

Valtion  
taloudellinen  
tutkimuskeskus

# Valmisteluraportit 9

Asfalttikartellin valtiolle aiheuttamien vahinkojen  
arviointi  
Loppuraportti

*Tanja Saxell*

*Janne Tukiainen*

*Markku Siikanen*

Valmisteluraportit 9 toukokuu 2011



# VATT VALMISTELURAPORTIT

9

## Asfalttikartellin valtiolle aiheuttamien vahinkojen arviointi Loppuraportti

Tanja Saxell  
Janne Tukiainen  
Markku Siikanen

Tanja Saxell<sup>1</sup>, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, [tanja.poutiainen@helsinki.fi](mailto:tanja.poutiainen@helsinki.fi).

Janne Tukiainen, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, [janne.tukiainen@vatt.fi](mailto:janne.tukiainen@vatt.fi).

Markku Siikanen, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, harjoittelija.

ISBN 978-951-561-978-5 (nid.)

ISBN 978-951-561-979-2 (PDF)

ISSN 1798-0305 (nid.)

ISSN 1798-0313 (PDF)

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus  
Government Institute for Economic Research  
Arkadiankatu 7, 00100 Helsinki, Finland

Oy Nord Print Ab  
Helsinki, toukokuu 2011

Kansi: Niilas Nordenswan

---

<sup>1</sup> Selvitystä ovat kommentoineet tutkimusprofessori Aki Kangasharju (VATT), tutkija Heikki Pursiainen (Turun yliopisto), erikoistutkija Maija-Liisa Järviö (VATT) ja Liikennevirasto. Selvitys on toteutettu Valtion taloudellisen tutkimuskeskuksen ja Liikenneviraston rahoituksella.

# Asfalttikartellin valtiolle aiheuttamien vahinkojen arviointi - Loppuraportti

## Valtion taloudellinen tutkimuskeskus VATT Valmisteluraportit 9/2011

Tanja Saxell – Janne Tukiainen – Markku Siikanen

### Tiivistelmä

Suomessa toimi vuosia valtakunnallinen asfalttikartelli, jonka toimintaan osallistuivat kaikki alan merkittävimmät yritykset. Tässä Valtion taloudellisen tutkimuskeskuksen (VATT) tekemässä ja VATTin ja Liikenneviraston rahoittamassa selvityksessä arvioidaan, mikä on ollut kartellin aiheuttama hintalisä Tiehallinnon/Tielaitoksen kilpailuttamiin tienpäälystysurakoihin kilpailulliseen tilanteeseen verrattuna. Arviointi tehdään kartellivahinkojen arvioinnissa yleisesti käytettyjen ekonometristen menetelmien avulla. Menetelmien keskeisenä tarkoituksena on tehdä hyvin erilaiset kohteet vertailukelpoisiksi keskenään.

Selvityksen tulokset osoittavat, että kartelli on onnistunut saamaan huomattavia ylimääräisiä voittoja Tiehallinnon/Tielaitoksen kustannuksella. Tämän selvityksen perusteella parhain arvio kartellin aiheuttamasta hintalisästä on 15 %. Kartelli siis nosti tarjoushintoja 15 % verrattuna kilpailullisiin hintoihin tai 13 % verrattuna toteutuneisiin hintoihin. Aineistossa mukana olevien urakoiden osalta kartellin aiheuttama lisä tarjouskilpailuiden voittaneisiin hintoihin on yhteensä noin 21 miljoonaa euroa. Erilaisilla taustamuuttujajoukoilla ja osa-aineistoilla tehdyt analyysit tuottavat samansuuntaisia arvioita kartellillisälle, mikä tukee tulosten yleistettävyyttä myös aineiston ulkopuolelle jääneisiin urakoihin. Koko kartelliajanjaksona kilpailutettujen urakoiden verottomat tarjoushinnat ovat yhteensä noin 320 miljoonaa euroa, joten kartellin aiheuttama yhteenlaskettu veroton hintalisäys on siten arviolta 42 miljoonaa euroa.

Kartellillisäarvio saattaa alittaa kartellin todellisen Tiehallinnolle/Tielaitokselle aiheuttaman vahingon, sillä markkinoiden sopeutuminen uuteen kilpailulliseen tilanteeseen vie aikaa<sup>2</sup>.

Asiasanat: Julkiset hankinnat; Kartelli; Tienpäälystys; Vahinkojen arviointi  
JEL-luokittelu: D22; D44; K21; L13; L41; L91

---

<sup>2</sup> Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että uusien yritysten alalle tulo voi viedä aikaa. Lisäksi kartellin aikana ja sen johdosta kartellin jäsenyritykset ovat voineet saada liiketoiminnan kannalta tärkeää tietoa muista kartellin jäsenyrityksistä, mitä voidaan hyödyntää päätöksenteossa myös kartellin hajoamisen jälkeen.

## Abstract

On September 2009, the Finnish Supreme Administrative Court (SAC) found that seven major companies had participated in an asphalt cartel during the years 1994-2002. Moreover, the SAC found that the cartel constituted a continuous infringement which covered the whole of the territory of Finland and concerned all types of asphalt works. In this report, we evaluate the damages caused by this cartel in the public procurement auctions for asphalt works ran by the Finnish Transport Agency. We use standard econometric tools to provide an objective evaluation of how much the cartel increased procurement costs compared to a competitive scenario. These econometric methods are essential to make comparison of heterogeneous contracts and thus the evaluation of the price effect of the cartel possible. This report is funded jointly by the Finnish Transport Agency and the Government Institute for Economic Research VATT.

We find that the cartel was able to gain significant economic rents by limiting competition in these auctions. In our preferred statistical model, the point estimate of the price effect of the cartel is 15% increase to competitive prices, or 13% of the realized procurement costs. For the set of auctions included in our data set, this amounts to 21 million euro. This result is fairly robust to different model specifications and subsamples of the data, which supports the generalization of these results also to the auctions we had to exclude from our data set. During the entire cartel period, the Finnish Transport Agency procured a total amount of 320 million euro of asphalt works, tax excluded. Therefore, we evaluate that the tax-free damage caused by the cartel to the Finnish Transport Agency is 42 million euro. We may underestimate the cartel effect if markets adjust to a competitive structure slowly.

Key words: Public procurement; Cartel; Asphalt works; Damage evaluation

JEL classification numbers: D22; D44; K21; L13; L41; L91

# Sisällys

<b>1 Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2 Kartellien aiheuttamien vahinkojen arviointi</b>	<b>3</b>
2.1 Hintojen muodostuminen ja markkinarakenne	3
2.2 Vahingon määrän arviointi	4
2.2.1 Taloustieteellinen tausta	4
2.2.2 Ekonometrinen mallintaminen	4
<b>3 Asfalttitoimiala ja aineisto</b>	<b>8</b>
3.1 Asfalttitoimiala ja toimintaympäristössä tapahtuneet muutokset aineiston valossa	8
3.1.1 Aineiston kuvaileva analyysi	9
<b>4 Menetelmät ja tulokset</b>	<b>13</b>
4.1 Indikaattorimuuttujamenetelmä	13
4.1.1 Robustisuustarkastelut	17
<b>5 Johtopäätökset</b>	<b>21</b>
<b>Liitteet</b>	<b>22</b>
<b>Lähteet</b>	<b>30</b>





# 1 Johdanto

Yleisesti pitkäkestoisella kartellin toiminnalla voi olla huomattavia vaikutuksia toimialan markkinarakenteeseen ja sen aiheuttamat vahingot kartellin ulkopuolisille yrityksille ja kuluttajille voivat olla hyvin laaja-alaiset. Yksi merkittävimmistä kartellin tuottamista vahingoista aiheutuu, jos siinä mukana olevat yritykset pystyvät yhteistoiminnallaan asettamaan korkeamman hinnan ja keräämään suuremmat voitot kuin ilman kiellettyä yhteistyötä.

Korkeimman hallinto-oikeuden (KHO) päätöksen mukaan Suomessa toimi valtakunnallinen asfalttikartelli, johon osallistuivat alan suurimmat toimijat Lemminkäinen Oyj:n johdolla<sup>3</sup>. Päätöksen mukaan kartellissa mukana olleet yritykset olivat ainakin kevästä 1994 alkutalveen 2002 ulottuneella ajanjaksolla sopineet asfalttiurakoiden tarjouksista, markkinoiden jakamisesta ja tietojenvaihdosta.<sup>4</sup> Toiminnalla pyrittiin poistamaan toimiva kilpailu asfalttimarkkinoilta.

Tässä selvityksessä keskitytään kartellin aiheuttamien vahinkojen arviointiin Tiehallinnon tienpäälystysurakoiden tarjouskilpailuissa. Keskeisenä tavoitteena on arvioida, mikä on ollut kartellin aiheuttama lisä toteutuneisiin urakkahintoihin kilpailulliseen tilanteeseen verrattuna. Koska yritysten hinnoittelupäätösten taustalla voivat olla kielletyn yhteistyön lisäksi useat muut tekijät, kuten urakan kustannukset ja koko, niin pelkästään hintojen vuosittaisia keskiarvoja vertailemalla tai yksittäisten yhtiöiden taloudellisten tulosten tunnusluvuista ei saada luotettavaa arviota mahdollisesta kartellilisästä. Selvityksessä on hyödynnetty kartellivahinkojen arvioinnissa yleisesti käytettyjä ekonometrisiä menetelmiä (Baker ym. 1999, Rubinfeld 2009). Niiden avulla pystytään aineiston asettamissa rajoissa selvittämään, mikä osa hintojen vaihtelusta selittyy kartellilla ja mikä muilla vaihtoehtoisilla tekijöillä.

Tulokset osoittavat, että asfalttikartelli on onnistunut vuosia jatkuneella toiminnallaan keräämään huomattavia ylimääräisiä voittoja. Parhain arvio kartellin aiheuttamasta lisästä Tiehallinnon/Tielaitoksen kilpailuttamien tienpäälystysurakoiden voittaneisiin hintoihin on noin 15 % kilpailullisista hinnoista. Arvio saattaa alittaa kartellin todellisen Tiehallinnolle/Tielaitokselle aiheuttaman vahingon, sillä markkinoiden sopeutuminen uuteen kilpailulliseen tilanteeseen vie aikaa<sup>5</sup>. Tulokset ovat samansuuntaisia eri mallispesifikaatioille ja osa-aineistoille, mikä tukee tulosten yleistettävyyttä ja sovellettavuutta myös aineiston ulkopuolelle jääneisiin urakoihin. Tätä tukee lisäksi se, että aineiston ul-

---

<sup>3</sup> KHO 2009:83 sekä esimerkiksi kohta (1118).

<sup>4</sup> KHO 2009:83, kohdat (1109), (1110), (1129) ja (1097).

<sup>5</sup> Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että uusien yritysten alalle tulo voi viedä aikaa. Lisäksi kartellin aikana ja sen johdosta kartellin jäsenyritykset ovat voineet saada liiketoiminnan kannalta tärkeitä tietoja muista kartellin jäsenyrityksistä, mitä voidaan hyödyntää päätöksenteossa myös kartellin hajoamisen jälkeen.

kopuolelle jääneet urakat ovat luonteeltaan hyvin samankaltaisia kuin tarkastelussa mukana olleet urakat.

Selvityksen toisessa luvussa tarkastellaan kartellin aiheuttamien vahinkojen arviointia, jota pohjustetaan hintojen muodostumista ja markkinarakennetta sekä kartellien toimintaa käsittelevillä luvuilla 2.1–2.2.1. Kolmannessa luvussa käydään läpi toimialalla tapahtuneita muutoksia ja esitellään selvityksessä käytettävä aineisto. Ekonometrisen mallintamisen avulla saadut tulokset on esitelty luvussa 4 ja luvussa 5 käydään läpi johtopäätökset. Raportissa käytettyjen tilastotieteellisten termien selitykset ovat selvityksen liitteessä 2.

## 2 Kartellien aiheuttamien vahinkojen arviointi

Tässä luvussa tarkastellaan kartellien aiheuttamia vahinkoja tarjouskilpailuissa. Ensimmäisessä alaluvussa 2.1 pohjustetaan teemaa käymällä läpi yritysten hinnoittelupäätöksiin vaikuttavia tekijöitä yritysten välisen yhteistyön lisäksi. Tämän jälkeen tarkastellaan kartellin aiheuttamia vahinkoja taloustieteellistä taustaa vasten ja esitellään vahinkojen arvioinnissa usein käytetty ekonometrinen menetelmä (luku 2.2.2).

