

HELSINGIN YLIOPISTO

# **YKSITYISMETSIIEN PUUN TARJONTA**

Pro gradu  
Maatalous- ja metsätieteiden tutkintoa varten  
Metsäekonomia

Lauri Suihkonen  
9/2009



Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty Maatalous- metsätieteellinen		Laitos – Institution – Department Metsäekonomian laitos	
Tekijä – Författare – Author Lauri Suihkonen			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Yksityismetsien puun tarjonta			
Oppiaine – Läroämne – Subject Metsäekonomia			
Työn laji – Arbetets art – Level Pro gradu -tutkielma		Aika – Datum – Month and year Syyskuu 2009	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 51+liitteet
Tiivistelmä Referat – Abstract Suomen metsäteollisuuden puunsaanti riippuu keskeisesti perhemetsänomistajien puunmyynnistä. Yli puolet Suomessa toimivan metsäteollisuuden käyttämästä raaka-aineesta hakataan kotimaisista yksityismetsistä. Metsänomistajan puunmyyntipäätökseen vaikuttavien tekijöiden tunteminen on metsäteollisuudelle sekä koko Suomen kansantaloudelle erittäin tärkeää.  Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää eri puutavaralajien tarjonnan hintajoustoja ja niiden jakautumista aluetasolla Suomessa vuosien 1987–2007 välillä. Tarjonnan alueellisen vaihtelun kuvaamiseksi Suomi jaetaan tutkimuksessa kuuteen eri hinta-alueeseen. Metsäntutkimuslaitoksen kuukausittaisista tilastoista kootun aineiston perusteella laaditaan ekonometrinen malli, jolla selitetään eri puutavaralajien tarjontaa. Tutkimuksessa tarkastellaan pysty- ja hankintakauppojen tarjontaa erikseen. Tutkimuksen teoreettisena viitekehysenä käytetään fisheriläistä kulutus-säästämismallia.  Tulosten mukaan puun tarjonnan hintajoustit ovat pääsääntöisesti positiivisia niin lyhyellä kuin pitkälläkin aikavälillä. Puun hintaodotuksia kuvaavalla viivästetyllä puunhinnalla on puolestaan alkuoletusten mukaisesti negatiivinen vaikutus puun tarjontaan. Tulosten mukaan varsinkin estimoidut lyhyen aikavälin tarjonnan hintajoustit ovat huomattavasti suurempia verrattuna aiempien tutkimusten estimointituloksiin. Tämä johtunee tutkimuksessa käytetystä tiheämmästä havaintovälistä (kuukausi) aiempiin tutkimuksiin verrattuna (vuosi- tai neljännesvuosi). Pitkälle aikavälille estimoidut tarjonnan suhdannevaihtelua kuvaavat joustit olivat samaa suuruusluokkaa kuin aiemmissa uudemmista tutkimuksissa. Tukkipuutavaralajien tarjonnan hintajoustit osoittautuivat kuitupuutavaralajien joustoja suuremmiksi kaikilla puulajeilla.  Hankinta- ja pystykaupamallien joustojen välillä oli havaittavissa selviä eroja. Hankintakauppojen lyhyen aikavälin hintajoustit jäivät pystykaupamallien vastaavia pienemmiksi. Pitkän aikavälin hintajoustoja vertailtaessa myyntitapojen välinen ero oli useissa tapauksissa päinvastainen. Tuloksista voidaan myös havaita, että hinta-alueiden välillä on huomattavia eroja hintajoustoissa. Tämä tulos vahvistaa aiemmissa tutkimuksissa saatuja tuloksia kuitupuutavaralajien tarjonnan alueellisesta eriytyneisyydestä.			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Puun tarjonta, ekonometria, yksityismetsänomistajat, hintajousto, kulutus-säästämismalli			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Viikin tiedekirjasto, Metsäekonomian laitos			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information Luottamuksellinen			



Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty Faculty of Agriculture and Forestry		Laitos – Institution – Department Department of Forest Economics	
Tekijä – Författare – Author Lauri Suihkonen			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Nonindustrial private forest owners wood supply			
Oppiaine – Läroämne – Subject Forest economics			
Työn laji – Arbetets art – Level Master's thesis	Aika – Datum – Month and year September 2009	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 51	
Tiivistelmä Referat – Abstract <p>Finnish round wood industry is reliable on Finnish nonindustrial private forest owners (NIPF) wood sales. More than half of the raw material that Finnish round wood industry uses comes from NIPF's. Therefore, it is important for the Finnish round wood industry and for the whole economy to know the issues that have an effect on NIPF's wood supply.</p> <p>This paper examines the supply of round wood in Finland using the theoretical approach of Fisherian consumption-saving model. This research examines the price elasticity of wood supply in Finland at regional level. To examine the regional markets Finland is divided to six price areas. The monthly price- and quantity data from year 1987 to 2007 is gathered from the Finnish forest research institute (METLA). This paper examines standing sale supply and delivery sale supply separately.</p> <p>The results show that usually price elasticity of wood supply is positive in both short-run and in long-run. The expected price variable's effect on wood supply is negative. The results indicate that estimated short-run elasticities of supply are much greater than in earlier studies. This is because this research uses monthly data where as earlier studies have used quarterly or annual data. The estimated long-run elasticities of supply which describe the reactions to economic trend are in the same magnitude with earlier studies.</p> <p>There were remarkable differences between standing sale models and delivery sale models. In the short-run delivery sale models price elasticities of supply were much smaller than in standing sale models. In the long-run the results were opposite. The results also show that there are remarkable differences between the supplies of round wood on different price areas. This result strengthens earlier research results on regional market differences in Finnish pulpwood supply.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords Wood supply, econometrics, private forest owners, price elasticity, consumption-saving model			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Forestry Library, Library of the Department of Forest Economics			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information Confidential			

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1 Tutkimuksen tausta .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Tutkimuksen tarkoitus .....</b>	<b>4</b>
<b>2 PUUN TARJONNAN MALLINTAMINEN.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Aiemmat tutkimukset .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2 Puunmyyntitavat .....</b>	<b>6</b>
<b>3 PUUMARKKINAT SUOMESSA.....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Puun tarjonnan kehitys Suomessa.....</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Puutavaralajien hintakehitys Suomessa .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3 Puun kysynnän kehitys Suomessa .....</b>	<b>12</b>
<b>3.4 Puumarkkinat eri hinta-alueilla .....</b>	<b>16</b>
<b>4 TEOREETTINEN VIITEKEHYS .....</b>	<b>19</b>
<b>5 AINEISTO JA MENETELMÄT .....</b>	<b>23</b>
<b>5.1 Aineiston yleiskuvaus.....</b>	<b>23</b>
<b>5.2 Puun hinta ja määrä .....</b>	<b>23</b>
<b>5.3 Korko.....</b>	<b>24</b>
<b>5.4 Menetelmät .....</b>	<b>25</b>
<b>5.5 Yhteenveto muuttujista .....</b>	<b>27</b>
<b>6 EMPIIRISET TULOKSET.....</b>	<b>28</b>
<b>6.1 Malli.....</b>	<b>28</b>
<b>6.2 Puutavaralajeittaiset tarjontamallit.....</b>	<b>30</b>
<b>6.2.1 Mäntytukin tarjonta .....</b>	<b>31</b>
<b>6.2.2 Kuusitukin tarjonta .....</b>	<b>32</b>
<b>6.2.3 Koivutukin tarjonta .....</b>	<b>33</b>
<b>6.2.4 Mäntykuitupuun tarjonta .....</b>	<b>33</b>
<b>6.2.5 Kuusikuitupuun tarjonta .....</b>	<b>34</b>
<b>6.2.6 Lehtikuitupuun tarjonta.....</b>	<b>34</b>
<b>6.3 Hinta-alueittaiset tarjontamallit.....</b>	<b>35</b>
<b>7 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET.....</b>	<b>44</b>
<b>KIRJALLISUUS .....</b>	<b>48</b>
<b>LIITTEET.....</b>	<b>53</b>

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Tutkimuksen tausta

Suomen metsäteollisuus on riippuvainen perhemetsänomistajien puunmyynnistä. Yli puolet Suomessa toimivan teollisuuden käyttämästä raaka-aineesta hakataan kotimaisista yksityismetsistä. Metsänomistajan puunmyyntipäätökseen vaikuttavien tekijöiden tunteminen on näin ollen metsäteollisuudelle sekä koko Suomen kansantaloudelle erittäin tärkeää. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää aikasarjaekonometrisen analyysin avulla eri puutavaralajien tarjonnan hintajoustoa ja sen muutoksia yksityismetsien puuntarjonnassa aluetasolla Suomessa.

Metsäverotuksen uudistus ja sen siirtymäkausi on ollut merkittävä puunmyyntiin vaikuttava tekijä. Metsäverotuksen siirtymäkausi alkoi vuoden 1993 alusta, jolloin metsien pinta-ala verotuksesta oli mahdollista siirtyä puun myyntitulojen verotuksen. Aiemmin voimassa ollut pinta-ala verotusta oli mahdollisuus kuitenkin jatkaa siirtymäkauden ajan, vuoden 2005 loppuun asti. Vuonna 2006 kaikki metsänomistajat siirtyivät myyntituloerotuksen piiriin. Mutasen ja Toppisen (2005) tutkimuksen mukaan siirtymäkaudella puuta myytiin aiempaa enemmän, kun metsänomistajat tekivät kauppoja ennen myyntituloerotukseen siirtymistä 2005.

Metsänomistajakunnassa viimeisen kymmenen vuoden aikana tapahtuneista muutoksista merkittävimpiä ovat (Karppinen ym. 2002, Rämö ym. 2005, Järvinen ym. 2006):

- Metsätilojen lukumäärä on kasvanut ja niiden keskikoko pienentynyt.
- Metsänomistajat ikääntyvät (keski-ikä 1990-luvun lopulla 57 vuotta, 2000-luvun alussa 59 vuotta).
- Yhä useampi metsänomistaja asuu tilansa ulkopuolella ja kaupungeissa asuminen on lisääntynyt. Kuitenkin enemmistö omistajista asuu edelleen metsän sijaintikunnassa.
- Naisten ja eläkeläisten osuus metsänomistajista on kasvanut.
- Maanviljelijämetsänomistajien osuus on supistunut ja palkansaajien osuus kasvanut.

Teollisuuden puuhuoltoon liittyvät kysymykset ovat nousseet voimakkaasti esille julkisessa ja poliittisessa keskustelussa viime aikoina. Venäjä ilmoitti ottavansa vuoden 2009 alusta käyttöön korotetut puunvientitullit, joita sittemmin lykättiin vuoden 2010 alkuun. Metsäteollisuus on sulkenut tuotantoyksiköitään viime vuosina. Metsäteollisuus ja sen toimintaympäristö ovat muuttuneet entistä kansainvälisemmäksi. Investointeja on suunnattu ulkomaille. Lisäksi, vaikka kansainvälinen puukauppa on vilkastunut, ja erityisesti Venäjältä on tuotu noin viidesosa Suomessa käytetystä raakapuusta, myös kotimaan puunkysyntä on lisääntynyt (Hänninen ym. 2006). Metsäteollisuustuotteiden tuonti ja vienti ovat pysytelleet 2000-luvulla suurena, mutta sekä tuotannossa että hinnoissa on ollut vaihtelua. Vuonna 2005 tuotantolaitoksia oli työmarkkinakiistojen takia suljettuna ja paperin- ja kartongintuotanto jäi vajaan viidenneksen edellisvuotta pienemmäksi. Vahva talouden kasvu ja rakentaminen lisäsivät sahatavaran kysyntää Suomessa 2006–2007 ja tukkien hinnat nousivat ennätyslukemiin. Puunkorjuuta ovat vaikeuttaneet leudot talvet viime vuosina. Venäjän puutullien takia korvaavaa puutarjontaa kannustavat ohjaustoimenpide-ehdotukset ovat vaikuttaneet puutarjontaan. Myös bioenergian käytön lisäämistä kannustava politiikka lisäänee puun kysyntää.

Hintasuositussopimukset, jotka kattoivat kaikki puutavaralajit, olivat voimassa keväeseen 1991 asti. Hintasuositussopimusjärjestelmän tarkoituksena oli pyrkiä takaamaan puukaupan sujuvuus sekä maailmantalouden kysyntäheilahtelujen vaikutusten tasaaminen puumarkkinoilla. Viimeisistä hintaneuvottelukäytännöistä luovuttiin vuonna 1999. Toppisen ja Kuuluvaisen (1997) mukaan hintasuositussopimukset lisäsivät kuitupuutarjontaa valtakunnan tasolla.

Yksityismetsien puutarjontaan vaikuttavien tekijöiden tunteminen on tärkeää erityisesti metsäteollisuudelle ja metsäpolitiikan päätöksentekijöille. Myös metsien muiden tuotteiden tuotannossa on olennaista tuntea myyntipäätökseen vaikuttavat tekijät. Suomessa metsäteollisuudella on myös suuri alueellinen vaikutus. Metsätalous tuo runsaasti työpaikkoja ja toimeentulomahdollisuuksia maaseutu-alueille. Näin ollen tutkimustuloksia tarvitaan sekä metsä- että ympäristöpolitiikan suunnittelun ja ohjauskeinojen kehittämiseen.

## 1.2 Tutkimuksen tarkoitus

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää eri puutavaralajien tarjonnan hintajoustavuutta ja sen muutoksia yksityismetsien puuntarjonnassa aluetasolla Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen kuukausittaisista tilastoista kootun aineiston perusteella laaditaan ekonometrinen malli, jolla selitetään puutavaralajien tarjontaa.

Aiemmat puuntarjonnan tutkimukset eivät ole tarkastelleet metsäverouudistuksen siirtymäkauden jälkeistä aikaa. Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ulottaa tarkastelu myös siirtymäkauden jälkeiseen aikaan. Tutkimuksen tarkasteltava ajanjakso on 1987–2007. Aiemmissä vastaavissa tutkimuksissa ei ole myöskään eroteltu eri puunmyyntitapoja, hankinta- ja pystykauppaa. Tässä tutkimuksessa on tarkoituksena tarkastella kyseisiä eri puunmyyntitapoja erikseen.

Tässä tutkimuksessa ei tarkastella muita kuin metsien puuntuotannollisia arvoja. Metsien virkistysarvoa tai muita metsien sosiaalisia- tai ekologiaasia-arvoja ei oteta tutkimuksessa huomioon, koska käytetyssä aineistossa tämä ei ole mahdollista. Näillä arvoilla on kuitenkin todettu olevan merkitystä metsänomistajan puunmyyntikäyttäytymiseen. (Kuuluvainen ym. 1996, Karppinen 2000)

## 2 PUUN TARJONNAN MALLINTAMINEN

### 2.1 Aiemmat tutkimukset

Hintajoustotutkimuksia ja puunmyyntiä koskevaa mallinnustutkimusta on Suomessa tehty pitkään. Suomen raakapuumarkkinoita on yleisimmin mallinnettu aikasarja-ekonometrisin menetelmin. Myös poikkileikkaus dataan perustuvia tutkimuksia on tehty (Kuuluvainen 1989, Kuuluvainen ym. 1996). Teoreettisessa tarkastelussa on käytetty yleisesti kahden periodin hakuuomallia ja hyötyyn perustuvaa rotaatiomallia (Kuuluvainen ja Tahvonen 1999, Uusivuori ja Kuuluvainen 2005, Toivonen ym. 2006). Tutkimuksissa estimoidut tarjonnan hintajoustit ovat olleet useimmiten tilastollisesti merkitseviä sekä etumerkiltään positiivisia, eli tarjonta lisääntyy hinnan noustessa (liite 1). Pitkän aikavälin joustot ovat olleet useimmissa aiemmissä tutkimuksissa välillä 0–1 (Kuuluvainen ym. 1988, Leppänen ym. 2001). Uudemmissa tutkimuksissa on estimoitu myös paljon suurempia pitkän aikavälin hintajoustoja sahatukeille (Mutanen ja Toppinen 2005: 2,38–2,81).

Taloustieteen teoriassa päätöksentekijän oletetaan maksimoivan hyötyjensä annettujen rajoitteiden puitteissa. Favadan (2007, s 23) tuoreessa väitöskirjassa todetaan hinnan olevan tärkein yksittäinen tekijä puunmyyntipäätöksissä. Kuitenkin myös metsänomistukseen liittyvillä muilla kuin taloudellisilla tavoitteilla todettiin olevan vaikutusta hakkuiden tasoon. Viime vuosikymmenien aikana analyyseissa onkin taloudellisen hyödyn rinnalle nostettu tarkasteluun myös muita metsäomistajan mahdollisesti tärkeinä pitämiä seikkoja kuten suojele- tai virkistysyötyjä. Myös metsänomistajien tavoitteita koskevat kyselytutkimukset tukevat vahvasti muiden hyötyjen mukaanottoa hyödynmaksimointi tehtävässä. Metsänomistajia on useissa tutkimuksissa voitu ryhmitellä ja tyypitellä heidän metsilleen antamiensa tavoitteiden mukaan (Kuuluvainen ym. 1996, Karppinen 2000, Horne 2006, Rämö ja Toivonen 2007). Tässä tutkimuksessa otetaan huomioon ainoastaan metsänomistukseen liittyvät taloudelliset tavoitteet.

Toppisen ja Toivosen (1998) ja Tillin ym. (2000) tutkimustulosten mukaan erityisesti kuitupuumarkkinat ovat alueellisesti eriytyneet. Tästä syystä tässä tutkimuksessa puun tarjontaa tarkastellaan hinta-alueella.

Puun hintakehityksellä on merkittävä vaikutus metsätalouden kannattavuuteen. Mikäli hinnan odotetaan seuraavalla periodilla laskevan nykyisestä, puun tarjonta kasvaa nykyisellä periodilla (Aronsson 2000). Puun hintakehitys on myös metsänomistajien keskuudessa käytetyin mittari, jolla oman metsätalouden kannattavuutta arvioidaan (Tilli ym. 2009).

Eri puunmyyntitapoja ei aiemmissa tutkimuksissa ole varsinaisesti eroteltu. Rekikosken ym. (2001) tutkimuksessa käsiteltiin eri puunmyyntitavoilla ostetun kuitupuun markkinoiden eroavaisuuksia ja hintadiskriminointia. Tutkimuksessa havaittiin, että ennen puun myynnin hintasopimusjärjestelmän loppumista vuonna 1991 eri puunmyyntitavat eivät muodostaneet yhtenäisiä markkinoita. Sopimuskauden jälkeen hankinta- ja pystykauppahintojen välinen vaihtelu on ollut yhtenäisempää, vaikka hankintalisä on laskenut korjuukustannuksia ripeämmin. Tutkimuksessa ei saatu viitteitä hintadiskriminoinnista.

## **2.2 Puunmyyntitavat**

Tässä tutkimuksessa puun tarjontaa tarkastellaan erikseen pystykaupoissa ja hankintakaupoissa. Metsätalastollisen vuosikirjan (2008) mukaan yleisimmät puunmyyntitavat Suomessa ovat pystykauppa ja hankintakauppa. Pystykaupassa myyjä luovuttaa ostajalle hakkuuoikeuden metsäänsä sovitulle, ennalta rajatulle alueelle. Pystykaupassa hinta määritetään kantohintana. Hankintakaupassa myyjä vastaa sovitun puumäärän korjuusta ja kuljetuksesta kaukokuljetusreitillä varteen, määräaikaan mennessä. Hinta määritetään hankintahintana, johon sisältyy myös puun hakkuu ja kuljetuskustannukset tien varteen. Pysty- ja hankintakaupan erotusta kutsutaan hankintalisäksi, joka koostuu puun kaatamiskustannuksista ja kuljetuskustannuksista kaukokuljetusreitillä varteen. Hankintakaupoilla myydään tavallisesti harvennusleimikoita. Metsätalastollisen vuosikirjan (2008) mukaan kuitupuun osuus hankintakaupoista on tällä vuosikymmenellä ollut noin kaksi kolmasosaa.

Hankintakauppojen osuus kaikista puukaupoista on ollut tällä vuosikymmenellä noin 20 prosenttia, joka vastaa noin 10 miljoonan kuutiometrin vuotuista hakkuumäärää (Metsätalastollinen vuosikirja 2008). Hankintahakkuiden osuus markkinahakkuista laskenut tasaisesti 1980-luvulta lähtien, mutta vuosittainen hankintahakkuumäärä on pysynyt melko tasaisena. Tapion taskukirjan (2002) mukaan teollisuuden koneellis-

tunut puunkorjuu, sekä hankintakauppojen kannattavuuden heikkeneminen ovat olleet merkittävimmät tekijät, jotka ovat kasvattaneet pystykauppojen osuutta.

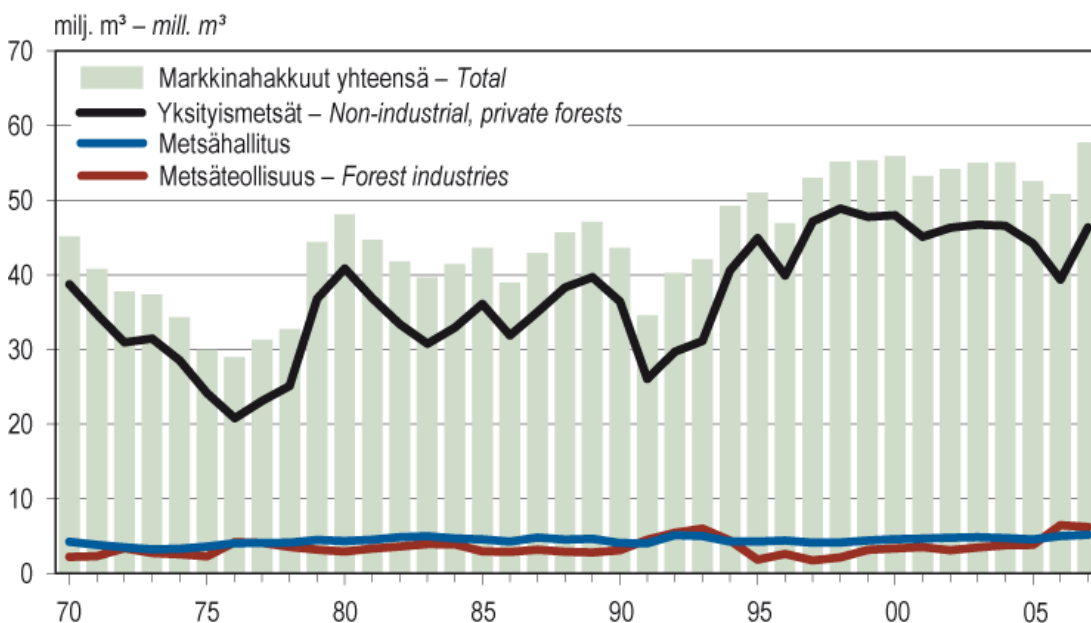
Seuraavassa luvussa tarkastellaan Suomen puumarkkinoita vuosien 1987–2007 välillä. Luvussa esitellään puun hintakehitystä ja puun tarjontaa pysty- ja hankintakaupoilla. Lisäksi luvussa tarkastellaan puun kysynnässä tapahtuneita muutoksia tarkasteltavan ajanjakson aikana. Lopuksi tarkastellaan puutavaralajien tarjonnan alueellista jakautumista hinta-alueittain.

