

**This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details.**

**Author(s):** Tohmo, Timo

**Title:** CHARM-menetelmä panos-tuotostaulukoiden alueellistamisessa

**Year:** 2019

**Version:** Published version

**Copyright:** © Kirjoittaja & Jyväskylän yliopisto, Kauppakorkeakoulu, 2019

**Rights:** In Copyright

**Rights url:** <http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en>

**Please cite the original version:**

Tohmo, T. (2019). CHARM-menetelmä panos-tuotostaulukoiden alueellistamisessa. In S. Jauhiainen (Ed.), *Aluetalouksia tutkimassa : kehitys, työmarkkinat ja muuttoliike*. Hannu Tervon juhlaKirja (pp. 43-55). Jyväskylän yliopisto, Kauppakorkeakoulu.  
<https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/66013>

# V CHARM-MENETELMÄ PANOS-TUOTOSTAULUKOIDEN ALUEELLISTAMISESSA

TIMO TOHMO

---

## 1 JOHDANTO

**A**lueelliset panos-tuotostaulukot ja niihin perustuva alueellinen panos-tuotosanalyysi on edelleen toimiva tutkimusmenetelmä niin akateemisessa tutkimuksessa kuin alueellisen kehittämisen välineenä. Erityisen suosituksi panos-tuotosanalyysi on kehittymässä ympäristötaloustieteen ja ekologisen taloustieteen tutkimuksessa (Los, 2011; Kronenberg, 2012). Panos-tuotosmalli kertoo, miten paljon eri toimialojen tuotosta tarvitaan tietynsuuruisen kulutuksen tai investointien tyydyttämiseen. Panos-tuotosanalyysi on yleisesti käytetty menetelmä ns. taloudellisten vaikutusanalyysien suorittamisessa niin koko kansantalouden tasolla kuin alueellisestikin. Menetelmän avulla selvitetään tunnetun (tai oletetun) kysynnänlisäyksen välittömiä ja välillisiä vaikutuksia tuotantoon, työllisyyteen ja tuloihin (Nenonen, 1976; Forssell, 1985). Tietyn toimialan lopputuotekysynnän kasvu heijastuu väli-

tuotteiden käytön lisääntymisen välityksellä myös muiden toimialojen kasvuun. Nämä kaikki kerrannaisvaikutukset tuotantoon, työllisyyteen ja tuloihin tulevat huomioiduksi panos-tuotosanalyysissä. Käyttökelpoisuudestaan huolimatta alueellisten panos-tuotostaulukoiden rakentaminen voi olla toimintana hankalaa, kallista ja aikaa vievää.

Alueellisten panos-tuotostaulukoiden muodostamisessa käytetään yleensä kolmea menetelmää: 1) survey-menetelmiä, 2) osittais-survey-menetelmiä ja 3) non-survey-menetelmiä. Survey-tutkimuksissa selvitetään kyselyjen ja haastattelujen avulla yritysten käyttämien välituotteiden ja peruspanosten määrää yrityksen lopputuotteiden valmistuksessa. Aluetaulut, jotka perustuvat pääosin survey-aineistoihin, ovat edelleen harvinaisia. Merkittävä poikkeus on kuitenkin Kiina, missä survey-pohjaiset aluetaulut tuotetaan lähes kaikille provinseille viiden vuoden välein. Survey-pohjaisten panos-tuotostaineistojen korkeat kustannukset ja niiden toteutta-

miseen kuluva aika on Kowalewskin (2013) mukaan johtanut niihin käytettävän rahoituksen loppumiseen erityisesti Saksassa ja Suomessa.

Erittäin yleinen panos-tuotostutkimusten kohtaan tilanne on se, että survey-pohjaisen alueellisen panos-tuotostaulukon rakentaminen ei ole toteutettavissa riittävän kustannustehokkaasti. Näin ollen tutkijoiden on turvauduttava epäsuoriin estimointimenetelmiin, joita ovat osittais-survey-menetelmät (esim. RAS-menetelmä) sekä ns. non-survey-menetelmät (esim. eri sijaintiosamäärämenetelmät). Tyypillisesti näissä epäsuorissa estimointimenetelmissä pyritään alueellistamaan valtakunnallista panos-tuotostaulukkoa siten, että estimoitu aluetaulu vastaa mahdollisimman hyvin tarkasteltavan alueen elinkeinorakennetta. Tärkeällä sijalla alueellistamisessa on alueiden välisen kaupan estimoinnin mahdollisimman hyvin, sillä virheellisesti estimoitu kaupan arvo voi johtaa vääristyneiden ja harhaanjohtavien sektorittaisten kerrannaisvaikutusten (kertoimien) estimointiin. Kerrannaisvaikutuksilla Nenonen (1976) tarkoittaa toimialan lopputuotekäynnän lisäyksen aiheuttamaa, eri toimialoille kohdistuvaa tuotannontarvetta, jota voidaan tarkastella Leontiefin käänteismatriisin sarakesummina.

Aluetaloustieteessä on pitkään kehitetty alueellistamismenetelmiä, joiden avulla valtakunnallisia panos-tuotostaulukoita hyväksi käyttäen saataisiin tuotettua alueellisia panos-tuotostauluja, jotka kuvaavat alueen elinkeinorakennetta mahdollisimman hyvin ja kohtuullisin kustannuksin. Analysoitavia taloudellisia vaikutuksia voivat olla esimerkiksi julkisten investointien tai uuden tuotantotoiminnan välittömien ja välillisten (tuotanto-, työllisyys- ja tulo-) alueellisten vaikutusten selvittäminen.