### 2.1 Hintojen muodostuminen ja markkinarakenne

Tiehallinnon tienpäälystysurakoiden tarjouskilpailut on toteutettu siten, että kunkin siihen kutsutun ja osallistuvan yrityksen on tullut jättää tarjouksensa muista tarjoajista tietämättä ja muiden kilpailijoiden tarjouksia näkemättä. Osallistuneista yrityksistä alhaisimman tarjouksen jättänyt voittaa urakan ja saa palvelun suorittamisesta tarjouksensa mukaisen hinnan. Taloustieteellisessä kirjallisuudessa tällaista järjestelmää kutsutaan suljetuksi ensimmäisen hinnan hankintahuutokaupaksi (engl. *first-price sealed-bid procurement auction*) (ks. esimerkiksi Milgrom 2004).

Vaikka yritysten tarjouskäyttäytyminen tällaisissa tarjouskilpailuissa eroaa joiltakin osin kilpailusta markkinoista, joissa hinnat määräytyvät kysynnän ja tarjonnan mukaan, on niissä myös paljon yhteneväisyyksiä. Näillä markkinoilla toimiessaan yritys ottaa huomioon hinnoittelupäätöstä tehdessään sen, että hinnan nostaminen vähentää tuotteen kysyntää. Vastaavasti tarjouskilpailussa, jossa alhaisin tarjous voittaa, yritys joutuu tekemään kompromissin, jossa korkeampi tarjous vähentää voittamisen todennäköisyyttä, mutta toisaalta lisää voitettaessa saatavia tuloja. Kun tarjouskilpailuun osallistuvien yritysten määrä kasvaa, tarjoajien odotetut voitot maksimoivat tarjoukset lähestyvät heidän kustannuksiaan. Tämä teoreettinen tulos edellyttää, että yritykset tietävät omat kustannuksensa, mutta eivät tiedä tarkkaan kilpailijoidensa kustannuksia. Johtopäätöksenä voidaan todeta, että yritysten tarjouskäyttäytyminen riippuu markkinoilla olevien kilpailijoiden määrästä samalla tavalla kuin tavanomaisilla markkinoilla: kilpailun lisääntyessä hinnat laskevat. Tiehallinnon tarjouskilpailuissa tarjoajat eivät tiedä tarkkaan, kuinka monelta yritykseltä tarjouksia on pyydetty, mutta kokeneet yritykset pystyvät muodostamaan hyviä arvauksia kilpailun tiukkuudesta.

Tarjouskilpailuissa yritysten toisistaan poikkeavien tarjousten taustalla voi olla useita syitä. Ensinnäkin, yritysten päätöksentekoon vaikuttavat tuotannon rajakustannukset, joilla tarkoitetaan kokonaiskustannusten muutosta, kun tuotettavaa määrää muutetaan yhdellä yksiköllä. Yritysten rajakustannukset voivat erota toisistaan esimerkiksi erilaisen tuotantoteknologian, tehokkuuserojen tai maantieteellisen sijainnin takia. Lisäksi yrityksillä voi olla eri määrä vapaata kapasiteettia tai niiden tuottamat tuotteet tai palvelut voivat poiketa toisistaan esimerkiksi

toimitusajan tai muiden laadullisten ominaisuuksien suhteen. Tiehallinnon tarjouskilpailuissa suuri osa laadullisia tekijöitä on pyritty vakioimaan tarjouspyynnössä. Yritysten tiedot esimerkiksi tarjottavan kohteen kustannuksista tai muista kilpailijoista voivat myös vaikuttaa niiden tarjouskäyttäytymiseen.

## **2.2 Vahingon määrän arviointi**

### **2.2.1 Taloustieteellinen tausta**

Kannustimet kartellin toiminnalle syntyvät, kun sen jäsenet pystyvät yhteistyöllä keräämään suuremmat voitot kuin kilpailutilanteessa ilman yhteistyötä. Yleisesti kartellin toiminta voi vaikuttaa useisiin toimijoihin, jotka ovat yhteydessä toimialaan. Kartelli voi vaikuttaa esimerkiksi kilpailijoiden toimintaan, sillä se voi estää potentiaalisten yritysten markkinoille tulon, pakottaa kilpailijoita poistumaan markkinoilta tai vaikeuttaa muutoin niiden toimintaa. Lisäksi kartellissa toimivat yritykset voivat vaikuttaa suoraan tai epäsuoraan muihinkin markkinoihin yhteydessä oleviin yrityksiin ja kartellin toiminta on voinut heijastua myös tuleviin päätöksiin toteutettavista urakoista. Yleisesti kartellien aiheuttamat vahingot muille yrityksille ja kuluttajille voivat olla hyvin laaja-alaiset.

Tässä selvityksessä keskitytään arvioimaan sitä, mikä on ollut kartellin aiheuttama lisä toteutuneisiin urakkahintoihin kilpailulliseen tilanteeseen verrattuna. Mahdollinen kartellilisa voidaan tulkita lainvastaisella toiminnalla hankittuna tulonsiirtona tilaajalta yrityksille. Tämä on selkeästi kartellin aiheuttama vahinko tilaajalle. Koska yritysten tarjousten jättämiseen ja tarjottuihin hintoihin ja siten tienpäällystysurakoiden voittaneisiin hintoihin voivat potentiaalisesti vaikuttaa useat muutkin tekijät kuin yritysten välinen yhteistyö (ks. luku 2.1), tarvitaan kartellien aiheuttamien vahinkojen arviointiin ekonometrisia menetelmiä. Niiden avulla pystytään aineiston asettamissa rajoissa vakioimaan vaihtoehtoisten selitysten vaikutukset hintoihin ja siten saamaan selville nimenomaan kartellin aiheuttama hintalisa.

### **2.2.2 Ekonometrinen mallintaminen**

Tässä luvussa käydään läpi kartellivahinkojen arvioinnissa usein käytetty ekonometrinen malli, siitä saatavien tulosten tulkinta ja mallin sovellettavuuteen liittyviä ongelmia. Tässä selvityksessä käytetyn ekonometrisen mallintamisen tulokset on esitelty luvussa 4. Menetelmän yksityiskohdista kiinnostumaton lukija voi siirtyä suoraan lukuun 3, jossa kuvataan tienpäällystystoimialaa ja selvityksessä käytettävää aineistoa.

Selvityksen keskeisenä tavoitteena on arvioida, mikä on ollut kartellin aiheuttama lisä tienpäällystysurakoiden hintoihin. Tämän tutkiminen vaatii sen selvittämistä, millä tasolla päällystämisen hinnat olisivat olleet ilman kartellia vuosina

1994–2002. Tämä ns. kontrafaktuaali eli havaitsematon maailmantila on tämän selvityksen tapauksessa kilpailullinen hintataso kartelliperiodina.

Ekonometrisen mallintamisen tarpeellisuutta voidaan perustella seuraavalla ajatuskokeella. Kuvitellaan, että tutkijalla on käytettävissään laboratoriossa suuri joukko koehenkilöitä, joista osa arvottaisiin kontrolliryhmään ja loput koeryhmään. Kontrolliryhmän jäseniä pyydetäisiin jättämään voittonsa maksimoivat tarjouksensa tilanteessa, jossa muiden osanottajien välinen kommunikaatio on estetty. Koeryhmän jäsenten kommunikaatio olisi puolestaan sallittua ja heitä pyydetäisiin jättämään tarjouksensa siten, että yhteistyön kautta saadut voitot olisivat mahdollisimman suuret. Tällöin kartellin keskimääräinen vaikutus hintoihin saataisiin toistamalla koe useaan kertaan ja vertailemalla kontrolli- ja koeryhmien keskimääräisiä voittaneita tarjouksia keskenään.

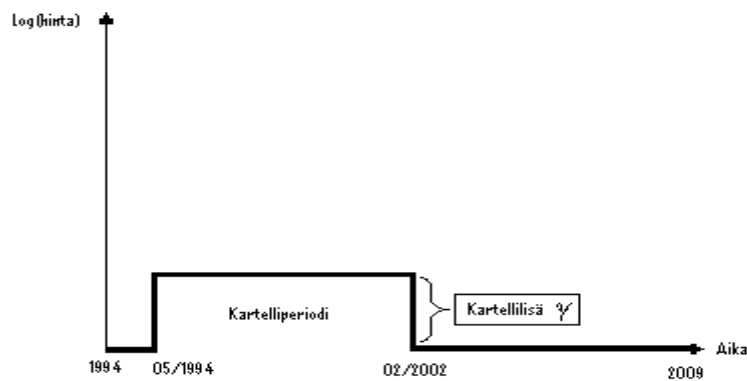
Laboratoriokokeen etuna on, että sen avulla voidaan sulkea pois kaikki vaihtoehdot selitykset hintojen muutoksille, koska tarjoajien jako kontrolli- ja koeryhmiin on satunnainen. Koska todellisten toimialojen toimintaympäristö harvoin vastaa edellä kuvattua ja yritysten käyttäytymisen taustalla voivat olla useat muutkin tekijät kuin niiden välinen kommunikaatio, pelkkä keskiarvojen vertailu kartelli- ja kilpailullisen ajanjakson välillä ei tuota useinkaan luotettavaa arviota kartellin vaikutuksesta hintoihin. Näiden vaihtoehdoisten selitysten poissulkemiseksi ja kartellilisän arvioimiseksi tarvitaan ekonometrisia menetelmiä, hyvää aineistoa ja toimialatuntemusta.

Tämän vuoksi tässä selvityksessä hyödynnetään yleisesti kartellivahinkojen arvioinnissa käytettyä ekonometrista menetelmää (Baker ym. 1999, Rubinfield 2009) sekä aineistoa ennen kartellia, kartelliperiodilta ja sen jälkeen. Aineistoon sovitaan regressiomalli, jonka avulla mallinnetaan tarjouskilpailun voittaneen hinnan (selitettävä muuttuja) riippuvuutta sitä selittävistä muuttujista, kuten urakan ominaisuuksista tai raaka-aineiden hinnoista.

### Indikaattorimuuttujamenetelmä

Ekonometrinen malli, jota tässä selvityksessä kutsutaan indikaattorimuuttujamalliksi, tarjouskilpailulle  $i$ ,  $i = 1, \dots, I$ , ajanhetkenä  $t$ ,  $t = 1, \dots, T$ , on

$$\log(P_{it}) = \alpha + X_{it}\beta + \gamma D_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$



Kuva 1 Kartellilisä

missä  $\alpha$  on vakiotermi, joka vangitsee logaritmisten hintojen tasovaikutuksen<sup>6</sup>,  $P_{it}$  on hinta,  $X_{it}$  on kaikki kontrollimuuttujat sisältävä havaintomatriisi,  $D_t$  on ns. indikaattorimuuttuja, joka saa arvon yksi kartelliperiodilla ja muuten arvon nolla ja  $\epsilon_{it}$  on havaitsemattomat tekijät sisältävä virhetermi. (Rubinfeld 2009)

Seuraava esimerkki havainnollistaa ekonometrisen mallin tulkintaa. Oletetaan, että  $X_{it}$  sisältää ainoastaan yhden kontrollimuuttujan, joka on urakan  $i, i = 1, \dots, I_t$  koko. Tällöin kartelli-indikaattorin kerroinestimaatti eli -arvio  $\hat{\beta}$  kertoo **karkeasti**<sup>7</sup> sen, kuinka monta prosenttia suuremmat tai pienemmät hinnat ovat olleet kartelliajanjaksolla kilpailulliseen tilanteeseen verrattuna, kun urakan koon vaikutus hintoihin on vakioitu eli kontrolloitu (ks. kuva 1). Yhteenlaskettu kartellin aiheuttama lisä saadaan kertomalla kartelliajanjakson huutokauppojen arvo luvulla  $\gamma/(1+\gamma)$ . Esimerkiksi jos voittaneiden tarjousten yhteenlaskettu arvo on 100 miljoonaa euroa ja kartellilisä on 15 %, niin kartellilisän arvo on noin 13 miljoonaa euroa. Tällä menetelmällä ei saada arvioitua kunkin yksittäisen urakan kartellilisää, joka toki voi vaihdella urakasta toiseen. Menetelmä antaa kuitenkin luotettavan arvion siitä, mikä on keskimääräinen kartellilisä aineistossa mukana olevissa urakoissa.

### Indikaattorimuuttujamenetelmän haasteet

Indikaattorimuuttujamallien yhteydessä usein käytetty tapa, jonka avulla voidaan pyrkiä vaikuttamaan kertoimien tilastolliseen merkitsevyyteen, on sisällyttää malliin paljon ylimääräisiä selittäjiä. Tyypillisesti näiden ylimääräisten selittäjien mukaan ottaminen voi johtaa vähemmän tarkkoihin kertoimien arvioihin, mikä näkyy suurempina keskivirheinä niille muuttujille, jotka ovat korreloituneita ylimääräisten muuttujien kanssa. (Ks. esim. Davidson ym.. 2004). Tämä tarkoittaa

<sup>6</sup> Jos kaikki havaitut tekijät saavat arvon nolla, mallin antama sovite logaritmiselle hinnalle on  $\hat{\alpha}$  ja vastaavasti hinnalle  $\exp(\hat{\alpha})$ .

