta-
mon tapauksessa $n=\beta=1$ ja tällöin rahtihinta on $F_{ij} = (\varepsilon TC_{ij} + P_i)/(\varepsilon - 1)$. Täydellisen kilpailun
tapauksessa $\beta=0$, joten täydellisen kuljetuskilpailun vallitessa rahtihinta määräytyy pelkäs-
tään kuljetuksen yksikkökustannuksen perusteella siten, että $F_{ij} = TC_{ij}$. Näistä tuloksista havai-
taan se luonnollinen seikka, että epätäydellisesti kilpailevien kuljetusmarkkinoiden tapauksis-
sa rahtihinta on korkeampi kuin täydellisen kuljetuskilpailun vallitessa.

Merkitään maan i myymän tuotteen cif-tuontihintaa maassa j muuttujalla P'_{ij} . Cif-tuontihinta,
joka määrittää yhtälön (4.1) kuvaamalla tavalla maan i viennin kilpailukykyä maassa j , on fob-
vientihinnan P_i ja kuljetuksen yksikkökustannuksen TC_{ij} funktiona

$$(4.5a) \quad P'_{ij} = P_i + F_{ij},$$

$$(4.5b) \quad = (n\varepsilon/(n\varepsilon - \beta))(P_i + TC_{ij}).$$

Kuljetusmonopolin tapauksessa cif-tuontihinta on $P'_{ij} = (\varepsilon/(\varepsilon - 1))(P_i + TC_{ij})$. Täydellisesti kil-
pailevien kuljetusmarkkinoiden tapauksessa cif-tuontihinta on $P'_{ij} = P_i + TC_{ij}$. Rahtihinnan
määräytymistä vastaavasti epätäydellisesti kilpailevien kuljetusmarkkinoiden tapauksessa cif-

tuontihinta on korkeampi kuin täydellisen kuljetuskilpailun vallitessa. Tällä tavoin kuljetusmarkkinoiden epätäydellinen kilpailu on rasite viennin kilpailukyvyille.

Kuljetuskustannukset ovat yhtälöiden (4.1), (4.4) ja (4.5) kuvaamalla tavalla keskeinen viennin kilpailukykytekijä. Tarkastellussa mallissa maan i vientihinta P_i määräytyy endogeenisesti kyseisen maan tuotantokustannusten perusteella. Näin ollen kilpailukykyä tarkasteltaessa on jakson 2.2 tapaan otettava huomioon hyödykkeen tuotannon yksikkökustannuksen vaikutus tuottajahintaan ja vientihintaan.

Keskeinen yhtälöstä (4.4) näkyvä tulos teoriatarkastelusta on se, että jos kuljetusmarkkinoilla vallitsee epätäydellinen kilpailu, rahtihintaan vaikuttaa kuljetusetäisyydestä riippuvan kuljetuskustannuksen ohella kuljetettavan tavarahan arvo. Tällöin yksikköarvoltaan kalliimpien tuotteiden rahtihinta nousee korkeammaksi kuin halvempien tavaroiden rahtihinta. Myös ekonometriset tutkimukset tukevat tätä tulosta (esim. Hummels, Lugovskyy & Skiba, 2007).

4.2 Laivaliikenteen rikkidirektiivin ja päästökaupan vaikutukset kuljetuskustannuksiin

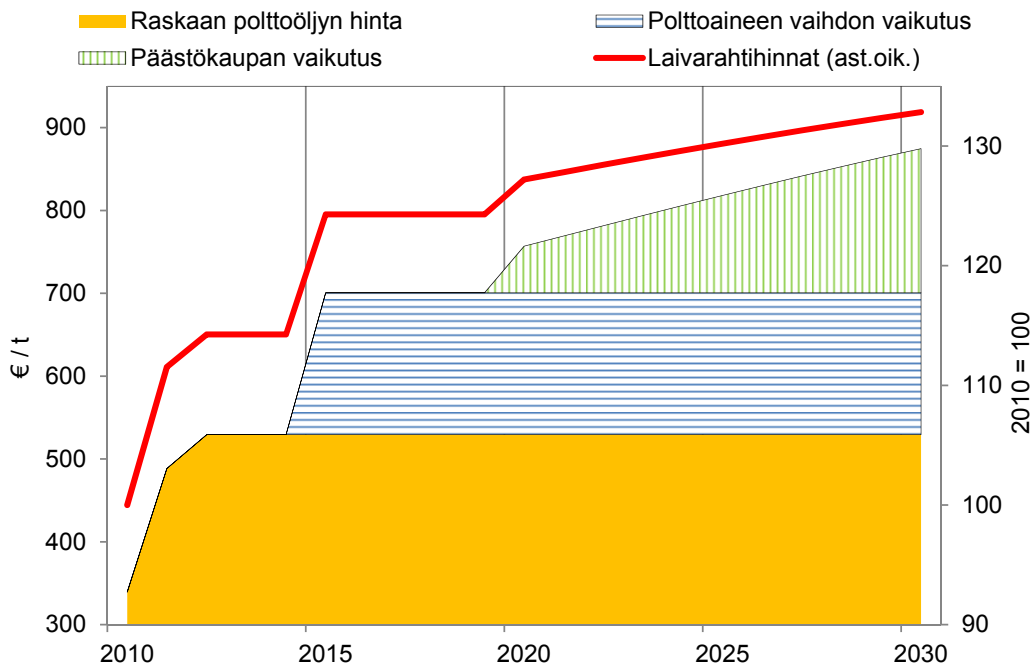
Iso haitta Suomen viennin kilpailukyvyille on, että Suomi sijaitsee maantieteellisesti kaukana keskeisiltä maailmanmarkkinoilta. Tällöin kuljetuskustannuksiin vaikuttava polttoainekustannusten kasvu heikentää väistämättä Suomen kilpailukykyä esimerkiksi useisiin muihin EU-maihin verrattuna. Näin ollen laivaliikenteeseen vuodesta 2015 lähtien sovellettava EU:n rikkidirektiivi ja laivaliikenteen mahdollinen sisällyttäminen EU:n päästökauppajärjestelmään heikentävät kuljetuskustannusten nousun kautta Suomen viennin kilpailukykyä tulevaisuudessa. Päästökauppajärjestelmä heikentää jo nykyisin teollisuuden kustannuskilpailukykyä kotimaisten tuotantokustannusten kautta, kuten jäljempänä luvussa 5 kuvataan.