Siitä huolimatta, että asiassa on edistytty vuosikymmenten aikana merkittävästi, ns. ristikkäiskauppa (cross-hauling tai intra industry trade) aihe-

uttaa yhä edelleen ongelmia estimointien ja menetelmien luotettavuudessa (Flegg & Tohmo, 2013a). Ristikkäiskauppaa esiintyy silloin, kun jokin toimiala samanaikaisesti sekä vie että tuo samoja hyödykkeitä. Ristikkäiskauppa on analyysimielessä ongelma erityisesti, jos tarkastellaan pieniä alueita (Robison & Miller, 1988). Yritykset saattavat sijaita pienillä alueilla lähellä rajaa, jolloin todennäköisyys siitä, että kauppakumppani toimii rajan vastakkaisella puolella, lisääntyy. Toisaalta ristikkäiskauppaa on havaittu esiintyvän myös suurilla alueilla (Kronenberg, 2009). Lisäksi ristikkäiskaupan on havaittu olevan yleistä kaupungistuneissa maissa, joissa erityisesti alueiden välinen pendelöinti on merkittävä (Boosma & Oosterhaven, 1992). Siten ristikkäiskauppa on käytännössä läsnä lähes kaikkialla.

Epäsuorien menetelmien runsaus herättää kysymyksen siitä, mikä menetelmästä sopii parhaiten alueellisten panos-tuotostaulukoiden tuottamiseen. Toisaalta menetelmien toimivuus riippuu sekä tutkimuksen tavoitteista että siitä, minkätyyppisiä valtakunnallisia panos-tuotostaulukoita on jo ennalta saatavilla (Kronenberg, 2012; Flegg & Tohmo, 2013a). Toisaalta perinteiset alueellistamismenetelmät eivät pysty ottamaan huomioon ristikkäiskauppaa riittävän hyvin, mikä aiheuttaa alueiden välisen kaupan aliarvioimista ja kerrannaisvaikutusten yliarvioimista. CHARM-menetelmä edustaa uutta lähestymistapaa pyrkimyksissä ristikkäiskaupan aiheuttamien ongelmien ratkaisemiseen.

Tässä katsauksessa tarkasteltava CHARM-menetelmä (Cross-Hauling Adjusted Regionalization Method) (Kronenberg, 2009) sopii hyvin esimerkiksi ympäristöongelmien tutkimiseen, sillä menetelmässä keskitytään usein analysoimaan hyödykkeiden kokonaistarjontaa. Huomattavaa on kuitenkin, että CHARM-menetelmää voidaan käyttää ainoastaan tilanteissa, joissa tuonti on lisätty valtakunnallisten

panos-tuotostaulukoiden välituotekäyttöön (tyypin A taulukot). Sen sijaan jos tutkimuksen fokus on alueellisessa tuotannossa ja työllisyydessä, sijaintiosamäärämenetelmiä (Location Quotients = LQ:t) voidaan käyttää alueellistamiseen. Tutkimusten perusteella sekä teoreettisesta näkökulmasta tarkasteltuna että empiiristen vertailujen perusteella eri sijaintiosamäärämenetelmistä FLQ näyttää olevan paras alueellistamismenetelmä (Bonfiglio & Chelli, 2008; Flegg & Tohmo, 2013b, 2014; Flegg & Webber, 1997, 2000; Flegg, Webber & Elliott, 1995; Kowalewski, 2013; Tohmo, 2004). FLQ-menetelmää voidaan soveltaa valtakunnallisten panos-tuotostaulukoiden analysointiin silloin, kun kyseisissä taulukoissa tuontia ei ole sisällytetty välituotekäyttöön (tyypin B taulut). Sekä tyypin A että B panos-tuotostaulukot ovat saatavilla kaikille Euroopan unionin jäsenmaille sekä muutamille muillekin maille. Sen sijaan esimerkiksi Kiinassa on toistaiseksi julkaistu vain tyypin A olevia panos-tuotostaulukoita.

Eri sijaintiosamäärämenetelmien empiirisestä käytökelpoisuudesta panos-tuotostaulukoiden konstruoinnin apuvälineenä on runsaasti empiiristä vertailutietoa. Sen sijaan CHARM-menetelmän hyvydestä ja potentiaalista tyypin A taulukoiden alueellistamisessa tiedetään melko vähän. Tietämyksemme mukaan vasta muutamat tutkijat ovat tarkastelleet empiirisesti CHARM-menetelmän kykyä alueellistaa valtakunnallisia panos-tuotostaulukoita. Flegg ja Tohmo (2013a) ovat tarkastelleet Suomen dataa ja Suomen suurinta maakuntaa, Uusimaata. Saksassa Kronenberg ja Többen (2011) tutkivat Nordrhein-Westfalenin osavaltiota, jonka osuus Saksan bruttokansantuotteesta on noin 22 %. Myöhemmin Kronenberg ja Többen (2013) tutkivat Baden-Württembergin osa-

valtiota, jonka osuus Saksan bruttokansantuotteesta on noin 15 %. Tulosten perusteella niin Saksassa kuin Suomessakin CHARM näyttää toimivan kohtuullisen hyvin isojen alueiden tarkastelussa. Lisätutkimusta kuitenkin tarvitaan edelleen.

Tämän katsauksen tarkoituksena on pohtia erityyppisten panos-tuotostaulukoiden käyttökelpoisuutta analyysivälineenä. Näiden taulukoiden käyttökohteet riippuvat siitä, miten niissä on käsitelty tuontia. Panos-tuotostaulukoiden tyyppiluokittelu on peräisin YK:n (1973; 1999) ja Kronenbergin (2012) tutkimuksista. Katsauksen lopuksi perehdytään tarkemmin hyödyketasemenetelmään<sup>1</sup> (Commodity Balance = CB) sekä uuteen aluetaulujen konstruointiin tarkoitettuun CB-menetelmän muunnokseen, CHARM-menetelmään<sup>2</sup> (Cross-Hauling Adjusted Regionalization Method) ja näiden menetelmien tapaan hyödyntää ns. tyypin A panos-tuotostaulukoita.