<sup>7</sup> Tarkka % -arvio kartellin aiheuttamasta lisästä on  $100 \cdot (\exp(\hat{\beta}) - 1)$ .

sitä, että lisäämällä malliin ylimääräisiä selittäjiä, yksittäisten selittäjien kertoimien merkitsevyys pienenee, eikä lopulta juuri millään yksittäisellä tekijällä näytä olevan tilastollista merkitystä hinnan muodostumiselle. Tiivistettynä tämä merkitsee vähemmän luotettavia tuloksia. Kartellilisen kannalta tämä ongelma voi olla merkittävä erityisesti silloin, jos ylimääräiset selittäjät ja kartelli-indikaattori korreloivat voimakkaasti keskenään. Tällöin ylimääräiset selittäjät piilottavat yksittäisen tekijän vaikutuksen hintaan ja tulos on epäluotettava.

Edellä mainitun ongelman välttämiseksi ekonometrisista malleista poistettiin indikaattorimuuttujamenetelmän yhteydessä kaikki ne selittäjät, joiden kertoimet eivät olleet tilastollisesti merkitseviä bitumi-indeksiä ja kartelli-indikaattoria lukuun ottamatta. Nämä indeksit jätettiin malliin aina, sillä ne ovat substanssimielessä tärkeitä.

Indikaattorimuuttujamenetelmään liittyvä haaste on se, että kartellilisiä voi heijastaa muitakin kuin kartellin purkautumisen aiheuttamia ajan mittaan havaitsemattomia muutoksia, kuten teknologista kehitystä<sup>8</sup> tai muita toimialan rakenteessa tapahtuneita muutoksia (ks. luku 3)<sup>9</sup>. Tämän vuoksi tässä tutkimuksessa regressiomalli sovitetaan koko aineiston lisäksi erilaisiin osa-aineistoihin, jotka sisältävät esimerkiksi vain osan vuosista tai alueista.

Indikaattorimuuttujamenetelmä kuuluu ns. redusoidun muodon menetelmiin. Ekonometriset rakenteelliset mallit (eng. structural econometric models) pohjautuvat vahvasti talousteoriaan<sup>10</sup>, kun taas riisutun muodon (eng. reduced form) menetelmät pyrkivät lähtökohtaisesti selittämään ainoastaan sitä, kuinka eri tekijät selittävät hinnoissa olevaa vaihtelua. Redusoidun muodon mallien parametrit riippuvat usein niiden taustalla olevista rakenteellisista parametreista ja niiden etuna on yksinkertaisuus. Redusoidun muodon mallien käyttö ei kuitenkaan ole täysin ongelmaton ympäristössä, jossa on tapahtunut rakenteellisia muutoksia. Tulkittaessa tuloksia onkin syytä kiinnittää huomiota lähestymistapojen rajoituksiin. Tässä tutkimuksessa niihin on kiinnitetty erityistä huomiota, jotta tulos olisi mahdollisimman oikea.

---

<sup>8</sup> Halvempien ns. uusiopintausmenetelmien ja muiden vanhaa päällystettä hyödyntävien menetelmien käyttö on lisääntynyt koko tarkasteluajanjakson aikana.

<sup>9</sup> Tätä ongelmaa voitaisiin helpottaa, jos käytössä olisi aineistoa mahdollisimman samanlaiselta markkinalta, jolla ei ole ollut kartellia tarkasteluajanjaksolla. Tämä markkina toimisi kontrolliryhmänä, ks. Rubinfield (2009) ja Cameron ym. (2005).

<sup>10</sup> Esimerkki rakenteellisesta mallista: teoreettisesta huutokaupamallista johdetaan matemaattinen kaava, jonka mukaan voittoa maksimoidakseen yritysten kannattaa jättää tarjouksensa huutokaupassa. Oletetaan, että yritykset ovat jättäneet tarjouksensa tämän matemaattisen mallin mukaan ja yhdistetään malliin tilastollisia oletuksia esimerkiksi havaitsemattomista tekijöistä. Mallin parametrit estimoidaan siten, että teoreettinen malli sovituu mahdollisimman hyvin havaittuun aineistoon.

### 3 Asfalttitoimiala ja aineisto

Selvityksessä käytetään Liikenneviraston toimittamaa aineistoa Tielaitoksen tai Tiehallinnon kilpailuttamista tienpäällystysurakoista vuosina 1994–2009. Aineiston edustavuus vaihtelee vuodesta toiseen. Tarkastelussa mukana olleiden voittaneiden tarjousten yhteenlaskettu arvo verrattuna kaikkien kilpailutettujen urakoiden yhteenlaskettuun hintaan oli pienimmillään 30 % vuonna 1999 ja suurimmillaan 83 % vuonna 2008. Tarkastelun ulkopuolelle ovat jääneet ne kilpailutetut urakat, joiden tiedot tarkasteluhetkellä ovat puutteellisia tai jotka lähtötiedoiltaan tai ratkaisuperusteiltaan eivät vastaa muita urakoita. (Ks. liite 3.)

Tarkastelussa on lisäksi otettava huomioon, että vuoden 1994 urakoiden hinnoitteluperusteet muuttuivat 1.6.1994 arvolisäverotuksen muutoksen vuoksi. Tämän vuoksi kyseisen vuoden tarjouksissa ennen 1.6. toteutettavat kohteet on hinnoiteltu liikevaihtoverollisin hinnoin ja 1.6. jälkeen toteutetut kohteet arvonlisäverottomin hinnoin. Vertailukelpoisuuden vuoksi aineistossa mukana olevista ennen 1.6.1994 järjestetyistä tarjouskilpailuista (yhteensä 27 kpl) on mukana ainoastaan 1.6. jälkeen *toteutetut* kohteet ja niiden hinnat (ALV 0 %). Tarjouskilpailu on kuitenkin voinut ratketa tästä poikkeavalla summalla, joka siis sisältää myös liikevaihtoverolliset ennen 1.6. toteutetut kohteet.

Tarkastelussa käytetään lisäksi Tilastokeskuksen bitumi- ja kuluttajahintaindeksiä. Bitumi-indeksin perusvuosi on 1990 ja vuoden 1991 marraskuuhun asti on saatavilla tiedot ainoastaan vuosittaisista keskiarvoista. Salassapitomääräysten vuoksi vuoden 2008 joulukuun ja vuoden 2009 tammi-huhtikuun tiedot puuttuivat. Niiden tilalla käytettiin kunkin vuoden keskiarvoja. Tilastokeskuksen kuluttajahintaindeksin peruslukuna oli vuoden 1990 kesäkuu.

Seuraavassa luvussa käydään lyhyesti läpi asfalttitoimialaa, kartellin toimintaa ja toimintaympäristössä tapahtuneita merkittävimpiä muutoksia..

#### 3.1 Asfalttitoimiala ja toimintaympäristössä tapahtuneet muutokset aineiston valossa

Selvityksen kannalta merkitykselliset maantieteelliset markkinat ovat Tiehallinnon tilauksissa koko Suomen kattavat tienpäällystysmarkkinat. Tienpäällysteenä käytetty asfaltti koostuu runkoaineena käytettävästä kiviaineksesta, sidosaineena toimivasta, raakaöljystä jalostetusta bitumista ja mahdollisesti tarvittavista lisäaineista, kuten esim. kuiduista.

Tienpäällystysurakoihin on tarkastelujaksolla sisältynyt esimerkiksi asfalttiasfaltin valmistus tai osto, massan levittäminen erilaisille tietyyypeille ja liittyville alueille (esim. liittymät ja linja-autopysäkit) sekä päällystämiseen liittyvät toimenpiteet, kuten esim. vanhan päällysteen tasaaminen tarvittaessa ja mahdolli-



sesti myös tiemerkinnot. Tarkastelujakson alkuvuosina urakoihin ei yleensä kuulunut bitumin ja kiviaineksen hankinta mutta tarkastelujakson lopussa kaikki tarvittavat materiaalihankinnat kuuluvat urakkaan.

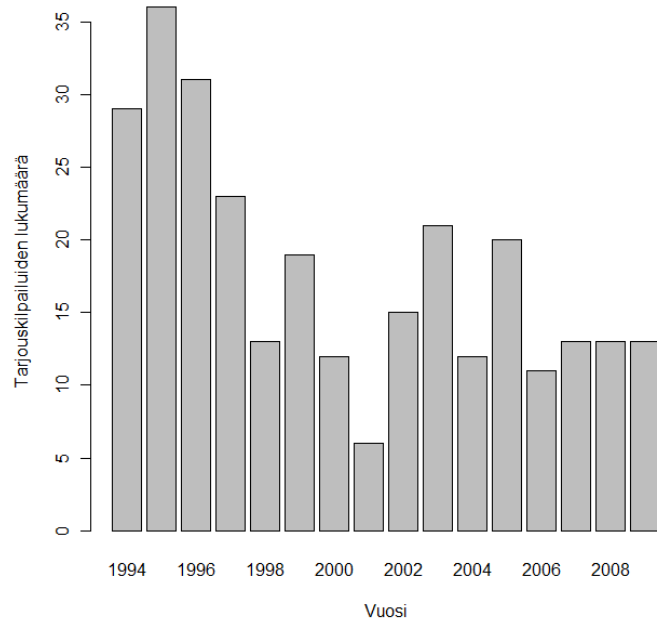
Tienpäällystystoimialan toimintaympäristössä on tapahtunut Tiehallinnon urakoissa merkittäviä muutoksia selvityksen tarkastelujakson vuosina 1994–2009. Niihin lukeutuvat Tiehallinnon organisaation uudistaminen ja kilpailun avaaminen koko tietuotantoon. Vuonna 1998 entinen Tielaitos organisoitiin Tiehallinnoksi (tilaaja) ja Tietuotannoksi (tuottaja).

Tielaitoksen organisaatiota muutettiin 1.1.2001, jonka jälkeen tilaaja-, kilpailutamis- ja viranomaistehtävistä vastasi Tiehallinto ja tuotantotoiminnan jatkajaksi perustettiin Tieliikelaitos. Vuodesta 2003 eteenpäin Tiehallinto kilpailutti kaikki urakat. Tätä ennen osa töistä toteutettiin Tielaitoksen omina töinä ilman kilpailutusta.

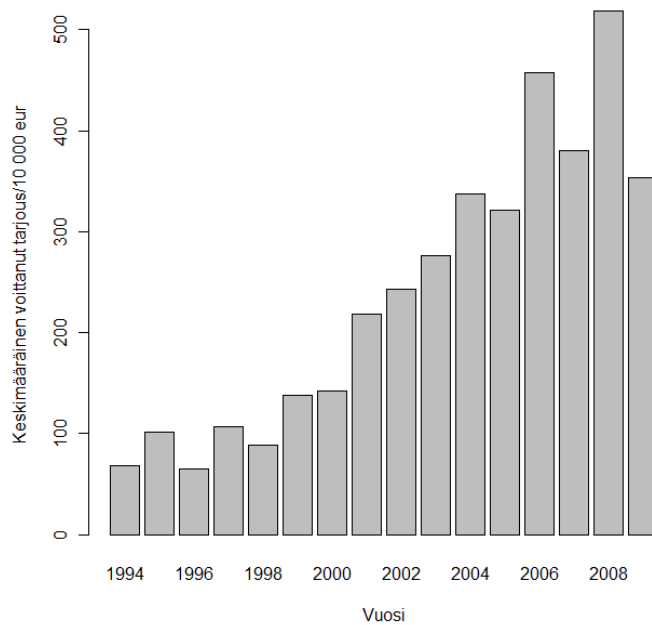
### **3.1.1 Aineiston kuvaileva analyysi**

Kuvassa 2 on esitetty tarkasteltavassa aineistossa mukana olevien Tiehallinnon kilpailuttamien urakoiden lukumäärä vuosittain. Aineistoon sisältyvien kilpailutettujen urakoiden määrä vaihtelee huomattavasti vuodesta toiseen ja laski tarkasteluajanjakson ensimmäisten vuosien aikana. Määrä oli alimmillaan 6 vuonna 2001 ja korkeimmillaan 36 vuonna 1995 (Kuva 2.). Tarkasteluun on otettu vain ne urakat, joista kaikki tarvittavat asiakirjat ja/tai lähtötiedot selvitystä varten on ollut saatavilla vuonna 2010.