Kuvio 4.1 esittää kaavamaisen skenaarion rikkidirektiivin ja päästökaupan vaikutuksista laivakuljetusten polttoainekäytön kustannuksiin ja laivarahtien hintoihin. Tarkastelun lähtökohdaksi on nykyisin polttoaineena käytettävän raskaan polttoöljyn hinta ja oletus siitä, että tämä rikkipitoinen polttoaine vaihdetaan rikkidirektiivin määräämällä tavalla vuonna 2015 alle 0.1 prosenttia rikkiä sisältävään kaasuöljyyn. Lisäksi oletetaan, että laivaliikenne sisällytetään EU:n päästökauppajärjestelmään 2020-luvulla. Laivapolttoaineiden hintojen perustekijä on raakaöljyn hinta, mutta sen tulevaa kehitystä ei tässä yhteydessä yritetä ennustaa, vaan kuvio 4.1 kaavamaisessa skenaariossa tarkastellaan vain rikkidirektiivin ja päästökaupan aiheuttamaa kustannuslisäystä.

Lähtötilanteessa vuonna 2012 raskaan polttoöljyn hinta oli noin 530 euroa tonnilta ja vähärikkisen kaasuöljyn hinta noin 700 euroa tonnilta (Kalli, 2012). Laskelmassa oletetaan, että Suomen vientiä kuljettavien laivojen polttoainehinta nousee polttoaineen vaihdon takia vuonna 2015 mainituista vuoden 2012 hinnoista lasketun hintaeron verran. Päästökaupan vaikutus arvioidaan jäljempänä luvussa 5 kuvattavan päästöoikeuden hintakehityksen perusteella. Koska rikkidirektiivi on voimassa päästökaupan vaikutuksen alkaessa, päästökustannusta laskettaessa käytetään kevyen polttoöljyn tehollista lämpöarvoa ja ominaispäästökerrointa.

Laivarahtien hintaindeksin nousu on kuvioon 4.1 laskettu olettaen, että rahtihintojen jousto laivojen polttoaineen hinnan suhteen on 0.3. Tämä joustoarvio on linjassa ekonometristen tulosten kanssa (vrt. Hummels, 2007; UNCTAD, 2010a). Joidenkin raaka-aineiden kuten rau-

Kuvio 4.1 Rikkidirektiivin ja päästökaupan vaikutus laivarahtihintoihin



tamalmin ja raakaöljyn laivakuljetushintojen jousto laivojen polttoaineen hinnan suhteen voi olla huomattavasti suurempikin (UNCTAD, 2010a).

Saksassa on tehty selvitys EU:n päästökauppajärjestelmän laajentamisesta laivaliikenteeseen (Bäuerle, Graichen, Kulesa & Oschinski, 2010). Selvityksessä arvioitiin päästökaupan aiheuttamia lisäkustannuksia muun muassa Saksan ja Kiinan sekä Saksan ja Yhdysvaltojen väliselle laivaliikenteelle. Arviot on esitetty kuljetusetäisyyden mukaan laskettuina ja samaa menetelmää voidaan käyttää Suomeen kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa. Koska Suomen tärkeimmät viennin laivakuljetusreitit kulkevat Saksan rannikon ohi, lisätietona tarvitaan vain kuljetusetäisyys Suomesta Saksaan.

Laivakuljetusetäisyys Saksasta Kiinan Hongkongiin on 19 500 kilometriä ja Saksasta Yhdysvaltojen satamiin keskimäärin noin 7 000 kilometriä. Vientimäärillä painotettu keskietäisyys Suomen suurimmista vientisatamista Saksan Pohjanmeren rannikolle on noin 1 500 kilometriä. Näitä kuljetusetäisyyksiä käytetään tässä yhteydessä lähtötietoina, joilla Saksassa tehtyä arviota mukailten lasketaan rikkidirektiivin ja päästökaupan vaikutukset Saksasta ja Suomesta Kiinaan ja Yhdysvaltoihin suuntautuvien laivakuljetusten rahtihintoihin.

Tuoreimmat tässä yhteydessä käytettävissä olleet tiedot laivarahtihinnoista ovat vuoden 2009 lopulta (UNCTAD, 2010b). Tuolloin keskimääräinen laivarahtihinta Euroopasta Aasiaan oli noin 620 euroa ja Euroopasta Yhdysvaltoihin noin 850 euroa TEU-yksikköä, eli 20 jalan konttia kohden. Mainitut rahtihinnat sisältävät kaikki lastin käsittelyyn liittyvät kustannukset ja ne ovat kilometriä kohti laskettuina Euroopan ja Yhdysvaltojen välisissä kuljetuksissa korkeammat kuin Euroopan ja Aasian välisessä liikenteessä. Nämä rahtihinnat otetaan lähtötiedoiksi Saksan ja Kiinan sekä Saksan ja Yhdysvaltojen välisille kuljetuksille. Rahtihinnat on ketjutet-

tu vuoteen 2012 laivapolttoaineen hintakehityksen perusteella. Taulukko 4.1 esittää näin laskettuja nykyisiä rahtihintoja. Suomen rahtihinnat on laskettu Saksan hintojen pohjalta olettaen, että rahtihinta kasvaa polttoainekustannuksen osalta suoraan verrannollisesti kuljetusetäisyyteen.

Konttilaivojen keskimääräiseksi hiilidioksidipäästöiksi on arvioitu 180 gCO₂/TEU/km (Bäuerle, Graichen, Kulesa & Oschinski, 2010). Tämän perusteella voidaan laskea vastaava polttoaineen kulutus TEU/km-yksikköä kohden. Taulukko 4.1 esittää lasketun yksikkökulutuksen, edellä kuvatun polttoaineen lisähinnan ja kuljetusetäisyyden perusteella arvioitua rikkidirektiivin aiheuttamaa nousua merirahtihintoihin. Tällöin oletetaan, että rikkipäästöjen sääätely kohdistuu kaikkeen kansainväliseen laivaliikenteeseen.

Taulukko 4.1 Rikkidirektiivin ja päästökaupan vaikutus Saksan ja Suomen merirahtikustannuksiin						
	<i>Etäisyys, km</i>	<i>Nykyinen rahtihinta, €/TEU</i>	<i>Rahtihinnan nousu, €/TEU</i>			
			<i>Rikkidirektiivin vaikutus</i>	<i>Päästökaupan vaikutus päästöoikeuden hinnalla 20 €/tCO₂ 60 €/tCO₂</i>		
Saksa – Kiina	19 500	870	190	70	210	
Suomi – Kiina	21 000	930	205	75	230	
Saksa – USA	7 000	940	70	25	75	
Suomi – USA	8 500	1 060	80	30	90	

Edellä mainitun ominaispäästökertoimen pohjalta taulukossa 4.1 kuvataan myös päästökaupan vaikutuksia merirahtikustannuksiin. Jäljempänä luvussa 5 esitettävän arvion mukaan päästöoikeuden hinta on EU:n päästökauppajärjestelmässä vuonna 2020 noin 20 euroa ja vuonna 2030 noin 60 euroa hiilidioksiditonnilta. Taulukko 4.1 esittää näiden päästöoikeushintojen, laivojen ominaispäästön ja kuljetusetäisyyksien pohjalta laskettua päästökaupasta aiheutuvaa laivarahtihintojen nousupainetta.