## 2 PANOS-TUOTOSTAULUKOT

Yleensä tutkijat käyttävät analyysivälineenä symmetrisiä panos-tuotostaulukoita (SIOT = symmetric input-output tables), jotka kuvaavat toimialojen välisiä riippuvuuksia ja joiden pohjalta tehdyillä analyyseilla voidaan vastata kysymyksiin mm. eri toimialojen tuotannon ja loppukäyttöjen merkityksestä koko talouden työllisyyteen ja tuotantoon (Tilastokeskus, <http://www.stat.fi/meta/til/pt.html>). Symmetrisissä panos-tuotostaulukoissa tarjonta vastaa kysyntää. Todellisuudessa tutkijat kuitenkin kohtaavat symmetrisistä panos-tuotostaulukoista useampia muunnoksia. Näitä muunnoksia tarkastellaan seuraavaksi.

1 Hyödyketasemenetelmästä ovat kirjoittaneet myös Saurio (1986), Häyrynen (1986), Schaffer ja Chu (1969), Harrigan ym. (1981) ja Isard (1953).

2 CHARM-menetelmästä on kirjoittanut myös Kronenberg (2009).

### Tyyppin A panos-tuotostaulukot

Tyyppin A panos-tuotostaulukoissa (taulukko 1) välituotekäyttönä huomioidaan kaikki välituotteet riippumatta siitä, onko ne tuotettu tarkasteltavalla alueella, muualla kotimaassa vai ulkomailla. Näissä taulukoissa tuontia käsitellään tuotteittain, ja siten välituotteet sisältävät myös tuontihyödykkeet.

Taulukon 1 vaakariveillä (toimialan tulot) ilmaistaan, miten paljon kunkin toimialan valmistamia hyödykkeitä käytetään eri toimialojen tuotantopanoksina ja lopputuotteina. Sarakkeilla (toimialan menot) puolestaan ilmaistaan, miten paljon kunkin toimialan tuotannossa tarvitaan välituotteita panoksina ja peruspanoksia (palkat, toimintaylijäämä ja välilliset verot). Taulukossa välituotteet ovat siis samanaikaisesti sekä panoksia että tuotoksia siten, että toimialojen tuotantoa käytetään panoksina toisilla toimialoilla. (Miller & Blair, 2009.)

*Taulukko 1. Tyyppin A panos-tuotostaulukko (Forssell, 1985; Kronenberg, 2012)*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Välituotteet (j)					Lopputuotteet (y)					Yhteensä
Tuotanto-toiminta (i)	1	...	j	...	n	Väli-tuotteet yhteensä	Kulutus	Pää-oman-muodostus	Vienti	Tuonti	Yhteensä
1	$Z_{11}$	...	$Z_{1j}$	...	$Z_{1n}$	$Z_{1.}$	$y_{11}$	$y_{12}$	$e_1$	$-m_1$	$x_1$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
N	$Z_{n1}$	...	$Z_{nj}$	...	$Z_{nn}$	$Z_{n.}$	$y_{n1}$	$y_{n2}$	$e_n$	$-m_n$	$x_n$
<b>Välituote-panokset yhteensä</b>	<b><math>Z_{.1}</math></b>	...	<b><math>Z_{.j}</math></b>	...	<b><math>Z_{.n}</math></b>	<b><math>Z_{..}</math></b>	<b><math>y_{.1}</math></b>	<b><math>y_{.2}</math></b>	<b>e</b>	<b>-m</b>	<b>X</b>
Palkat	$V_{11}$	...	$VZ_{2j}$	...	$VZ_{2n}$						
Toimintaylijäämä	$V_{21}$	...	$VZ_{3j}$	...	$VZ_{3n}$						
Välilliset verot	$V_{31}$	...	$VZ_{4j}$	...	$VZ_{4n}$						
<b>Peruspanokset yhteensä</b>	<b><math>v_{.1}</math></b>	...	<b><math>v_{.j}</math></b>	...	<b><math>v_{.n}</math></b>						
<b>Tuotos</b>	<b><math>x_1</math></b>	...	<b><math>x_j</math></b>	...	<b><math>x_n</math></b>						

Lähde: Forssell, 1985; Kronenberg, 2012

Tyyppin A panos-tuotostaulukoissa välituotteet ja lopputuotteet sisältävät kotimaisten välituotteiden lisäksi tuontihyödykkeet. Rivisummat ovat oletuksen perusteella yhtä suuria sarakesummien (toimialojen tuotanto) kanssa, minkä vuoksi tuonti vähennetään lopputuotekysynnästä. Tyyppiä A olevan panos-tuotostaulukon tuonti-vektori on sarakevektori, jonka jokainen elementti kuvaa tyyppiä  $i$  edustavaa tuontituotetta. Sarakevektori sisältää näin ollen kaikkien tuontihyödykkeiden arvon.

### Tyyppin B panos-tuotostaulukot

Symmetrisessä, tyyppin B panos-tuotostaulukossa tuontia käsitellään sen käytön mukaan toimialoittain, eli eri tavoin kuin tyyppin A taulukossa. Tuontimatriisin sarakesummista muodostuva rivivektori kertoo sen, miten paljon tuontituotteita on käytetty välituotteina toimialalla  $j$ . Tyyppin B taulukoissa käytetään tyyppin A taulukoista poikkeavaa terminologiaa ja merkintätapoja: matriisilla  $[x_{ij}]$  merkitään välituotteiden  $(n \times n)$  matriisia, jonka elementit  $x_{ij}$  osoittavat, miten paljon tuotantoa  $i$  käytetään tuotannon  $j$  panoksena. Matriisilla  $[Z_{ij}]$  merkitään peruspanosten matriisia, jonka elementit  $Z_{ij}$  osoittavat, miten paljon peruspanoksia käytetään tuotannon  $j$  panoksena.