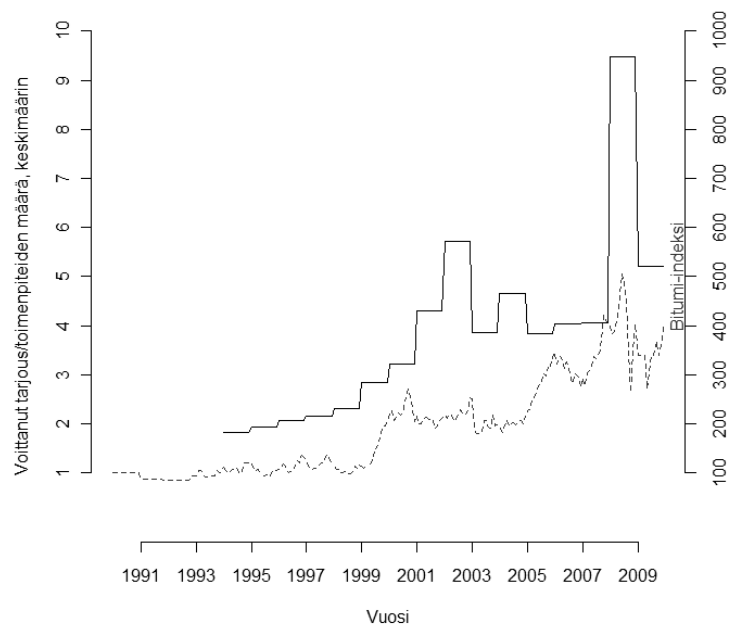
Kuvassa 3 on esitetty tarkastelussa mukana olevien tarjouskilpailujen voittajan keskimääräinen tarjoushinta kunakin vuonna. Tarkastelusta käy ilmi, että vuosittaisissa keskimääräisissä voittaneissa hinnoissa on voimakas kasvava trendi, jonka ympärillä tapahtuu jonkun verran vaihtelua vuodesta toiseen. Esimerkiksi vuonna 1994 keskimääräinen tarjouskilpailun voittanut hinta oli alle miljoonan euron ja vuonna 2009 keskimääräinen voittanut hinta oli noin 3,5 miljoonaa euroa. Keskimääräinen voittanut hinta oli suurimmillaan yli 5 miljoonaa euroa vuonna 2008 (Kuva 3.). Tämän selittää vuonna 2008 kilpailutettu, kolmivuotinen Savo-Karjalan tiepiirin urakka, jonka voittajaksi selviytyi Destia noin 14,3 miljoonan euron tarjouksellaan. Urakat ovat muuttuneet tarkasteluaikana niin, että mukana on entistä enemmän monivuotisia ja usean tiepiirin alueella olevia urakoita.



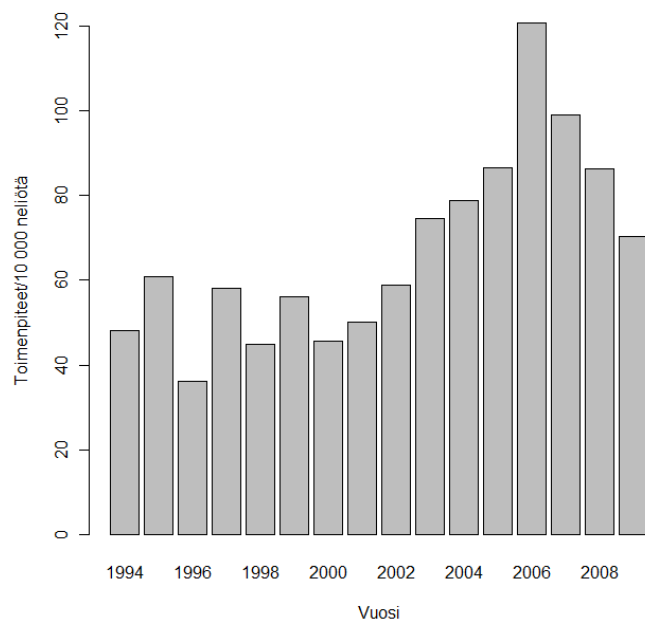
*Kuva 2 Tarkastelussa mukana olevien tarjouskilpailuiden lukumäärä vuodessa*



*Kuva 3 Keskimääräinen voittanut tarjous / 10 000 € kunakin vuonna aineistossa*



*Kuva 4 Urakan voittanut hinta (euroa) / päällystystoimenpiteiden määrä (m<sup>2</sup>) keskimäärin kunakin vuonna aineistossa (suora viiva) ja bitumi-indeksin pisteluku (katkoviiva, 1990=100, lähde: Tilastokeskus)*



*Kuva 5 Päällystystoimenpiteiden määrä/10 000 neliötä aineistossa*

Kun tarjouskilpailuiden voittanut hinta normalisoidaan sen kokoa mittaavalla päällystystoimenpiteiden määrällä (neliötä)<sup>11</sup>, huomataan, että kokoon suhteutulla, keskimääräisellä hinnalla on kasvava trendi vuoteen 2002 saakka. Vuosi 2008 on edelleen tässä tarkastelussa poikkeuksellinen. (Kuva 4.) Korkein hinta suhteessa urakan kokoon löytyy vuoden 2008 tammikuussa kilpailutetusta Lapin tiepiirin urakasta, jonka voitti Lemminkäinen noin 8,4 miljoonan euron tarjouksellaan.

Huomattava osa tarjouskilpailuiden voittaneiden tarjousten vaihtelusta selittyy sillä, että urakat ovat suurempia kuin aikaisemmin ja toisaalta urakoiden kasvaneilla kustannuksilla. Tienpäällystysurakoiden yksi tärkeimmistä raaka-aineista kiviaineksen ohella on sidosaineena käytettävä bitumi. Kuvasta 4 käy ilmi, että bitumi-indeksin arvo on kasvanut ajan myötä eli kustannukset ovat nousseet ja bitumin hinta vaihtelee vuodesta toiseen melko paljon. Etenkin kartelliajanjaksoilta aineistossa on mukana myös urakoita, joissa materiaalit eivät kuuluneet tarjoushintaan, vaan tilaaja maksoi ne erikseen. Nämä urakat on otettu huomioon analyysissä indikaattorimuuttujan avulla.

Sen lisäksi, että urakoiden hinnoissa, kokoluokissa ja kustannuksissa on tapahtunut merkittäviä muutoksia (Kuva 5), ovat ne keskenään yleisesti hyvin erilaisia. Jakauma on vino oikealle eli suuri osa urakoista on keskiarvoa pienempiä ja aineistossa on joitakin poikkeuksellisen suuria urakoita. Tämän lisäksi urakat voivat poiketa toisistaan myös monissa muissa asioissa, kuten siinä, minkälaisia toimenpiteitä urakoihin kuuluu ja kuinka paljon pienalueita (linja-autopysäkkejä ja liittymiä), yötöitä tai tiemerkintöjä urakoihin sisältyy.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että tarkastelussa mukana olevan aineiston perusteella kilpailutettujen urakoiden tyypilliset ominaisuudet ovat muuttuneet tarkasteluajanjaksolla 1994–2009. Ensinnäkin, urakoiden vuotuinen keskimääräinen voittanut hinta on noussut voimakkaasti, mikä heijastaa osittain sitä, että urakat ovat muuttuneet vaativimmaksi, ne ovat luonteeltaan laajempia ja useammin monivuotisia kuin tarkasteluajanjakson ensimmäisinä vuosina. Urakat ovat keskenään hyvin erilaisia, minkä huomioon ottaminen ekonometrisessä analyysissä on tärkeää, jotta kartellin aiheuttama lisä voittaneisiin hintoihin voidaan arvioida mahdollisimman luotettavasti. Nämä yhdistettynä Tiehallinnon organisaatiouudistukseen ja tienpäällystysurakoiden kilpailutuksessa tapahtuneisiin muutoksiin luovat haasteita kartellilisän ekonometriseen arviointiin.

---

<sup>11</sup> Liitteen 1 taulukossa 1 on yksityiskohtaisempi selostus päällystystoimenpiteiden määrään sisällytetyistä muuttujista.

## 4 Menetelmät ja tulokset

Korkeimman hallinto-oikeuden päätöksen mukaan Suomessa toimi asfalttikartelli ainakin vuoden 1994 kesästä vuoden 2002 talveen<sup>12</sup>. Tässä selvityksessä ajanjakso 5/1994-2/2002 on tulkittu kartelliperiodiksi, jonka perusteella ekonometrisissa malleissa käytetty kartelli-indikaattori on muodostettu<sup>13</sup>. Vaikka osa yrityksistä irtautui kartellista jo ennen helmikuuta 2002, on oletettavaa, että vähäisemmän kilpailun vuoksi hinnat olivat kartelliajanjaksolla korkeampia kuin kilpailullisilla markkinoilla, vaikka voittanut yritys ei olisikaan kuulunut kartelliin.

### 4.1 Indikaattorimuuttujamenetelmä

Taulukossa 1 on esitetty kerroinarviot ja niiden keskivirheet<sup>14</sup> malleille, joissa tarjouskilpailun voittaneen hinnan logaritmia on selitetty kartelli-indikaattorilla ja useilla kontrollimuuttujilla. Koska sopimuksessa käytetyn bitumi-indeksin arvona on käytetty kunkin vuoden elokuun lukua, on malleissa käytetty ko. indeksin elokuun lukua myös niissä urakoissa, joissa sopimus ei korvaa bitumi-indeksin muutoksia. Kartellilisäarviota koskevat tulokset eivät kuitenkaan muutu merkittävästi, jos malleissa käytetään tämän indeksiarvon sijasta kilpailutuksen ajanhetken bitumi-indeksiä tai jos bitumi-indeksi pudotetaan mallista kokonaan pois.

#### Mallin 1 kuvaus ja tulokset

Vertailun vuoksi aineistoon sovitettiin ensin ekonometrinen malli, johon on sisällytetty ainoastaan muutamia kontrollimuuttujia. Ensimmäisessä mallispesifikaatioissa (malli 1 taulukossa 1) kontrollimuuttujiksi on valittu ainoastaan kuluttajahintaindeksi, bitumi-indeksi, indikaattorimuuttuja sille, korvaako sopimus bitumi-indeksin muutokset, ja urakan kokoa mittaava päällystystoimenpiteiden määrä ( $m^2$ ) ja sen neliö. Kartelli-indikaattorin kerroinarvio on positiivinen, mutta se ei poikkea merkitsevästi nolasta, mikä viittaa siihen, ettei kartelli ole nostanut keinotekoisesti hintoja, kun muiden selittäjien vaikutukset voittaneisiin hintoihin on vakioitu. (Taulukko 1, Malli 1)

Koska päällystysurakat ovat keskenään hyvin erilaisia muutoinkin kuin malliin 1 sisällytettyjen kontrollimuuttujien suhteen, on todennäköistä, että kartellimuuttujan kerroinarvio heijastaa näitä poisjätettyjä muuttujia ja niissä tapahtuneita muutoksia. Poisjätettyjen muuttujien aiheuttaman harhan vuoksi mallin 1 tulokset eivät ole luotettavia. Tämän vuoksi malliin lisätään useita kontrollimuuttujia, jotka mittaavat urakan kokoa ja monimutkaisuutta riittävällä tarkkuudella. Kar-

<sup>12</sup> KHO 2009:83, (1140).

<sup>13</sup> Kartelliperiodi perustuu Kilpailuviraston esittämiin ajankohtiin, joihin tosin liittyy epävarmuustekijöitä, ks. KHO 2009:83, kohdat (1132), (1139) ja (1140). Kartelli-indikaattori saa arvon yksi periodina toukokuu 1994-helmikuu 2002 ja muulloin arvon nolla. Tarkastelussa on mukana yhteensä 23 kilpailutettua urakkaa, jotka järjestettiin kartellia *edeltävänä* ajanjaksona vuonna 1994.

<sup>14</sup> Keskivirhe kuvaa satunnaisvaihtelun suuruutta.

tellilisen arvioinnin kannalta on tärkeintä, etteivät poisjätetyt kontrollimuuttajat vaikuta voimakkaasti arvioon kartellin aiheuttamasta hintalisästä. Varsinaisen mielenkiinnon kohteena ei siten ole kontrollimuuttajien vaikutus hintoihin. Tällöin ei ole haitallista, jos kontrollimuuttajien kerroinarvioihin heijastuu jokin poisjätetty aineiston ulkopuolella oleva muuttuja, kunhan poisjätetyt muuttajat eivät aiheuta harhaa kartellilisen arvioon.