Tulosten mukaan rikkidirektiivi johtaa tarkastelluilla kuljetusreiteillä Suomen tapauksessa 10–20 prosentin kasvuun kuljetuskustannuksissa. Päästökaupasta koituu päästöoikeuden 60 euron tonninhinnalla 10–25 prosentin kasvu kuljetuskustannuksiin. Pitempien kuljetusetäisyyksien vuoksi Suomi menettää rikkidirektiivin ja laivaliikenteen päästökaupan takia kilpailukykyä suhteessa Saksaan.

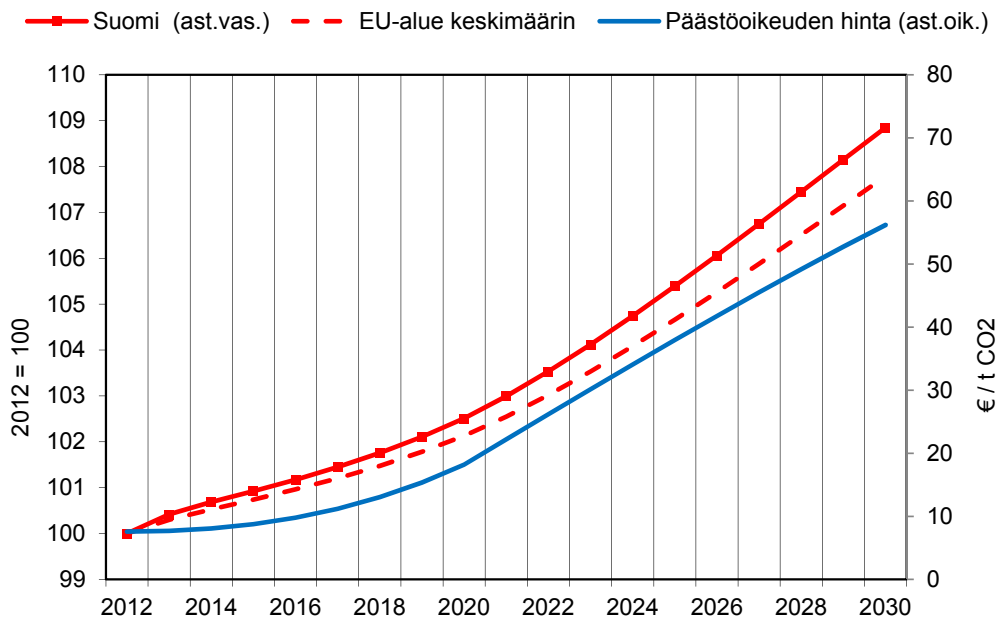
5 EU:n ilmastopoliitikan kilpailukykyvaikutukset

Ympäristöpolitiikasta on tulossa Suomen viennin kilpailukykyä heikentävä tekijä muutoinkin kuin edellä tarkasteltujen kuljetuskustannusten osalta. EU:n ilmastopoliitikka lisää EU-maiden teollisuuden tuotantokustannuksia kolmannelta päästökauppakaudelta 2013–2020 alkaen, jolloin päästökaupparektorin päästöoikeuksia kiristetään toiseen päästökauppakautteen 2008–2012 verrattuna. Seuraavassa tarkastellaan EU:n ilmastopoliitikan vaikutuksia päästöoikeuden hintaan ja teollisuuden tuotannon yksikkökustannuksiin Suomessa ja EU-alueella vuoteen 2030. Tarkastelun pohjana on aiempi tutkimus (Rantala, 2012).

EU:n päästökauppadirektiivissä säädetty ilmastopoliitikka koskee toistaiseksi vain vuosien 2013–2020 kolmatta päästökauppakautta. Tässä yhteydessä oletetaan, että EU:n päästökaupparektorin päästöoikeuksia rajoitetaan edelleen vuodesta 2021 lähtien siten, että ne vähenevät vuosittain samalla määrällä kuin vuosina 2013–2020 (vrt. Rantala, 2012). Mallisimuloinnilla haetaan sellainen päästöoikeuden hintaura, jolla päästöt vähenevät päästöoikeuksien vähenemistä vastaavalla tavalla. Kuvio 5.1 esittää päästöoikeuden hinnan nousua ja siitä johtuvaa teollisuuden tuotannon yksikkökustannusten kasvua vuoteen 2030. Yksikkökustannusvaikutusta kuvataan suhteessa perusskenaarion yksikkökustannuksiin, jotka lasketaan ilman ilmastopoliitikan vaikutusta, eli olettaen, että päästöoikeuden hinta on nolla.

Ilmastopoliitikan vaikutuksia arvioivan mallisimuloinnin mukaan päästöoikeuden hinta nousee vuoteen 2030 mennessä noin 60 euroon hiilidioksiditonnilta. Päästöoikeuden hinta heijastuu sähkön hintaan. Päästöoikeuden hinnan nousu ja sähkön hinnan nousu lisäävät Suomessa teollisuuden energiavaltaisuuden takia teollisuuden tuotannon yksikkökustannuksia enemmän kuin EU-alueella keskimäärin. Kylmän ilmaston takia myös kotitalouksien sähkön kulutus on Suomessa suurempaa kuin EU-alueella keskimäärin. Sähkön hinnan nousu johtaa Suomessa suurempaan kuluttajahintojen nousuun kuin EU-alueella keskimäärin.

Kuvio 5.1 Päästöoikeuden hinnan nousun vaikutus teollisuuden yksikkökustannuksiin



Mallisimuloinnin mukaan teollisuuden tuotannon yksikkökustannukset kasvavat päästöoikeuden hinnan nousun takia vuoden 2012 lähtötasolta lähes 10 prosenttia vuoteen 2030 mennessä. Päästöoikeuden hinnan nousun ja sähkön hinnan nousun aiheuttama teollisuuden tuotantokustannusten kasvu heikentää EU:n viennin kilpailukykyä EU-alueen ulkopuolisilla vientimarkkinoilla ja Suomen kilpailukykyä sekä EU-alueen ulkopuolella että EU-alueella. Kilpailukyvyn heikkenemisen takia vienti ja teollisuustuotanto jäävät vähäisemmiksi kuin perusskenaariossa.

Liite 1 Rajakustannusten mittaaminen yksikkökustannuksilla

Jos yritysten tuotantoteknologiaan oletetaan vakioiset skaalatuotot, rajakustannukset dC_i/dY_i voidaan jakson 2.1 yhtälöissä (2.2a-b) korvata yksikkökustannuksilla $UC_i = C_i(Y_i)/Y_i$, eli $dC_i/dY_i = UC_i$. Vakioisten skaalatuottojen oletus ei ole käytännössä kovin rajoittava oletamus.