Taulukko 2. Tyyppin B panos-tuotostaulukko

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Välituotteet (j)						Lopputuotteet (y)			Yhteensä
Tuotanto-toiminta (i)	1	...	j	...	n	Väli-tuotteet yhteensä	Kulutus	Pääoman-muodostus	Vienti	Yhteensä
1	$x_{11}$	...	$x_{1j}$	...	$x_{1n}$	$x_{1.}$	$y_{11}$	$y_{12}$	$e_{13}$	$x_1$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
N	$x_{n1}$	...	$x_{nj}$	...	$x_{nn}$	$x_{n.}$	$y_{n1}$	$y_{n2}$	$e_{n3}$	$x_n$
<b>Välituotepanokset Yhteensä</b>	<b><math>x_{.1}</math></b>	...	<b><math>x_{.j}</math></b>	...	<b><math>x_{.n}</math></b>	<b><math>x_{..}</math></b>	Peruspanosten käyttö lopputuotteena			
Tuonti	$Z_{11}$	...	$Z_{1j}$	...	$Z_{1n}$					$Z_{1.}$
Palkat	$Z_{21}$	...	$Z_{2j}$	...	$Z_{2n}$					$Z_{2.}$
Toimintaylijäämä	$Z_{31}$	...	$Z_{3j}$	...	$Z_{3n}$					$Z_{3.}$
Väälliset verot	$Z_{41}$	...	$Z_{4j}$	...	$Z_{4n}$					$Z_{4.}$
<b>Peruspanokset yhteensä</b>	<b><math>Z_{.1}</math></b>	...	<b><math>Z_{.j}</math></b>	...	<b><math>Z_{.n}</math></b>					<b><math>Z_{..}</math></b>
<b>Yhteensä (tuotos)</b>	<b><math>x_1</math></b>	...	<b><math>x_j</math></b>	...	<b><math>x_n</math></b>		<b><math>y_{.1}</math></b>	<b><math>y_{.2}</math></b>	<b><math>e_{.3}</math></b>	

Kaikki tuontihyödykkeet on merkitty taulukkoon 2 yhdelle riville kotimaassa valmistettujen välituotepanosten alapuolelle. Tuonti voidaan myös eritellä tarkemmin siten, että tuontihyödykkeet ryhmitellään välituotteittain samalla tavoin kuin kotimaassa valmistetut välituotteet (taulukko 3). Tällöin tuonnin sarakkeet summautuvat yhtä suuriksi kuin taulukon 2 tuontivektorissa. Siten tuontihyödykkeet ovat ryhmiteltävissä kotimaisten välituotteiden tavoin niitä valmistavan toimialan mukaisesti. Forssellin (1985) mukaan taulukosta 3 saadaan selville, miten paljon eri toimialojen tuontihyödykkeitä on käytetty panoksina toimialan tuotannossa ja miten paljon puolestaan lopputuotteina.

Taulukko 3. Tyypin B panos-tuotostaulukko, tuonti

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Välituotteet (j)						Lopputuotteet (y)			Yhteensä
Tuonti	1	...	j	...	n	Väli- tuotteet yhteensä	Kulutus	Pääoman- muodostus	Vienti	Yhteensä
1	$Z_{11}$	...	$Z_{1j}$	...	$Z_{1n}$	$Z^m_{1.}$	$Y^m_{11}$	$Y^m_{12}$	$Y^m_{13}$	$X^m_{1.}$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
N	$Z_{n1}$	...	$Z_{nj}$	...	$Z_{nn}$	$Z^m_{n.}$	$Y^m_{n1}$	$Y^m_{n2}$	$Y^m_{n3}$	$X^m_{n.}$
<b>Tuonti Yhteensä</b>	<b><math>Z_{11}</math></b>	<b>...</b>	<b><math>Z_{1j}</math></b>	<b>...</b>	<b><math>Z_{1n}</math></b>	<b><math>Z^m</math></b>				
										$Z_{4.}$
<b>Peruspanokset yhteensä</b>	<b><math>Z_{.1}</math></b>	<b>...</b>	<b><math>Z_{.j}</math></b>	<b>...</b>	<b><math>Z_{.n}</math></b>					<b><math>Z_{.}</math></b>
<b>Yhteensä</b>	<b><math>x_1</math></b>	<b>...</b>	<b><math>x_j</math></b>	<b>...</b>	<b><math>x_n</math></b>		<b><math>y_{.1}</math></b>	<b><math>y_{.2}</math></b>	<b><math>y_{.3}</math></b>	

Panos-tuotostaulukon rivit ja sarakkeet ovat yhteydessä toisiinsa (taulukko 2). Toimialojen tuotanto on toisaalta riveittäin tarkasteltuna yhtä suuri kuin tuotoksen käyttö panoksina välituotteiden tuotannossa (= j) ja lopputuotteina (h). Toisaalta toimialojen tuotanto on sarakkeittain tarkasteltuna yhtä suuri kuin toimialojen tuotannossaan käyttämien välituotteiden ja peruspanosten summa. (Forssell, 1985)

$$x_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i = \sum_{i=1}^n x_{.j} + z_j = x_j \quad (i=j); j=1, \dots, n \quad (1)$$

Yhtälössä  $[x_{ij}]$  on välituotteiden tyyppiä  $n \times n$  oleva matriisi, jonka elementit  $x_{ij}$  kertovat, miten paljon toimialan  $i$  tuotantoa käytetään toimialan  $j$  tuotantopanoksena. Siten tuotoksen  $i$  käyttöä välituotteina merkitään näin:  $x_{i.} = \sum_{j=1}^n x_{ij}$ . Tuotoksen  $i$  käyttöä lopputuotteina merkitään lyhenteellä  $y_{i.}$ , jolloin lopputuotteiden vektorin

elementit  $y_i$  kertovat, miten paljon toimialan  $i$  tuotantoa käytetään lopputuotteina. Peruspanosten vektorin elementit  $z_j$  kertovat, miten paljon toimialan  $j$  tuotantotoiminnassa käytetään peruspanoksia. Tuotantovektorin elementit  $x_i$  ilmaisevat toimialan kokonaistuotannon. Kaavassa 1 panostuotostaulun riviyhtälö on yhtä suuri sarakeyhtälön kanssa.