## Mallin 2 kuvaus ja tulokset

Ekonometrisen mallintamisen lähtökohtana on malli, johon sisällytettiin mahdollisimman paljon kontrollimuuttujia<sup>15</sup>. Laajimmassa mahdollisessa mallissa mukana olleet selittäjät on raportoitu Liitteessä 1. Selittäjiä poistettiin niiden kertoimien p-arvojen<sup>16</sup> perusteella siten, että ensin pudotettiin ne, joiden p-arvo oli suurin<sup>17</sup>. Ainoastaan bitumi-indeksi jätettiin malliin, vaikkei sen kerroin poikennut merkitsevästi nolasta<sup>18</sup>. Lopulta päädyttiin Taulukon 1 malliin 2, jossa ovat mukana bitumi-indeksiä lukuun ottamatta ainoastaan ne selittäjät, joiden kerroinarviot poikkeavat tilastollisesti merkitsevästi nolasta vähintään 5 % merkitsevyystasolla ja jotka ovat siten urakan voittaneen hinnan selittämisen kannalta tilastollisessa mielessä relevantteja.

Edellä kuvattu lähestymistapa on hyödyllinen, sillä aineiston havaintojen lukumäärä ei ole kovin suuri ja kontrollimuuttajien tavoitteena on ennustaa tutkittavaa ilmiötä mahdollisimman hyvin ja saada luotettava arvio kartellin aiheuttamalle lisälle. Tällöin ei olla kiinnostuneita kontrollimuuttajien ja voittaneen hinnan välisestä riippuvuudesta. Kontrolleista ainoastaan bitumi-indeksi pidettiin mallissa riippumatta siitä, oliko sen kerroin tilastollisesti merkitsevä. Lähestymistavalla pyrittiin lisäksi välttämään luvussa 2.2.2 kuvattua ylisovittamisongelmaa, joka voi olla merkittävä erityisesti silloin, jos malliin sisällytetään kartelli-indikaattorin kanssa voimakkaasti korreloivia, malliin kuulumattomia selittäjiä.

<sup>15</sup> Laajin mahdollinen malli tuotti 15 % kartellilisarvion. Kartelli-indikaattorin kerroinarvio oli lisäksi tilastollisesti merkitsevä 5 % merkitsevyystasolla.

<sup>16</sup> P-arvoa eli havaittua merkitsevyystasoa hyödynnetään tilastollisessa testauksessa. Pieni p-arvo merkitsee sitä, että aineisto todistaa nollahypoteesia (esimerkiksi: kerroin ei poikkea nolasta) vastaan ja nollahypoteesi voidaan jopa hylätä ja hyväksyä vaihtoehtoinen hypoteesi (esimerkiksi vaihtoehtoisesta hypoteesista: kerroin poikkeaa nolasta). Yllä nollahypoteesi sille, että kerroin ei poikkea merkitsevästi nolasta, hylätään, jos p-arvo alittaa arvon 0,05.

<sup>17</sup> Pudotettuihin muuttujiin lukeutui bitumi-indeksiin ja ”sidottu indeksiin” –indikaattorin välinen interaktio.

<sup>18</sup> Tulokset pysyivät lähes samoina, kun bitumi-indeksi poistettiin mallista.

	Malli 1 1994–2009	Malli 2 1994–2009	Malli 3 1995–2009
Vakio	9.437***	9.860***	9.500***
	-0.925	-0.795	-1.086
<b>Kartelli</b>	<b>0.118</b>	<b>0.143*</b>	<b>0.220*</b>
	<b>-0.06</b>	<b>-0.06</b>	<b>-0.099</b>
<b>Approksimoitu kartellillisäarvio, %</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>22</b>
<b>Tarkka kartellillisäarvio, %:</b>			
<b>100*(exp(Kartellin kerroinarvio)-1)</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>25</b>
Bitumi-indeksi, elokuun arvo	0.001	0.001	0.001
	-0.001	-0.001	-0.001
Kuluttajahinta-indeksi	0.023*	0.018*	0.022*
	-0.009	-0.008	-0.01
Korvataanko bitumi-indeksin muutokset (1: kyllä, 0: ei)	0.617***	0.563***	0.606***
	-0.068	-0.062	-0.067
Päällystystoimenpiteiden määrä/ 10000	0.03***	0.026***	0.024***
	-0.003	-0.004	-0.004
(Päällystystoimenpiteiden määrä/ 10000) <sup>2</sup>	-7.36E-04***	-9.289E-05***	-8.471E-05***
	-2.26E-05	-2.65E-05	-2.57E-05
Päällystelajien määrä/10000		0.062***	0.066***
	-	-0.012	-0.012
Tiemerkintä (1: kyllä, 0: ei)		0.142**	0.145**
	-	-0.047	-0.047
Teräsverkkojen määrä/10000		0.04*	0.039***
	-	-0.01	-0.01
Selitysaste	0.84	0.87	0.86
Tarjouskilpailuiden lukumäärä	287	287	258

*Taulukko 1: Regressiomallit urakan voittaneelle hinnalle logaritmeissa  
(keskivirheet sulussa)*

1. p-arvo<0.001: kerroin on merkitsevä 0.1 % merkitsevyystasolla (\*\*\*), p-arvo<0.01: kerroin on merkitsevä 1 % merkitsevyystasolla (\*\*), p-arvo<0.05: kerroin on merkitsevä 5 % merkitsevyystasolla (\*). Muutoin päätellään, että aineisto tukee hypoteesia siitä, että kerroin on nolla eli kyseinen muuttuja ei selitä (logaritmisten) hintojen vaihtelua.
2. Mallit on estimoitu pienimmän neliösumman menetelmällä.
3. Keskivirheet ovat heteroskedastisuusrobusteja ja ne kuvaavat satunnaisvaihtelun suuruutta
4. Malleihin on sisällytetty vain ne selittäjät, joiden kerroinestimaatit ovat tilastollisesti merkitseviä vähintään 5 % tasolla (tai hyvin lähellä sitä). Laajimmissa malleissa mukana olleet selittäjät on raportoitu Liitteessä 1.
5. 95 % luottamusväli kerroinestimaatille saadaan laskemalla  $\text{kerroin} \pm 1.96 \cdot \text{keskivirhe}$ .

Vaikka malleissa on mukana useita kontrolleja, jotka mittaavat karkeasti samaa asiaa eli urakan kokoa, kuten yhteenlaskettu toimenpiteiden määrä (neliötä) ja päällystelajien määrä (tonnia), on syytä huomata, että niiden välillä on myös eroja, sillä niiden mittayksiköt poikkeavat toisistaan.

Kun useiden urakan ominaisuuksia mittaavien muuttujien vaikutukset hintoihin on kontrolloitu, kartelli-indikaattorin kerroinarvion etumerkki on positiivinen ja se poikkeaa nolasta 0,5 % merkitsevyystasolla<sup>19</sup>. Tulosten mukaan kartellin aiheuttama lisä hintoihin kilpailulliseen tasoon verrattuna on keskimäärin 15 %, kun muiden selittäjien vaikutukset on vakioitu. Kartelli-indikaattorin kerroinarvion 95 % luottamusvälin eli virhemarginaalin<sup>20</sup> alaraja on 3 % ja yläraja 26 %. Aineiston keskiarvon perusteella yhteenlaskettu arvio kartellin aiheuttamalle lisälle on arviolta noin 21 miljoonaa euroa. **Todellista euromääräistä kokonaisvahinkoa laskettaessa tulee ottaa huomioon, etteivät kaikki urakat ole aineistossa mukana.**

### **Mallin 3 kuvaus ja tulokset**

Vertailun vuoksi aineistosta poistettiin vuonna 1994 järjestetyt tarjouskilpailut (yht. 29 kpl), joista 23 järjestettiin ennen kartelliperiodin alkamista. Tämän tarkastelun ulkopuolelle jäivät siten myös 1.6.1994 arvonnlisäverotuksen muutosta edeltäneet urakat. Vuodet 1995 – 2009 sisältävään osa-aineistoon sovitettiin yllä esitetyn mallinvalinnan mukaisesti regressiomalli, joka tuotti lopulta 25 % kartellilisarvion. (Taulukko 1, Malli 3.)

### **Johtopäätös indikaattorimuuttujamenetelmän tuloksista**

Yllä esitettyjen tulosten mukaan tilastollisesti **paras arvio kartellin aiheuttamalle hintalisälle kilpailulliseen tilanteeseen verrattuna on 15 %**. Tämä tulos on taulukon 1 mallista 2, joka selittää parhaiten urakan voittaneita hintoja eikä sisällä kontrolleja, jotka eivät ole tilastollisessa mielessä tarpeellisia. Siten mallin avulla laskettu kontrafaktuaali eli havaitsematon maailmantila on uskottavin. On kuitenkin huomattava, että koska tilastolliseen malliin liittyy satunnaisvaihtelusta johtuvaa epävarmuutta, ovat esimerkiksi 13 % ja 17 % lähes yhtä hyviä arvioita. Sen sijaan esimerkiksi 2 % on jo erittäin todennäköisesti liian alhainen arvio. Seuraavassa luvussa arvioidaan tulosten pysyvyyttä useiden eri mallispesifikaatioiden avulla. Tarkastelujen avulla pyritään lisäksi arvioimaan urakoiden jakamisesta kilpailutettaviin ja Tielaitoksen omana työnä toteutettuihin urakoihin aiheutuvaa nk. aineiston valikoitumisen merkitystä saatuihin tuloksiin.

<sup>19</sup> Toisin sanoen, kun p-arvo on pienempi kuin 0,001, poikkeama nollahypoteesista (tässä: kerroin ei poikkeaa nolasta) aineistossa on tilastollisesti erittäin merkitsevä.

<sup>20</sup> Tyypillisesti kerroinarviolle, johon liittyy epävarmuutta, lasketaan 95 % prosentin luottamusväli. Yleisesti tämä tarkoittaa, että toistetussa aineistonkeruussa parametriarvion todellinen arvo sijaitsee keskimäärin vähintään 95 % tapauksista kyseisen luottamusvälin sisällä.



#### 4.1.1 Robustisuustarkastelut

Edellä esitettyjen ekonometristen mallien lisäksi aineistoon sovitettiin useita muita regressiomalleja. Tällä pyrittiin testaamaan, ovatko edellä saadut tulokset samansuuntaisia, jos mallispesifikaatiota muutetaan tai aineistoon sisällytetään vain osa urakoista.

Yhdessä vaihtoehtoisessa mallispesifikaatiossa selitettiin logaritmisen hinnan sijasta euromääräistä hintaa, jolloin arvio urakkakohtaiselle keskimääräiselle kartellilisälle saadaan myös määritettyä euroissa. Tulosten perusteella paras arvio<sup>21</sup> urakkakohtaiselle keskimääräiselle kartellilisälle on noin 268 000 €, mikä on noin 25 % keskimääräisestä urakan voittaneesta hinnasta kartelliperiodina. Kerroinarvio on tilastollisesti merkitsevä 1 % merkitsevyystasolla. Spesifikaation ongelmana on se, että se voi antaa ennusteita negatiivisille hinnoille, joita ei voi käytännössä esiintyä. Näin tapahtui noin 6 % havainnoista<sup>22</sup>.

Indikaattorimuuttujamenetelmän lisäksi kartellilisän arvioinnissa käytettiin vertailun vuoksi ennustemallimenetelmää. Edellä esitettyjen tulosten perusteella kilpailullisen ajanjakson aineistoon sovitettiin malli, jossa selitettävänä muuttujana on logaritminen hinta ja selittäjinä taulukossa 1 esitetyn mallin 2 muuttujat. Vertaamalla kartelliajanjakson voittaneita hintoja tämän mallin antamiin ennusteisiin kilpailullisesta voittaneesta hinnasta vastaavana ajanjaksona, saadaan arvio kartellin aiheuttamasta lisästä tarjouskilpailuiden voittaneisiin hintoihin (ks. esim. Rubinfield 2009). Tulokset viittaavat siihen, että hinnat ovat olleet hieman korkeammat kartelliperiodilla kuin ne olisivat olleet ilman kartellia. Keskimäärin urakoiden voittaneet hinnat olivat 14 % korkeammat kuin ennustetut hinnat<sup>23</sup>. Kartelliajanjaksona kilpailutetuille palvelualueiden urakoille vastaava luku on 20 % ja kartelliajanjakson vuosina 1998–2002 kilpailutetuille muille kuin palvelualueiden urakoille 34 %. Ennustemallin keskimääräisen ennustevirheen eli voittaneen logaritmisen hinnan ja mallin antaman ennusteen välisen erotuksen keskivirhe on koko aineistossa kuitenkin melko suuri eli saadut tulokset ovat hyvin epätarkkoja. Tämä ei ole yllättävää, sillä ennustemallimenetelmä ei tyypilli-

<sup>21</sup> Tämä arvio saatiin poistamalla laajasta mallista bitumi-indeksiä lukuun ottamatta ne kontrollimuuttujat, joiden kerroinarviot eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi nolasta.