Kun tuotannon määrä, tuotantoteknologia ja tuotantopanosten hinnat on annettu, kustannusfunktio voidaan johtaa kustannusten minimoinnin kautta. Esimerkiksi CES-tuotantofunktion tapauksessa yritys i minimoi kustannukset (1) teknologiarajoitteella (2)

$$(1) \quad C_i = \sum_k P_{ik}^I I_{ik}, \quad k=1, \dots, M,$$

$$(2) \quad \left\{ \sum_k \gamma_{ik}^{1/\sigma_i} P_{ik}^{1-\sigma_i} I_{ik}^{\sigma_i} \right\}^{1/(\sigma_i-1)} = Y_i.$$

Yhtälössä (1) muuttujat I_{ik} ovat yrityksen i tuotantopanosten määriä ja muuttujat P_{ik}^I tuotantopanosten hintoja. Tuotantofunktiossa (2) parametri γ_{ik} ($\gamma_{ik} > 0$) on tuotantopanosten jakautumaparametri ja σ_i ($\sigma_i \geq 0$) on tuotantopanosten substituutiojousto.

Tällöin annettua tuotannon määrää Y_i vastaava minimikustannus ja kustannusfunktio on

$$(3) \quad C_i(Y_i) = \left\{ \sum_k \gamma_{ik} P_{ik}^{1-\sigma_i} \right\}^{1/(1-\sigma_i)} Y_i.$$

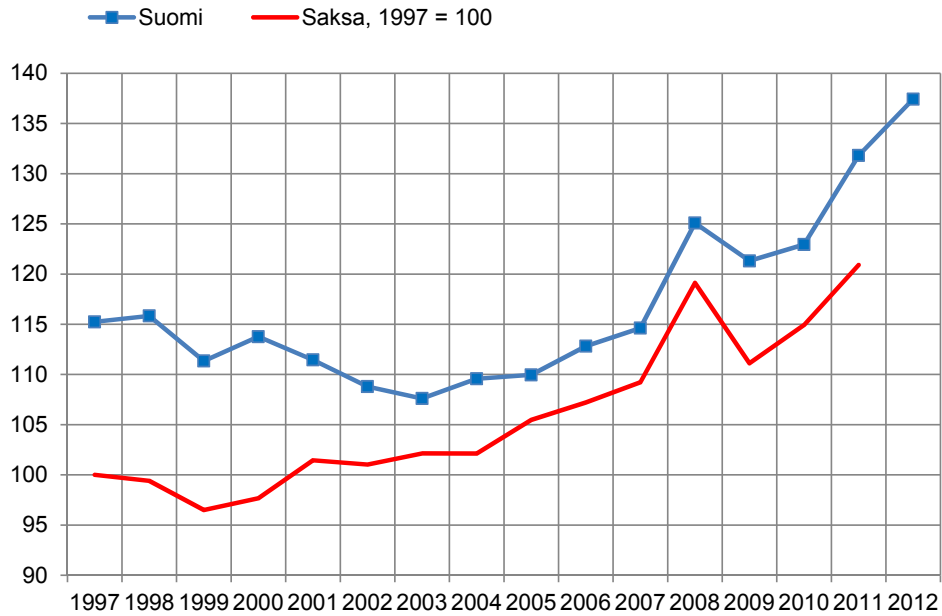
Näin ollen rajakustannus ja yksikkökustannus on

$$(4) \quad dC_i/dY_i = UC_i = \left\{ \sum_k \gamma_{ik} P_{ik}^{1-\sigma_i} \right\}^{1/(1-\sigma_i)}.$$

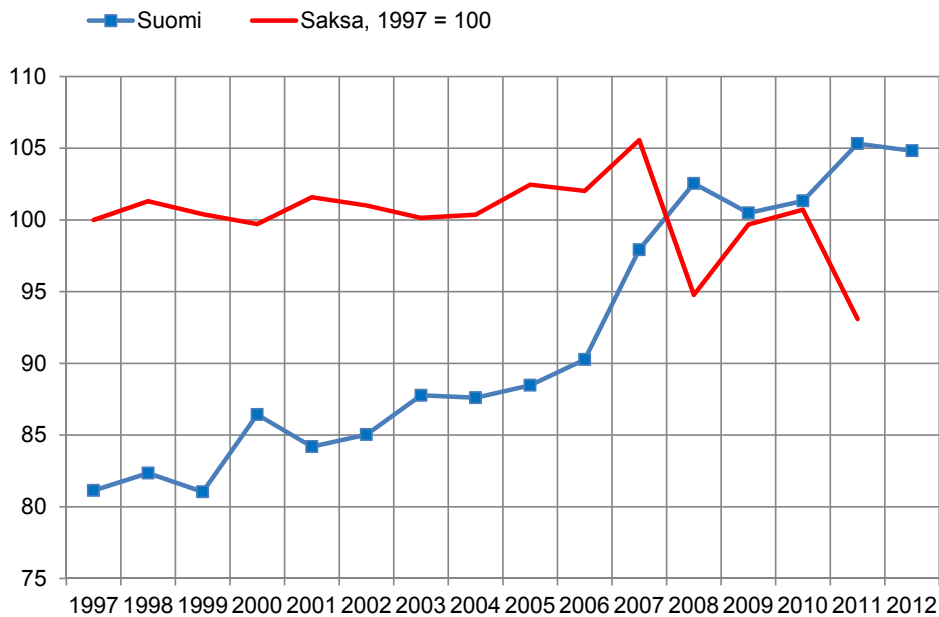
Yksikkökustannuksissa voi olla eroja yritysten välillä tuotantopanosten hintaerojen takia tai yritysten käyttämän teknologian eroavaisuuksien takia. Tässä CES-tuotantofunktion avulla esimerkkinä esitetty tulos koskee yleisesti vakioisten skaalatuottojen tuotantofunktioita.