### 3 PUUMARKKINAT SUOMESSA

#### 3.1 Puun tarjonnan kehitys Suomessa

Vuonna 2007 metsäteollisuus osti puuta yksityismetsistä 40,5 miljoonaa kuutiometriä, mikä on suurempi määrä kuin koskaan aikaisemmin. Vuonna 2006 vastaava määrä oli 32,4 miljoonaa kuutiometriä. Tämä määrä on yli 11 prosenttia suurempi kuin vuonna 2005, mutta seitsemän prosenttia pienempi kuin kymmenen edellisen vuoden keskiarvo (Metsätilastollinen vuosikirja 2008). Vuoden 2007 alun puuntarjontaa lisäsi puun hinnan nopea nousu. Vuoden 2006 alun puuntarjontaa heikensi metsäverotuksen siirtymäkauden päätyminen. Puun hintojen nousu kasvatti kuitenkin puun tarjontaa 2006 loppuvuodesta.

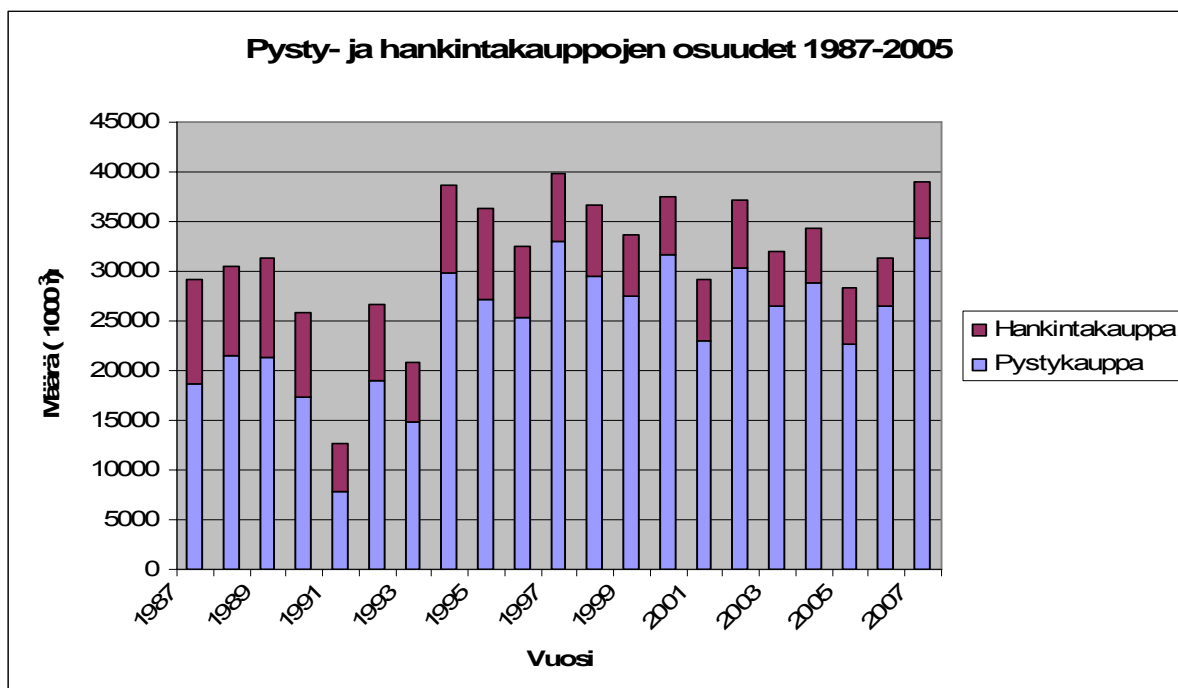
Vuonna 2007 myös markkinahakkuut kääntyivät nousuun ja saavuttivat uudet ennätyslukemat (Kuva 1). Vuoden 2007 markkinahakkuut ylsivät 57,7 miljoonaan kuutiometriin. Vuoden 2006 markkinahakkuut olivat 50,8 miljoonaa kuutiometriä, joka oli noin kolme prosenttia edellisvuoden hakkuita pienempi määrä. Vuoden 2006 markkinahakkuiden kokonaismäärän vähennys johtui yksityismetsien hakkuiden pienenemisestä, jotka olivat olleet laskussa vuodesta 2005 lähtien.



Kuva 1. Markkinahakkuut omistajaryhmittäin 1970–2007. (Metsätilastollinen vuosikirja 2008, s. 171)

Ovaskaisen ja Ripatin (1998) mukaan metsäverotuksen siirtymäkausi vahvasti raaka-  
puuntarjontaa sen alkuvuosina 1993–1995. Pinta-alaverotukseen jääneiden tilojen  
puuntarjonta lisääntyi veromuutoksen alkuvuosina noin kolmella neljäsosalla verrat-  
tuna muutosta edeltäneeseen tilanteeseen vuosien 1982–1992 välillä. Puun myyntitu-  
lojen verotukseen välittömästi siirtyneiden metsänomistajien hakkuut ovat sen sijaan  
pysyneet siirtymäkaudella sitä edeltäneellä tasolla.

Eri puunmyyntitavoittain tarkasteltuna hankintakauppojen suhteellinen osuus on ollut  
laskussa tällä vuosikymmenellä (Kuva 2). Metsätilastollisen vuosikirjan (2008) mu-  
kaan vuonna 2007 yksityismetsistä hakattiin 46,4 miljoonaa kuutiometriä puuta, josta  
hankintakauppojen osuus oli 7,3 miljoonaa kuutiometriä. Vuoden 2006 yksityismet-  
sien hakkuista (yhteensä 39,4 milj. m<sup>3</sup>) 32,5 miljoonaa kuutiometriä myytiin pysty-  
kaupalla ja hankintakaupoilla myytiin 6,9 miljoonaa kuutiometriä. Hankintakauppo-  
jen osuus yksityismetsissä laski näin ollen edellisvuoden tasosta yhdellä prosenttiyk-  
siköllä ollen keskimäärin 16 prosenttia. Tällä vuosikymmenellä hankintakauppojen  
osuus yksityismetsissä on laskenut alle 20 prosenttiin, kun 1980-luvulla keskimäärin  
kolmannes- ja 1990-luvulla keskimäärin neljännes yksityismetsien puukaupoista teh-  
tiin hankintakaupoilla.

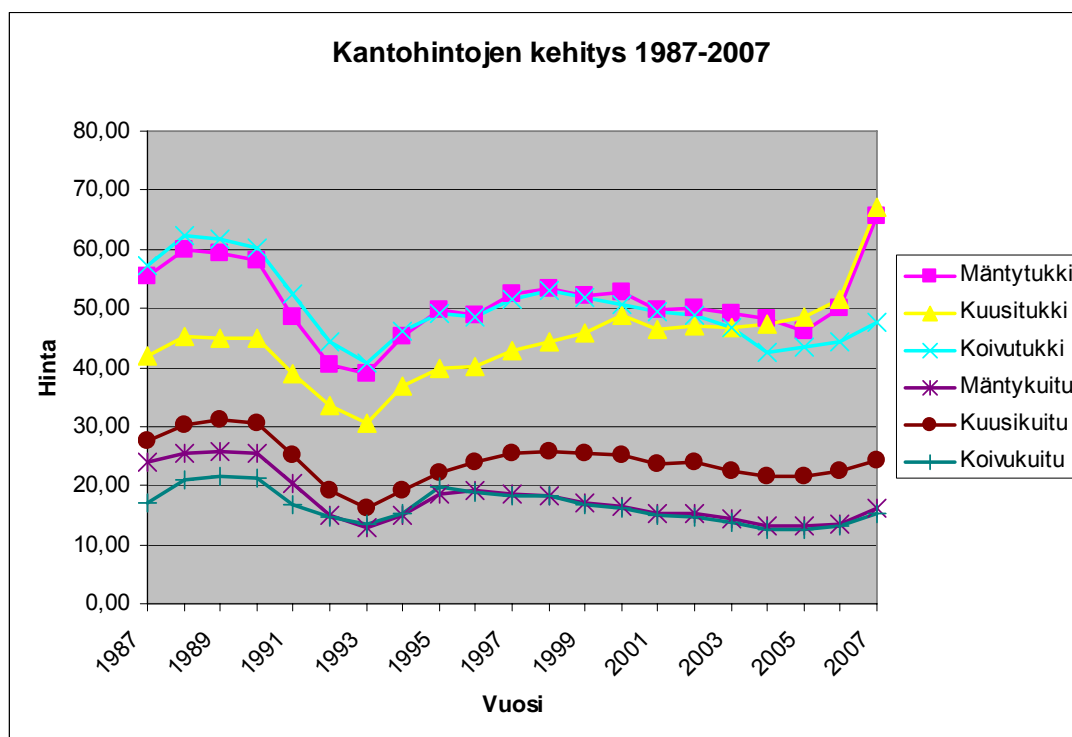


Kuva 2. Yksityismetsien pysty- ja hankintakauppojen osuudet 1987–2007. (Metinfo-  
tietokanta)

Tillin ym. (2009) tuoreessa metsänomistajakyselytutkimuksessa 3 000 metsänomistajalle lähetettiin kysely, jossa tiedusteltiin heidän tulevaisuuden puunmyyntiaikeita ja metsätalouden kannattavuutta. Noin 60 prosenttia vastanneista metsänomistajista ilmoitti aikovansa todennäköisesti myydä puuta vuosien 2007–2009 välisenä aikana. Suurta muutosta metsänomistajien puunmyynneissä ei ole siis tutkimuksen mukaan tapahtumassa, sillä noin kaksi kolmasosaa vastanneista metsänomistajista ilmoitti myyneensä puuta vuosien 2004–2006 välisenä aikana. Metsänomistajilla oli tutkimuksen mukaan myös samansuuntaisia puunmyyntiaikeita vuosien 2010–2015 väliselle ajalle.

### 3.2 Puutavaralajien hintakehitys Suomessa

Puutavaralajien reaalisia kantohintoja tarkasteltaessa (Kuva 3) huomataan että kaikkien puutavaralajien hinta on ollut kasvussa vuonna 2007. Etenkin sahatavaran kysynnän kasvusta aiheutunut havutukkipuiden hintakehitys on ollut erittäin voimakasta. Koivutukin hinta on jäänyt 2000-luvulla havutukkien hintakehityksestä jälkeen. Kuusitukin hintakehitys on puolestaan lähtenyt selvään nousuun 2000-luvulla.



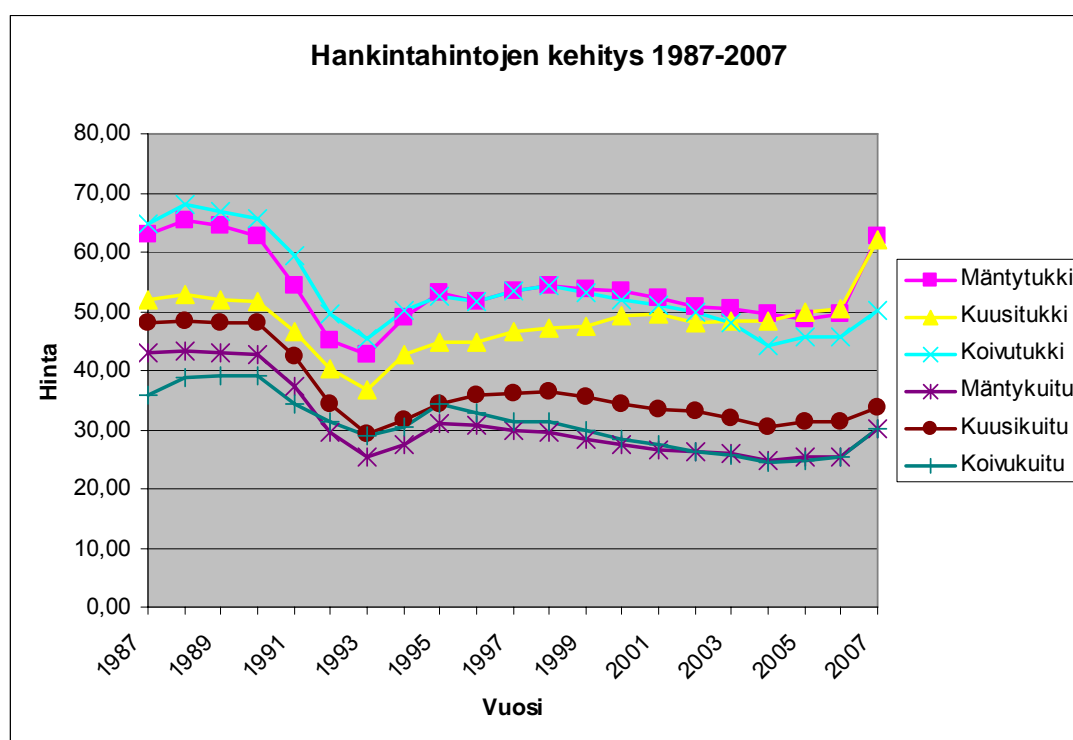
Kuva 3. Raakapuun kantohinnat<sup>1</sup> vuosittain 1987–2007. (Metinfo- tietokanta)

<sup>1</sup> Hinnat ovat ilmoitettu €/m<sup>3</sup> vuoden 2007 rahana. Hinnat on deflaoitu elinkustannusindeksillä.

Vuodesta 2005 lähtien kuusitukista on maksettu kaikkein korkeinta hintaa. Kuusi ja mäntytukin hinnoittelu on 2000-luvulla yhtenäistynyt merkittävästi. Kuitupuusta kuusikuitu on ollut selvästi arvokkainta koko tarkasteltavan ajanjakson ajan. Koivu- ja mäntykuitupuun hinnat ovat liikkuneet hyvin yhtenäisesti 90-luvulta lähtien (Met-sätilastollinen vuosikirja 2008).

Vuoden 2007 nimelliset kantohinnat nousivat keskimäärin 25 prosenttia edellisvuoden tasosta. Suurinta nousu oli mänty- ja kuusitukilla, joiden hinnat nousivat noin kolmanneksella. Myös kuitupuiden hintakehitys kääntyi ensimmäistä kertaa 2000-luvulla nousuun. Vuoden 2006 nimelliset kantohinnat kasvoivat puolestaan keskimäärin 8 prosenttia vuoden aikana. Tukkipuun kantohinnat nousivat 8–10 prosenttia ja kuitupuutavaralajien hinnat 5–6 prosenttia.

Vuonna 2007 kuitupuun kanto- ja hankintahintojen kehitys erkanivat toisistaan. Tukkipuun hankintahinnat nousivat kuitupuun hankintahintoja selvästi enemmän (Kuva 4).



Kuva 4. Raakapuun hankintahinnat<sup>2</sup> vuosittain 1987–2007. (Metinfo- tietokanta)

<sup>2</sup> Hinnat ovat ilmoitettu €/m<sup>3</sup> vuoden 2007 rahana. Hinnat on deflaoitu elinkustannusindeksillä.

Hankintahintojen nousuun on metsätilastollisen vuosikirjan (2008) mukaan vaikuttanut kuitupuun hyvänä pysynyt kysyntä. Tukkipuulla kanto- ja hankintahintojen välinen kehitys jatkui ennallaan. Myös tukkipuun hankintahinnat nousivat selvästi edellisvuoden tasosta.

Tukkien hinta hankintakaupoissa nousi vuonna 2006 keskimäärin 2–3 prosenttia ja kuitupuutavaralajien hankintahinnat 1–4 prosenttia edellisvuoden tasosta. (Metsätilastollinen vuosikirja 2007)

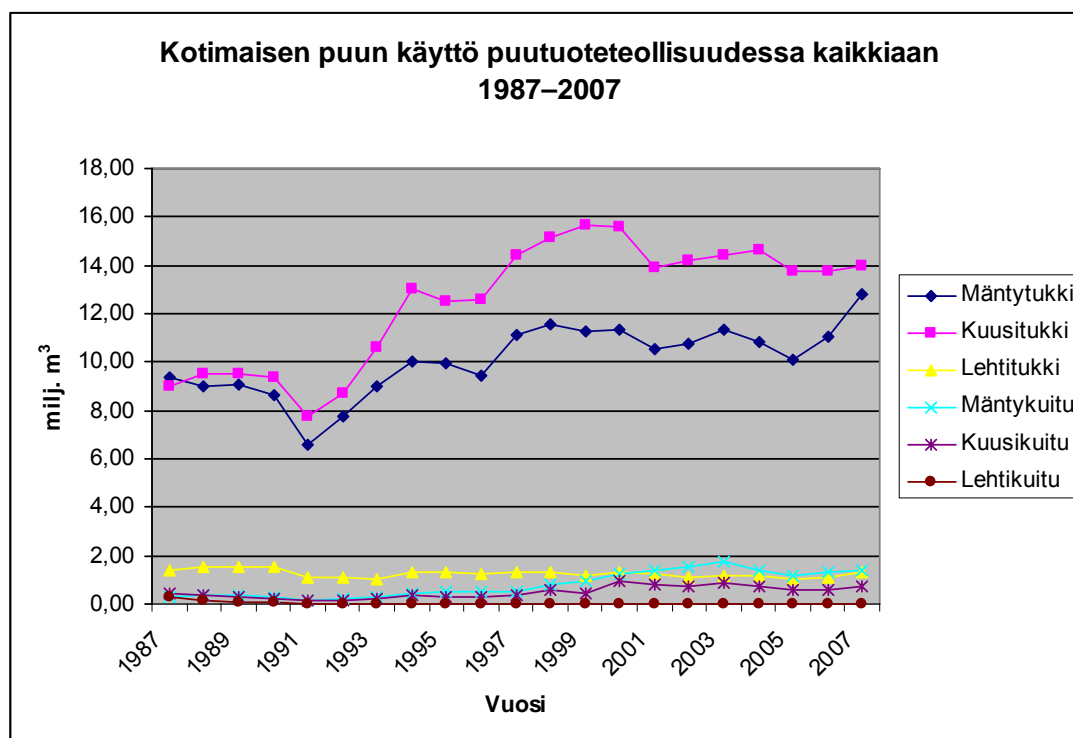
Tillin ym. (2009) tutkimuksessa pyydettiin metsänomistajia arvioimaan puun hintakehitystä vuosina 2007–2009. Vuoden 2007 alussa tehdyn kyselyn tulosten mukaan noin 80 prosenttia metsänomistajista arvioi puun hinnan olevan vuoden 2009 loppupuolella korkeampi kuin alkuvuonna 2007.

### **3.3 Puun kysynnän kehitys Suomessa**

Tässä osiossa tarkastellaan puun kysyntää vuosien 1987–2007 välillä Suomen metsäsektorilla. Puun kysyntää tarkastellaan kahdella eri lähestymistavalla. Aluksi puun kysyntää kuvataan puutavaralajeittaisella puun käytön kehityksellä.

Tuontipuun osuus teollisuuden puunkäytöstä väheni vuonna 2007 noin 17 prosenttia edellisvuodesta. Metsäteollisuus korvasi tuontipuuta kotimaisella puulla (Metsätilastollinen vuosikirja 2008). Lehtikuitupuuta lukuun ottamatta kaikkien kotimaisten puutavaralajien käyttö puutuoteteollisuudessa kasvoi vuonna 2007 edellisvuodesta (Kuva 5). Mäntytukin käyttö oli kasvussa miltei 2 miljoonalla kuutiometrillä. Puun kysyntä on lisääntynyt runsaasti 1990-luvulta lähtien. Vuosien 1994–1996 käyttömäärien notkahduksen aiheutti havusahatavaran ylitarjonta sekä odotettua heikompi rakentamisen kehitys. (Metsäsektorin ajankohtaiskatsaus 1995). Puun kysyntä kääntyi kuitenkin vuonna 1997 jälleen nousuun metsäteollisuustuotteiden kotimaisen ja ulkomaisen kysynnän kasvun myötä. (Metsäsektorin suhdannekatsaus 1998–1999)

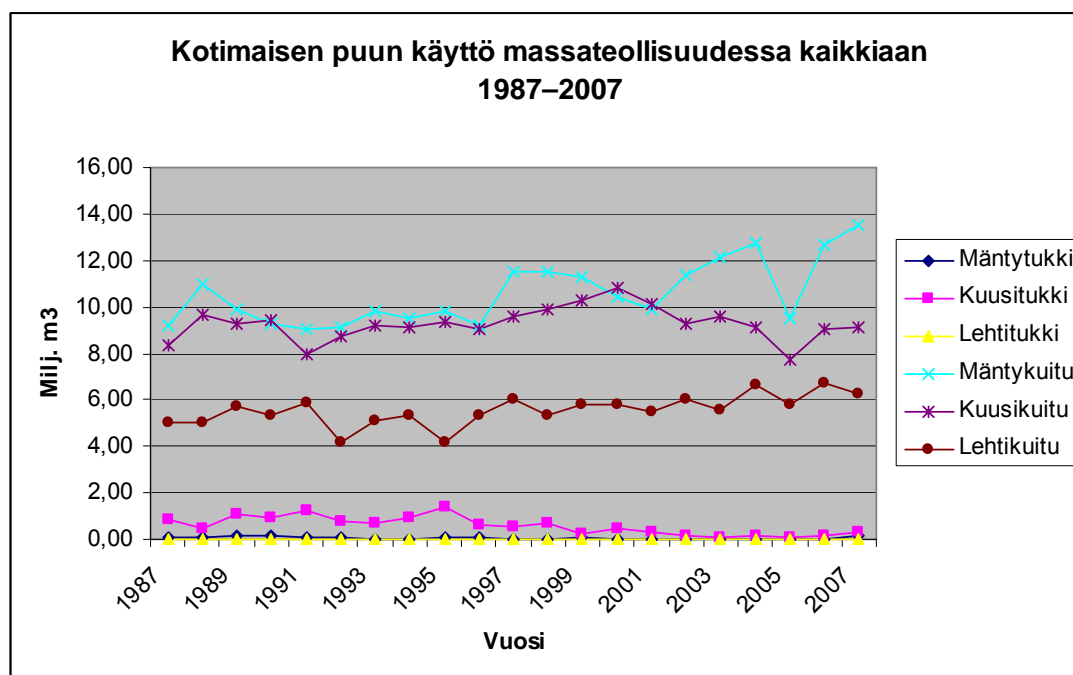
---



Kuva 5. Puun käyttö puutuoteteollisuudessa Suomessa vuosina 1987–2007. (Metsätalostollinen vuosikirja 2008)

Kysynnän kasvu on kohdistunut erityisesti havutukkipuutavaralajeihin. Tosin kuusitukilla 2000-luvun vaihteen huippulukemista ollaan tultu jo hieman alaspäin. 2000-luvun alkupuolen tuotannon alenemisen aiheutti etenkin sahatavaran kysynnän heikkeneminen vientimarkkinoilla (Metsäsektorin suhdannekatsaus 2001–2002). Kuitupuutavaralajien ja koivutukin käyttömäärät ovat puolestaan pysyneet melko tasaisina tarkasteltavan ajanjakson aikana.