Tyyppiä B olevan panos-tuotostaulukon tuonti-vektori on rivivektori, jonka elementtejä voidaan luonnehtia erityyppisiksi hyödykkeiksi, joita käytetään toimialan  $j$  tuotannossa välituotteina. Tällöin loppukäyttöön tarkoitettujen tuontituotteiden ei sisälly taulukoihin välituotteina. Siten tyyppin B panos-tuotostaulukon tuonti-vektori sisältää ainoastaan välituotekäyttöön tuodut hyödykkeet, kun taas tyyppin A tuontivektori sisältää kaikki tuontihyödykkeet.

### Tyyppin E panos-tuotostaulukot

Tyyppiä E olevissa panos-tuotostaulukoissa välituotekäyttönä huomioidaan kaikki välituotteet riippumatta siitä, onko ne tuotettu tarkasteltavalla alueella, muualla kotimaassa vai ulkomailla. Kokonaistarjonta koostuu nyt kotimaan tuotannosta ja korvaavien tuotteiden tuonnista. Tuonti ilmaistaan rivivektorina. Tämä on tyyppillinen Eurostatin panos-tuotostaulukoiden esitystapa. Tyyppiä E (E-kirjaimella viitataan Eurostatiin) olevat symmetriset panos-tuotostaulukot kuvaavat Euroopan (kansantalouksien) tilinpitojärjestelmään (ESA 1995 tai 2010) perustuvia panos-tuotostaulukoita (Kronenberg, 2012; <http://ec.europa.eu/eurostat/web/esa-supply-use-input-tables/overview>).

Käyttö yhteensä (=  $u$ ) on yhtä suuri kuin välituotekäyttö ( $Z_{..}$ ) summattuna lopputuotteiden käytön (=  $f$ ) kanssa. Oletuksena on, että kysyntä ja tarjonta kohtaavat eli  $s = u$ .

*Taulukko 4. Tyyppin E panos-tuotostaulukko (Kronenberg, 2012; Forssell, 1985)*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
			Välituotteet (j)				Käyttö yhteensä				
Tuotanto-toiminta (i)	1	...	j	...	n	Väli-tuotteet yhteensä	Koti-maan kulutus	Vienti	Lopputuote-käyttö yhteensä		
1	$Z_{11}$	...	$Z_{1j}$	...	$Z_{1n}$	$Z_{1.}$	$y_1$	$e_1$	$f_1$	$u_1$	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
n	$Z_{n1}$	...	$Z_{nj}$	...	$Z_{nn}$	$Z_{n.}$	$y_n$	$e_n$	$f_n$	$u_n$	
Välituote-panokset Yhteensä	$Z_{.1}$	...	$Z_{.j}$	...	$Z_{.n}$	$Z_{..}$	$y$	$e$	$f$	$u$	
Toimintaylijäämä	$v_1$	...	$v_j$	...	$v_n$	$v$					
Tuotos	$x_1$	...	$x_j$	...	$x_n$	$x$					
Tuonti	$m^E_1$	...	$m^E_j$	...	$m^E_n$	$m$					
Kokonaistarjonta	$s_1$		$s_j$		$s_n$	$s$					



## Eri panos-tuotostaulukkotyyppien erot

Lopuksi tarkastelemme, mitä eroja näiden kolmen panos-tuotostaulukon tyyppin välillä on. Tyyppin A ja E panos-tuotostaulukoiden välillä ei ole isoa eroa, sillä tyyppin A taulukot on helppo muuttaa tyyppin E taulukoiksi transponoimalla tuontivektori (ks. Kronenberg, 2012). Tyyppin E ja B panos-tuotostaulukoiden välillä on suurempi ero, joka johtuu siitä, miten näissä taulukoissa käsitellään tuontia. Taulukkotyyppien erot vaikuttavat ratkaisevasti panoskertoimien muodostamiseen samoin kuin kerrannaisvaikutusten (kertoimien) laskemiseen. Tyyppin B panos-tuotostaulukot ovat todennäköisesti tuttuja monille tutkijoille ja panos-tuotosanalyysin käytännön soveltajille. Esimerkiksi erilaisia sijaintiosamäärämenetelmiä (SLQ, CILQ, FLQ) käytetään ns. non-survey-tekniikkoina nimenomaan tyyppin B taulukoiden rakentamiseen ja analysoimiseen. Kyseisiä sijaintiosamäärämenetelmiä ei ole suositeltavaa käyttää tyyppien A ja E taulukoiden analysointiin (ks. esim. Huang ym., 2014; Flegg & Webber, 1997). Kyseisissä taulukkotyypeissä panoskertoimet ovat ns. teknisiä panoskertoimia, eli niihin on lisätty tuonti kotimaan panosten lisäksi, mikä vaikuttaa vääristävästi analyyseihin, sillä panos-tuotostaulukon kuvaama maa tai alue vaikuttaa tällöin todellisuutta omavaraisemmalla panoskäytön suhteen.

Seuraavaksi tarkastellaan hyödyketase- ja CHARM-menetelmiä lähemmin. Ne soveltuvat tyyppin A panos-tuotostaulukoiden tuottamiseen ja kokonaistarjontaa (supply) kuvaavien kerrannaisvaikutusten (kertoimien) laskemiseen.

### 3 HYÖDYKETASE- JA CHARM-MENETELMÄT

On hyvä pitää mielessä, että sekä hyödyketase- että CHARM-menetelmät hyödyntävät tyyppin A panos-tuotostaulukoita, joissa välituotekäyttönä huomioidaan kotimaassa tuotettujen välituotteiden lisäksi tuontituotteet. Näiden menetelmien tavoitteena on ottaa huomioon taustalla oleva tuotantoteknologia (Kronenberg, 2012). Seuraavaksi tarkastellaan hyödyketase- ja CHARM-menetelmien yhteneväisyyksiä ja eroja.