<sup>22</sup> Pienimmän neliösumman menetelmällä (ks. Davidson ym., 2004) estimoidun eli arvioidun mallin oletuksia (mallin harhattomuus, virhetermin vakiovarianssi ja poikkeavat havainnot) tutkittiin useilla eri diagnostisilla menetelmillä. Niiden perusteella mallin oletukset näyttivät olevan melko hyvin sopusoinnussa mallispesifikaatioissa, joissa selitettävänä muuttujana oli logaritminen hinta tai hinta.

<sup>23</sup> Tämä luku saadaan vertaamalla toteutuneita urakoiden voittaneita hintoja niiden ennusteisiin. Urakakohtainen prosenttiarvio kartellilisälle on  $100 * (\text{toteutunut hinta} - \exp(\log(\text{ennustettu hinta}))) / \exp(\log(\text{ennustettu hinta})) = 100 * (\text{toteutunut hinta} - \text{ennustettu hinta}) / \text{ennustettu hinta}$ .

sesti toimi hyvin toimialoilla, joiden toimintaympäristössä on tapahtunut paljon muutoksia<sup>24</sup>.

Taulukon 1 malli 2 estimoitiin eri osa-aineistoille ja siihen sisällytettiin ja siitä poistettiin selittäjiä. Koska tässä selvityksessä käytetty indikaattorimuuttujamenetelmä perustuu ennen ja jälkeen tarkasteluun ja kuluttajahintaindeksi ja aikatrendi olivat lähes lineaarisesti riippuvia (korrelaatio<sup>25</sup> 0,99), ei malliin sisällytetty aikatrendiä ja sen muunnoksia, jotta käytännössä ajan kulumisesta johtuvaa hintojen muutosta ei otettaisi huomioon kahteen kertaan. Yleisesti, jos ekonometriseen malliin otetaan mukaan selittäjiä, jotka korreloivat keskenään hyvin voimakkaasti, voivat kerroinarvioiden keskivirheet olla tämän seurauksena suuria suhteessa kertoimen kokoon ja saadut kerroinarviot siten vähemmän tarkkoja<sup>26</sup> (ks. Davidson ym., 2004). Jos logaritmiset hinnat ovat laskeneet kartellin purkautumisen vuoksi, aikatrendillä ja sen polynomeilla on lisäksi mahdollista jäljitellä kartelli-indikaattorin vaikutusta urakoiden hintoihin hyvin tarkasti (ks. Liite 4). Aikatrendin polynomi ja kartelli-indikaattori mittaavatkin osittain samaa asiaa, minkä seurauksena kartelli-indikaattorin kerroinarvioista voi tulla epä-tarkkoja. Tätä havainnollistetaan seuraavaksi aineiston avulla.

Malliin 2 sisällytetyn aikatrendin kerroinestimaatti ei poikennut merkitsevästi nolasta ja kartelli-indikaattorin kerroinarvio on 0,16 ja se on tilastollisesti merkitsevä 5 % merkitsevyystasolla. Kun malliin lisätään aikatrendi ja sen neliö, joiden kertoimista jälkimmäinen oli tilastollisesti merkitsevä 5 % merkitsevyystasolla, kartelli-indikaattorin kerroinarvio putoaa 0,10:een ja se ei poikkea merkitsevästi nolasta. Jos malliin sisällytetään aikatrendin kolmannen asteen polynomi, muuttuu kartelli-indikaattorin kerroin negatiiviseksi ja se ei poikkea merkitsevästi nolasta. Tämä tarkoittaa, että tämän mallin mukaan kartelli ei olisi nostanut keinotekoisesti hintoja kilpailulliseen tilanteeseen verrattuna. Kuten edellisessä kappaleessa mainittiin, aikatrendin polynomi ja kartelli-indikaattori kuvaavat lähes samaa asiaa, minkä vuoksi tällaisesta mallista saadut arviot kartellin hintoihin aiheuttaman lisän osalta ovat epäluotettavia.

Kun aineistosta jätettiin Tielaitostuotannon palvelualueiden kilpailuttamat urakat<sup>27</sup>, jotka ajoittuivat vuosille 1998 – 2000, mallin 2 tuottama arvio kartellilisäs-

<sup>24</sup> Koska kartellin aiheuttaman vahingon arviointi perustuu ennustemallimenetelmässä havaittujen hintojen ja kilpailullisen ajan aineistoa hyödyntävän mallin ennusteen väliseen eroon, lähestymistapa ei toimi tilanteessa, jossa näiden erojen taustalla on muita syitä kuin kielletty yhteistyö.

<sup>25</sup> Korrelaatio mittaa muuttujien välistä lineaarista riippuvuutta ja saa arvoja väliltä -1 ja 1.

<sup>26</sup> Tilastotieteessä tätä selittäjien välistä voimakasta korrelaatiota kutsutaan multikollineaarisuudeksi. Tällöin aineisto ei sisällä riittävästi informaatiota, jotta kaikkien keskenään voimakkaasti korreloivien selittäjien kertoimet voitaisiin arvioida tarkasti.

<sup>27</sup> Tielaitostuotannon palvelualueillaan kilpailuttamat urakat poikkeavat sisältönsä puolesta monella tapaa kilpailullisen ajanjakson urakoista. Lähimpänä kilpailullisen ajanjakson urakoita ovat kartelliajan urakat vuodesta 1998 eteenpäin muiden kuin Tielaitostuotannon palvelualueillaan kilpailuttamien urakoiden osalta.

tä oli hieman alhaisempi, 12 %, ja kerroinarvio oli lähes tilastollisesti merkitsevä 5 % merkitsevyystasolla ( $p$ -arvo=0.067). Myöskään teräsverkkojen määrää mittaavan muuttujan poistaminen mallista 2 ei muuta tuloksia, sillä kartellilisäarvio on lähes sama kuin mallissa 2, 14 % ja kerroinarvio on tilastollisesti merkitsevä 5 % merkitsevyystasolla. Sitä vastoin indikaattorimuuttuja sille, korvataanko yritykselle bitumi-indeksin mahdolliset muutokset, osoittautuu erittäin tärkeäksi selittäjäksi. Jos se jätetään mallista 2 pois, on kartellilisäarvio enää 5 % eikä kartellimuuttujan kerroinarvio poikkea merkitsevästi nolasta. Jos yritys joutuu hankkimaan itse urakan sideaineet ja sopimus ei korvaa bitumin hinnan muutoksia bitumi-indeksin mukaan, joutuu yritys itse kantamaan riskin bitumin hinnan noususta. Tämä heijastuu puolestaan urakoiden voittaneisiin hintoihin. Kartellilisan arvioinnin kannalta on siten olennaista, että tämän bitumi-indeksin muutokset korvaavan sopimuksen vaikutus voittaneisiin hintoihin vakioidaan.

Tienpäällystystöiden valikoituminen kilpailutettuihin urakoihin ja aineistoon kuulumattomiin omana työnä toteutettuihin töihin voi aiheuttaa ongelmia tilastollisen analyysin uskottavuudelle. Valikoitumiseen ovat johtaneet esimerkiksi Tielaitos-aikana omana työnä tehdyt kokonaisuudet<sup>28</sup> Tielaitoksen omistamien kahden kiinteän asfalttiaseman läheisyydessä. Koska nämä urakat eivät sisällyneet aineistoon, ei eri urakoiden valikoitumista tai jakamista kilpailutettaviin ja Tielaitoksen omana työnä tehtäviin urakoihin ollut mahdollista mallintaa tilastollisesti (ks. Davidson ym. 2004).

Tulokset saattavat riippua merkittävällä tavalla aineiston valikoitumisesta. Mikäli tämä valikoituminen ei ole satunnaista, voi se aiheuttaa harhaa kartellilisan estimaattiin. Tämä harha voi olla kumpaan tahansa suuntaan. Koska Tielaitos/Tieliikelaitos on ottanut itselleen parhaiten sopivat urakat sen omistaman kiinteän asfalttiaseman läheisyyden perusteella, voi valikoituminen aiheuttaa kartellilisan yliarvioitumisen. Mikäli taas kilpailuttamisen ulkopuolelle on jätetty erityisen vaikeat urakat, koska niitä on myös vaikea kilpailuttaa, voi valikoituminen aiheuttaa kartellilisan aliarvioitumisen<sup>29</sup>. Liikenneviraston asiantuntijoiden mukaan aineiston valikoituminen saattaa olla erityisen merkittävää Uudenmaan, Turun, Oulun ja Lapin tiepiirien urakoissa<sup>30</sup>. Kun aineistosta poistetaan näiden tiepiirien alueilla tehdyt urakat, päädytään ei-merkitsevien kontrollimuuttujien

---

<sup>28</sup> Omana työnä tehtyjä urakoita ei siten kilpailutettu.

<sup>29</sup> Tielaitosuudistuksen siirtymäajan päättyessä v. 2003 viimeisenä kilpailulle avattiin ennen päällystämistä tarvittaessa tehtävät tierakenteen parantamis- ja korjaustyöt, jotka nykyään aina sisältyvät tienpäällystysurakoihin. Tarkastelujakson alussa nämä työt yleensä tehtiin Tielaitoksen omana työnä tai erillisurakkana (esim. stabiloinnit) ennen varsinaista päällystysurakkaa.

<sup>30</sup> Urakat saatettiin jättää kilpailuttamatta, koska tiepiirissä esimerkiksi oli oma Tielaitoksen asfalttiasema.

poistamisen jälkeen 22 % kartellilisäarvioon ja 1 % merkitsevyystasolla tilastollisesti merkitsevään kartelli-indikaattorin kerroinarvioon<sup>31</sup>.

Edelleen valikoitumisongelma on Liikenneviraston asiantuntijoiden mukaan suurempi tietyissä asfaltilajeissa edellä mainituissa tiepiireissä. Tämän vuoksi kartellilisän suuruutta arvioitiin myös osa-aineistossa, jonka ulkopuolelle jätettiin ne Uudenmaan ja Turun tiepiirien urakat, joissa on käytetty AB16 tai SMA16 – päällystelajeja sekä Oulun ja Lapin tiepiireistä PAB-V16 – urakat. Kun laajasta mallista poistetaan selittäjät, jotka eivät ole merkitseviä bitumi-indeksiä lukuun ottamatta, päädytään jälleen noin 22 % kartellilisäarvioon ja kartellimuuttujan kerroinarvio pysyy tilastollisesti merkitsevänä 1 % merkitsevyystasolla.

Yhteenvedona voidaan todeta, että useat eri mallispesifikaatiot antavat melko samansuuntaisia arvioita kartellin aiheuttamalle hintalisälle, vaikka osa edellä mainituista arvioista ylittää ja osa alittaa taulukossa 1 esitetyn mallin 2 tuottaman arvion. Lisäksi aineiston valikoitumisella ei näytä olevan useiden eri osa-aineistotarkastelujen perusteella kovin suurta vaikutusta saatuihin tuloksiin.

---

<sup>31</sup> Jos aineistosta poistetaan ainoastaan Oulun ja Lapin tiepiirin urakat, päädytään hintoja selittämättömien kontrollimuuttujien eliminoinnin jälkeen 18 % kartellilisäarvioon. Kartelli-indikaattorin kerroinarvio on myös tässä mallissa tilastollisesti merkitsevä.

## 5 Johtopäätökset

Tässä selvityksessä arvioitiin, mikä oli Suomessa vuosina 1994 – 2002 toimineen asfalttikartellin toiminnan seurauksena aiheutunut lisä Tiehallinnon/Tielaitoksen kilpailuttamien tienpäälystysurakoiden voittaneisiin tarjoushintoihin kilpailulliseen tilanteeseen verrattuna. Koska yritysten hinnoittelupäätöksiin voivat vaikuttaa useat muut tekijät kielletyn yhteistyön lisäksi, tarvitaan kysymyksen tarkastelemiseen ekonometrisia menetelmiä.

Selvityksen keskeinen johtopäätös on, että kartelli on nostanut urakoiden voittaneita hintoja kilpailulliseen tilanteeseen verrattuna, kun useiden muiden vaihtoehtoisten, hinnoittelun kannalta merkityksellisten tekijöiden vaikutukset on vakioitu. Tulosten perusteella kartellillisä Tiehallinnon/Tielaitoksen kilpailuttamiin urakoihin on **keskimäärin noin 15 % ja aineistoon sisältyvien urakoiden osalta yhteensä noin 21 miljoonaa €**. Kartellillisäarvio saattaa alittaa kartellin todellisen Tiehallinnolle/Tielaitokselle aiheuttaman vahingon, sillä markkinoiden sopeutuminen uuteen kilpailulliseen tilanteeseen vie aikaa<sup>32</sup>.