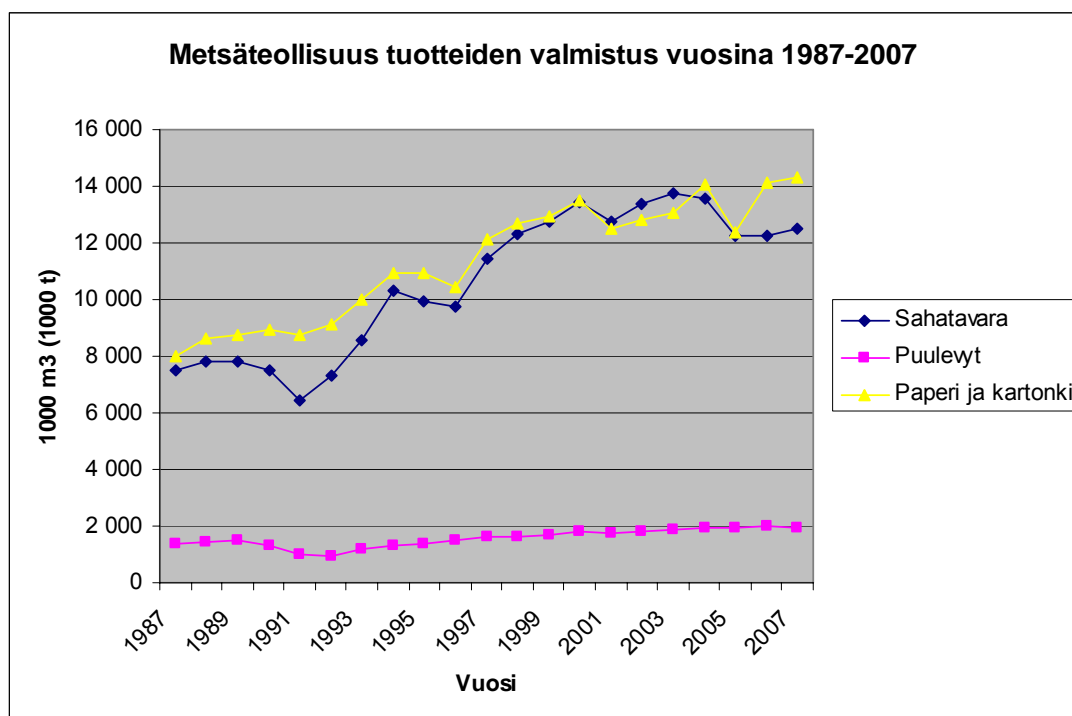
Kotimaisen puun käyttö massateollisuudessa on kasvanut jonkin verran 90-luvun alkupuolelta lähtien etenkin mäntykuidulla (Kuva 6). Tukkipuutavaralajien käyttömäärät ovat pysyneet pieninä koko ajanjakson ajan. Kotimaisen kuusikuidun käyttömäärä massateollisuudessa on 2000-luvulla laskenut selvästi verrattuna 90-luvun käyttömääriin. Vuoden 2005 käyttömäärien notkahdukseen vaikutti huomattavasti massa- ja paperiteollisuuden työkiistojen aiheuttamat tuotannon katkokset (Metsätalostollinen vuosikirja 2008).



Kuva 6. Kotimaisen puun käyttö massateollisuudessa puutavaralajeittain 1987–2007. (Metsätilastollinen vuosikirja 2008)

Massateollisuudessa kotimaisen puun käyttö oli nousussa myös vuonna 2007. Merkittävin kasvu oli kotimaisella mäntykuitupuulla, jonka käyttö kasvoi vuonna 2007 noin miljoonalla kuutiometrillä. Vuonna 2007 ainoastaan kotimaisen lehtikuitupuun käyttö laski edellisvuodesta.

Puun kysyntää voidaan kuvata myös metsäteollisuustuotteiden valmistuksen kehityksellä. Seuraavassa tarkastellaan sahatavaran, puulevyjen sekä paperin ja kartongin tuotantoa vuosien 1987–2007 välillä (Kuva 7). Sahatavaran sekä paperin ja kartongin valmistuksen lisääntyminen on ollut erittäin voimakasta. 80-luvun lopun valmistusmäärät ovat miltei kaksinkertaistuneet 2000-luvulle tultaessa. 1990-luvulla sahatavaran sekä paperin ja kartongin kysynät ovat olleet miltei jatkuvassa nousussa. Rakentamisen suhdannekehityksellä oli suuri merkitys vuosien 1995–1996 väliseen sahatavaran kysynnän heikkenemiseen ja siitä elpymiseen, sillä Suomessa käytetään rakentamiseen n. 80 % sahatavaran kotimaan kulutuksesta (Metsäsektorin suhdannekatsaus 1998–1999). Paperin ja kartongin vuoden 1996 tuotannonlasku selittyy puolestaan tuotantoseisokeilla, jotka johtuivat alkuvuoden heikoista kysyntänäkymistä (Metsäsektorin ajankohtaiskatsaus 1996).



Kuva 7. Metsäteollisuustuotteiden valmistus Suomessa vuosina 1987–2007. (Metsätilastollinen vuosikirja 2008)

Vuonna 2007 metsäteollisuuden tuotanto oli edelleen kasvussa, mutta kasvuvauhti hidastui edellisvuodesta. Metsäteollisuuden tuotteista eniten puuta kului paperin ja kartongin valmistukseen. Kasvua edellisvuoteen kertyi noin 200 000 tonnia. Sahatavaran tuotanto kasvoi noin kahdella prosentilla (250 000 kuutiometriä) edellisvuodesta. Sahatavaran tuotantoa kasvatti alkuvuoden sahatavaran vahva kysyntä (Metsätilastollinen vuosikirja 2008). Metsäteollisuus tuotteiden valmistus on ollut voimakkaassa nousussa 90-luvulta lähtien. Sahatavaran tuotannon kasvuvauhti on kuitenkin hiipunut viime vuosina.

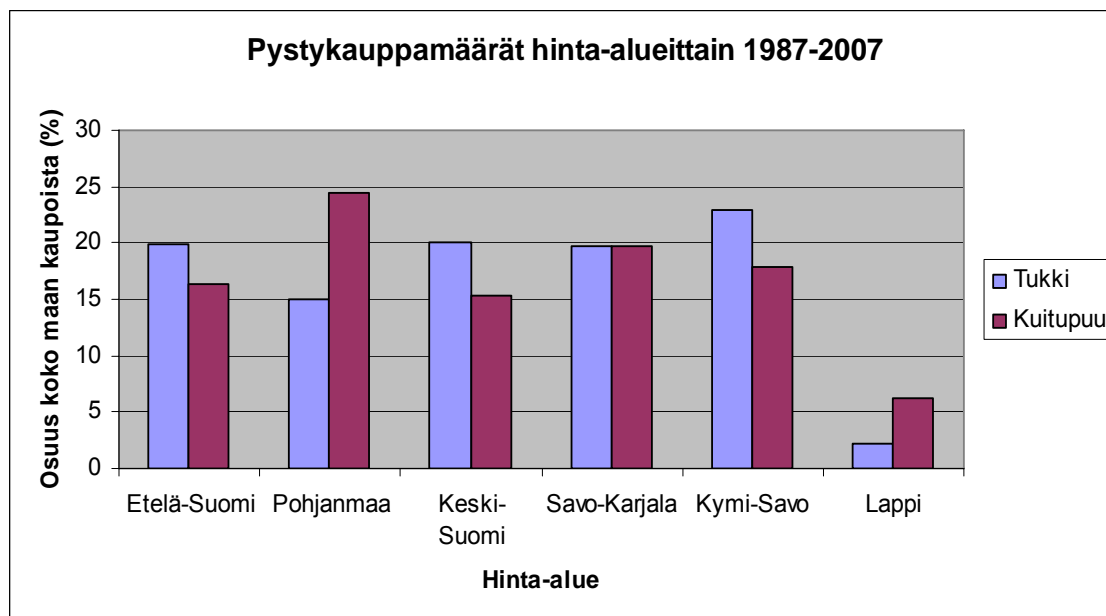
Vuoden 2008 loppupuolella puun kysynnässä ja hinnoissa tapahtui voimakkaita muutoksia. Muutoksien takana oli maailmanlaajuinen taloudellinen taantuma. Taloudellisen taantumien myötä myös puun kysyntä romahti tuotantokapasiteetin pienenemisen takia. Puuntuotannon vähentymisen johdosta myös puun hinta ja metsänomistajien puunmyynnistä saamat puunmyyntitulot tulevat supistumaan selvästi (Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos 2009). Tässä tutkimuksessa keskitytään kuitenkin ainoastaan vuosien 1987–2007 väliseen puukaupan kehitykseen, joten vuoden 2007 jälkeen puun kysynnässä ja hinnoissa tapahtuneet radikaalit muutokset eivät vaikuta tämän tutkimuksen tuloksiin.

### 3.4 Puumarkkinat eri hinta-alueilla

Yksityismetsänomistajat ovat Suomessa Pohjois-Suomea lukuun ottamatta puun keskeisin tarjontalähde. Puun kysyntä puolestaan muodostuu alueellisten pienten ja keskisuurten puunjalostusta harjoittavien yritysten puuntarpeesta sekä suurten metsäyri-tysten alueellisesta hankintatavoitteista. Aiemmista tutkimustuloksista (Tilli ym. 2000 ja Toppinen 1998) on ilmennyt, että erityisesti kuitupuumarkkinat ovat alueelli- sesti eriytyneet. Havutukeilla hintavaihtelu on ollut yhteneväää eri alueiden välillä. Tillin ym. (2000) tutkimuksen mukaan kuitupuumarkkinoiden alueellisen eriytymi- sen syynä voivat olla esimerkiksi markkinoiden rakenteelliset tekijät tai epätäydelli- nen kilpailu kuitupuumarkkinoilla. Alueellisesti eriytyneisiin markkinoihin voivat olla syynä myös metsävarantojen ja metsäteollisuuden epätasainen jako alueellisesti, erilainen metsänomistusmuotojen alueellinen jakautuminen (esim. Pohjois-Suomessa huomattavasti enemmän valtion omistamaa metsää kuin muualla) ja tuontipuun erisuuruiset käyttömäärät alueittain (Toppinen 1998). Tästä syystä tässä tutkimukses- sa tarkastellaan tarjontaa alueellisella tasolla, hinta-alueittain.

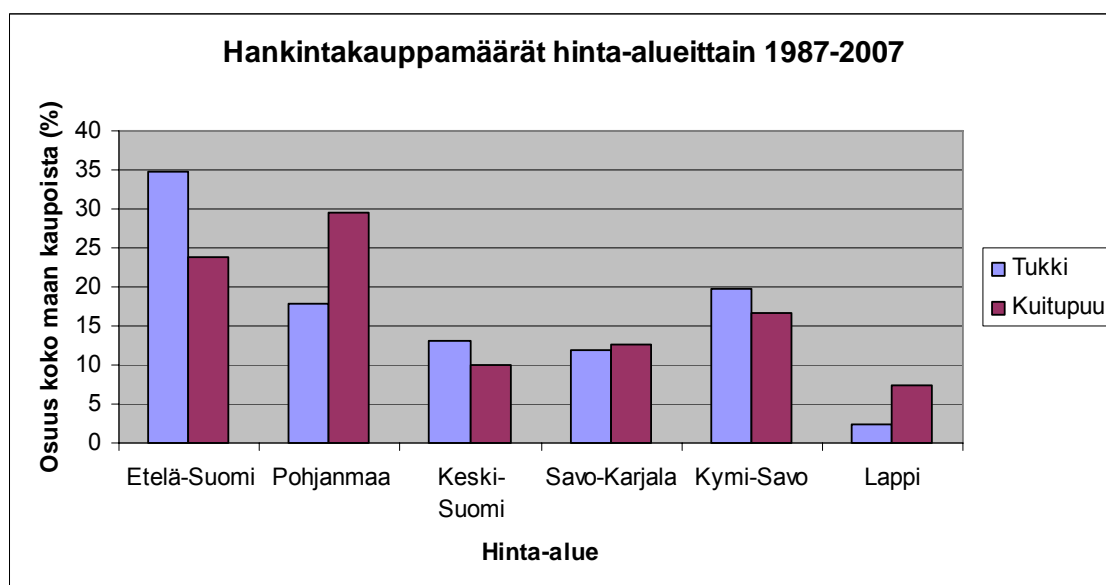
Seuraavassa tarkastellaan hinta-alueittaista puuntarjonnan jakautumista Suomessa. Eroja eri hinta-alueiden alueellisille puumarkkinoille aiheuttavat esim. erot puuva- roissa, puuston rakenteessa, puukauppamäärissä sekä hinnoissa.

Kuvassa 8 on esiteltynä yksityismetsien pystykauppamäärien jakautumista hinta- alueittain tukki- ja kuitupuulle. Tukkipuukaupan volyyymi on ollut suurinta Kymi- Savon hinta-alueella. Kuitupuulla volyyymi on ollut suurinta puolestaan Pohjanmaan hinta-alueella. Lapin hinta-alueen puukauppamäärät ovat sekä tukkipuulla että kuitu- puulla selkeästi muita hinta-alueita pienempiä.



Kuva 8. Hinta-alueiden pystykaupan osuudet koko maan yksityismetsien pystykaupan volyymistä vuosien 1987–2007 välisenä aikana. (Metinfo-tietokanta)

Kuvassa 9 on puolestaan esitettyä yksityismetsien hankintakauppamäärien jakautuminen hinta-alueittain tukki- ja kuitupuuhun. Etelä-Suomen hinta-alueella tukki-kauppojen määrä on ollut selvästi suurempaa kuin muilla hinta-alueilla. Kuitupuuta-varalajien kauppamäärät ovat olleet suurimpia puolestaan Pohjanmaan hinta-alueella. Myös hankintakaupoissa Lapin hinta-alueella kauppojen volyymi on ollut selvästi vähäisintä.



Kuva 9. Hinta-alueiden hankintakaupan osuudet koko maan yksityismetsien hankintakaupan volyymistä vuosien 1987–2007 välisenä aikana. (Metinfo-tietokanta)

Kuvia 8 ja 9 vertailemalla voidaan päätellä, että hankinta- ja pystykauppamäärien jakautumisessa hinta-alueiden välillä on huomattavia eroja. Tukkipuun pystykauppamäärät ovat liki samansuuruisia Etelä-Suomen-, Pohjanmaan-, Keski-Suomen-, Savo-Karjalan- sekä Kymi-Savon hinta-alueilla. Sitä vastoin hankintakauppatavalla Etelä-Suomen hinta-alueen tukkipuukauppamäärät ovat huomattavasti suurempia kuin muilla hinta-alueilla. Kuitupuun pystykaupat ovat myös jakautuneet melko tasan Lapin hinta-alueen lukuun ottamatta. Tosin Pohjanmaan hinta-alue on kauppamääriltään hieman muita edellä. Kuitupuutavaralajien hankintakaupat ovat vahvasti keskittyneet Etelä-Suomen ja Pohjanmaan hinta-alueille.

Etenkin Keski-Suomen ja Savo-Karjalan hinta-alueilla hankintakauppojen osuus koko maan kaupoista on selkeästi pienempi kuin vastaavasti pystykauppojen osuus. Yhteistä molemmille kauppatavoille on se, että Lapin hinta-alueella puukauppamäärät ovat molemmilla kauppatavoilla olleet selvästi vähäisimpiä. Lapin hinta-alueen pienet puukauppamäärät selittyvät hinta-alueen selvästi vähäisimmillä puuvaroilla.

#### 4 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Puun tarjontatutkimuksissa on yleisesti oletettu, että markkinoilla vallitsee täydellinen kilpailu (Brännlund ym. 1985). Myös tässä tutkimuksessa oletetaan täydellinen kilpailu. Täydellisen kilpailun markkinoille on ominaista, että yksittäiset myyjät ja ostajat toimivat hinnan ottajina, eivätkä pysty vaikuttamaan puun hintaan. Hintataso määräytyy yksittäisten myyjien ja ostajien valintojen yhteisvaikutuksesta.

Empiiriset havainnot Suomen puumarkkinoista osoittavat, että markkinoiden epätäydellisyys vaikuttaa yksityismetsänomistajien puuntarjonta käyttäytymiseen (Kuuluvainen ja Salo 1991). Mikäli epävarmuus, epätäydelliset pääomamarkkinat tai muut kuin puuntuotannolliset arvot vaikuttavat metsänomistajan päätöksentekoon, optimaalinen puun tarjonta ja kulutus on päätettävä yhtäaikaisesti. Tästä johtuen muuttajat, jotka vaikuttavat optimaaliseen kulutus päätökseen vaikuttavat myös optimaaliseen hakkuupäätökseen (Hetemäki ja Kuuluvainen 1992).

Tässä tutkimuksessa oletetaan, että puu- ja pääomamarkkinat ovat täydellisesti kilpailevat, jolloin puun hinta ja korkotaso ovat annettuja. Lisäksi oletetaan, että raaka-puun ja pääoman ohella metsän aineettomilla hyödyillä vallitsee täydelliset markkinat. Näin ollen metsänomistajan hyöty on suurinta silloin, kun hakkuutulujen nettonykyarvo maksimoituu. Tällöin metsänomistajan puun tarjontapäätös perustuu mukaan puun nykyiseen hintaan, puun tulevan hintakehityksen ennustukseen, markkinakorkoon, sekä hakattavissa olevaan puuvarantoon. Malli ei ota huomioon metsämaan arvoa, mutta lyhyen aikavälin tarjontapäätöksiin vaikuttavien tekijöiden vaikutussuuntiin ei tällä ole merkitystä. (Ovaskainen ja Kuuluvainen 1994)

Tässä tutkimuksessa metsänomistajan päätöksentekoa kuvataan kahden periodin fisheriläisellä kulutus-säästämismallilla. Kyseisessä lyhyttä aikaväliä kuvaavassa mallissa yksityismetsänomistajan päätösongelma muodostuu siitä, kuinka paljon hakata nyt ja kuinka paljon säästää hakattavaksi seuraavalle periodille. Mallia ovat kehittäneet mm. Koskela (1989) ja Kuuluvainen (1990), ja sitä ovat myöhemmin soveltaneet empiirisissä puumarkkinoiden tutkimuksissa mm. Hetemäki ja Kuuluvainen (1992), Toppinen ja Kuuluvainen (1997) sekä Hänninen ym. (2006). Metsänomistajan päätösongelmaa voidaan kuvata muodossa:

$$\max_{q_t} p_t q_t + \frac{1}{1+r_t} p^e_{t+1} q_{t+1} \quad (1)$$

missä,  $p_t$  on puun nykyinen hinta,  $q_t$  on nykyisen periodin tarjonta eli hakkuumäärä,  $r_t$  on markkinakorko,  $p^e_{t+1}$  on odotettu puun hinta seuraavalla periodilla ( $t+1$ ) ja  $q_{t+1}$  seuraavan periodin puun tarjonta. Puun tarjontaa seuraavalla periodilla voidaan kuvata puuston nykyisten hakkuiden ja puuston kasvunkautta seuraavasti:

$$q_{t+1} = v_t - q_t + g(v_t - q_t) \quad (2)$$

missä  $v_t$  on puuvaranto nykyperiodin alussa ja  $g$  on puuston kasvufunktio. Olettaen, että metsänomistaja kohtaa mallin (1) kaltaisen päätösongelman jokaisen periodin alussa, mallilla voidaan kuvata useamman kuin kahden periodin puuntarjontaa (Ollikainen 2000). Näin ollen yksityismetsänomistajan implisiittinen puuntarjontayhtälö voidaan kirjoittaa muodossa:

$$q_t = q(p_t, p^e_{t+1}, r_t, v_t) \quad (3)$$

+       -       +       +

Mallin 2 muuttujien oletetut vaikutussuunnat on esitetty muuttujien alapuolella. Täydellisten markkinoiden tapauksessa voidaan olettaa nykyisen kantohinnan nousun lisäävän puunmyyntejä eli puun tarjontaa. Hintaodotusten nousu puolestaan laskee puun tarjontaa. Korkotason eli toisin sanoen metsäpääoman kasvattamisen vaihtoehtoiskustannuksen nousu lisää puun tarjontaa. Puuvarannon kasvu myös lisää hakkuita eli puun tarjontaa nykyperiodilla.

Aiemmissa Suomen puumarkkinoita kuvaavissa aikasarjatutkimuksissa puuvarantomuuttujat ovat osoittautuneet tilastollisilta ominaisuuksiltaan ongelmallisiksi ja niiden kerroinestimaattien saamat arvot ovat olleet poikkeuksellisen suuria ja negatiivisia (Mutanen ja Toppinen 2005, Hänninen ym. 2006). Tästä syystä tässä tutkimuksessa käytettävästä puun tarjontamallista on jätetty puuvarantomuuttuja pois

Teoreettinen tarjontayhtälö (3) määrittää muuttujat, jotka tilastolliseen malliin (4) otetaan mukaan. Lyhyen aikavälin dynamiikka otetaan tutkimuksessa huomioon lisäämällä tarjontamalliin muuttujien viivästettyjä arvoja. Tässä tutkimuksessa puun hintakehitysodotuksia kuvataan adaptiivisen mallin avulla. Adaptiivisten hintaodotusten mukaan tulevan periodin hintaodotukset perustuvat siihen mitä menneisyydessä on havaittu tapahtuneen (Kotsoyiannis 1977). Tutkimuksen empiirisen osan regressiomalleissa adaptiivisen hintaodotuksen muodostumista voidaan kuvata yhdellä periodilla viivästetyllä puun hinnalla sekä tarjotulla puumäärällä. Metsänomistajan päätösongelmaa kuvaava estimoitava tarjontamalli voidaan nyt kirjoittaa muodossa:

$$q_t = c_0 + c_1 p_t + c_2 p_{t-1} + c_3 q_{t-1} + c_4 r_t + e_t \quad (4)$$

missä  $e_t$  on virhetermi,  $p_{t-1}$  on viivästetty puunhinta ja  $q_{t-1}$  on viivästetty puuntarjonta. Kertoimet  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_3$  ja  $c_4$  ovat joustoja, mikäli estimoinnissa käytetään muuttujien logaritimuunnoksia.