Hyödykkeen  $i$  hyödyketasetta (commodity balance),  $b_i$ , ilmaistaan kaupan tasapainona (nettovientinä) seuraavasti:

$$b_i \equiv e_i - m_i. \quad (2)$$

Muuttujalla  $e$  merkitään vientiä, ja muuttuja  $m$  viittaa tuontiin. Alueellinen hyödyketasapaino  $b_i$  estimoidaan (ks. kaava 5) vähentämällä tuotoksen määrästä hyödykkeen  $i$  estimoitu välituotekäyttö ja kotimaan loppukäyttö (Kronenberg, 2009). CHARM- ja hyödyketasemenetelmät tuottavat yhtenäiset nettovientiestimaatit mutta yleensä kuitenkin erilaiset estimaatit kaupan volyyymille,  $e_i + m_i$ . Tämä johtuu siitä, että CHARM ottaa huomioon toimialojen ristikkäiskaupan. Ristikkäiskaupan,  $q_i$ , kokoa voidaan arvioida CHARM-menetelmässä seuraavan kaavan avulla (mp.):

$$q_i = (e_i + m_i) - |(e_i - m_i)|. \quad (3)$$

Nyt  $(e_i + m_i)$  on kaupan volyyymi (vientä + tuonti) ja  $(e_i - m_i)$  on kaupan tasapaino (nettovienti). Suurempi kaupan volyyymi johtaa suurempaan ristikkäiskauppaan. Myös kaupan tasapainon itseisarvon pieneneminen merkitsee suurempaa ristikkäiskauppaan. Hyödyketasemenetelmässä ristikkäiskaupan suuruus on oletusarvoltaan nolla,  $q_i = 0$ , sillä  $e_i > 0$  ja  $m_i > 0$  eivät voi lähtökohtaisesti esiintyä yhtäaikaista. Hyödyketasemenetelmällä estimoidaan vain nettovientiä, eli siinä oletetaan kunkin toimialan olevan joko vientiin tai tuontiin orientoitunut, mikä merkitsee sitä, että joko tuonti tai vienti määritellään nollan suuruiseksi. Sitä vastoin CHARM-menetelmässä ristikkäiskauppa,  $q_i > 0$ , on mahdollista ja myös todennäköistä useimmissa tapauksissa. Ristikkäiskaupan,  $q_i$ , suuruutta estimoidaan CHARM-menetelmässä olettamalla sen riippuvan kotimaisesta tuotannosta,  $x_{iv}$  väli- tuotekäytöstä,  $z_{iv}$  ja kotimaisesta loppukäytöstä,  $d_{iv}$  (ibid.):

$$q_i = h_i(x_i + z_i + d_i). \quad (4)$$

Muuttuja  $h_i$  tarkoittaa hyödykkeiden heterogeenisyyttä eli erilaisuutta. Heterogeenisuus voi saada arvoja nollan ja äärettömän välillä,  $0 \leq h_i < \infty$ . Muokkaamalla yhtälöä 4, saadaan yhtälö  $h_i = q_i / (x_i + z_i + d_i)$ , jossa  $q_i$  on ristikkäiskaupan suuruus. Muokatun yhtälön laskukaava on esitetty yhtälössä (3). CHARM-menetelmässä oletetaan, että heterogeenisuus,  $h_{iv}$ , ei vaihtelee alueiden välillä vaan riippuu pelkästään hyödykkeiden ominaisuuksista. Siten heterogeenisyyden,  $h_{iv}$ , suuruus voidaan estimoida valtakunnallisten arvojen perusteella. Heterogeenisuus,  $h_i = 0$ , jos  $q_i = 0$ , mikä toteutuu, jos joko  $e_i = 0$  ja  $m_i > 0$  tai  $m_i = 0$  ja  $e_i > 0$ .

### Hyödyketase, vienti ja tuonti

Hyödyketase- ja CHARM-menetelmien tarkoituksena on estimoida alueelliset vienti- ja tuontiestimaatit. Proseduuri aloitetaan estimoimalla hyödyketasapainot (nettovienti) kaikille hyödykkeille seuraavalla kaavalla (Kronenberg, 2009):

$$\hat{b}_i^R = x_i^R - (\hat{z}_i^R + \hat{d}_i^R + \hat{r}_i^R). \quad (5)$$

Kaavassa (5)  $\hat{b}_i^R$  on hyödykkeen  $i$  nettovienti,  $x_i^R$  on kyseisen hyödykkeen alueellinen tuotos,  $\hat{z}_i^R$  on alueellinen väli- tuotekäyttö,  $\hat{d}_i^R$  on alueellinen loppukäyttö ja  $\hat{r}_i^R$  on virhetermi. Muuttujat  $x_i^R$ ,  $\hat{z}_i^R$ ,  $\hat{d}_i^R$  ja  $\hat{r}_i^R$  estimoidaan eri tavoin. Esimerkiksi  $\hat{z}_i^R$  estimoidaan kaavalla

$$\hat{z}_i^R = \sum_j \hat{z}_{ij}^R = \sum_j (a_{ij}^N \times x_i^R). \quad (6)$$

Nyt  $a_{ij}^N$  on valtakunnallinen tekninen panoskerroin, joka kertoo, miten paljon hyödykettä  $i$  tarvitaan yhden yksikön tuottamiseen toimialalla  $j$ ) ja  $\hat{z}_j^R$  on estimoitava väli- tuotepanoksen arvo hyödykettä  $i$ , jonka alueelli-

nen toimiala  $j$  tarvitsee tuotannossaan. Oletuksena on, että tarkasteltavalla alueella on samanlainen teknologia kuin koko maassa. Estimaatit muuttujille  $\hat{d}_i^R$ ,  $\hat{r}_i^R$  ja  $x_i^R$  lasketaan skaalaamalla vastaavia valtakunnallisia arvoja käyttäen kaavoja

$$\hat{d}_i^R = \frac{x_i^R}{x_i^N} \times d_i^N \quad \text{tai} \quad \hat{d}_i^R = \frac{\sum_i x_i^R}{\sum_i x_i^N} \times d_i^N \quad (7)$$

$$\hat{r}_i^R = \frac{x_i^R}{x_i^N} \times r_i^N \quad \text{tai} \quad \hat{r}_i^R = \frac{\sum_i x_i^R}{\sum_i x_i^N} \times r_i^N \quad (8)$$

$$x_i^R = \frac{L_i^R}{L_i^N} \times x_i^N. \quad (9)$$

$\sum_i x_i^R / \sum_i x_i^N$  on alueellisen kokonaistuotannon suhde valtakunnalliseen kokonaistuotantoon. Skaalauksessa voidaan käyttää myös sektorikohtaisia tuotantolukuja  $x_i^R / x_i^N$ . Aineistoa alueellisesta tuotannosta ei aina ole saatavilla, joten skaalauksessa voidaan käyttää myös arvonlisäys- tai työllisyystietoja. Kronenberg (2009) käyttää alueellisen loppukäytön estimoinneissa kokonaistyöllisyyslukuja. Alueellisen tuotannon ( $x_i^R$ ) estimoinnissa hyödynnetään toimialoitteisia alueellisia ja kansallisia työllisyyslukuja.