Liite 2 Tuotannon yksikkökustannukset teollisuustoimialoilla

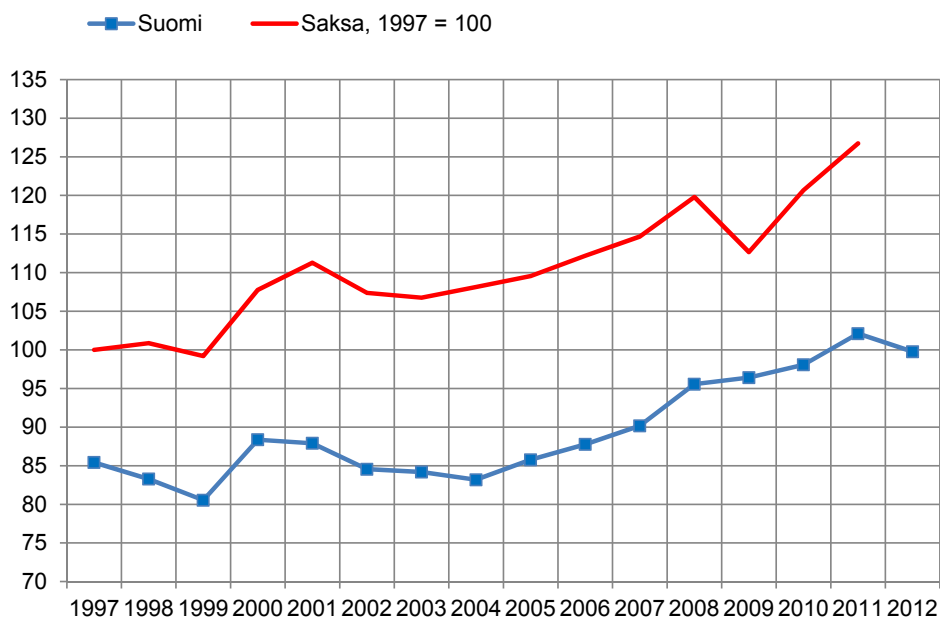
Elintarviketeollisuus (toimialat 10–12)



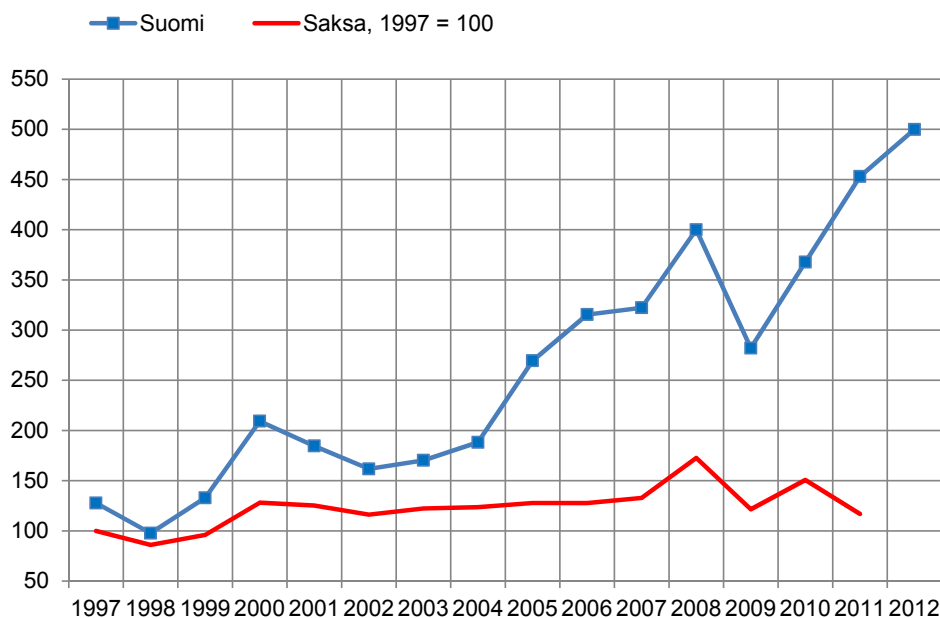
Puutavateollisuus (16)



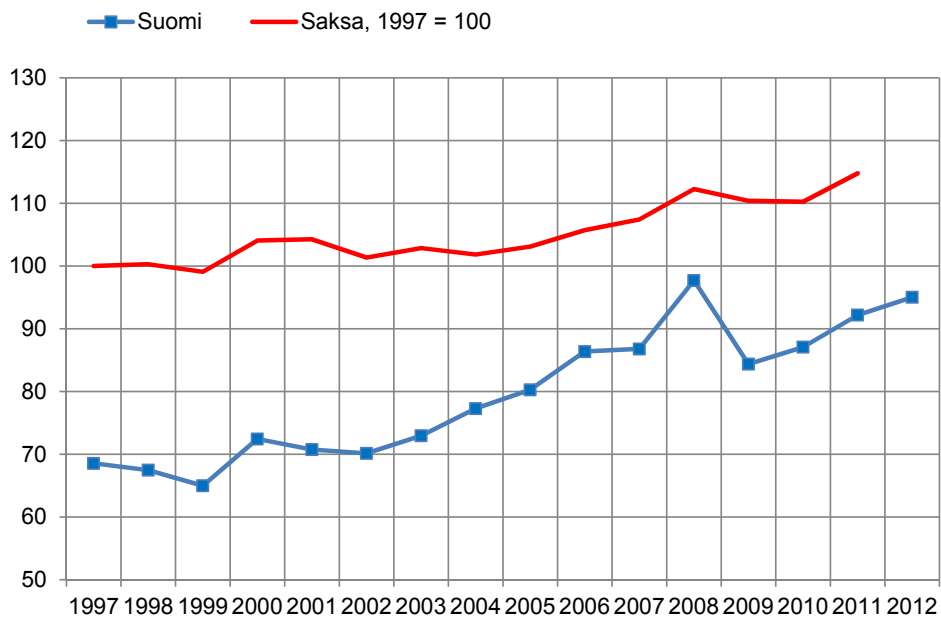
Paperiteollisuus (17)



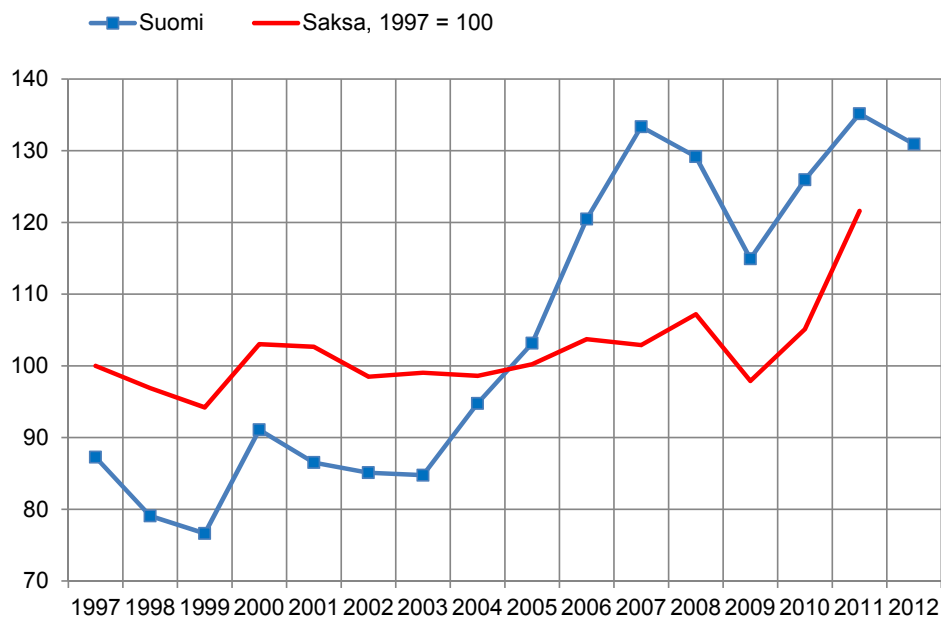
Öljynjalostusteollisuus (19)