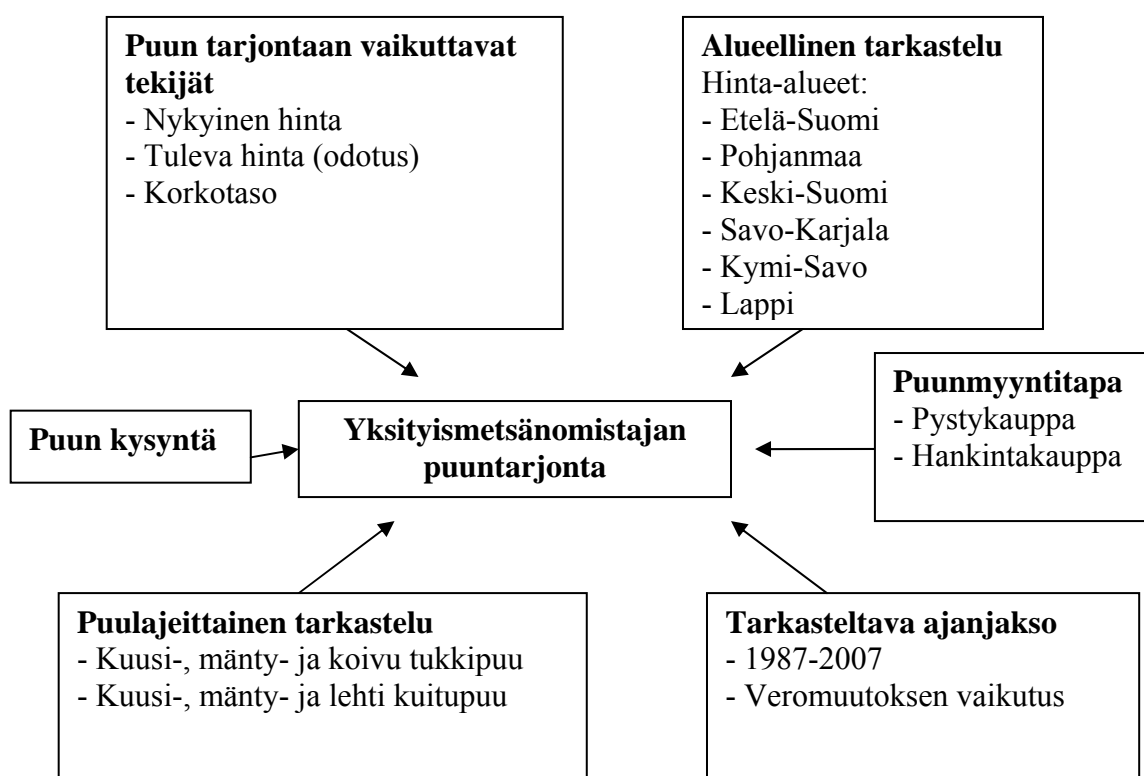
Adaptiivisten hintaodotusten lyhyen aikavälin mallista voidaan laskea myös pitkän aikavälin hintavaikutus. Kahden periodin malli kuvaa lyhyen aikavälin päätös ongelmaa. Lyhyellä aikavälillä puuntarjonta kuvaa optimaalista hakkuu ajankohtaa. Pitkän aikavälin puuntarjonta kuvaa puolestaan kestävän hakkuumäärien keskiarvoa yli ajan. (Ovaskainen 1992). Tässä tutkimuksessa pitkän aikavälin tarjonnan voidaan katsoa kuvaavan metsänomistajien puuntarjonnan sopeutumista suhdanne tilanteeseen. Pitkän aikavälin hintavaikutus lasketaan lyhyen aikavälin mallin hintavaikutusten  $c_1$  ja  $c_2$  sekä määrän sopeutumiskertoimen  $c_3$  avulla seuraavasti: (Kotsoyiannis 1977)

$$e_{LR} = \frac{c_1 + c_2}{1 - c_3} \quad (5)$$

Tutkimuksessa puun tarjontaa tarkastellaan hinta-alueetasolla, koska aiempien tutkimustulosten mukaan kuitupuumarkkinat ovat alueellisesti eriytyneet. Kuitupuumarkkinoilla hinta saadaan markkinoiden ulkopuolelta, jolloin tarjonta määräytyy kuitupuun tarjontayhtälöstä, eikä kysyntää tarvitse tuntea (Johansson & Löfgren 1985 s.191). Uusimpien tulosten mukaan myös tukkipuun kysyntä on osoittautunut hinta-

joustamattomaksi (Mutanen & Toppinen 2005). Näin ollen tässä tutkimuksessa tarjontayhtälön oletetaan riittävän kuvaamaan raakapuumarkkinoita aluetasolla.

Edellä esitetyistä elementeistä on muodostettu tutkimuksen rakenne, joka on esitetty kuvassa 10. Yksityismetsänomistajan puuntarjontaa tarkastellaan tässä tutkimuksessa ottaen huomioon puun tarjontaan vaikuttavat tekijät, hinta-alueittainen tarkastelu, puunmyyntitapa, tarkasteltava ajanjakso, eri puulajit sekä puun kysyntä.



Kuva 10. Tutkimuksen rakenne yksityismetsänomistajan puun tarjonnan määrittämiseksi

## **5 AINEISTO JA MENETELMÄT**

### **5.1 Aineiston yleiskuvaus**

Tämän tutkimuksen puun hinta- ja määräaineistot on koottu Metsäntutkimuslaitoksen kuukausittaisista keskihinta- ja määrätalastoista vuosilta 1987–2007 (METINFO). Markkinakorkoaineisto on kerätty Suomen Pankin kuukausittaisesta Helibor/Euribor -tilastosta.

Aikasarjat koostuvat kuukausittaisista hinta-, määrä- ja korkoaineistoista, joten kussakin aikasarjassa on yhteensä 254 havaintoa. Aikasarjoja on puolestaan yhteensä 84. Aikasarjat koostuvat seitsemästä eri alueesta (6 hinta-aluetta + koko maa), kuudesta eri puutavaralajista ja kahdesta eri puunmyyntitavasta.

Suomen metsäsektorilla on tutkimuksessa tarkasteltavan ajanjakson aikana tapahtunut suuria muutoksia, etenkin metsäverojärjestelmässä. Tästä syystä aineisto on jaettu kolmeen jaksoon kolmen dummy-muuttujan avulla. Ensimmäinen jakso (D87-92) kattaa vuodet 1987–1992, eli ajan ennen metsäverotuksen siirtymäkautta. Toinen jakso (D93-05) kuvaa metsäverotuksen siirtymäkautta eli vuosia 1993–2005. Viimeinen jakso (D06-07) kattaa puolestaan siirtymäkauden jälkeisen aikakauden eli vuodet 2006–2007. Edellä kuvattujen dummy-muuttujien lisäksi mallissa käytetään kuukausittaisia dummy-muuttujia kuvaamaan kuukausittaista kausivaihtelua.

### **5.2 Puun hinta ja määrä**

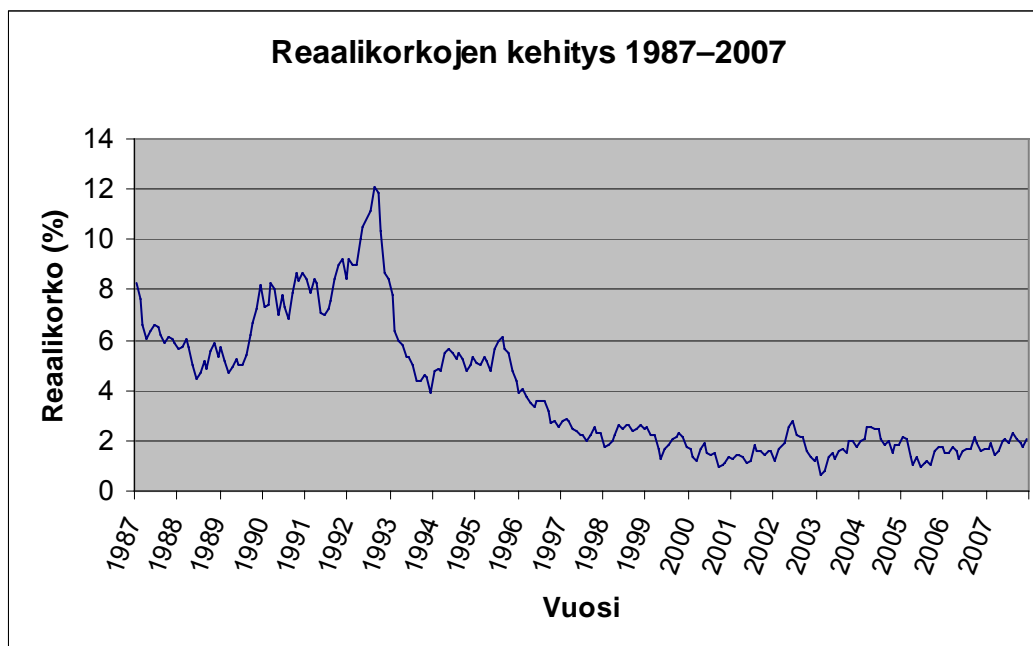
Puutavaralajien hinta- ja määräaineisto kerättiin hinta-alueittain, joita ovat: Etelä-Suomi, Pohjanmaa, Keski-Suomi, Savo-Karjala, Kymi-Savo sekä Lappi. Hintaluokat koostuvat metsäkeskuksista seuraavasti:

Taulukko 1. Metsälautakuntien muuttaminen hinta-alueiksi. (Metsäntutkimuslaitos)

Hinta-alue	Metsäkeskus
Etelä-Suomi	Helsinki Lounais-Suomi Satakunta Uusimaa-Häme Itä-Häme
Pohjanmaa	Etelä-Pohjanmaa Keski-Pohjanmaa Pohjois-Pohjanmaa Kainuu Pohjanmaa(ruots.)
Keski-Suomi	Keski-Suomi Pirkanmaa-Häme
Savo-Karjala	Pohjois-Karjala Pohjois-Savo
Kymi-Savo	Etelä-Savo Etelä-Karjala Itä-Savo
Lappi	Lappi Koillis-Suomi

### 5.3 Korko

Kuvassa 11 on esiteltyä markkinakorkojen kehitys vuosilta 1987–2007. Markkinakoron kuvaamiseen käytetystä Helibor/Euribor -aikaasarjasta voimme havaita markkinakorkojen muuttuneen huomattavasti tarkasteltavana ajanjaksona. Myös markkinakorkoaikasarja deflatoitiin reaaliseksi vuoden 2007 tasoon vähentämällä elinkustannusindeksin vuosimuutoksella arvioitu inflaatiovauhti nimelliskorkotasosta. Vuoden 1990 reilun 12 prosentin reaalkorosta on tultu merkittävästi alaspäin. Vuosina 2003 ja 2005 reaalkorot olivat matalimmillaan yhden prosentin tasolla.



Kuva 11. Reaalikorkojen kehitys<sup>3</sup> vuosina 1987–2007. (Suomen pankki)

#### 5.4 Menetelmät

Ennen tilastollista analyysiä nimelliset hankinta- ja kantohinnat defloitoitiin vuoden 2007 tasolle elinkustannusindeksillä (EKI 1951:10=100, Tilastokeskus). Vuoden 2007 EKI keskiarvopisteluku oli 1662.

Regressiomallien tarkoituksena on tutkia yhden tai useamman selittävän muuttujan vaikutusta selitettävään muuttujaan. Regressiomallien avulla pystytään selvittämään onko selittäville muuttujilla vaikutusta selitettävään muuttujaan ja jos on, niin kuinka voimakas tämä vaikutus on. Usean muuttujan regressiomallissa voidaan samanaikaisesti ottaa huomioon useita tutkittavaan ilmiöön vaikuttavia tekijöitä. Regressiomallien tarkoituksena on estimoida arvot empiirisestä aineistosta vakiolle  $C_0$  ja selittävien muuttujien  $X_i$  regressiokertoimelle  $c_i$ . Koska tässä tutkimuksessa aikasarjat on muutettu luonnollisiksi logaritmeiksi, estimoidut kertoimet kuvaavat joustoja (Pindyck ja Rubinfeld 1988).

Aikasarjojen estimoinneissa täytyy ottaa erilaisia mallinnus strategioita huomioon. Erityisesti virheenkorjaus ja yhteisintegroituvuus mallit ovat tulleet suosituiksi epästationaaristen aikasarjojen analysoinnissa. Mallien tilastollisen luotettavuuden sel-

<sup>3</sup> Korko on laskettu vuoden kuukausittaisten havaintojen keskiarvona. Korko aikasarja on muutettu reaalisiksi elinkustannusindeksin avulla.

vittämiseksi on tärkeää myös tietää ovatko aikasarjat stationaarisia vai eivät (Hetemäki ja Kuuluvainen 1992). Aikasarjojen stationaarisuutta testataan työssä ADF (Augmented Dickey Fuller) -yksikköjuuritestin avulla. Aikasarjan stationaarisuus on aikasarja-analyysissä tutkittavien sarjojen tärkein ominaisuus estimointimenetelmän valinnan ja tulosten luotettavuuden kannalta. Mikäli aikasarja on stationaarinen, aikasarjan keskiarvot ja varianssit ovat vakioita ajan suhteen. Epästationaarisella aikasarjalla puolestaan aikasarjan odotusarvo ja varianssi muuttuvat ajan myötä. Epästationaarisella aikasarjalla on ainakin yksi yksikköjuuri. Tällöin aikasarja täytyy integroida, jotta se saadaan stationaariseksi (Asteriou ja Hall 2006). Jos aikasarjat ovat epästationaarisia, tilastollinen päättely t-testin avulla ei ole luotettavaa, sillä tulokset eivät noudata standardia tilastollista jakaumaa. Tulokset saattavat tällöin sisältää näennäisregressio harhan, jolloin mallin jäännös on autokorreloitunut. (Banerjee ym 1993). Epästationaarisuuden aiheuttamaa harhaa on tutkimuksessa pyritty vähentämään dynaamisella estimoinnilla.

Lisäksi estimoiduille malleille suoritettiin heteroskedastisuustesti (Whiten testi), autokorrelaatiotesti (Brausch-Godfrey LM testi) sekä normaalisuustesti (Jarque-Bera). Heteroskedastisuustesti kertoo ovatko regressiomallin varianssit erisuuria vai samansuuruisia. Jos heteroskedastisuutta esiintyy, OLS estimaatit ovat yhä harhattomia, mutta OLS ei ole enää paras mahdollinen estimaattori, koska sen varianssi ei ole enää minimi varianssi. Heteroskedastisuus ei aiheuta regressiokertoimiin harhattomuutta, mutta sillä saattaa olla vaikutusta muuttujien tilastollista merkitsevyyttä kuvaaviin t-arvoihin. (Asteriou ja Hall 2006). Tämä voi johtaa tilanteeseen, jossa muuttuja ei näytä olevan tilastollisesti merkitsevä selittäjä, vaikka se todellisuudessa sitä olisi. Autokorrelaatio testin tarkoituksena on selvittää ovatko mallin virhetermit korreloituneet keskenään. Autokorrelaatiota voi aiheuttaa esim. mallista puuttuva relevantti selittävä muuttuja. Autokorrelaatio vaikuttaa estimoinnin tehokkuuteen, mutta estimaattien kertoimet ovat yhä harhattomia. Jos autokorrelaatiota esiintyy, t-arvot ovat usein yliarvostettuja ja niihin ei voida täysin luottaa. Seurauksena voi olla, että  $H_0$ -hypoteesi hylätään myös silloin kun se on tosi. Lisäksi autokorrelaation vallitessa mallin selitysaste ( $R^2$ ) voi antaa liian optimistisen kuvan funktiomuodosta (Asteriou ja Hall 2006). Normaalisuutta testaavan Jarque-Bera -testin tarkoituksena on selvittää ovatko sarjojen residuaalit normaalijakautuneita.

Aikasarjat testattiin ja mallit estimoitii EvIEWS -tilasto-ohjelmalla. Estimoinnissa käytettiin pienimmän neliösumman menetelmää (Ordinary least squares, OLS). Pienimmän neliösumman menetelmän avulla aineistosta saadaan estimoitua sellaiset regressiokertoimet, että residuaalien neliöiden summa on mahdollisimman pieni. (Asteriou ja Hall 2006)

## 5.5 Yhteenveto muuttujista

Tutkimuksessa alueittaista puutavaralajien tarjontaa selitetään puunhinnalla, odotetulla hintakehityksellä sekä markkinakorolla. Lisäksi eri ajanjaksojen välistä vaihtelua kuvataan kolmella jakso dummy-muuttujalla sekä kuukausi dummy-muuttujilla. Yhteenveto työssä tarkasteltavista hinta-alueista, puutavaralajeista, puutavaralajitiedoista sekä dummy-muuttujista on esitetty taulukossa 2. Taulukossa 2 esitellään myös aikasarjojen nimeämisen käytäntö.

Taulukko 2. Muuttujat ja niitä kuvaavien aikasarjojen nimeäminen.

Metsäkeskus	Tunnus	Puutavaralaji	Pystykaupat m <sup>3</sup>	Hankintakaupat €/m <sup>3</sup>	Kantohinta €/m <sup>3</sup>	Hankintahinta €/m <sup>3</sup>
Etelä-Suomi	1	Mäntytukki	qpmati	qhmati	pkmati	phmati
Pohjanmaa	2	Kuusitukki	qpkuti	qhkuti	pkkuti	phkuti
Keski-Suomi	3	Koivutukki	qpkoti	qhkoti	pkkoti	phkoti
Savo-Karjala	4	Mäntykuitu	qpmaki	qhmake	pkmaki	phmake
Kymi-Savo	5	Kuusikuitu	qpkuki	qhkuki	pkkuki	phkuki
Lappi	6	Koivukuitu	qpleki	qhleki	pkleki	phleki
Jakso dummyt:						
Jakso 1(1987–1992)	D87-92		i=(1,2,3,4,5,6)			
Jakso 2(1993–2005)	D93-05		r=korko			
Jakso 3(2006–2007)	D06-07					
Kuukausidummyt:						
Tammikuu	D1					
Helmikuu	D2					
Maaliskuu	D3					
Huhtikuu	D4					
Toukokuu	D5					
Kesäkuu	D6					
Heinäkuu	D7					
Elokuu	D8					
Syyskuu	D9					
Lokakuu	D10					
Marraskuu	D11					
Joulukuu	D12					

## 6 EMPIIRISET TULOKSET

### 6.1 Malli

Aikasarjojen epästationaarisuutta testattiin tutkimuksessa siten, että testiin otettiin mukaan viisi viivettä, vakio sekä deterministinen aikatrendi. Kyseistä viiveiden lukumäärää on käytetty myös aiemmissa kuukausitason puumarkkinatutkimuksissa (mm. Tilli ym. 2000).

Epästationaarista aikasarjaa, jolla on yksi yksikköjuuri, kuvataan symbolilla  $I(1)$ . Jos epästationaarisella aikasarjalla on  $d$  yksikköjuurta, käytetään merkintää  $I(d)$ . Mikäli aikasarja on puolestaan stationaarinen, käytetään merkintää  $I(0)$ , koska sillä ei ole yksikköjuurta. (Asteriou ja Hall 2006). ADF-testien tulokset on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Alueittaisten puun hinta- ja määrä-aikasarjojen epästationaarisuus testin tulokset.