---

<sup>32</sup> Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että uusien yritysten alalle tulo voi viedä aikaa. Lisäksi kartellin aikana ja sen johdosta kartellin jäsenyritykset ovat voineet saada liiketoiminnan kannalta tärkeitä tietoa muista kartellin jäsenyrityksistä, mitä voidaan hyödyntää päätöksenteossa myös kartellin hajoamisen jälkeen.

## Liitteet

### Liite 1 Mallien selittäjät

**Taulukko 1: Laajimmassa mallissa mukana olleet muuttujat ja niiden keskiarvot**

Muuttuja	Lisätietoja	Keskiarvo
Tarjouskilpailun voittanut hinta, euroa		2030695
Kartelli-indikaattori (1: kartelli, 0: ei kartellia)	Kartelliperiodi: 5/1994-2/2002	0.517
Elokuun bitumi-indeksin arvo	Perusvuosi: 1990	191.7
Kuluttajahintaindeksi	Perusvuosi: 1990	120.7
Päällystelajien määrä/10000 tonnia	AB16+SMA16+PAB-V16+PAB-B16+ÖS 16+TAS+varastomassa+muut päällystelajit	4.426
Päällystetoimenpiteiden määrä/10000 m <sup>2</sup>	MP+LTA+MPK+MPKJ+REM/ART+REMO+(P)ABK+TASK+BST(VBST, BEST, REST)+SIP/SOP+pienalueet	63.85
(Päällystetoimenpiteiden määrä/10000) <sup>2</sup>		5704
Korvataanko bitumi-indeksin muutokset (1: kyllä, 0: ei)	Korvataanko yritykselle Bitumi-indeksin mukaan mahdolliset muutokset hinnoissa	0.5104
Tiemerkintä (1: kyllä, 0: ei)	Tilaaajan tiemerkintä	0.2153
Teräsverkkojen määrä/10000 m <sup>2</sup>		0.6791
Urakan kokonaispinta-ala m <sup>2</sup>	Muuttujaan on sisällytetty pienalueet	609549
Kiviainekset (1: kyllä, 0: ei)	Tilaaajan kiviainekset	0.4062
Tilaaajan side-aineet (1: kyllä, 0: ei)		0.3993
Yötöitä (1: kyllä, 0: ei)		0.07639
Jyrsintä/10000 m <sup>2</sup>	Sekoitusjyrsintä+LJYR+TJYR+HJYR+RJYR+JYR	9.062
Karhinta/10000 m <sup>2</sup>		0.7177
Kantavuuden parantaminen, MHST, homogenisointi/10000 m <sup>2</sup>		0.2347
Muu rakenteen parantaminen/10000 m <sup>3</sup>		0.867
Avo/sivuojan kaivuu ja laskuojan perkaus m		8040.7
Yritys -indikaattorimuuttujat: Lemminkäinen, Skanska, Valtatie/NCC, muu yritys		
Tiepiiri -indikaattorimuuttujat		

## Taulukko 2: Liitteen 1 taulukossa 1 käytetyt lyhenteet

---

### Sidotun alustan tasausmenetelmät

TAS	Massatasaus
TASK	Kuumennustasaus
TJYR	Tasausjyrsintä
LJYR	Laatikkojyrsintä
RJYR	Reunajyrsintä
KAR	Karhinta

### Pinnan kunnossapitomenetelmät

LTA	Laatta, vakiopaksuinen päällyste
MP	Massapinta
MPK	Kuumennuspinta
MPKJ	Massapinta kuumalle, kuumajyrsinnällä tasatulle alustalle
REM	Kuumasekoitteen asfalttipäällysteen uusiopinta remix –tekniikalla
REM+	Kuumasekoitteen asfalttipäällysteen kaksikerroksinen pinta remix –tekniikalla
REMO	Pehmeän asfalttibetonin (PAB) uusiopinta remix -tekniikalla
ART	Uusiopinta ART –tekniikalla
SIP	Sirotepinta
SOP	Soratien pinta
HJYR	Hienojyrsintä

---

## Liite 2: Selvityksessä käytettyjen tilastollisten termien selitykset

### Ekonometria

Ekonometria on tilastotieteen menetelmien soveltamista taloudellisten ilmiöiden tarkasteluun.

### Estimaatti/estimaattori eli arvio

Aineiston perusteella määritettävä parametriarvuuden piste, joka on jollain kriteerillä mitattuna hyvä estimaatti eli arvio tuntemattomalle parametrille. Estimaattia vastaavaa satunnaismuuttujaa kutsutaan estimaattoriksi.

### Harhaton estimaattori

Estimaattori on harhaton, jos sen odotusarvo vastaa parametrin todellista arvoa. Esimerkiksi otoskeskiarvo on odotusarvon harhaton estimaattori.

### Heteroskedastisuus

Satunnaismuuttujassa esiintyy heteroskedastisuutta, jos sarjalla ei ole vakiovarianssia. Varianssi voi vaihdella esimerkiksi jonkun havaitun muuttujan, kuten ajan, mukaan.

### Hypoteesi ja tilastollinen testaus

Hypoteesi on parametria koskeva väite. Testaamisen tavoitteena on tutkia, onko aineisto sopusoinnussa nollahypoteesin (esimerkiksi: parametri ei poikkea nollassa).

ta) kanssa vai ei. Usein nollassa nollahypoteesin lisäksi määritellään vaihtoehtoinen hypoteesi (esimerkiksi: parametri poikkeaa nollassa).

### **Indikaattorimuuttuja**

Indikaattorimuuttuja saa arvon yksi, jos joku ehto toteutuu, ja muulloin arvon nolla.

### **Keskivirhe ja varianssi**

Keskivirhe tarkoittaa tilastotieteessä keskimääräistä virhettä ja se kuvaa satunnaisvaihtelun suuruutta. Kun keskivirhe on pieni, on estimaatti tarkka, eli selitettävän muuttujan ja selittäjän välinen korrelaatio tunnetaan tarkasti. Keskivirheen avulla lasketaan parametrien luottamusvälit. Varianssi saadaan, kun keskivirhe korotetaan toiseen potenssiin, ja se kuvaa sitä, kuinka kaukana arvot ovat odotusarvosta.

### **Kontrollimuuttuja**

Kontrollimuuttujien avulla pyritään tässä selvityksessä vakioimaan vaihtoehtoisten selityksen vaikutukset hintoihin. Tällöin ei olla varsinaisesti kiinnostuneita näiden selittäjien vaikutuksesta hintoihin eikä siten siitä, kuinka luotettavia arvioita niiden muuttujien kerroin-arvioista saadaan.

### **Korrelaatio**

Korrelaatio kuvaa kahden muuttujan välistä *tilastollista* ja lineaarista riippuvuutta. Se voi saada arvoja väliltä -1 ja 1. Jos muuttujien välinen korrelaatio on 1, ovat ne keskenään täysin lineaarisesti riippuvia, (esimerkiksi: päällysteen hinta muuttuu täsmälleen samassa suhteessa, kun bitumin hinta muuttuu) ja korrelaatio on ollessa nolla, ne eivät ole ollenkaan lineaarisesti riippuvia (esimerkiksi: päällysteen hinta ei muutu ollenkaan, kun bitumin hinta muuttuu).

### **Luottamusväli**

Luottamusväli on parametriavaruuden rajoitettu osajoukko, joka sisältää suurella varmuudella tuntemattoman parametrin. Tyypillisesti lasketaan 95 % prosenttien luottamusväli estimoidulle parametrille. Yleisesti tämä tarkoittaa, että arvioidun parametrin todellinen arvo sijaitsee toistetussa otannassa keskimäärin vähintään 95 % tapauksista kyseisen välin sisällä.

### **Mallispesifikaatio**

Mallispesifikaatiolla tarkoitetaan tilastollisen mallin parametrien kokonaisuutta. Tilastollisten mallien spesifikaatiot muuttuvat, kun mallissa käytettäviä muuttujia vaihdetaan tai muuttujille tehdään muunnoksia.

### **Odotusarvo**

Odotusarvo on satunnaismuuttujan jakauman painopiste ja sitä voidaan arvioida aineistossa otoskeskiarvon avulla.



**P-arvo eli havaittu merkitsevyystaso**

Tilastollisessa hypoteesin testauksessa käytetty p-arvo on tunnusluku, joka mittaa aineiston ja nollahypoteesin yhteensopivuutta ja saa arvoja väliltä 0 ja 1. Pieni p-arvo merkitsee sitä, että aineisto todistaa nollahypoteesia vastaan ja nollahypoteesi voidaan jopa hylätä. Tässä selvityksessä nollahypoteesi hylätään, jos p-arvo on pienempi kuin tai likimain 0,05.

p-arvo on likimain tai pienempi kuin 0,05 = kerroinarvio on tilastollisesti merkitsevä 5 % merkitsevyystasolla = aineisto on lievästi nollahypoteesia vastaan,

p-arvo on pienempi kuin 0,01 = kerroinarvio on tilastollisesti merkitsevä 1 % merkitsevyystasolla = aineisto todistaa voimakkaasti nollahypoteesia,

p-arvo on pienempi kuin 0,001 = kerroinarvio on tilastollisesti merkitsevä 0.1 % merkitsevyystasolla = aineisto todistaa hyvin voimakkaasti nollahypoteesia vastaan.

**Regressiomalli**

Regressiomallit ovat tilastollisia menetelmiä, joiden tarkoituksena on kahden tai useamman muuttujan välisen riippuvuuden olemassaolon, voimakkuuden ja muodon selvittäminen.

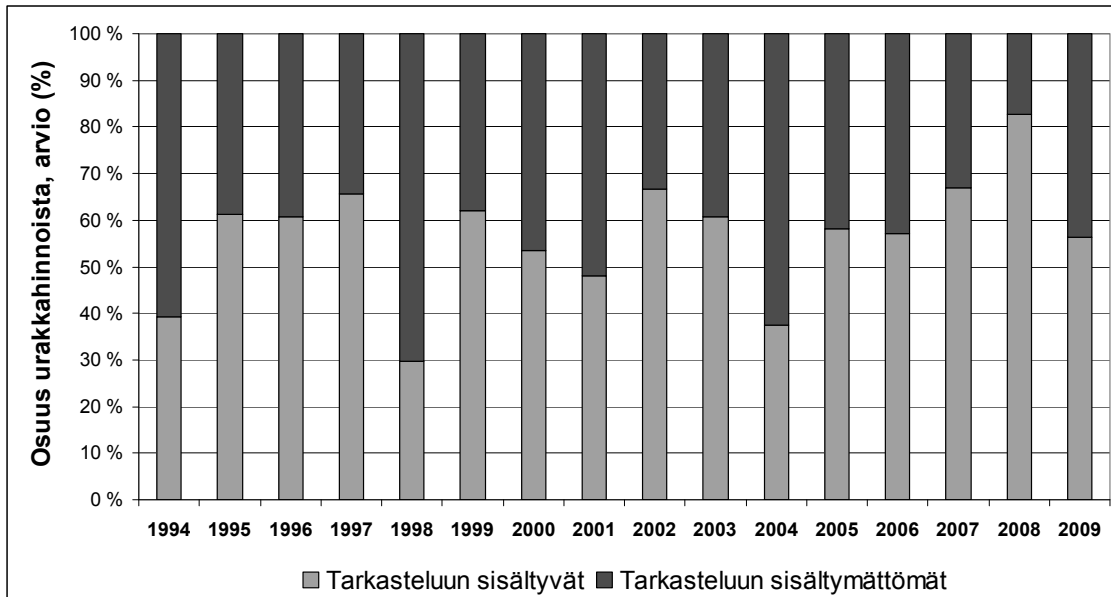
**Robustisuus**

Robustisuudella tarkoitetaan mallien tulosten pysyvyyttä tai todenmukaisuutta, kun mallin oletukset, muuttujat tai alkuarvot muuttuvat. Tässä tutkimuksessa robustisuudella tarkoitetaan sitä, miten kartellilisen arvo muuttuu, kun tilastolliseen malliin tehdään muutoksia.

**Selitysaste**

Regressiomallin selitysaste, joka vaihtelee välillä 0 ja 100 %, kuvaa, kuinka paljon malli selittää selitettävän muuttujan kokonaisvaihtelusta. Toisin sanoen, jos selitysaste on nolla, malli ei selitä selitettävän muuttujan (esim. hinnan) kokonaisvaihtelusta mitään, ja jos se on 100 %, malli selittää selitettävän muuttujan kokonaisvaihtelun täysin.