Hyödyketasamenetelmä eroaa CHARM-menetelmästä siten, että siinä tarvitsee estimoida vain yhtälö (5). Yhtälö ei johda erillisiin vienti- ja tuontiestimaatteihin. Oletuksena on, että kaupan volyyymi on yhtä suuri kuin kauppatasapainon itseisarvo. Sen sijaan CHARM-menetelmä edellyttää lisäestimointeja, sillä ennen vienti- ja tuontiestimaattien laskemista ristikkäiskaupan suuruus täytyy selvittää (vrt. Kronenberg, 2009). Jotta saadaan muodostettua lauseke kaupan volyyymille,  $v_i$ , on aluksi muokattava yhtälöä (3) seuraavasti:

$$v_i \equiv (e_i + m_i) = |b_i| + q_i. \quad (10)$$

Nettovienti  $b_i$  estimoidaan yhtälön (5) avulla ja ristikkäiskauppa  $q_i$  (cross-hauling) estimoidaan yhtälöllä

$$\hat{q}_i^R = h_i(x_i^R + \hat{z}_i^R + \hat{d}_i^R + \hat{r}_i^R), \quad (11)$$

missä  $h_i$  on hyödykkeiden heterogeenisuus (estimointi perustuu valtakunnalliseen dataan).

Lopuksi vienti- ja tuontiestimaatit lasketaan seuraavilla yhtälöillä:

$$e_i = \frac{1}{2}(v_i + b_i), \quad (12)$$

$$m_i = \frac{1}{2}(v_i - b_i). \quad (13)$$

Muuttujien  $b_i$  ja  $v_i$  estimaatit saadaan yhtälöistä (5) ja (9). Yllä esitellyillä kaavoilla voidaan laskea alueellinen kauppatasapaino ja kaupan volyyymi alueelle, kuten myös ristikkäiskaupan suuruuden huomioivat estimaatit sekä viennille että tuonnille.

### Alueellisten kerrannaisvaikutusten (supply multipliers) estimointi

Kerrannaisvaikutukset (supply multipliers) lasketaan seuraavasti. Aluksi määritetään kunkin toimialan  $j$  kokonaistarjonta laskemalla yhteen kyseisen toimialan alueellinen tuotanto  $x_j$  ja tuonti  $m_j$ . Toiseksi, tarjontaperusteiset alueelliset panoskertoimet määritellään kaavalla

$$r_{ij}^s = z_{ij} / (x_j + m_j), \quad (14)$$

missä  $z_{ij}$  on toimialan  $j$  ostamat välituotteet sektorilta  $i$  mukaan lukien alueella tuotetut välituotteet, muilta alueilta ostetut välituotteet ja ulkomailta tuodut välituotteina käytettävät hyödykkeet. Panosmatriisi, joka vastaa yhtälöä (14), voidaan esittää muodossa  $R^s = [r_{ij}^s]$ . Seuraavaksi johdetaan Leontiefin kääntematriisi  $R^s$ , joka voidaan esittää muodossa  $L^s = [b_{ij}^s]$ . Lopuksi matriisin  $L^s$  sarakkeet lasketaan yhteen, jolloin saadaan sektori-kohtaiset tarjontaperusteiset kertoimet (sectoral supply multiplier),  $k_j$ :

$$k_j = \sum_i b_{ij}^s. \quad (15)$$

#### 4 LOPUKSI

Tässä katsauksessa tarkasteltiin erilaisia YK:n (1973; 1999) ja Kronenbergin (2012) luokittelemia panos-tuotostaulukoiden tyyppejä. Katsauksessa pohdittiin erityisesti sitä, riippuuko non-survey-menetelmän valinta estimointitarkkuuden lisäksi myös siitä, miten tuontia on käsitelty panos-tuotostaulukoissa.

Lisäksi esiteltiin tiivistetysti Kronenbergin kehittämän CHARM-menetelmän ja hyödyketasemenetelmän ominaisuuksia valtakunnallisten tyyppien A panos-tuotostaulukoiden alueellistamisessa. CHARM-menetelmä on kehitetty ottamaan huomioon ristikkäiskauppa (samanaikainen jonkin toimialan hyödykkeiden vienti ja tuonti), joten sen odotetaan tuottavan parempia vienti-, tuonti- ja kerrannaisvaikutusten estimaatteja kuin klassisen hyödyketasemenetelmän.

Tyyppien E ja B panos-tuotostaulukoiden väliset erot vaikuttavat panoskertoimien muodostamiseen samoin kuin kerrannaisvaikutusten laskemiseen. Tyyppien B panos-tuotostaulukoiden rakentamisessa ja analysoinnissa käytetään yleisesti erilaisia sijaintiosamäärämenetelmiä (SLQ, CILQ, FLQ). Kyseisiä non-survey-menetelmiä ei kuitenkaan ole suositeltavaa käyttää tyyppien A ja E taulukoiden analysointiin (vrt. Huang ym., 2014; Flegg & Webber, 1997).

CHARM-menetelmä on mielenkiintoinen avaus ristikkäiskaupan aiheuttamien ongelmien ratkaisemisessa. Lisää tutkimusta kuitenkin tarvitaan esimerkiksi eri virhekomponenttien osuudesta CHARM-menetelmällä lasketuissa tuontiestimaateissa.