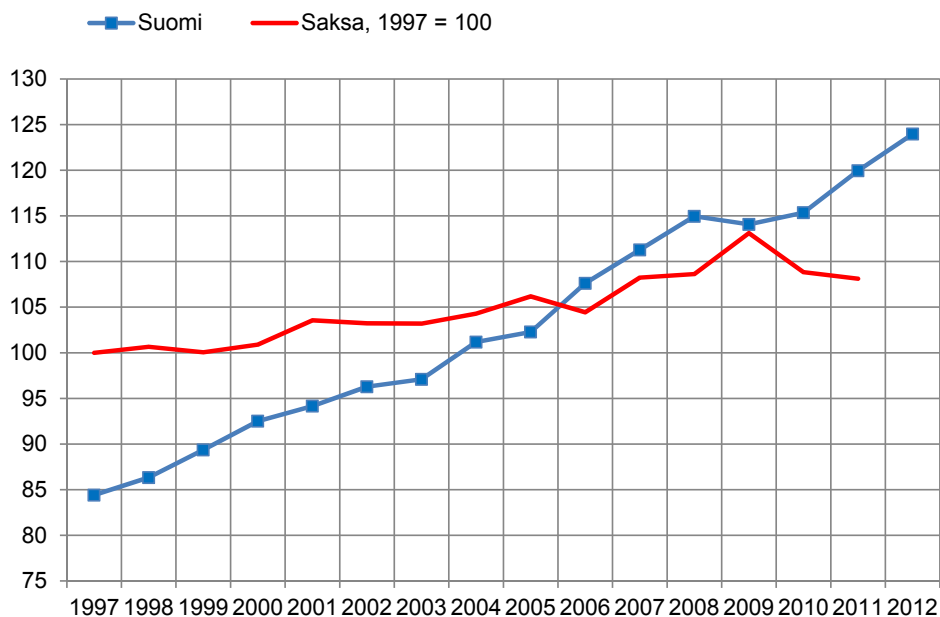
Kemikaaliteollisuus (20–21)



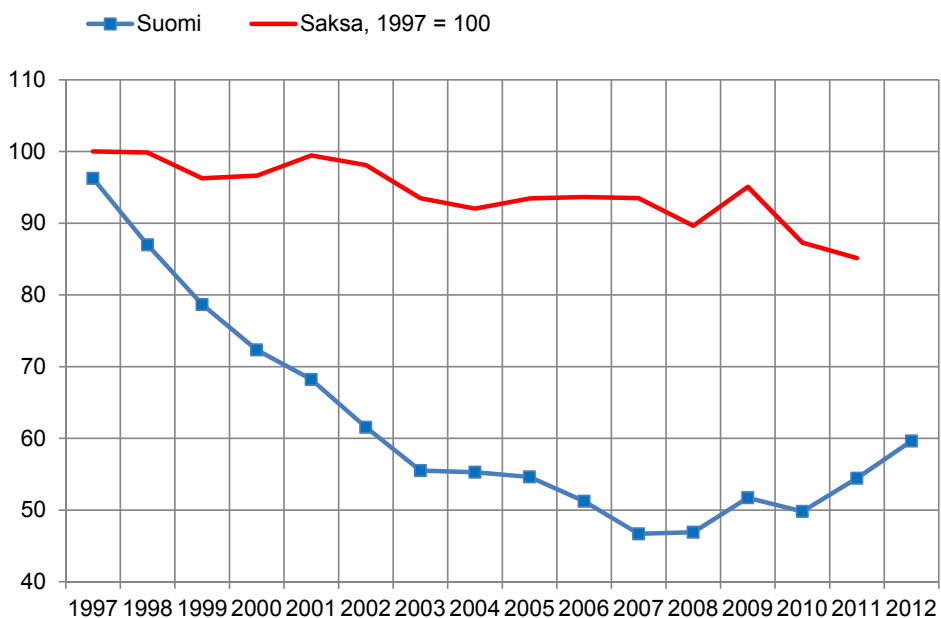
Metallinjalostusteollisuus (24)

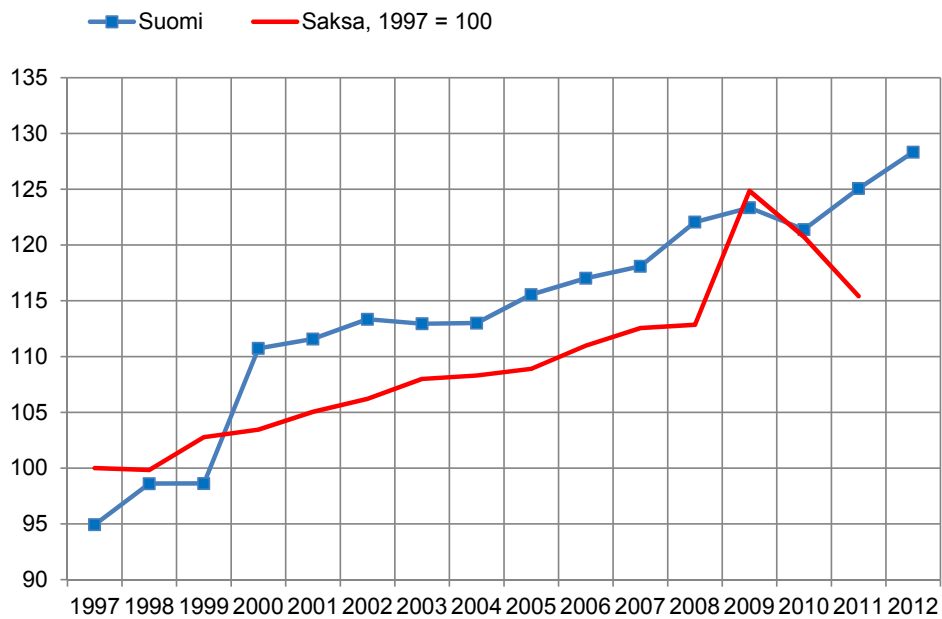
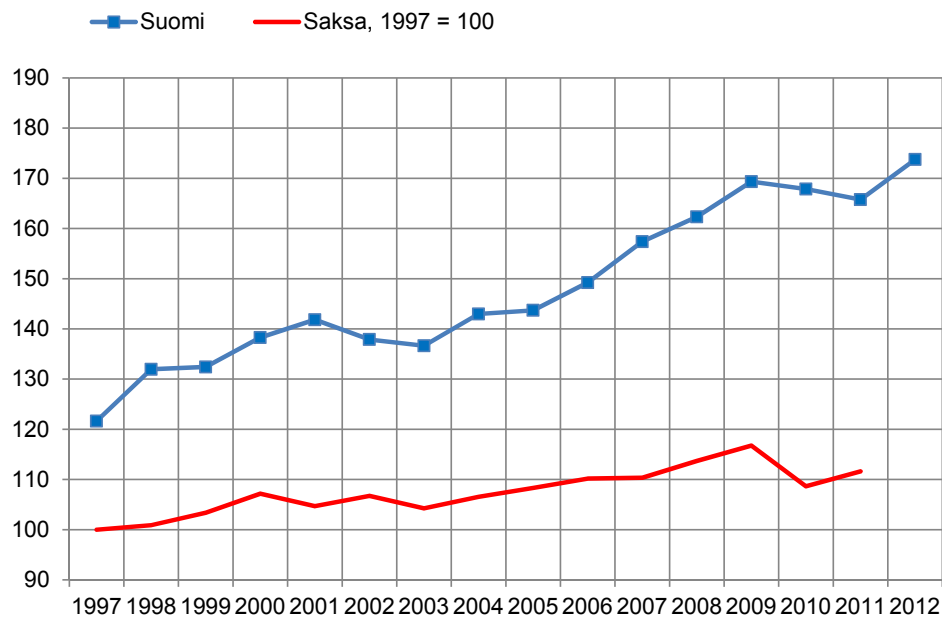