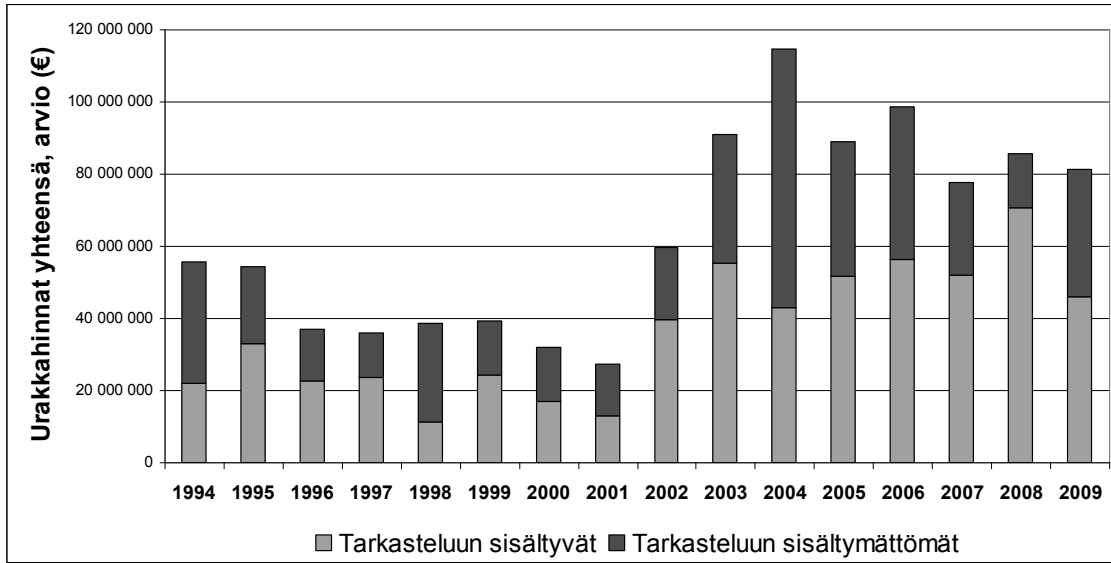
### Liite 3 Tarkasteluun sisältyvät urakat



Kuva 1: Aineiston edustavuus tarkasteluajanjaksona 1994–2009

Tarkastelusta on jouduttu jättämään pois kilpailutettuja urakoita seuraavista syistä.

- Aineisto on tuhottu arkistoista vanhentuneina 10 vuoden säilytysajan päätyttyä.
- Kaikkia tarkasteluun tarvittavia tietoja/asiakirjoja ei löydy arkistoista tai niitä ei ole tarjouspyynnössä esitetty (esim. kohdesuunnitelmat).
- Urakka sisältää vain yhtä erikoistyölajia (esim. jyrshintä, stabilointi, paikkaus, SIP/SOP).
- Urakan ratkaisuperuste on vertailuhinta (eikä halvin hinta kuten yleensä).
- Sisältö eroaa selvästi muista tienpäällystysurakoista, esim. pitkäaikaiset palvelusopimukset eivät ole tarkastelussa mukana.
- Voittanut tarjous perustuu vaihtoehtoiseen suunnitelmaan.



Kuva 2: Kilpailutetut tienpäällystysurakat vuosina 1994-2009

Liitteen 3 kuvissa 1 ja 2 vuosittaiset % -osuudet perustuvat päällystys-/kilpailuttamisohjelmissa mainittuihin urakkasopimushintoihin seuraavasti (ohjelmien tiedoissa ei tarjoushintoja)

**1994-1996** kilpailutettujen urakoiden verottomat urakkahinnat

**1997-1999** kilpailutettujen urakoiden verottomat urakkahinnat

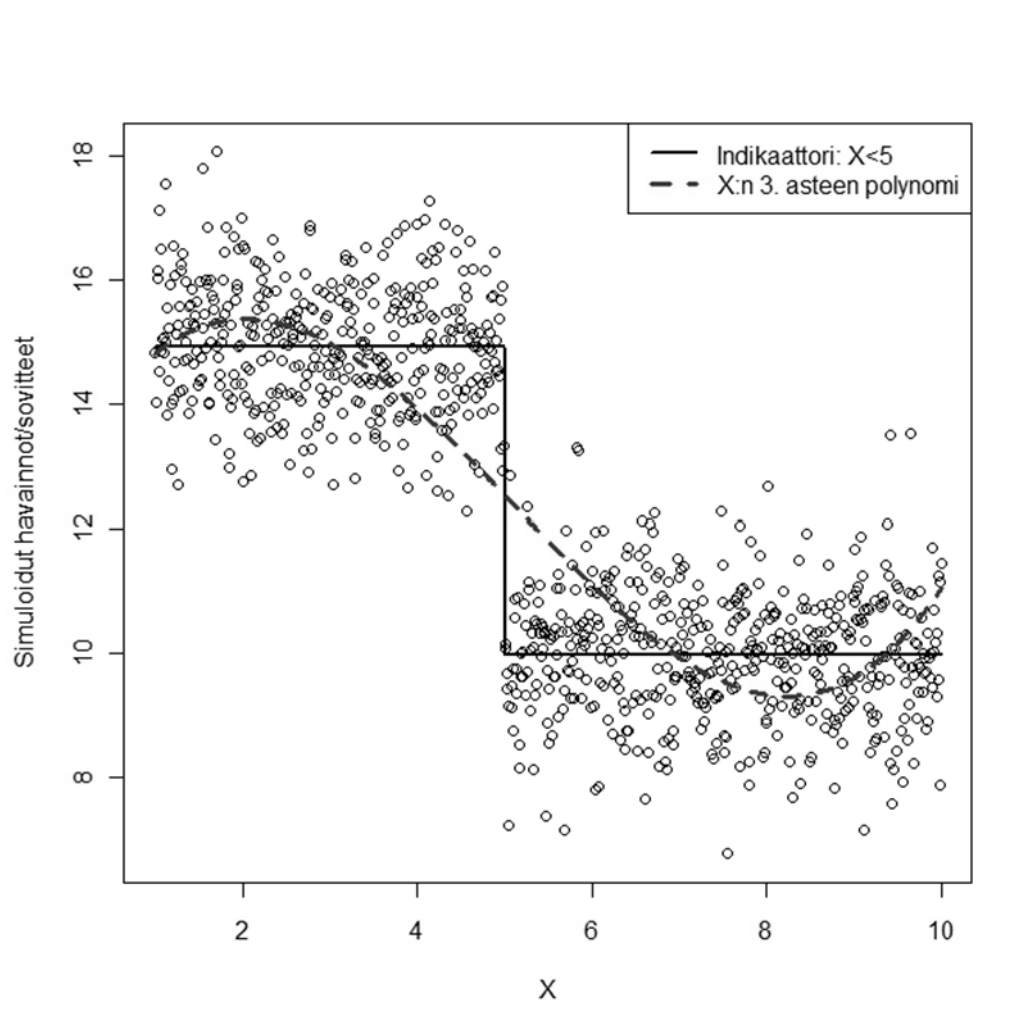
**2000** kilpailutettujen urakoiden verottomat tarjoushinnat  
(kilpailuttamisohjelma puuttuu -> ei tarkkaa tietoa urakoiden kokonaisvolyymistä)

**2001-2009** kilpailutettujen urakoiden verottomat urakkahinnat

HUOM! Vuosien 1994–1997 päällystysohjelmissa ei ollut selkeää mainintaa siitä, onko kyseessä kilpailutettu/kilpailuttamaton urakka. Tarkastelussa Tielaitoksen urakat on luokiteltu kilpailuttamattomiksi ja kaikki muut kilpailutetuiksi mikäli tarkempaa tietoa ei ole ollut saatavilla. Tästä johtuen kilpailutettujen urakoiden joukossa voi olla mukana joitakin kilpailuttamattomia suora hankintauraakoita.

#### Liite 4 Porrasfunktio

Kuva 1 havainnollistaa porrasfunktion approksimointia 3. asteen polynomilla simuloidussa aineistossa. Esimerkin aineisto rakennettiin seuraavalla tavalla: ensin muodostettiin muuttuja X, joka saa arvoja 1:stä 10:een. Selitettävä muuttuja (Y) sai puolestaan arvon 15, jos X oli pienempi kuin 5, ja muuten arvon 10. Lisäksi muuttujan Y arvoihin lisättiin vaihtelua standardoidusta normaalijakaumasta, jonka odotusarvo on 0 ja varianssi yksi. Kuvassa 11 on esitetty pisteinä Y:n simuloidut havainnot kullekin X:n arvolle.



*Kuva 1 Porrasfunktio ja 3. asteen polynomi simuloidussa aineistossa*

Kuvassa 1 on esitetty sovitteet kahdesta mallista X:n funktiona. Porrasfunktion tapauksessa sovite  $\hat{\gamma} + \hat{\beta}1[X < 5]$ <sup>33</sup> on mallista, jossa Y:tä on selitetty vakiolla ja

<sup>33</sup>  $1[X < 5]$  tarkoittaa indikaattorimuuttujaa, joka saa arvon 1, jos X on pienempi kuin 5 ja muulloin arvon nolla.

indikaattorimuuttujalla, joka saa arvon 1, jos  $X$  on pienempi kuin 5, ja muulloin arvon nolla. Katkoviivalla kuvatun funktion tapauksessa mallin sovite on  $\hat{\gamma} + \hat{\beta}_1 X + \hat{\beta}_2 X^2 + \hat{\beta}_3 X^3$ , joka saadaan, kun  $Y$ :tä selitetään  $X$ :n kolmannen asteen polynomilla. Kuvan perusteella kolmannen asteen polynomi approksimoi melko hyvin indikaattorinmuuttujan avulla saatua porraskäyrää. (Kuva 11)

## Lähteet

- Baker, J. B. – Rubinfeld, D. L. (1999): Empirical Methods in Antitrust Litigation: Review and Critique. *American Law and Economics Review*, Vol. 1, s. 386-435.
- Cameron, A. C. – Trivedi, P. K. (2005): Microeconometrics – Methods and Applications. *Cambridge University Press*, New York, USA.
- Davidson, R. – J. G. MacKinnon (2004): Econometric Theory and Methods. *Oxford University Press, Inc.*, New York, USA.
- Kilpailuvirasto (2002): Epäilty Saalishinnoittelu Tielaitoksen Hoidon Alueurakoissa. Dnro 615/61/99, 25.1.2002.
- Klemperer, P. (2008): Competition Policy in Auctions and “Bidding Markets”. *Handbook of Antitrust Economics*, toim. Buccrossi, P., MIT Press, Cambridge, MA, USA.
- Korkein Hallinto-oikeus (2009): Korkeimman Hallinto-oikeuden Päätös – Kilpailunrikkomismaksua koskeva asia. KHO:2009:83 Taltionumero: 2389.
- Kuhn, K.-U. (2001): Fighting Collusion: Regulation of Communication between Firms. *Economic Policy*, 2001, s. 169-204.
- Milgrom, P. (2004): Putting Auction Theory to Work. *Cambridge University Press*, Cambridge, UK.
- Motta, M. (2004): Competition Policy – Theory and Practice. *Cambridge University Press*, Cambridge, UK.
- Rubinfeld, D. L. (2009): Antitrust Damages. *Research Handbook on the Economics of Antitrust Law*, Einer Elhauge (toim.).

**VATT VALMISTELURAPORTIT -SARJASSA ILMESTYNEITÄ**  
**PUBLISHED VATT POLICY REPORTS**

1. Janne Tukiainen – Ville Mälkönen: Jätekuljetuksen sopimusmallien yritysvaikutukset. Helsinki 2010.
2. Antti Moisio – Heikki A. Loikkanen – Lasse Oulasvirta: Public services at the local level – The Finnish way. Helsinki 2010.
3. Juha Halonen – Timo Rauhanen – Erkki Siivonen: Julkisten organisaatioiden veroetuedet. Helsinki 2010.
4. Tuuli Ylinen: Työkyvyttömyyseläkkeet ja työnantajan omavastuuperiaate TEL:sta TyEL:iin. Helsinki 2010.
5. Outi Kröger – Timo Rauhanen (toim.): Verotuet Suomessa 2009. Helsinki 2010.
6. Jenni Pääkkönen: Koulutuksen markkinoilla – arvioita ammattikorkeakoulujen tehokkuuseroista ja niiden syistä. Helsinki 2010.
7. Antti Moisio: Metropolialueen hallintomallit taloustutkimuksen näkökulmasta. Helsinki 2011.
8. Heikki Pursiainen – Markku Siikanen – Janne Tukiainen – Ville Mälkönen: Asfalttikartellin kunnille aiheuttamien vahinkojen arviointi – Loppuraportti. Helsinki 2011.



VALTION TALOUDELLINEN TUTKIMUSKESKUS  
STATENS EKONOMISKA FORSKNINGSCENTRAL  
GOVERNMENT INSTITUTE FOR ECONOMIC RESEARCH

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus  
Government Institute for Economic Research  
P.O.Box 1279  
FI-00101 Helsinki  
Finland

ISBN 978-951-561-978-5  
ISSN 1798-0305