## LÄHTEET

---

- Bonfiglio A. and Chelli F. 2008. Assessing the behaviour of non-survey methods for constructing regional input–output tables through Monte Carlo simulation, *Economic Systems Research* 20, 243–258.
- Boomsma, P., & Oosterhaven, J. 1992. A Double-entry Method for the Construction of Bi-regional Input–Output Tables. *Journal of Regional Science* 32, 269–284.
- Eurostat 1995. Euroopan (kansantalouksien) tilinpitojärjestelmään (European Systems of Accounts ESA, 1995, 2010) perustuvat panos-tuotostaulukot (<http://ec.europa.eu/eurostat/web/esa-supply-use-input-tables/overview>)
- Flegg, A.T. & Tohmo, T. 2014. Estimating Regional Input Coefficients and Multipliers: The Use of the FLQ is not a Gamble. *Regional Studies*, First published online 30 May 2014, doi: 10.1080/00343404.2014.901499
- Flegg, A.T. & Tohmo, T. (2013a) A Comment on Tobias Kronenberg's "Construction of Regional Input–Output Tables Using Nonsurvey Methods: The Role of Cross-Hauling". *International Regional Science Review* 36, 235–257.
- Flegg, A.T. & Tohmo, T. 2013b. Regional Input–Output Tables and the FLQ Formula: A Case Study of Finland. *Regional Studies* 47, 703–721.
- Flegg A. T., Webber C. D. & Elliott M. V. 1995. On the appropriate use of location quotients in generating regional input–output tables, *Regional Studies* 29, 547–561.
- Flegg A. T. & Webber C. D. 1997. On the appropriate use of location quotients in generating regional input–output tables: reply, *Regional Studies* 31, 795–805.
- Flegg A. T. & Webber C. D. 2000. Regional size, regional specialization and the FLQ formula, *Regional Studies* 34, 563–569.
- Forssell, O. 1985. Panos-tuotosmallit. Elinkeinoelämän tutkimuslaitos, ETLA, sarja B 46.
- Harrigan, F. & McGilvray, J.W. & McNicoll, I.H. 1981. The estimation of interregional trade flows. *Journal of Regional Science* 21, 65–77.
- Huang, Y., Flegg, A. & Tohmo, T. 2014. Cross-hauling and regional input-output tables: The case of the province of Hubei, China. *Regional Research Institute, RRI, working paper series*. 2014-03. West Virginia University. <http://rri.wvu.edu/wp-content/uploads/2012/11/Cross-Hauling-and-Regional-input-output.pdf>
- Häyrynen, S. 1986. Alueidenvälisen panos-tuotosmallin laatimisongelmista. Alueellinen panos-tuotostutkimus Suomessa, Seminaariraportti, Aluepoliittisia artikkeleita 1/1986, 37-48.
- Isard, W. 1953. Regional commodity balances and interregional commodity flows, *The American Economic review* 43, 167–180.
- Kowalewski, J. 2013. Regionalization of National Input–Output Tables: Empirical Evidence on the Use of the FLQ Formula. *Regional Studies*, first published on 25 February 2013 (iFirst), doi:10.1080/00343404.2013.766318.

- 
- Kronenberg T. 2009. Construction of regional input–output tables using nonsurvey methods: The role of cross-hauling, *International Regional Science Review* 32, 40–64.
- Kronenberg, T. 2012. Regional Input–Output Models and the Treatment of Imports in the European System of Accounts (ESA). *Jahrbuch für Regionalwissenschaft* 32, 175–191.
- Kronenberg, T. & Többen, J. 2011. Egional input-output modelling in Germany: The case of North Rhine-Westphalia. *RePEc*. Osoitteessa: [http://mpira.ub.uni-muenchen.de/35494/1/MPRA\\_paper\\_35494.pdf](http://mpira.ub.uni-muenchen.de/35494/1/MPRA_paper_35494.pdf)
- Kronenberg, T. & Többen, J. 2013. Über die Erstellung regionaler Input-Output-Tabellen und die Verbuchung von Importen. In IWH (ed.), *Neuere Anwendungsfelder der Input-Output-Analyse. Beiträge zum Halleschen Input-Output-Workshop 2012, Halle (Saale)*, s. 201–222.
- Los, B. 2011. The Output of Input-Output Analysis: A Bibliometric Study (1996-2010), presented at 19th International Input-Output Conference, Alexandria, VA, USA.
- Miller, R. E. & Blair, P. D. 2009. *Input-Output Analysis: foundations and extensions*, 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nenonen, T. 1976. Alueen tuotantotoiminnan rakenne ja kerrannaisvaikutukset panos-tuotostutkimuksen valossa Suomessa. Oulun yliopiston kansantaloustieteen laitoksen tutkimuksia N:o 9.
- Robison, M. H., & Miller, J. R. 1988. Cross-hauling and Nonsurvey Input–Output Models: Some Lessons from Small-area Timber Economies. *Environment and Planning A* 20, 1523–1530.
- Saurio, S. 1986. Nonsurvey- ja survey-menetelmien optimaalinen yhdistäminen panos-tuotostaulun rakentamisessa: Paikallistaloudellinen sovellutus. *Alueellinen panos-tuotostutkimus Suomessa, Seminaariraportti, Aluepoliittisia artikkeleita 1/1986*, 61–88.
- Schaffer, W. A. & Chu, K. 1969. Nonsurvey techniques for constructing regional interindustry models. *Papers of the Regional Science Association* 23, 83–101.
- Tilastokeskus, <http://www.stat.fi/meta/til/pt.html>
- Tohmo T. 2004. New developments in the use of location quotients to estimate regional input–output coefficients and multipliers, *Regional Studies* 38, 43–54.
- YK, United Nations 1973. *Input-output tables and analysis*, New York.
- YK, United Nations 1999. *Handbook of input-output table compilation and analysis. Studies in methods, Handbook of National Accounting, Series f No. 74*. Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division.