Metallituoteteollisuus (25)



Elektroniikkateollisuus (26–27)



Koneteollisuus (28, 33)**Kulkuneuvoteollisuus (29–30)**

Liite 3 Yksikkökustannusten määräytyminen makrotalouden tasolla

Tarkastellaan kahdesta sektorista eli teollisuudesta (alaindeksi T) ja muusta taloudesta (alaindeksi M) koostuvaa kansantaloutta. Kun tuotannon määrä, tuotantoteknologia ja tuotantopanosten hinnat on annettu, kustannusfunktio voidaan johtaa kustannusten minimoinnin kautta. CD-tuotantofunktion tapauksessa teollisuus minimoi kustannukset (1) teknologiarajoitteella (2)

$$(1) \quad C_T = W_T L_T + R_T K_T + P_T X_T + P_M Z_T,$$

$$(2) \quad L_T^{\alpha_1} K_T^{\alpha_2} X_T^{\alpha_3} Z_T^{\alpha_4} = Y_T.$$

Muuttuja Y_T tarkoittaa teollisuuden tuotannon volyyymia, L_T työpanosta ja K_T pääomapanosta ja tuontipanosta. Kustannusten määräytymistä mallinnettaessa otetaan huomioon välituotekäyttö. Muuttuja X_T tarkoittaa teollisuusyritysten muulta teollisuudelta ostamia välituotteita ja Z_T teollisuuden muulta taloudelta ostamia välituotteita, Muuttuja P_T tarkoittaa teollisuuden tuottajahintaa, P_M muun talouden tuottajahintaa, W_T teollisuuden työpanoksen yksikkökustannusta ja R_T muita eksogeenisiä panoshintoja. Tuotantofunktion (2) parametrit $\alpha_1, \dots, \alpha_4$ ($\alpha_i > 0$) kuvaavat tuotantopanosten kustannusosuuksia. Tuotantofunktioon oletetaan vakioiset skaalatuotot siten, että $\sum_i \alpha_i = 1$. Tuotantofunktioon voidaan tavanomaiseen tapaan sisällyttää myös kokonaistuottavuustekijä, mutta tässä se jätetään pois, koska sitä ei tarkastelussa tarvita.

Vakioisten skaalatuottojen tapauksessa kustannusfunktio on lineaarinen tuotannon volyymin suhteen ja CD-yksikkökustannusfunktio on muotoa

$$(3) \quad UC_T = W_T^{\alpha_1} R_T^{\alpha_2} P_T^{\alpha_3} P_M^{\alpha_4} S_T,$$

missä vakio S_T riippuu parametreista α_i .

Samalla tavoin voidaan johtaa CD-tuotantofunktioon perustuva muun talouden yksikkökustannusfunktio

$$(4) \quad UC_M = W_M^{\beta_1} R_M^{\beta_2} P_T^{\beta_3} P_M^{\beta_4} S_M,$$

missä vakio S_M riippuu parametreista β_i . Yksikkökustannusfunktiossa (4) muuttujat W_M , R_M , P_T ja P_M tarkoittavat muun talouden tuotantopanosten yksikköhintoja ja parametrit β_1, \dots, β_4 ($\beta_i > 0$) kuvaavat muun talouden tuotantopanosten kustannusosuuksia. Myös muun talouden tuotantofunktioon oletetaan vakioiset skaalatuotot siten, että $\sum_i \beta_i = 1$.

Oletetaan, että teollisuuden ja muun talouden tuottajahinnat P_T ja P_M määräytyvät markpukertoimilla $\mu_T \geq 1$ ja $\mu_M \geq 1$ tuotannon yksikkökustannuksista UC_T ja UC_M siten, että $P_T = \mu_T UC_T$ ja $P_M = \mu_M UC_M$. Kun nämä hinnoittelumallit sijoitetaan yhtälöihin (3) ja (4), saadaan loglineaarinen yhtälöryhmä

$$(5a) \quad \ln UC_T = \alpha_1 \ln W_T + \alpha_2 \ln R_T + \alpha_3 \ln UC_T + \alpha_4 \ln UC_M + \ln U_T,$$

$$(5b) \quad \ln UC_M = \beta_1 \ln W_M + \beta_2 \ln R_M + \beta_3 \ln UC_T + \beta_4 \ln UC_M + \ln U_M,$$

missä vakio U_T riippuu parametreista α_i ja μ_T ja vakio U_M parametreista β_i ja μ_M .

Panos-tuotoshintamallin ratkaisua vastaavasti yhtälöryhmästä (5a-b) voidaan ratkaista teollisuuden ja muun talouden yksikkökustannukset $\ln UC_T$ ja $\ln UC_M$ sektoreiden eksogeenisten panoshintojen suhteen. Tavanomaisessa panos-tuotoshintamallissa on Leontief-teknologiaoletuksesta johtuen ratkaistava lineaarinen yhtälöryhmä (vrt. Forssell, 1985). Tässä tapauksessa CD-teknologiaoletuksesta johtuen ratkaistavaksi tulee loglineaarinen yhtälöryhmä (5a-b). Matriisiesityksenä ratkaisu on muotoa

$$(6) \quad \ln UC = (I - A')^{-1} B \ln C.$$

Yhtälössä (6) muuttuja $\ln UC$ tarkoittaa sektoreiden yksikkökustannusten vektoria ja muuttuja $\ln C$ sektoreiden eksogeenisten panoshintojen vektoria. A' on toimialojen panoskerroinmatriisin transpoosi ja B on eksogeenisten kustannustekijöiden suoria toimialakohtaisia vaikutuksia kuvaava matriisi. Matriisin $(I - A')^{-1} B$ riveiltä saadaan kertoimet $\gamma_1, \dots, \gamma_4$ ja $\delta_1, \dots, \delta_4$, joita käyttäen yksikkökustannukset UC_T ja UC_M voidaan esittää eksogeenisten panoshintojen funktioina

$$(7a) \quad UC_T = W_T^{\gamma_1} W_M^{\gamma_2} R_T^{\gamma_3} R_M^{\gamma_4} V_T,$$

$$(7b) \quad UC_M = W_T^{\delta_1} W_M^{\delta_2} R_T^{\delta_3} R_M^{\delta_4} V_M,$$

missä vakiot V_T ja V_M riippuvat mallien (5a-b) vakioista.