Muuttuja	t-ADF	Päätelmä	Muuttuja	t-ADF	Päätelmä	Muuttuja	t-ADF	Päätelmä
qpmat1	-7.296	I(0)	qhkot3	-3.781**	I(0)	pkkut6	-3.720**	I(0)
qpkut1	-8.321	I(0)	qhmat4	-6.634	I(0)	pkkot6	-4.610	I(1)
qpkot1	-8.968	I(0)	qhkut4	-7.530	I(0)	pkmat1-6	-4.818	I(1)
qpmat2	-6.254	I(0)	qhkot4	-6.208	I(0)	pkkut1-6	-5.038	I(1)
qpkut2	-6.654	I(0)	qhmat5	-6.108	I(0)	pkkot1-6	-4.877	I(1)
qpkot2	-5.679	I(0)	qhkut5	-7.492	I(0)	pkmak1	-5.413	I(1)
qpmat3	-5.705	I(0)	qhkot5	-6.560	I(0)	pkkuk1	-5.468	I(1)
qpkut3	-7.155	I(0)	qhmat6	-3.535**	I(0)	pklek1	-5.759	I(1)
qpkot3	-6.787	I(0)	qhkut6	-4.795	I(0)	pkmak2	-5.235	I(1)
qpmat4	-6.160	I(0)	qhkot6	-	-	pkkuk2	-5.909	I(1)
qpkut4	-6.565	I(0)	qhmat1-6	-6.381	I(0)	pklek2	-5.911	I(1)
qpkot4	-6.520	I(0)	qhkut1-6	-7.985	I(0)	pkmak3	-5.371	I(1)
qpmat5	-6.828	I(0)	qhkot1-6	-7.405	I(0)	pkkuk3	-5.006	I(1)
qpkut5	-7.402	I(0)	qhmak1	-6.405	I(0)	pklek3	-6.261	I(1)
qpkot5	-7.548	I(0)	qhkuk1	-8.857	I(0)	pkmak4	-5.898	I(1)
qpmat6	-6.585	I(0)	qhlek1	-8.04	I(0)	pkkuk4	-5.053	I(1)
qpkut6	-7.377	I(0)	qhmak2	-6.697	I(0)	pklek4	-6.564	I(1)
qpkot6	-	-	qhkuk2	-6.984	I(0)	pkmak5	-5.652	I(1)
qpmat1-6	-6.243	I(0)	qhlek2	-7.221	I(0)	pkkuk5	-4.536	I(1)
qpkut1-6	-7.227	I(0)	qhmak3	-4.904	I(0)	pklek5	-6.160	I(1)
qpkot1-6	-7.380	I(0)	qhkuk3	-7.728	I(0)	pkmak6	-4.889	I(1)
qpmat1	-7.934	I(0)	qhlek3	-7.126	I(0)	pkkuk6	-5.826	I(1)
qpkuk1	-8.920	I(0)	qhmak4	-6.121	I(0)	pklek6	-3.297*	I(0)
qplek1	-8.039	I(0)	qhkuk4	-6.378	I(0)	pkmak1-6	-4.828	I(1)
qpmat2	-6.014	I(0)	qhlek4	-7.118	I(0)	pkkuk1-6	-4.689	I(1)
qpkuk2	-7.167	I(0)	qhmak5	-6.642	I(0)	pklek1-6	-5.644	I(1)
qplek2	-6.984	I(0)	qhkuk5	-7.312	I(0)	phmat1	-5.656	I(1)

qpmak3	-6.419	I(0)	qhlek5	-7.295	I(0)	phkut1	-5.479	I(1)
qpkuk3	-7.675	I(0)	qhmak6	-5.183	I(0)	phkot1	-4.941	I(1)
qplek3	-7.075	I(0)	qhuk6	-5.003	I(0)	phmat2	-5.246	I(1)
qpmak4	-6.044	I(0)	qhlek6	-4.144	I(0)	phkut2	-4.641	I(1)
qpkuk4	-6.463	I(0)	qhmak1-6	-6.115	I(0)	phkot2	-7.061	I(1)
qplek4	-6.631	I(0)	qhuk1-6	-8.407	I(0)	phmat3	-4.953	I(1)
qpmak5	-7.215	I(0)	qhlek1-6	-7.409	I(0)	phkut3	-5.996	I(1)
qpkuk5	-7.514	I(0)	pkmat1	-5.308	I(1)	phkot3	-3.845**	I(1)
qplek5	-7.469	I(0)	pkkut1	-5.487	I(1)	phmat4	-5.686	I(1)
qpmak6	-5.862	I(0)	pkkot1	-5.912	I(1)	phkut4	-5.002	I(1)
qpkuk6	-5.019	I(0)	pkmat2	-4.893	I(1)	phkot4	-4.333	I(1)
qplek6	-6.686	I(0)	pkkut2	-6.093	I(1)	phmat5	-4.426	I(1)
qpmak1-6	-6.610	I(0)	pkkot2	-3.421*	I(1)	phkut5	-4.813	I(1)
qpkuk1-6	-7.598	I(0)	pkmat3	-5.026	I(1)	phkot5	-4.751	I(1)
qplek1-6	-7.172	I(0)	pkkut3	-5.305	I(1)	phmat6	-5.768	I(1)
qhmat1	-5.863	I(0)	pkkot3	-4.900	I(1)	phkut6	-5.319	I(1)
qhkut1	-7.249	I(0)	pkmat4	-5.476	I(1)	phkot6	-	-
qhkot1	-4.975	I(0)	pkkut4	-5.881	I(1)	phmat1-6	-4.275	I(1)
qhmat2	-7.314	I(0)	pkkot4	-4.701	I(1)	phkut1-6	-4.668	I(1)
qhkut2	-7.000	I(0)	pkmat5	-5.097	I(1)	phkot1-6	-4.683	I(1)
qhkot2	-6.663	I(0)	pkkut5	-5.116	I(1)	phmak1	-5.082	I(1)
qhmat3	-5.371	I(0)	pkkot5	-4.723	I(1)	phkuk1	-3.956**	I(1)
qhkut3	-7.797	I(0)	pkmat6	-5.755	I(1)	phlek1	-5.031	I(1)
phmak2	-4.770	I(1)	phkuk4	-4.101	I(1)	phlek6	-6.012	I(1)
phkuk2	-5.276	I(1)	phlek4	-5.765	I(1)	phmak1-6	-4.302	I(1)
phlek2	-5.514	I(1)	phmak5	-4.681	I(1)	phkuk1-6	-3.355*	I(1)
phmak3	-4.590	I(1)	phkuk5	-3.985**	I(1)	phlek1-6	-4.694	I(1)
phkuk3	-5.302	I(1)	phlek5	-6.076	I(1)	r	-6.437	I(1)
phlek3	-5.144	I(1)	phmak6	-6.088	I(1)			
phmak4	-4.972	I(1)	phkuk6	-3.610**	I(1)			

ADF-testien kriittiset arvot  $H_0$ :n hyväksymiselle: 10 % merkitsevyystasolla -3,995, 5 % merkitsevyystasolla -3,428\*\* ja 1 % merkitsevyystasolla -3,137\*.

$H_0$ : aikasarja on stationaarinen

ADF-testitulosten mukaan hinta-aikasarjat olivat tasomuodossa miltei kaikilla hinta-alueilla ja myyntitavoilla epästationaarisia. Mikäli aikasarja osoittautui tasomuodoltaan epästationaariseksi, testattiin aikasarjan ensimmäinen differenssi. Niiden hinta-aikasarjojen, joiden tasomuoto oli epästationaarinen, ensimmäinen differenssi osoittautui stationaariseksi. Puutavaralajien myyntimäärä-aikasarjat olivat puolestaan kaikki tasomuodossa stationaarisia. Korkeaikasarja oli tasomuodossa epästationaarinen. Korkeaikasarjan ensimmäinen differenssi osoittautui kuitenkin stationaariseksi.

ADF-testin jälkeen kaikki puuntarjontamallit estimoitiin yksitellen käyttäen pienimmän neliösumman menetelmää. Estimoitu puuntarjontamalli voidaan kirjoittaa muodossa:

$$\begin{aligned}
q_t = & c_0 + c_1 p_t + c_2 p_{t-1} + c_3 q_{t-1} + c_4 r_t + c_5 D93\_05 + \\
& c_6 D06\_07 + c_7 D1 + c_8 D2 + c_9 D3 + c_{10} D4 + c_{11} D5 + c_{12} D6 + c_{13} D7 + \\
& c_{14} D8 + c_{15} D9 + c_{16} D10 + c_{17} D11 + e_t
\end{aligned}
\tag{6}$$

Mallissa käytettiin jatkuvien muuttujien ohella normaaliasteikollisia dummy-muuttujia. Dummy-muuttujan saadessa arvon 0, sen kuvaama tekijä ei ole voimassa ja vastaavasti muuttujan saadessa arvon 1, tekijä on voimassa. Dummy-muuttujan kerroin kuvaa muutosta selitettävässä muuttujassa, kun dummy-muuttuja muuttuu 0:sta 1:een. (Pindyck ja Rubinfeld 1988).

Kaikille puutavaralajeille estimoitiin aluetasolla sekä koko maan tasolla tarjontayhtälöt. Lisäksi estimoiduille malleille suoritettiin heteroskedastisuustesti (Whiten testi), autokorrelaatiotesti (Brausch-Godfrey LM testi) sekä normaalisuustesti. Heteroskedastisuustestin tarkoituksena on selvittää mallin virhetermien varianssien vakioisuutta. Mikäli virhetermien varianssit eivät ole yhtä suuria, on kyseessä heteroskedastinen malli. Jos taas virhetermien varianssi ovat vakiot, mallia kutsutaan homoskedastiseksi. Autokorrelaatiota mallissa esiintyy, mikäli virhetermien sarja ei ole täysin satunnainen, vaan aikasarjojen virhetermit ovat korreloituneet keskenään. Normaalisuustestissä tarkastellaan puolestaan residuaalien normaalijakautuneisuutta. Seuraavassa kappaleessa esitetään estimoinneista ja eri testeistä saadut tulokset. (Asteriou ja Hall 2006)

## 6.2 Puutavaralajeittaiset tarjontamallit

Taulukossa 4 on esiteltyä koko maan aineistolle laskettuja joustoja sekä t-arvoja hankinta- ja pystykaupoilla. Lyhyen aikavälin tarjonnan hintajoustot ovat huomattavasti korkeampia (noin 6-11) kuin aiemmissa tutkimuksissa estimoidut lyhyen aikavälin hintajoustot (Liite 1). Tämä ero johtuu todennäköisesti siitä, että tässä tutkimuksessa käytettiin kuukausittaista aineistoa, kun aiemmissa tutkimuksissa on pääsääntöisesti käytetty vuositason aineistoja. Tästä johtuen tässä tutkimuksessa lyhyen aikavälin kertoimien tulkinta eroaa huomattavasti aiemmista tutkimuksista. Pitkän aikavälin kertoimet voidaan tässä tutkimuksessa tulkita yksityismetsänomistajien puuntarjonnan sopeutumisenä suhdannetilanteiden vaihteluun.

Taulukko 4. Koko maan tarjontamallit.

<b>Kokomaa</b>									
<b>Pysty</b>	Hinta ( $P_t$ )	t-arvo	$P_{t-1}$	t-arvo	$Q_{t-1}$	t-arvo	$r_t$	t-arvo	$P_t$ (pitkä aikaväli)
Koivutukki	11,648	8,783	-11,385	-8,379	0,676	14,315	-0,313	-0,177	0,810
Lehtikuitu	6,759	9,203	-6,710	-9,029	0,675	15,298	-3,066	-2,134	0,149
Kuusitukki	11,327	8,642	-10,855	-8,458	0,049	12,864	1,320	0,575	0,497
Kuusikuitu	9,706	8,460	-9,685	-8,283	0,684	13,740	-0,578	-0,283	0,066
Mäntytukki	11,594	9,344	-11,367	-9,170	0,695	15,345	-1,233	-0,704	0,743
Mäntykuitu	7,592	8,560	-7,751	-8,506	0,703	15,544	-3,269	-2,243	-0,538
<b>Hankinta</b>									
Koivutukki	5,188	4,235	-3,849	-3,085	0,520	8,867	4,777	2,718	2,790
Lehtikuitu	9,153	7,767	-9,267	-7,746	0,514	10,103	0,231	0,183	-0,233
Kuusitukki	7,791	6,487	-7,979	-6,586	0,627	12,746	-0,059	-0,027	-0,505
Kuusikuitu	12,105	8,612	-12,050	-8,235	0,581	11,408	1,251	0,770	0,132
Mäntytukki	9,097	7,848	-8,712	-7,432	0,565	11,290	0,495	0,302	0,886
Mäntykuitu	6,256	5,865	-6,226	-5,637	0,452	8,244	-3,287	-2,603	0,055

Pitkän aikavälin tarjonnat ovat samaa suuruusluokkaa kuin aiemmissa tutkimuksissa. Pitkän aikavälin joustoille on tässä työssä laskettu ainoastaan joustojen kertoimet. Pitkälle aikavälille ei ole laskettu kertoimien tilastollista todennäköisyyttä ilmentäviä t-arvoja, mikä heikentää osaltaan pitkän aikavälin kertoimien tulkintaa.

Koko maan malleissa molemmat hintamuuttujat sekä viivästetty tarjontamuuttuja osoittautuivat tilastollisesti merkitseviksi. Sen sijaan korkomuuttuja osoittautui vain joka kolmannessa mallissa merkitseväksi. Useimmissa tarjontayhtälöissä, joissa korkomuuttuja osoittautui tilastollisesti merkitseväksi, koron kerroin osoittautui alkuoletusten vastaisesti negatiiviseksi. Myös aiemmissa Suomen puumarkkina tutkimuksissa korkojoustoiksi on saatu negatiivisia arvoja (esim. Toppinen ja Kuuluvainen 1997 sekä Hänninen ym. 2004). Aiemmissa tutkimuksissa negatiivista korkojoustoa on selitetty mm. hakkuupäätöksiin liittyvällä hintaepävarmuudella. Pitkällä aikavälillä tukkipuutavaralajien tarjonnan hintajoustopot olivat hankintakaupoilla itseisarvoltaan pystykauppa malleja suurempia. Kaikissa kokomaan malleissa hintavaikutukset saivat huomattavan suuria kertoimia. Tarkemmat tiedot kokomaan mallien testauksesta ja tuloksista löytyvät liitteestä 2.

### 6.2.1 Mäntytukin tarjonta

Pystykaupoissa mäntytukin tarjonnan hintajousto lyhyellä aikavälillä oli havutukeista suurin 11,594. Pitkällä aikavälillä mäntytukin hintajousto oli myös havutukeista selkeästi suurin. Hankintakaupamallissa lyhyen aikavälin hintajousto oli pystykaup-



joustoa sekä hankintakaupan korkomuuttujaa lukuun ottamatta teorian mukaisia. Kuusitukkimalleissa korkojoustopot eivät ole tilastollisesti merkitseviä

Heteroskedastisuus testin mukaan kuusitukin pystykauppa malli oli homoskedastinen, kun taas hankintakaupamallissa esiintyi heteroskedastisuutta. Normaalisuustestin tuloksista ilmenee että ainoastaan kuusitukin hankintakaupamalli on normaalijakautunut ja lievästi autokorreloitu.

### **6.2.3 Koivutukin tarjonta**

Lapin hinta-alueen hakkuumäärät eivät yltäneet tarkastelujaksolla tilastoinnin minimiarvoon 1 000 kuutiometriin yhtenäkkään kuukautena, joten lapin hinta-alue jäi pois laskuista koko maan koivutukkimallia estimoitaessa. Koivutukin hintajousto oli pystykaupamalleista kaikista suurin. Erot pysty- ja hankintakaupamalleilla olivat kuitenkin erittäin suuria. Pystykaupalla koivutukin lyhyen aikavälin tarjonta oli 11,648 ja pitkällä aikavälillä 0,810. Hankintakaupamallissa puolestaan lyhyen aikavälin tarjonnan hintajousto osoittautui jopa kuitupuutavaralajien hintajoustoja pienemmäksi ollen 5,188. Koivutukin hankintakaupan pitkän aikavälin tarjonnan hintajousto oli puolestaan poikkeuksellisen suuri 2,790. Koivutukin pystykaupamallissa korkomuuttuja osoittautui teorian vastaisesti negatiiviseksi. Korkomuuttuja ei koivutukin tarjontamallissa osoittautunut kuitenkaan tilastollisesti merkitseväksi. Sen sijaan hankintakaupamallissa korkomuuttuja osoittautui tilastollisesti merkitseväksi ja teorian mukaisesti positiiviseksi.

Testien mukaan molempien kauppatapojen koivutukkimallit olivat heteroskedastisia ja ei-normaalijakautuneita. Myös lievää autokorrelaatiota esiintyi koivutukin hankintakaupamallissa, joten myös koivutukkimallien antamiin t-arvoihin tulee suhtautua varauksella.

### **6.2.4 Mäntykuitupuun tarjonta**

Kaikkien kuitupuutavaralajien pystykaupamallien hintajoustopot olivat tukkien joustopot pienempiä. Mäntykuitupuun pystykaupamallin lyhyen aikavälin tarjonnan hintajoustopot saatiin 7,592, joka oli selvästi kuusitukin vastaavaa alhaisempi. Pitkän aikavälin hintajoustopot mäntykuitupuun puutavaralajina pystykaupamalleissa negatiivisen arvon -0,538. Liitteestä 1 voimme havaita, että vastaavanlainen

tulos on saatu myös Hännisen ym. (2004) tutkimuksessa. Mäntykuidun hankintakaupamallin lyhyen aikavälin hintajoustoksi saatiin 6,256, joka on miltei puolet pienempi kuusikuidun hintajoustoan verrattuna. Mäntykuitupuun oli myös ainoa puutavaralaji, jonka lyhyen aikavälin hankintahintajousto oli kantohintajousto pienempi. Pitkän aikavälin hankintahintajoustoja vertaillen voimme havaita, että mäntykuitupuun tarjonnan hintajousto 0,055 on yli puolet kuusikuidun vastaavaa arvoa pienempi. Korkomuuttuja oli molempien kauppamuotojen mäntykuitumalleissa merkitsevä ja arvoltaan negatiivinen.

Mäntykuitupuumallien testit osoittivat molempien mallien olevan heteroskedastisia. Normaalisuustestin mukaan pystykaupamalli ei ollut normaalijakautunut, kun taas hankintakaupamalli osoittautui normaalijakautuneeksi. Autokorrelaatiota esiintyi mäntykuitupuun hankintakaupamallissa.

### **6.2.5 Kuusikuitupuun tarjonta**

Pystykaupamallissa kuusikuitupuun lyhyen aikavälin tarjonnan hintajoustoksi saatiin 9,706, joka oli kuitupuutavaralajeista suurin. Pitkällä aikavälillä kuusikuidun hintajousto oli kuitenkin lehtikuitupuun hintajousto pienempi. Kuusikuidun hankintakaupamallin lyhyen aikavälin tarjonnan hintajousto osoittautui puolestaan kaikkia tukkipuutavaralajejakin suuremmaksi ollen 12,105. Kuusikuidun hankintakaupattavalla nykyinen hinta on siis erittäin voimakas tarjontaa lisäävä tekijä. Pitkällä aikavälillä kuusitukin hankintahintajousto ei puolestaan osoittautunut läheskään yhtä voimakkaaksi, ollen selvästi tukkipuutavaralajien sekä lehtikuidun joustoja pienempi.

Testien perusteella myös kuusikuidun mallit osoittautuivat heteroskedastisiksi. Normaalisuustestien perusteella kuusikuitupuun pystykaupamalli ei ollut normaalijakautunut, mutta hankintakaupamalli oli puolestaan normaalijakautunut. Autokorrelaatiota pystykaupamallissa ei esiintynyt. Hankintakaupamallin H:0 hypoteesi ei autokorrelaatiosta hylättiin niukasti, joten malli osoittautui lievästi autokorreloituiseksi.

### **6.2.6 Lehtikuitupuun tarjonta**

Lehtikuitupuun lyhyen aikavälin pystykaupamallin nykyisen hinnan kertoimeksi saatiin 6,759, joka oli kuitupuutavaralajeista pienin. Pitkällä aikavälillä hintajousto

lehtikuitupuun pystykaupamallissa oli 0,149. Hankintakaupamallissa myös lehtikuidun hintajousto 9,153 osoittautui selvästi suuremmaksi kuin pystykaupamallissa. Pitkän aikavälin hankintahintajoustoksi saatiin ainoana kuitupuutavaralajina negatiivinen kerroin -0,233, viitaten voimakkaaseen tulevan hinnan merkitykseen lehtikuitupuun tarjonnan määrääjänä. Lehtikuitupuun korkomuuttuja oli ainoastaan pystykaupamallissa merkitsevä ja negatiivinen.

Lehtikuitupuun mallit osoittautuivat testauksessa ongelmallisiksi. Testien perusteella mallit olivat heteroskedastisia sekä ei-normaalijakautuneita. Lehtikuitupuun molemmat mallit osoittautuivat myös autokorrelloituneiksi.

### **6.3 Hinta-alueittaiset tarjontamallit**

Taulukossa 5 on esiteltynä hinta-alueiden pystykauppa tarjontamallien estimointi tulokset. Tarkemmat tiedot mallien testauksesta ja tuloksista löytyvät liitteestä 3. Lyhyen aikavälin hintajoustopot olivat pystykaupamalleissa huomattavan isoja. Suurimpia hintajoustopot (11–15) saatiin Savo-Karjalan sekä Kymi-Savon hinta-alueiden tukkipuutavaralajeille.

Yhteistä hintajoustopotille oli se, että tukkipuutavaralajit saivat pääsääntöisesti suurempia hintajoustopot-kertoimia kuin kuitupuutavaralajit. Koivutukin, lehtikuitupuun sekä kuusitukin suurimmat lyhyen aikavälin hintajoustopot saatiin Savo-Karjalan sekä Kymi-Savon hinta-alueille. Kuusikuidun suurin hintajoustopot oli Savo-Karjalan sekä Pohjanmaan hinta-alueilla. Mäntytukilla ja mäntykuitupuulla suurimmat hintajoustopot esiintyivät Kymi-Savon ja Pohjanmaan hinta-alueilla. Yhteistä tarjontamalleille oli myös tarjonnan voimakas riippuvuus puun hintakehityksestä. Nykyisen hinnan muuttujan sekä viivästetty hintamuuttujan vaikutussuunnat osoittautuivat kaikilla hinta-alueilla teorian mukaisiksi. Mallien mukaan nykyisen hinnankasvu lisäsi puun tarjontaa sekä hintaodotuksien vahvistuminen vähensi puun tarjontaa.

Taulukko 5. Hinta-alueiden pystykauppa tarjontamallit.