Lähteet

Bergstrand, J.H. (1989): The Generalized Gravity Equation, Monopolistic Competition, and the Factor-Proportions Theory in International Trade, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 71, No. 1, 143–153.

Bäuerle, T., Graichen, J., Kulesa, M. & Oschinski, M. (2010): Integration of Marine Transport into the European Emissions Trading System, Federal Environment Agency, Germany, 27/2010.

Feenstra, R.C., Markusen, J.R. & Rose, A.K. (2000): Using The Gravity Equation To Differentiate Among Alternative Theories Of Trade.

Feenstra, R.C., Obstfeld, M. & Russ, K.N. (2010): In Search of the Armington Elasticity.

Forsell, O. (1985): Panos-tuotosmallit, ETLA, B 46.

Hummels, D. (2007): Transportation Costs and International Trade in the Second Era of Globalization, *Journal of Economic Perspectives*, Volume 21, Number 3, Summer 2007, 131–154.

Hummels, D., Lugovskyy, V. & Skiba, A. (2007): The Trade Reducing Effects of Market Power in International Shipping.

Kalli, J. (2012): Päivitys: laivapolttoaineen rikkipitoisuus vuonna 2015 – Selvitys IMO:n uusien määräysten vaikutuksesta kuljetuskustannuksiin, Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskus, Turun yliopisto, 18.12.2012.

Krugman, P. (1980): Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade, *The American Economic Review*, Vol. 70, No. 5, 950–959.

McDaniel, C.A. & Balistreri, E.J. (2002): A Review of Armington Trade Substitution Elasticities.

Rantala, O. (2012): EU:n ilmastopolitiikan talousvaikutukset vuoteen 2020, ETLA Raportit No. 2, 26.11.2012.

Timmer, M.P., Ypma, G. & van Ark, B. (2007): PPPs for Industry Output: A New Dataset for International Comparisons, Groningen Growth and Development Centre, University of Groningen.

UNCTAD (2010a): Oil Prices and Maritime Freight Rates: An Empirical Investigation, United Nations.

UNCTAD (2010b): Review of Maritime Transport 2010, United Nations.

Valtioneuvoston kanslia (2012): Kustannuskilpailukyyn mittausmenetelmien uudistaminen, Valtioneuvoston kanslian raporttisarja 3/2012.

Varian, H. (1992): *Microeconomic Analysis – Third Edition*, W.W. Norton & Company.

Aikaisemmin ilmestynyt ETLA Raportit-sarjassa (ennen ETLA Keskusteluaiheita)
Previously published in the ETLA Reports series (formerly ETLA Discussion Papers)

- No 1 *Nuutti Nikula – Markku Kotilainen, Determinants for Foreign Direct Investment in the Baltic Sea Region.* 6.11.2012. 30 p.
- No 2 *Olavi Rantala, EU:n ilmastopolitiikan talousvaikutukset vuoteen 2020.* 26.11.2012. 44 s.
- No 3 *Jukka Lassila – Tarmo Valkonen, Julkisen talouden rahoituksellinen kestävyys.* 21.1.2013. 26 s.
- No 4 *Jukka Lassila – Niku Määttä – Tarmo Valkonen, Kuntaeläkkeiden rahoitus ja kunnalliset palvelut.* 30.1.2013. 30 s.
- No 5 *Niku Määttä – Tarmo Valkonen, Asunnot eläkkeiksi?* 18.2.2013. 26 s.
- No 6 *Ville Kaitila – John McQuinn – Iulia Siedschlag – Xiaoheng Zhang, International Investment and Firm Performance: Empirical Evidence from Small Open Economies.* 1.3.2013. 40 p.
- No 7 *Paavo Suni – Vesa Vihriälä, Euro – How Big a Difference: Finland and Sweden in Search of Macro Stability.* 4.3.2013. 14 p.
- No 8 *Ville Kaitila – Markku Kotilainen, EU:n ja Yhdysvaltojen mahdollisen kauppaja- investointikumppanuussopimuksen vaikutuksia suomalaiselle elinkeinoelämälle ja yhteiskunnalle.* 5.3.2013. 57 s.
- No 9 *Mika Maliranta – Vesa Vihriälä, Suomen kilpailukykyongelman luonne.* 11.4.2013. 21 s.
- No 10 *Mika Pajarinen – Petri Rouvinen, Nokia's Labor Inflows and Outflows in Finland – Observations from 1989 to 2010.* 3.5.2013. 20 p.
- No 11 *Tuomo Virkola, Rakenteellinen budjettitasapaino.* 14.5.2013. 33 s.
- No 12 *Antti Kauhanen – Martti Kulvik – Sirpa Maijanen – Olli Martikainen – Paula Ranta – Silja Kulvik, Selviytymistä vai suorituskykyä? Terveystieteiden tutkimusorganisaation, tiedonhallinnan ja henkilökunnan kannalta.* 23.5.2013. 150 s.
- No 13 *Tarmo Valkonen – Jukka Lassila, Työeläkejärjestelmän sopeuttaminen pysyvään kasvun hidastumiseen.* 17.6.2013. 37 s.
- No 14 *Esa Viitamo, Servitization as a Productive Strategy of a Firm. Evidence from the Forest-Based Industries.* 7.8.2013. 30 p.

Sarjan julkaisut ovat raportteja tutkimustuloksista ja väliraportteja tekeillä olevista tutkimuksista.

Julkaisut ovat ladattavissa pdf-muodossa osoitteessa: www.etla.fi » julkaisut » raportit

Papers in this series are reports on research results and on studies in progress.

Publications in pdf can be downloaded at www.etla.fi » publications » reports

ETLA

Elinkeinoelämän tutkimuslaitos
The Research Institute of the Finnish Economy
Lönnrotinkatu 4 B
00120 Helsinki

Puh. 09-609 900
Fax 09-601 753
www.etla.fi
etunimi.sukunimi@etla.fi

ISSN-L 2323-2447, ISSN 2323-2447, ISSN 2323-2455 (Pdf)