<b>Pysty</b>	Hinta ( $P_t$ )	t-arvo	$P_{t-1}$	t-arvo	$Q_{t-1}$	t-arvo	$r_t$	t-arvo	$P_t$ (pitkä aikaväli)
Koivutukki 1	4,173	3,897	-3,708	-3,363	0,463	7,546	-1,752	-0,877	1,977
Koivutukki 2	2,021	1,696	-0,377	-0,314	0,266	3,069	1,933	0,737	2,240
Koivutukki 3	8,619	6,453	-7,946	-5,868	0,515	9,219	-0,589	-0,297	1,386
Koivutukki 4	15,661	8,171	-15,061	-7,677	0,576	11,431	0,816	0,370	1,417
Koivutukki 5	12,604	6,864	-12,424	-6,628	0,623	12,484	-0,713	-0,349	0,479
Koivutukki 6	-								
Lehtikuitu 1	3,218	3,917	-3,168	-3,809	0,477	8,979	-3,915	-2,303	0,094
Lehtikuitu 2	5,600	6,554	-5,642	-6,572	0,593	12,256	-4,343	-2,627	-0,103
Lehtikuitu 3	4,327	5,886	-4,123	-5,569	0,577	11,477	-4,009	-2,469	0,483
Lehtikuitu 4	5,793	8,309	-5,674	-8,010	0,675	14,926	-3,131	-1,824	0,367
Lehtikuitu 5	5,547	6,651	-5,476	-6,499	0,634	13,329	-2,877	-1,784	0,193
Lehtikuitu 6	3,948	4,460	-3,551	-3,978	0,465	8,404	-0,765	-0,357	0,742
Kuusitukki 1	9,338	6,202	-9,059	-6,119	0,581	10,881	-0,368	-0,147	0,666
Kuusitukki 2	11,161	8,023	-10,213	-7,426	0,592	11,675	0,636	0,286	2,326
Kuusitukki 3	10,821	7,225	-10,284	-7,028	0,550	10,350	1,349	0,502	1,194
Kuusitukki 4	13,022	8,422	-12,429	-8,190	0,593	11,972	2,227	0,775	1,458
Kuusitukki 5	12,341	7,628	-11,865	-7,528	0,573	11,014	1,077	0,386	1,115
Kuusitukki 6	5,622	5,109	-5,212	-4,892	0,384	6,307	1,190	0,400	0,666
Kuusikuitu 1	6,111	4,885	-6,138	-4,820	0,571	10,456	-1,845	-0,873	-0,062
Kuusikuitu 2	9,719	9,245	-9,592	-8,892	0,683	14,643	-1,047	-0,465	0,400
Kuusikuitu 3	7,519	6,705	-7,161	-6,279	0,575	10,698	0,627	0,277	0,842
Kuusikuitu 4	9,498	7,400	-9,353	-7,149	0,638	12,611	0,114	0,046	0,402
Kuusikuitu 5	7,025	5,274	-7,121	-5,283	0,610	11,504	-1,774	-0,735	-0,248
Kuusikuitu 6	2,556	1,843	-2,851	-2,056	0,533	9,289	5,496	1,493	-0,632
Mäntytukki 1	8,228	6,614	-8,067	-6,465	0,611	12,066	-2,609	-1,278	0,412
Mäntytukki 2	11,621	8,194	-11,265	-7,909	0,612	12,687	-3,017	-1,633	0,917
Mäntytukki 3	11,560	8,343	-11,048	-7,976	0,577	11,621	-0,847	-0,404	1,211
Mäntytukki 4	10,423	6,861	-10,146	-6,630	0,628	12,695	-1,574	-0,678	0,746
Mäntytukki 5	12,518	8,179	-12,548	-8,214	0,624	13,251	-2,576	-1,248	-0,080
Mäntytukki 6	2,619	2,037	-2,158	-1,672	0,547	9,385	-0,859	-0,290	1,017
Mäntykuitu 1	3,151	4,442	-3,339	-4,592	0,552	10,443	-5,014	-2,767	-0,420
Mäntykuitu 2	5,270	5,191	-5,270	-5,055	0,621	12,316	-4,786	-2,827	0,001
Mäntykuitu 3	4,854	6,479	-4,838	-6,261	0,621	12,641	-3,823	-2,260	0,042
Mäntykuitu 4	5,003	5,800	-5,123	-5,779	0,651	13,585	-3,374	-1,857	-0,344
Mäntykuitu 5	5,466	5,814	-5,699	-5,928	0,643	13,320	-2,607	-1,592	-0,653
Mäntykuitu 6	2,503	3,543	-2,258	-3,129	0,564	9,749	-4,500	-2,088	0,563

Pystykauppamallien pitkän aikavälin hintajoustoja tarkasteltaessa huomataan, että varsinkin kuitupuutavaralajeilla hintajousto on monissa tapauksissa negatiivinen. Tästä voidaan päätellä hintaodotusten vaikuttaneen puun nykyistä hintaa enemmän puun tarjontaan. Lehtikuitupuulla Pohjanmaan hinta-alueen hintajousto on arvoltaan negatiivinen. Kuusikuitupuun hintajoustoja tarkasteltaessa arvot osoittautuivat negatiivisiksi Etelä-Suomen, Kymi-Savon ja Lapin hinta-alueilla. Mäntykuidun malleista

Etelä-Suomen, Savo-Karjalan ja Kymi-Savon pitkän aikavälin hintajoustot osoittautuivat negatiivisiksi. Kymi-Savo oli ainut hinta-alue, jonka tukkipuumallin pitkän aikavälin tarjonnan hintajousto osoittautui negatiiviseksi. Myös pitkän aikavälin tukkipuutavaralajien tarjonnan hintajoustot olivat pääsääntöisesti kuitupuutavaralajien joustoja suurempia. Suurimmat pitkän aikavälin hintajoustot estimoitiin Pohjanmaan hinta-alueen koivu- ja kuusitukeille (2,2 ja 2,3).

Korkomuuttuja osoittautui useimmissa malleissa teorian vastaisesti negatiiviseksi. Kuusipuutavaralajien pystykaupamalleissa korkomuuttuja oli kuitenkin monessa tapauksessa positiivinen. Lisäksi korkomuuttuja osoittautui merkitseväksi vain män-ty- ja lehtikuitupuun Etelä-Suomen, Pohjanmaan sekä Keski-Suomen malleissa. Kai-kissa näissä tapauksissa korkomuuttujan kerroin oli kuitenkin negatiivinen.

Alueittaisten pystykaupamallien testituloksista ilmenee, että autokorrelaatiota esiin-tyi ainoastaan Etelä-Suomen hinta-alueen lehtikuitu- ja kuusitukki malleissa sekä Lapin lehtikuitumallissa. Heteroskedastisuutta esiintyy puolestaan useimmissa mal-leissa muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Myös suurin osa malleista ei ole nor-maalijakautunut.

Taulukossa 6 on esiteltynä hinta-alueiden hankintakauppa tarjontamallien estimointi tulokset. Tarkemmat tiedot mallien testauksesta ja tuloksista löytyvät liitteestä 3. Hankintakauppojen alueellisten puuntarjontamallien lyhyen aikavälin hintajousto kertoimet osoittautuivat pienemmiksi kuin pystykaupamallien vastaavat kertoimet. Suurimmat hintajoustot (7–8) estimoitiin kuusi- ja mäntytukille Kymi-Savon hinta-alueella. Huomattavaa hankintakauppa malleissa oli se, että monissa tapauksissa kui-tupuun lyhyen aikavälin tarjonnan hintajoustot osoittautuivat tukkimallien hintajous-toja suuremmiksi. Koivu- ja kuusitukkimallien suurimmat hintajoustot estimoitiin Savo-Karjalan ja Kymi-Savon hinta-alueille. Mäntytukin suurimmat hintajoustoker-toimet saatiin Kymi-Savon ja Pohjanmaan hinta-alueilla. Kuitupuutavaralajeilla suu-rimmat lyhyen aikavälin hintajoustot esiintyivät niin ikään Kymi-Savon ja Pohjan-maan hinta-alueilla.

Taulukko 6. Hinta-alueiden hankintakauppa tarjontamallit.

Hankinta	Hinta (P <sub>t</sub> )	t-arvo	P <sub>t-1</sub>	t-arvo	Q <sub>t-1</sub>	t-arvo	r <sub>t</sub>	t-arvo	P <sub>t</sub> (pitkä aikaväli)
Koivutukki 1	1,486	1,485	0,759	0,733	0,211	2,633	8,015	2,834	2,845
Koivutukki 2	3,517	1,136	-1,518	-0,601	0,042	0,179	10,978	1,613	2,086
Koivutukki 3	0,959	0,691	0,493	0,339	0,292	3,801	5,679	2,783	2,053
Koivutukki 4	6,242	4,384	-4,643	-3,135	0,327	5,023	6,932	3,123	2,377
Koivutukki 5	6,783	4,562	-5,488	-3,598	0,490	8,286	5,968	2,826	2,540
Koivutukki 6	-								
Lehtikuitu 1	5,274	3,211	-5,229	-3,132	0,348	5,756	1,304	0,694	0,069
Lehtikuitu 2	5,401	4,976	-5,653	-5,113	0,463	8,481	-1,295	-0,879	-0,468
Lehtikuitu 3	1,019	0,738	-1,093	-0,777	0,522	9,176	-0,101	-0,068	-0,155
Lehtikuitu 4	3,031	2,578	-2,982	-2,487	0,534	9,593	-0,059	-0,036	0,105
Lehtikuitu 5	5,507	4,692	-5,419	-4,506	0,530	9,649	0,617	0,370	0,188
Lehtikuitu 6	3,347	3,651	-2,222	-2,405	0,466	8,047	4,054	1,761	2,107
Kuusitukki 1	2,871	1,973	-2,586	-1,743	0,449	7,588	2,002	0,674	0,517
Kuusitukki 2	1,605	1,272	-1,078	-0,857	0,518	8,477	0,659	0,259	1,094
Kuusitukki 3	3,746	3,103	-3,466	-2,824	0,667	13,093	2,049	0,795	0,840
Kuusitukki 4	5,737	3,936	-5,478	-3,730	0,612	11,896	3,480	1,208	0,668
Kuusitukki 5	8,397	5,085	-8,550	-5,101	0,582	10,949	0,071	0,023	-0,366
Kuusitukki 6	0,125	0,118	1,849	1,630	0,170	1,488	4,271	0,534	2,378
Kuusikuitu 1	3,544	1,940	-3,083	-1,620	0,397	6,489	0,852	0,378	0,765
Kuusikuitu 2	6,398	5,330	-6,200	-4,997	0,685	14,679	2,644	1,310	0,631
Kuusikuitu 3	1,918	1,278	-0,965	-0,616	0,439	7,332	2,335	1,238	1,699
Kuusikuitu 4	1,343	1,059	-0,523	-0,392	0,583	10,638	2,454	1,187	1,966
Kuusikuitu 5	5,549	3,382	-5,356	-3,120	0,522	9,089	-0,140	-0,062	0,405
Kuusikuitu 6	2,696	1,585	-2,579	-1,507	0,503	5,791	-4,189	-0,765	0,235
Mäntytkki 1	1,670	1,452	-0,407	-0,345	0,337	5,132	2,530	1,062	1,905
Mäntytkki 2	7,049	5,953	-6,206	-5,122	0,451	7,839	2,543	1,377	1,537
Mäntytkki 3	1,931	1,413	-0,570	-0,412	0,535	9,350	2,921	1,437	2,924
Mäntytkki 4	6,857	6,275	-6,078	-5,404	0,546	10,036	2,604	1,184	1,715
Mäntytkki 5	7,787	5,353	-7,077	-4,797	0,593	11,203	0,610	0,281	1,744
Mäntytkki 6	4,461	4,664	-2,996	-3,098	0,172	2,430	7,329	2,132	1,770
Mäntytkki 1	-0,961	-0,888	1,466	1,325	0,324	5,172	-4,897	-2,476	0,748
Mäntytkki 2	5,251	4,721	-5,257	-4,582	0,429	7,633	-4,529	-3,264	-0,010
Mäntytkki 3	2,948	2,549	-2,610	-2,178	0,492	8,838	-4,364	-2,804	0,665
Mäntytkki 4	2,591	2,227	-2,470	-2,045	0,559	10,292	-1,988	-1,121	0,275
Mäntytkki 5	4,898	4,203	-4,954	-4,089	0,515	9,252	-2,111	-1,252	-0,114
Mäntytkki 6	1,823	1,694	-1,217	-1,105	0,308	4,921	-3,095	-1,360	0,875

Myös suurin osa hankintakauppojen alueellisten mallien hintamuuttujista osoittautui oletusten mukaisiksi, mutta joukossa oli myös muutama poikkeus. Koivutukin Etelä-Suomen ja Keski-Suomen hinta-alueiden viivästetyt hintamuuttajat olivat oletusten vastaisesti positiivisia. Positiivinen viivästetty hintamuuttaja oli myös Lapin kuusitukkimallilla sekä Etelä-Suomen mäntykuitumallilla. Lisäksi Etelä-Suomen mäntykuitumallin lyhyen aikavälin hintajousto osoittautui teorian vastaisesti negatiiviseksi.

Kyseisissä malleissa hintamuuttajat eivät osoittautuneet kuitenkaan tilastollisesti merkitseviksi.

Alueellisten hankintakaupamallien tarjonnan pitkän aikavälin hintajoustot olivat pystykaupamalleja useammin positiivisia. Lehtikuitupuun Pohjanmaan sekä Keski-Suomen hinta-alueiden hintajoustokertoimet osoittautuivat negatiivisiksi. Myös mäntykuitupuun Pohjanmaan ja Kymi-Savon hintajoustot olivat negatiivisia. Tukkipuutavaralajeista ainoastaan Kymi-Savon kuusitukin pitkän aikavälin tarjonnan hintajousto osoittautui negatiiviseksi.

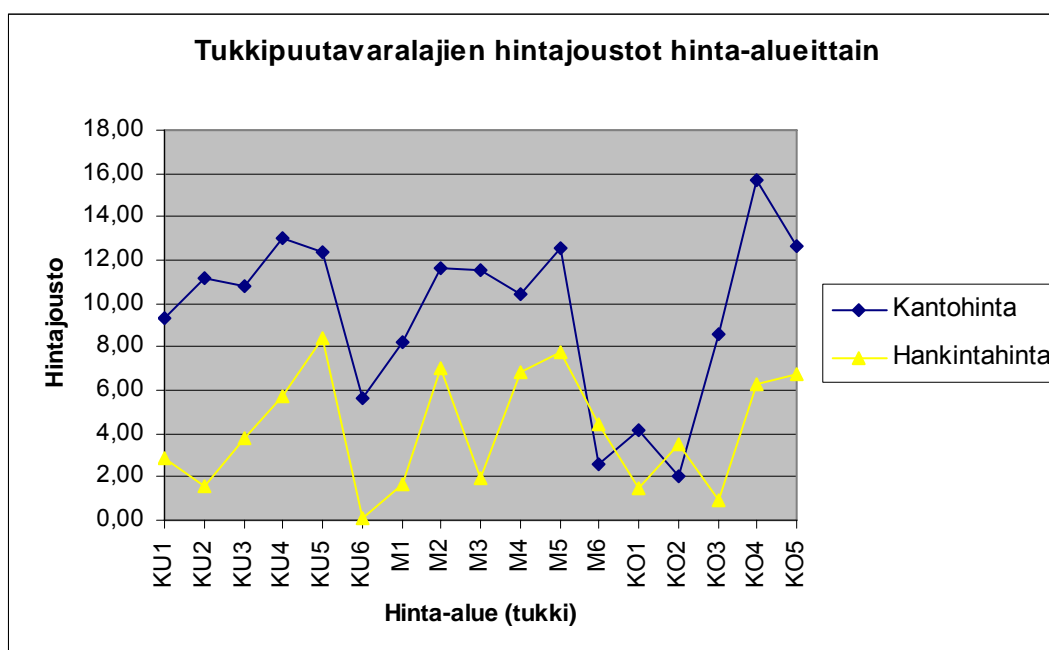
Korkomuuttuja osoittautui koivutukkimalleissa tilastollisesti merkitseväksi kaikilla hinta-alueilla lukuun ottamatta Pohjanmaan hinta-alueita. Koivutukin malleissa hintamuuttuja osoittautui teorian mukaisesti etumerkiltään positiiviseksi. Myös mäntytukin Lapin hinta-alueen mallissa korkomuuttuja oli merkitsevä ja positiivinen. Korkomuuttuja osoittautui myös merkitseväksi mäntykuidun Etelä-Suomen, Pohjanmaan ja Keski-Suomen hinta-alueilla, mutta korkomuuttujan etumerkki oli näissä malleissa negatiivinen.

Metsäverojärjestelmän muutosta selittämään laaditut jakso-dummymuuttajat osoittautuivat etenkin hankintakaupamalleilla useassa tapauksessa tilastollisesti merkitseviksi. Veromuutoksen jälkeistä aikaa kuvaava dummymuuttuja (D06\_07) sai pelkästään negatiivisia arvoja. Tämä tarkoittaa sitä, että veromuutoksen jälkeisenä aikana puuntarjonta hankintakauppatavalla on ollut useissa tapauksissa yksityismetsänomistajilla vähäisempää kuin siirtymäkauden aikana. Sama ilmiö voidaan myös vahvistaa kuvasta 2. Tämä vahvistaa aiemmissa (Rämö ym. 2005) tutkimuksissa esitettyjä arvioita puun tarjonnan tilapäisestä supistumisesta metsäverotuksen siirtymäkauden jälkeisinä alkuvuosina.

Testien perusteella hankintakaupamallit olivat pystykaupamalleja useammin homoskedastisia. Koivutukin hankintakaupamalleista vain Savo-Karjalan mallin virhetermit osoittautuivat heteroskedastisiksi. Muiden puutavaralajien mallien virhetermit olivat useimmiten heteroskedastisia. Hankintamallit osoittautuivat myös normaali-jakautuneiksi huomattavasti pystykaupamalleja useammin. Hankintakaupamall-

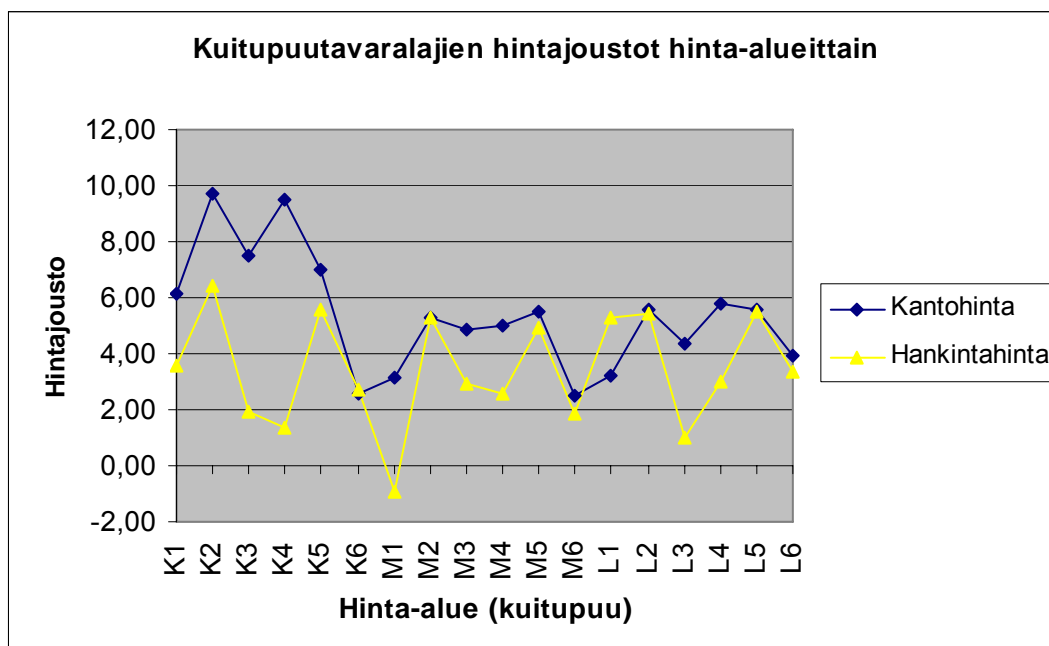
leista noin puolet osoittautuivat kuitenkin ei normaalijakautuneiksi. Autokorrelaatiota esiintyi vain muutamissa hankintakaupan hinta-alue malleissa.

Kuvassa 12 vertaillaan lyhyen aikavälin tukkipuutavaralajeille estimoituja tarjonnan hintajoustoja hinta-alueittain. Kuvasta havaitaan, että tukkipuutavaralajien lyhyen aikavälin tarjonnan hintajoustot ovat pystykauppamalleilla pääsääntöisesti isompia kuin hankintakauppamalleilla. Varsinkin Keski-Suomen ja Savo-Karjalan hinta-alueilla erot ovat huomattavia. Molempien kauppatapojen hinta-alueiden väliset erot ovat kaikilla tukkipuutavaralajeilla suuria. Suurimmat tarjonnan hintajoustot ovat Savo-Karjalan ja Kymi-Savon hinta-alueilla.



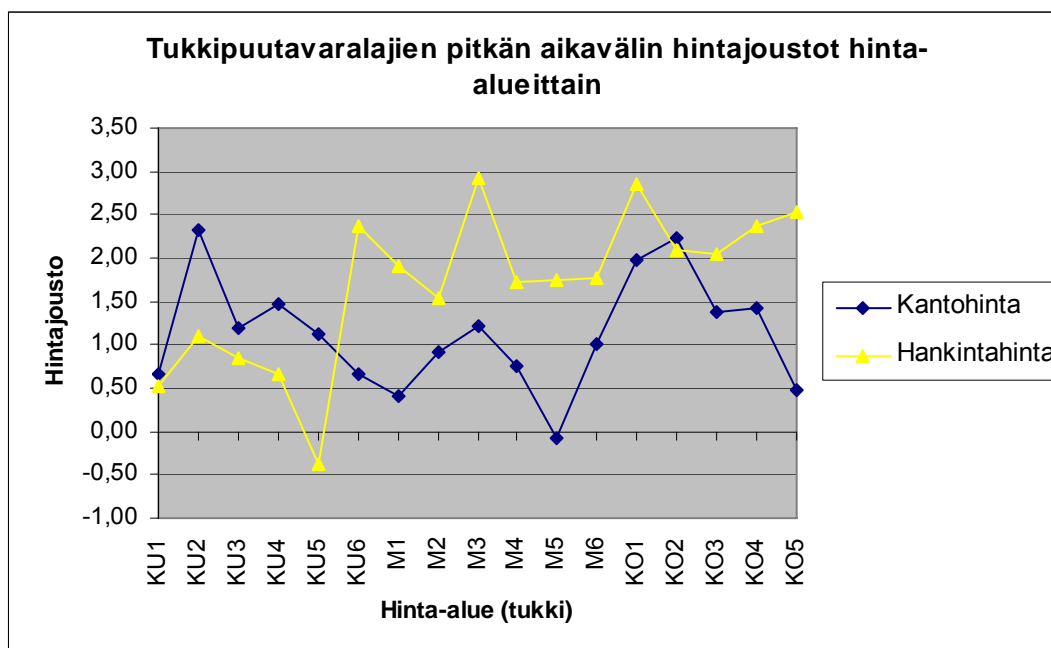
Kuva 12. Tukkipuutavaralajien lyhyen aikavälin tarjonnan hintajoustot hinta-alueittain.

Kuvassa 13 on esiteltyä lyhyen aikavälin kuitupuutavaralajeille estimoituja tarjonnan hintajoustoja hinta-alueittain. Myös kuitupuutavaralajien tarjonnan lyhyen aikavälin hintajoustot ovat pystykauppamalleissa useimmiten suurempia kuin hankintakauppamalleissa. Varsinkin kuusikuidulla erot ovat huomattavan suuria. Hinta-alueiden välillä on myös kuitupuutavaralajeilla selkeitä eroja tarjonnan hintajoustoissa.



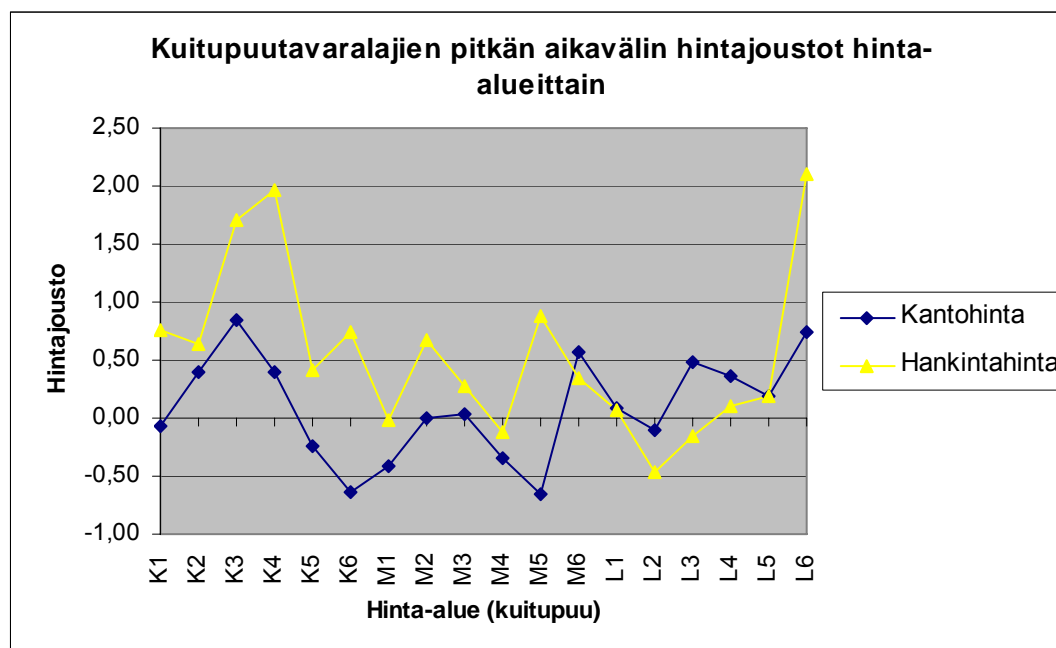
Kuva 13. Kuitupuutavaralajien lyhyen aikavälin tarjonnan hintajoustot hinta-alueittain.

Kuvassa 14 tarkastellaan tukkipuutavaralajien pitkän aikavälin tarjonnan hintajoustoja. Pitkällä aikavälillä mänty- ja kuusitukkipuun hankintamallien tarjonta hintajoustopot ovat suurempia kuin pystykauppamalleissa. Kuusitukilla tilanne on päinvastainen. Myös pitkällä aikavälillä tukkien hintajoustoissa on hinta-alueiden välillä suuria eroja.



Kuva 14. Tukkipuutavaralajien pitkän aikavälin tarjonnan hintajoustopot hinta-alueittain.

Kuvassa 15 vertaillaan kuitupuutavaralajien pitkän aikavälin tarjonnan hintajoustoja. Kuusi- ja mäntykuitupuun mallien hankintakauppatavalle estimoitiin suurempia tarjonnan hintajoustoja kuin pystykauppatavalle. Lahtikuidulla tilanne vaihteli hinta-alueiden välillä. Hinta-alueiden välillä tarjonnan hintajoustoissa oli huomattavia eroja molemmilla kauppatavoilla.



Kuva 15. Kuitupuutavaralajien pitkän aikavälin tarjonnan hintajoustot hinta-alueittain.

## 7 TULOSTEN TARKASTELU JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää yksityismetsien puuntarjonnan hintajoustoja puutavaralajeittain ja puunmyyntitavoittain aluetasolla Suomessa. Aiemmissä puuntarjonta tutkimuksissa eri puunmyyntitapoja hankinta- ja pystykauppaa ei ole tarkasteltu erikseen. Tässä tutkimuksessa metsänomistajan päätöksentekoa kuvattiin kahden periodin kulutus-säästämismallilla. Suomi jaettiin tutkimuksessa kuuteen hinta-alueeseen. Jokaiselle hinta-alueelle estimoitiin tarjontayhtälöt puutavaralajeittain. Lisäksi kaikille puutavaralajeille estimoitiin valtakunnalliset tarjontayhtälöt. Tutkimusta varten METINFO-tietokannasta kerättiin kuukausittaisenaineisto vuosien 1987 ja 2007 väliltä.

Tutkimuksessa käytettävästä tarjontayhtälöstä jätettiin viivästetty endogeeninen muuttuja pois. Tämä johtui puuvarantomuuttujien ongelmallisista tilastollisista ominaisuuksista, minkä takia se oli jätetty pois lopullisista malleista myös muutamista aiemmista tutkimuksista (esim. Mutanen ja Toppinen 2005, Hänninen ym. 2006). Teorian mukaisen muuttujan pois jättäminen yhtälöstä on selkeästi empiiristä mallia heikentävä, mutta varantosarjojen estimoinnissa aiheuttamaa harhaa ja ongelmallisuutta vähäisempi ongelma.

Empiirinen lähestymistapa kuvasi suhteellisen hyvin puuntarjontaa aluetasolla. Suurimmalla osalla tarjontayhtälöistä hintavaikutukset hallitsivat puuntarjontaa, kuten myös aiemmissä puuntarjontatutkimuksissa on havaittu. Hintamuuttujat olivat miltei poikkeuksetta teorian mukaisia nykyisen hinnan kasvun lisätessä puun tarjontaa sekä hintaodotuksen kasvun vähentäessä puuntarjontaa. Muutamissa hankintakauppamalleissa esiintyi tosin teorian vastaisia kertoimia hintamuuttujissa tai hintamuuttujat eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Tutkimuksessa estimoituja mallien lyhyen aikavälin tarjonnan hintajoustoja on vaikea vertailla aiempiin tutkimustuloksiin, koska data kerättiin kuukausiaineistona. Tästä syystä lyhyen aikavälin joustot ovat huomattavasti suurempia kuin aiemmissä tutkimuksissa, jotka on tehty vuosi- tai neljännesvuosiaineistolla. Pitkän aikavälin joustot olivat samaa suuruusluokkaa kuin aiemmissä vastaavissa tutkimuksissa ollen useimmiten positiivisia ja arvoltaan 0-2 välissä. Etenkin koivutukin malleille esti-

moitiin suuria pitkän aikavälin hintajoustoja kaikilla hinta-alueilla. Hankinta- ja pystykauppamallien välillä oli havaittavissa selviä eroja. Jo kuvia 8 ja 9 vertailemalla voidaan päätellä hankinta ja pystykauppamäärien jakautuneen erilailla hinta-alueiden välillä. Selkeä havainto on myös se, että hankintakauppojen lyhyen aikavälin hintajoustot jäivät pystykauppamallien vastaavia huomattavasti pienemmiksi. Pitkän aikavälin hintajoustoissa myyntitapojen välinen ero oli useissa tapauksissa päinvastainen. Hankintakaupamalleille estimoidut pitkän aikavälin joustot olivat muutamissa tapauksissa jopa yli 2,5.

Niissä malleissa joissa korkomuuttuja muodostui tilastollisesti merkitseväksi, koron etumerkki oli useimmiten oletustenvastaisesti negatiivinen. Tämä on vastoin teoreettisen tarjontamallin muuttujien komparatiivisista tuloksia, toisinsanoin metsäpääoman kasvattamisen vaihtoehtoiskustannuksen nousu tässä tapauksessa vähentää puun tarjontaa. Tulos on yhtenevä aiempien empiiristen havaintojen kanssa. Teoreettisen mallin oletuksena oli pääomamarkkinoiden ja metsänomistaja informaation täydellisyys, jolloin hakkuupäätöksiin ei pitäisi syntyä epävarmuutta. Mikäli kyseiset oletukset eivät ole voimassa, korkovaikutuksen suunta voi olla myös negatiivinen (Toppinen ja Kuuluvainen 1997).

Verotusmuutosta selittämään laaditut dummy-muuttujat osoittautuivat merkitseviksi monissa tapauksissa varsinkin hankintakaupamalleilla. Tuloksista voi havaita, että veromuutoksen jälkeistä aikaa kuvaava dummy-muuttuja (D06\_07) sai pelkästään negatiivisia arvoja. Tästä voidaan havaita, että veromuutoksen jälkeisellä ajalla on ollut negatiivinen vaikutus puuntarjontaan, eli tarjonta on hankintakauppatavalla monissa tapauksissa laskenut veromuutoksen jälkeen. Tämä tulos voidaan havaita myös kuvasta 2. Tämä saatu tulos vahvistaa aiempien tutkimusten ennustuksia yksityismetsänomistajien puun tarjonnan tilapäisestä supistumisesta metsäverotuksen siirtymäkauden jälkeisinä alkuvuosina.

Mallien testauksessa havaittuihin heteroskedastisuus, autokorrelaatio sekä ei-normaalijakautuneisuus ongelmiin merkittävänä vaikuttajana saattavat olla kuukausi-aineistoissa ilmenneet suuret puukauppamäärien vaihtelut kuukausien välillä. Näitä vaihteluita pyrittiin selittämään laadituilla kuukausittaisilla dummy-muuttujilla. Luokisat kuukausi-dummyt osoittautuivatkin merkitseviksi ja niiden lisääminen paransi

huomattavasti mallien selitysasteita. Kuukausi-dummyt eivät kuitenkaan selittäneet kaikkia muutoksia, koska myös vuosien välillä, esim. heinäkuun myyntimäärien havainnoissa, oli suuria eroja. Testauksessa havaitut ongelmat vaikuttavat osaltaan tulosten t-arvojen luotettavuuteen. Jatkotutkimuksissa nämä ongelmat saattaisivat vähentyä käytettäessä harvempaa havaintoväliä, esim. neljännesvuosidataa. Tässä tapauksessa poikkeavat havainnot olisi helpompi selittää myös erillisten dummy-muuttujien avulla.

Tässä Pro gradu -tutkimuksessa estimoiduista puuntarjontamalleista voidaan havaita, että hinta-alueiden välillä on huomattaviakin eroja hintajoustoissa. Tämä tulos vahvistaa aiemmissa tutkimuksissa saatuja tuloksia kuitupuutavaralajien tarjonnan alueellisesta eriytyneisyydestä. Mitään varsinaista säännönmukaisuutta tietyn hinta-alueen reagoinnista hinnan muutokseen ei kuitenkaan tuloksista ilmene. Tosin esimerkiksi pystykaupamalleissa Lapin hinta-alueen lyhyen aikavälin tarjonnan hintajousto oli kaikilla puutavaralajeilla useimmiten selvästi pienintä. Tuloksista ei kuitenkaan yksiselitteisesti voida päätellä mistä hinta-alueiden väliset erot johtuvat. Metsäverojärjestelmän siirtymäkaudella saattaa olla vaikutusta 2000-luvun vaihteen alueellisiin eroihin, jos esimerkiksi jollain hinta-alueella pinta-alaverotukseen jääneiden metsänomistajien osuus on jäänyt poikkeuksellisen suureksi. Puumarkkinoiden alueelliseen eriytymiseen vaikuttavat myös markkinoiden erilaiset rakenteelliset piirteet, kuten puun ostajien lukumäärät sekä puunjalostusteollisuuden sijoittuminen sekä muut puun kysyntään vaikuttavat tekijät. Pitkällä aikavälillä alueellisen tason puuntarjontaan vaikuttavat myös suurissa määrin erilaiset yksityismetsänomistajien demografiset ja sosioekonomiset eroavaisuudet (Kuuluvainen ym. 1996, Karppinen 2000 sekä Horne 2006). Tässä tutkimuksessa otettiin huomioon ainoastaan metsänomistajien taloudelliset tavoitteet.

Jatkotutkimuksissa on pohdittava, mikä on kulloinkin sopiva aineistossa käytetty havaintoväli. Tässä tutkimuksessa käytetty kuukausittainen aineisto aiheuttaa selkeitä ongelmia testauksessa, koska kyseessä on pitkä tarkasteluväli. Kuukausittainen aineisto sopisi hyvin tutkimuksiin, jossa tarkasteltava aikaväli on vain muutaman vuoden mittainen. Pidemmän aikavälin tarkasteluun sopivampi havaintoväli saattaisi olla esimerkiksi neljännesvuosi-aineisto. Tutkimuksessa havaituista ongelmista huolimatta saadut tulokset vahvistavat hypoteesia alueellisesti eriytyneistä puumarkkinoista.

Lisäksi tutkimustulokset osoittavat puun tarjonnan olevan erilaista kanto- ja hankintahinnoilla tarkasteltuna. Lisätutkimuksia kuitenkin tarvitaan niiden taustatekijöiden selvittämiseksi, jotka ovat vaikuttaneet eri myyntitapojen välisiin eroihin.

**KIRJALLISUUS**

Aronsson, T. 1990. The short-run supply of roundwood under nonlinear income taxation. Theory, estimation methods and empirical results based on Swedish data. University of Umeå, Umeå Economic Studies 220. 166 s.

Asteriou, D. & Hall S.G. 2006. Applied econometrics. Basingstoke England: Palgrave Macmillan. 423 s.

Banerjee, A., Dolado, J., Galbraith, J. & Hendry, D. 1993. Co-integration, error-correction, and the econometric analysis of non-stationary data. Oxford University Press. 329 s.

Binkley, C. 1987. Economic models of timber supply. Teoksessa: Kallio, M., Dykstra, D.P. & Binkley, C.S. (eds.): Global Forest Sector. John Wiley, Chichester. s 109–133.

Brännlund, R. & Johansson, P.-O. & Löfgren, K.-G. 1985. An Econometric Analysis of Aggregate Sawtimber and Pulpwood Supply in Sweden. Forest Science. 31. s. 595–606.

Favada, I. 2007. Econometric models of Finnish non-industrial private forest owners' timber supply and timber stock. Dissertationes Forestales 46. Helsingin yliopisto, maa- ja metsätieteellinen tiedekunta.

Hetemäki, L. & Kuuluvainen, J. 1992. Incorporating Data and Theory in Roundwood Supply and Demand Estimation. American Journal of Agricultural Economics 74. s 1010–1018.

Hill, R.C. & Griffiths, W.E. & Judge, G.G. 2001. "Undergraduate Econometrics". Second edition. USA: John Wiley & Sons, Inc. 397 s.

Horne, P. 2006. Forest owners' acceptance of incentive based policy instruments in forest biodiversity conservation – a choice experiment based approach. *Silva Fennica* 40(1). s. 169–178

Hänninen, R. & Mutanen, A. & Toppinen, A. 2006. Puun tarjonta Suomessa – alue-tason ekonometrinen tarkastelu 1983-2004. *Metlan työraportteja* 29

Johansson, P-O. & Löfgren K-G. 1985. *The Economics of Forestry and Natural Resources*. Basil Blackwell, Oxford. 292 s.

Järvinen, E. & Rämö, A-K. & Silvennoinen, H.. 2006. Energiapuun tuotanto ja markkinat: Metsänomistajakysely. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen raportteja N:o 199. 52 s.

Karppinen, H. 2000. Forest values and the objectives of forest ownership. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 757.

Koskela, E. 1989. Forest taxation and timber supply under price uncertainty: perfect capital markets. *Forest Science* 35. s. 137–159.

Kotsoyiannis, A. 1977. *Theory of Econometrics*. Second Edition. The Macmillan Press Ltd., London. 681 s.

Kuuluvainen, J. 1989. Nonindustrial Private Timber Supply and Credit Rationing. *Microeconomic Foundations with Empirical Evidenca from the Finnish Case*. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Forest Economics. Report 85. 197 s.

Kuuluvainen, J. & Hetemäki, L. & Ollonqvist, P. & Ovaskainen, V. & Pajuoja, H. & Salo, J. & Seppälä, H. ja Tervo, J. 1988. The Finnish Roundwood Market: An econometric analysis. *Finnish Economic Papers* 1. s. 191–201.

Kuuluvainen, J. & Salo, J. 1991. Timber Supply and Life Cycle Harvest of Nonindustrial Private Forest Owners. *Forest Science* 37. s. 1011–1029.

Kuuluvainen, J. & Ovaskainen, V. 1993. Standing Stock, Amenities and Nonindustrial Private Forest Owners' Harvesting Decision: Panel Data Evidence from Finland. Finnish Forest Research Institute. Unpublished manuscript.

Kuuluvainen, J & Ovaskainen, V & Karppinen, H. 1996. Landowner objectives and nonindustrial private timber supply. *Forest Science* 42. s. 300–309.

Kuuluvainen, J. & Tahvonen, O. 1999. Testing the forest rotation model: Evidence from panel data. *Forest Science* 45. s.539–551.

Leppänen, J. & Pajuoja, H. & Toppinen, A. 2001. Effects of public support for forestry on timber supply. Teoksessa: Solberg, Birger (toim.). Proceedings of the Biennial Meeting of the Scandinavian Society of Forest Economics, Gausdal, Norway, April 2000. *Scandinavian Forest Economics* 37. s. 257–275

Metinfo- tietokanta. Metsäntutkimuslaitoksen internet sivut. [viitattu 15.2.2009]  
<http://www.metla.fi/metinfo/>

Metsäsektorin ajankohtaiskatsaus. 1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 527. 63 s.

Metsäsektorin ajankohtaiskatsaus. 1996. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 527. 68 s.

Metsäsektorin suhdannekatsaus 1998–1999. 1998. Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimuskeskus. 65 s.

Metsäsektorin suhdannekatsaus 2001–2002. 2001. Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimuskeskus. 77 s.

Metsätilastollinen vuosikirja 2008. Metsäntutkimuslaitos. Vammalan kirjapaino. Vammala. 455 s.

Metsätilastollinen vuosikirja 2007. Metsäntutkimuslaitos. Vammalan kirjapaino. Vammala. 436 s.

Mutanen, A. & Toppinen, A. 2005. Finnish Sawlog Market under Forest Taxation Reform. *Silva Fennica* 39. s. 117–130.

Ollikainen, M. 2000. Raakapuumarkkinoille tunnusomaiset markkinamuodot taloustieteen näkökulmasta. Julkaisussa: Pajuoja, H. (toim.). Kilpailu puu- ja vientimarkkinoilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 771. s. 27–48.

Ovaskainen, V. 1992. Forest taxation, timber supply, and economic efficiency. *Acta Forestalia Fennica* 233. 88 s.

Ovaskainen, V & Kuuluvainen, J. (toim.). 1994. Yksityismetsänomistuksen rakennemuutos ja metsien käyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 484. 122 s.

Ovaskainen, V & Ripatti, P. 1998. Metsäverojärjestelmän muutos, siirtymäkauden verovalinnat ja yksityismetsänomistajien puunmyynnit. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/1998. s. 179–194.

Pellervon taloudellinen tutkimuslaitos. 2009. PTT-katsaus. Suhdannekuva, metsätalous 1/2009. 19 s.

Pindyck, R., S. & Rubinfeld D., L. 1988. *Econometric Models and Economic Forecasts*. Irwin/McGrawHill. Boston. 634 s.

Rekikoski, J & Kuuluvainen, J. & Toppinen, A. 2001 Stumpage and delivery trade in the Finnish pulpwood market. Reports. Department of Forest Economics. University of Helsinki. 31 s.

Rämö, A-K. & Tilli, T. & Toivonen, R. & Ripatti, P. & Lindroos, K. & Ruohola, H. 2005. Metsäverojärjestelmän muutos ja yksityismetsänomistajien puunmyyntiaikeet vuosina 2004–2007. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen raportteja N:o 191. 73 s.

Rämö, A-K. & Toivonen, R. 2007. Metsä- ja puukauppapalveluiden laatu ja sen ulottuvuudet metsänomistajien näkökulmasta. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen raportteja N:o 203. 104 s.

Salo, S. & Tahvonen, O. 2002. On the optimality of a normal forest with multiple land classes. *Forest Science*. 48. s. 530–542.

Tahvonen, O. & Salo, S. 1999. Optimal forest rotation with in situ preferences. *Journal of Environmental Economics and Management*.

Tapion taskukirja. 2002. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Metsälehti Kustannus. Jyväskylä. 555 s.

Toppinen, A. 1998. Econometric models on the Finnish roundwood market (väitöskirja). *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 701. 52 s.+ 5 osajulk.

Toppinen, A. & Kuuluvainen, J. 1997. Structural Changes in Sawlog and Pulpwood Markets in Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12. s. 382–389.

Toppinen, A. & Toivonen, R. 1998. Roundwood market integration in Finland: a multivariate cointegration analysis. *Journal of Forest Economics* 4. s. 241–266.

Tilli, T. & Toivonen, R. & Toppinen, A. 2000. Puun hintavaihteluiden alueellinen yhtenevyys Suomessa. *Metsätieteen aikakauskirja* 3. s. 433–441.

Tilli, T. & Rämö A-K. & Maidell M. & Toivonen R. & Kärki L. 2009. Metsänomistajien näkemyksiä metsätalouden kannattavuudesta ja puun tarjonnasta vuoteen 2015. Pellervon taloudellisen tutkimuslaitoksen raportteja N:o 213. 125 s.

Uusivuori, J. & Kuuluvainen, J. 2005. The harvesting decisions when a standing forest with multiple age-classes has a value. *American Journal of Agricultural Economics* 87. s. 61–76.

## LIITTEET

## Liite 1. Aiemmissa tutkimuksissa estimoituja tarjonnan hintajoustoja.

Tutkimus	Kuuluvainen ym. 1988		Kuuluvainen 1989	Hetemäki ja Kuuluvainen 1992		Kuuluvainen ja Ovaskainen 1993	
Havaintoväli	vuosi		vuosi	vuosi		vuosi	
Ajanjakso	1965–85		paneeli, 1981–85	1960–88		paneeli, 1982–91	
Menetelmä	2SLS		Tobit-malli	2SLS		Tobit-malli	
<b>Selittäjät</b>	Tukki	Kuitupuu	Raakapuu	Kuitupuu		Raakapuu	
$P_t$ (raakapuu)			0.086**				2.20**
$P_{t-1}$ (raakapuu)			-0.008				-2.50**
$P_t$ (tukki)	0.39*	1.55***					
$P_{t-1}$ (tukki)		-1.22***					
$P_t$ (kuitupuu)	0.53*	-0.88**					
$P_{t-1}$ (kuitupuu)	-1.34**				-1.07**		
Tarjonta $t-1$	0.38**	0.40*			0.21*		
Korko			0.358**		-0.02(t-1)		-0.18**

Tutkimus	Toppinen 1995		Toppinen ja Kuuluvainen 1997		Mutanen ja Toppinen 2005	
Havaintoväli	vuosi		vuosi		neljännesvuosi	
Ajanjakso	1976–92		1960–92		1986–2003	
Menetelmä	2SLS		2SLS		2SLS	
<b>Selittäjät</b>	Tukki	Kuitupuu	Tukki	Kuitupuu	Kuusitukki	Mäntytukki
$P_t$ (tukki)	4.02*		0.16		7.72***	7.11***
$P_{t-1}$ (tukki)	-2.22*		-1.46**		-5.60***	-5.00***
$P_t$ (kuitupuu)		2.18**		0.41*		
$P_{t-1}$ (kuitupuu)		-2.03**		-0.99**		
Tarjonta $t-1$	0.33		0.53**	0.34**	0.11	0.25***
Korko	-1.92(t-1)		1.99*(t-1)	-0.49	15.77(diff.)***	13.53(diff.)***

Tutkimus	Hänninen ym. 2004					
Havaintoväli	vuosi					
Ajanjakso	1983–2004					
Menetelmä	SUR					
<b>Selittäjät</b>	Mäntytukki	Kuusitukki	Lehtitukki	Mäntykuitu	Kuusikuitu	Lehtikuitu
$P_t$	2.98***	1.59***	3.75***	1.13***	2.11***	2.02***
$P_t$ (pitkä aikaväli)	0.32	-0.62	0.96	-0.40	0.07	0.27
$P_{t-1}$	-2.52***	-2.22***	-2.51***	-1.60***	-2.01***	-1.58***
Tarjonta $t-1$	-0.45**	-0.01	-0.28	-0.17	-0.44**	-0.63***
Korko	-0.37**	-0.30**	-0.01	-0.32***	-0.04	-0.24***

Muuttujat tilastollisesti merkitseviä 10 %(\*) 5 %(\*\*) 1 %(\*\*\*) riskitasolla. (diff)= muuttuja differenssimuodossa.

## Liite 2. Koko maan tarjontamallit ja testitulokset.

<b>Kokomaa</b>													
<b>Pysty</b>	White testi	LM <sub>BG</sub>	Jarque-Bera	Hinta (P <sub>t</sub> )	t-arvo	P <sub>t-1</sub>	t-arvo	Q <sub>t-1</sub>	t-arvo	r <sub>t</sub>	t-arvo	P <sub>t</sub> (pitkä aikaväli)	R2
Koivutukki	51.98	3.15	24.81	11.65	8.78	11.39	-8.38	0.68	14.31	0.31	-0.18	0,81	0.74
Kuusikuitu	50.86	1.15	12.81	9.71	8.46	-9.68	-8.28	0.68	13.74	0.58	-0.28	0,07	0.72
Kuusitukki	20.23	0.17	23.96	11.33	8.64	10.86	-8.46	0.05	12.86	1.32	0.57	0,50	0.76
Lehtikuitu	62.76	6.43	8.76	6.76	9.20	-6.71	-9.03	0.68	15.30	3.07	-2.13	0,15	0.76
Mäntytukki	26.42	0.44	35.01	11.59	9.34	11.37	-9.17	0.70	15.34	1.23	-0.70	0,74	0.79
Mäntykuitu	52.07	3.38	8.04	7.59	8.56	-7.75	-8.51	0.70	15.54	3.27	-2.24	-0,54	0.79
<b>Hankinta</b>													
Koivutukki	37.66	6.50	11.30	5.19	4.23	-3.85	-3.08	0.52	8.87	4.78	2.72	2,79	0.78
Kuusikuitu	45.37	6.36	4.75	12.10	8.61	12.05	-8.23	0.58	11.41	1.25	0.77	0,13	0.75
Kuusitukki	53.57	4.50	0.24	7.79	6.49	-7.98	-6.59	0.63	12.75	0.06	-0.03	-0,51	0.73
Lehtikuitu	43.42	12.18	11.65	9.15	7.77	-9.27	-7.75	0.51	10.10	0.23	0.18	-0,23	0.69
Mäntytukki	44.93	7.35	5.66	9.10	7.85	-8.71	-7.43	0.57	11.29	0.50	0.30	0,89	0.73
Mäntykuitu	46.12	18.91	3.22	6.26	5.86	-6.23	-5.64	0.45	8.24	3.29	-2.60	0,05	0.62

White testi= heteroskedastisuus testi, LM<sub>BG</sub>= autokorrelaatio testi, Jarque-Bera= normaalisuus testi ja R2= mallin selityssaste (Asteriou ja Hall 2006)

### Liite 3. Hinta-alueiden puuntarjontamallit ja testitulokset.

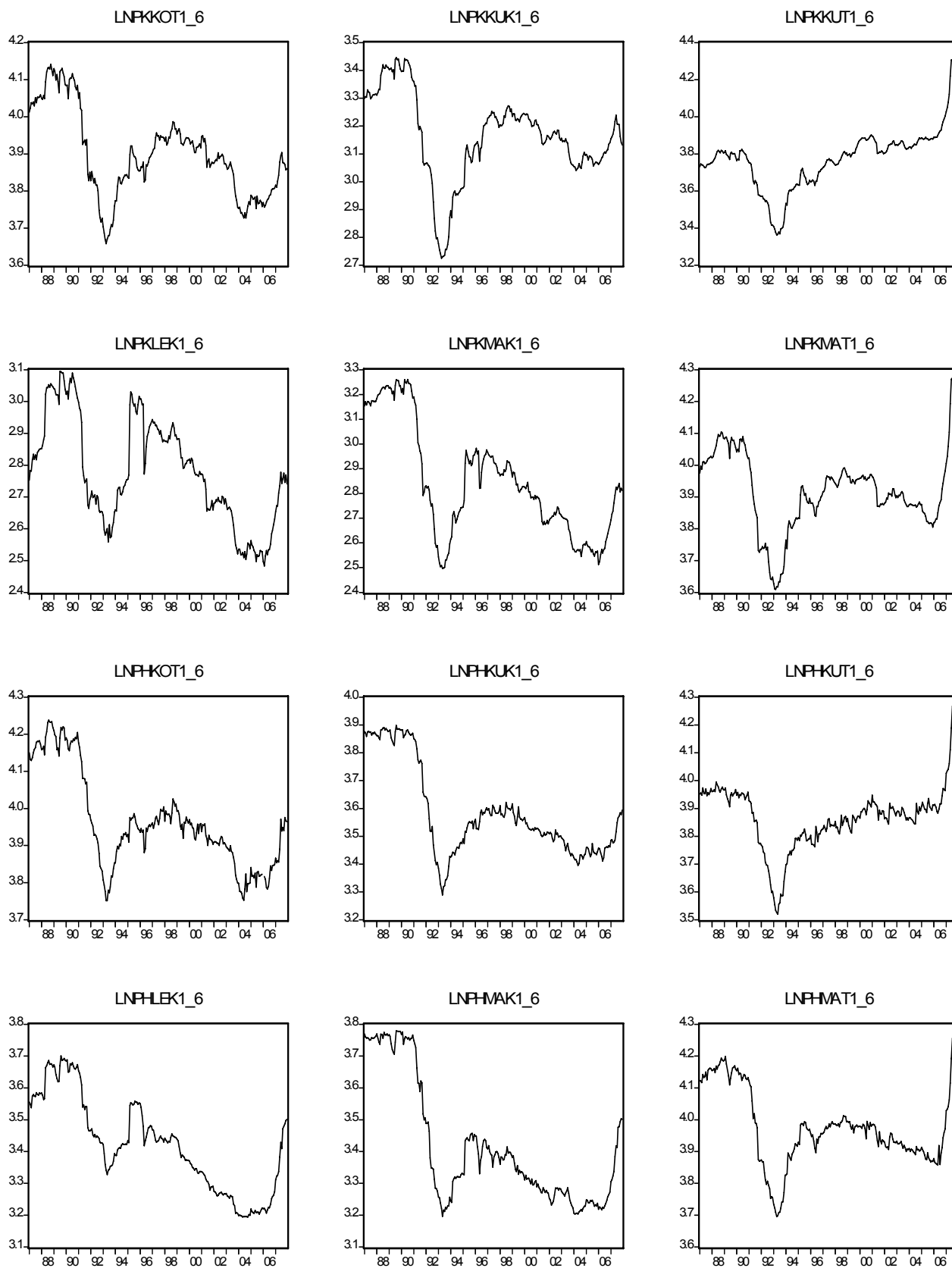
Hinta-alueet													
Pysty	White testi	LM <sub>BG</sub>	Jarque-Bera	Hinta (P <sub>t</sub> )	t-arvo	P <sub>t-1</sub>	t-arvo	Q <sub>t-1</sub>	t-arvo	r <sub>t</sub>	t-arvo	P <sub>t</sub> (pitkä aikaväli)	R2
Koivutukki 1	44,13	2,59	63,73	4,17	3,90	-3,71	-3,36	0,46	7,55	-1,75	-0,88	1,98	0,61
Koivutukki 2	28,19	0,01	3,53	2,02	1,70	-0,38	-0,31	0,27	3,07	1,93	0,74	2,24	0,57
Koivutukki 3	48,52	0,13	50,95	8,62	6,45	-7,95	-5,87	0,51	9,22	-0,59	-0,30	1,39	0,67
Koivutukki 4	39,20	1,38	47,63	15,66	8,17	-15,06	-7,68	0,58	11,43	0,82	0,37	1,42	0,67
Koivutukki 5	42,41	0,39	28,24	12,60	6,86	-12,42	-6,63	0,62	12,48	-0,71	-0,35	0,48	0,67
Koivutukki 6	-		-	-									
Lehtikuitu 1	44,10	10,78	28,95	3,22	3,92	-3,17	-3,81	0,48	8,98	-3,91	-2,30	0,09	0,65
Lehtikuitu 2	55,52	2,47	38,75	5,60	6,55	-5,64	-6,57	0,59	12,26	-4,34	-2,63	-0,10	0,71
Lehtikuitu 3	53,97	1,97	28,74	4,33	5,89	-4,12	-5,57	0,58	11,48	-4,01	-2,47	0,48	0,71
Lehtikuitu 4	44,47	3,17	20,14	5,79	8,31	-5,67	-8,01	0,68	14,93	-3,13	-1,82	0,37	0,73
Lehtikuitu 5	45,14	0,04	15,62	5,55	6,65	-5,48	-6,50	0,63	13,33	-2,88	-1,78	0,19	0,71
Lehtikuitu 6	31,49	17,55	22,88	3,95	4,46	-3,55	-3,98	0,47	8,40	-0,76	-0,36	0,74	0,54
Kuusitukki 1	42,64	0,26	15,21	9,34	6,20	-9,06	-6,12	0,58	10,88	-0,37	-0,15	0,67	0,70
Kuusitukki 2	34,66	0,00	89,80	11,16	8,02	-10,21	-7,43	0,59	11,67	0,64	0,29	2,33	0,76
Kuusitukki 3	28,94	0,02	59,85	10,82	7,23	-10,28	-7,03	0,55	10,35	1,35	0,50	1,19	0,70
Kuusitukki 4	31,18	3,62	123,44	13,02	8,42	-12,43	-8,19	0,59	11,97	2,23	0,77	1,46	0,70
Kuusitukki 5	46,12	0,99	31,11	12,34	7,63	-11,87	-7,53	0,57	11,01	1,08	0,39	1,11	0,72
Kuusitukki 6	23,74	5,39	27,21	5,62	5,11	-5,21	-4,89	0,38	6,31	1,19	0,40	0,67	0,59
Kuusikuitu 1	43,03	0,22	8,82	6,11	4,88	-6,14	-4,82	0,57	10,46	-1,85	-0,87	-0,06	0,65
Kuusikuitu 2	54,70	1,41	48,19	9,72	9,25	-9,59	-8,89	0,68	14,64	-1,05	-0,47	0,40	0,73
Kuusikuitu 3	41,48	1,85	91,96	7,52	6,71	-7,16	-6,28	0,58	10,70	0,63	0,28	0,84	0,67
Kuusikuitu 4	32,12	0,40	44,66	9,50	7,40	-9,35	-7,15	0,64	12,61	0,11	0,05	0,40	0,67
Kuusikuitu 5	50,90	0,26	14,81	7,02	5,27	-7,12	-5,28	0,61	11,50	-1,77	-0,73	-0,25	0,65
Kuusikuitu 6	44,92	2,21	127,39	2,56	1,84	-2,85	-2,06	0,53	9,29	5,50	1,49	-0,63	0,58
Mäntytukki 1	45,59	3,99	22,43	8,23	6,61	-8,07	-6,47	0,61	12,07	-2,61	-1,28	0,41	0,71
Mäntytukki 2	43,56	0,16	39,37	11,62	8,19	-11,27	-7,91	0,61	12,69	-3,02	-1,63	0,92	0,79
Mäntytukki 3	26,26	0,02	65,00	11,56	8,34	-11,05	-7,98	0,58	11,62	-0,85	-0,40	1,21	0,72
Mäntytukki 4	36,68	0,08	49,70	10,42	6,86	-10,15	-6,63	0,63	12,70	-1,57	-0,68	0,75	0,70
Mäntytukki 5	40,05	0,10	33,77	12,52	8,18	-12,55	-8,21	0,62	13,25	-2,58	-1,25	-0,08	0,74
Mäntytukki 6	47,47	0,94	349,33	2,62	2,04	-2,16	-1,67	0,55	9,38	-0,86	-0,29	1,02	0,63
Mäntykuitu 1	48,12	3,48	9,45	3,15	4,44	-3,34	-4,59	0,55	10,44	-5,01	-2,77	-0,42	0,68
Mäntykuitu 2	39,83	1,33	71,23	5,27	5,19	-5,27	-5,05	0,62	12,32	-4,79	-2,83	0,00	0,75
Mäntykuitu 3	41,61	2,46	39,86	4,85	6,48	-4,84	-6,26	0,62	12,64	-3,82	-2,26	0,04	0,74
Mäntykuitu 4	37,85	2,24	6,17	5,00	5,80	-5,12	-5,78	0,65	13,59	-3,37	-1,86	-0,34	0,73
Mäntykuitu 5	35,50	2,69	4,94	5,47	5,81	-5,70	-5,93	0,64	13,32	-2,61	-1,59	-0,65	0,73
Mäntykuitu 6	51,43	2,36	29,47	2,50	3,54	-2,26	-3,13	0,56	9,75	-4,50	-2,09	0,56	0,66

White testi= heteroskedastisuus testi, LM<sub>BG</sub>= autokorrelaatio testi, Jarque-Bera= normalisuus testi ja R2= mallin selitysaste (Asteriou ja Hall 2006)

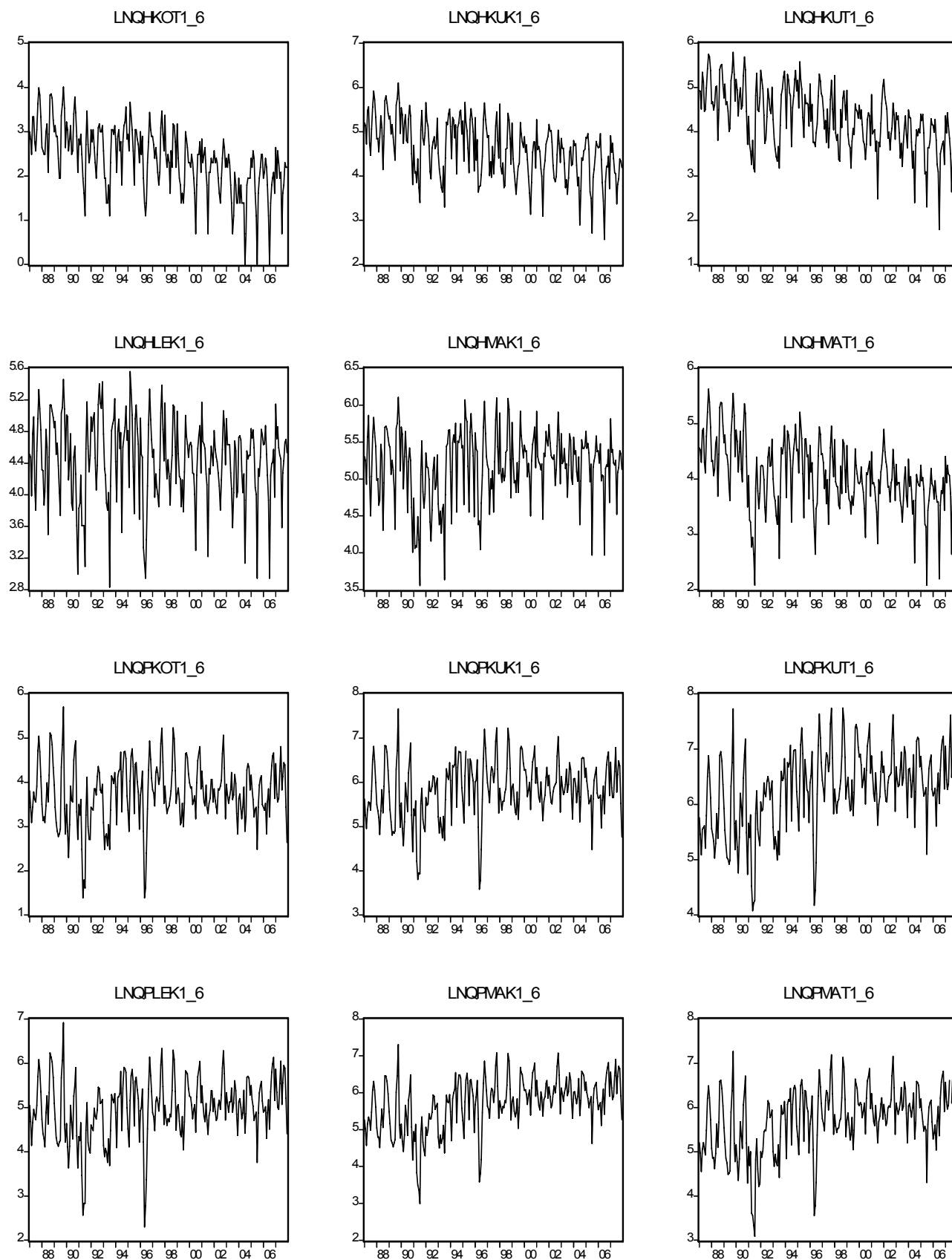
Hinta-alueet													
Hankinta	White testi	LM <sub>BG</sub>	Jarque-Bera	Hinta (P <sub>t</sub> )	t-arvo	P <sub>t-1</sub>	t-arvo	Q <sub>t-1</sub>	t-arvo	r <sub>t</sub>	t-arvo	P <sub>t</sub> (pitkä aikaväli)	R2
Koivutukki 1	29,32	0,72	12,82	1,49	1,48	0,76	0,73	0,21	2,63	8,01	2,83	2,85	0,55
Koivutukki 2	22,61	3,73	3,24	3,52	1,14	-1,52	-0,60	0,04	0,18	10,98	1,61	2,09	0,43
Koivutukki 3	21,34	0,28	0,82	0,96	0,69	0,49	0,34	0,29	3,80	5,68	2,78	2,05	0,59
Koivutukki 4	38,02	0,06	0,52	6,24	4,38	-4,64	-3,14	0,33	5,02	6,93	3,12	2,38	0,67
Koivutukki 5	28,77	0,72	9,46	6,78	4,56	-5,49	-3,60	0,49	8,29	5,97	2,83	2,54	0,70
Koivutukki 6	-		-	-									
Lehtikuitu 1	41,19	5,10	2,79	5,27	3,21	-5,23	-3,13	0,35	5,76	1,30	0,69	0,07	0,46
Lehtikuitu 2	41,61	0,99	9,76	5,40	4,98	-5,65	-5,11	0,46	8,48	-1,30	-0,88	-0,47	0,67
Lehtikuitu 3	39,74	2,11	3,27	1,02	0,74	-1,09	-0,78	0,52	9,18	-0,10	-0,07	-0,15	0,68
Lehtikuitu 4	45,93	1,37	14,60	3,03	2,58	-2,98	-2,49	0,53	9,59	-0,06	-0,04	0,10	0,58
Lehtikuitu 5	38,35	1,35	3,63	5,51	4,69	-5,42	-4,51	0,53	9,65	0,62	0,37	0,19	0,57
Lehtikuitu 6	37,56	2,86	5,26	3,35	3,65	-2,22	-2,41	0,47	8,05	4,05	1,76	2,11	0,57
Kuusitukki 1	41,30	1,73	3,33	2,87	1,97	-2,59	-1,74	0,45	7,59	2,00	0,67	0,52	0,53
Kuusitukki 2	52,52	0,65	6,97	1,60	1,27	-1,08	-0,86	0,52	8,48	0,66	0,26	1,09	0,69
Kuusitukki 3	39,31	5,74	4,02	3,75	3,10	-3,47	-2,82	0,67	13,09	2,05	0,79	0,84	0,78
Kuusitukki 4	36,56	0,75	5,66	5,74	3,94	-5,48	-3,73	0,61	11,90	3,48	1,21	0,67	0,71
Kuusitukki 5	53,62	0,10	3,18	8,40	5,09	-8,55	-5,10	0,58	10,95	0,07	0,02	-0,37	0,63
Kuusitukki 6	33,00	1,03	0,33	0,13	0,12	1,85	1,63	0,17	1,49	4,27	0,53	2,38	0,82
Kuusikuitu 1	38,24	0,00	2,32	3,54	1,94	-3,08	-1,62	0,40	6,49	0,85	0,38	0,77	0,50
Kuusikuitu 2	30,17	7,20	1,79	6,40	5,33	-6,20	-5,00	0,69	14,68	2,64	1,31	0,63	0,86
Kuusikuitu 3	39,05	0,31	10,36	1,92	1,28	-0,96	-0,62	0,44	7,33	2,33	1,24	1,70	0,72
Kuusikuitu 4	43,24	0,57	26,73	1,34	1,06	-0,52	-0,39	0,58	10,64	2,45	1,19	1,97	0,67
Kuusikuitu 5	59,88	0,79	0,59	5,55	3,38	-5,36	-3,12	0,52	9,09	-0,14	-0,06	0,41	0,57
Kuusikuitu 6	18,48	2,60	6,78	2,70	1,59	-2,58	-1,51	0,50	5,79	-4,19	-0,76	0,24	0,52
Mäntytukki 1	34,60	4,36	15,90	1,67	1,45	-0,41	-0,35	0,34	5,13	2,53	1,06	1,91	0,50
Mäntytukki 2	40,63	1,07	1,11	7,05	5,95	-6,21	-5,12	0,45	7,84	2,54	1,38	1,54	0,74
Mäntytukki 3	28,36	2,97	6,11	1,93	1,41	-0,57	-0,41	0,53	9,35	2,92	1,44	2,92	0,72
Mäntytukki 4	51,28	0,59	5,48	6,86	6,27	-6,08	-5,40	0,55	10,04	2,60	1,18	1,72	0,66
Mäntytukki 5	44,42	0,02	6,10	7,79	5,35	-7,08	-4,80	0,59	11,20	0,61	0,28	1,74	0,70
Mäntytukki 6	37,34	1,94	1,81	4,46	4,66	-3,00	-3,10	0,17	2,43	7,33	2,13	1,77	0,46
Mäntykuitu 1	54,97	0,21	7,82	-0,96	-0,89	1,47	1,32	0,32	5,17	-4,90	-2,48	0,75	0,44
Mäntykuitu 2	53,86	1,96	2,28	5,25	4,72	-5,26	-4,58	0,43	7,63	-4,53	-3,26	-0,01	0,65
Mäntykuitu 3	50,23	3,72	10,18	2,95	2,55	-2,61	-2,18	0,49	8,84	-4,36	-2,80	0,67	0,72
Mäntykuitu 4	40,05	0,36	19,52	2,59	2,23	-2,47	-2,05	0,56	10,29	-1,99	-1,12	0,27	0,57
Mäntykuitu 5	53,39	1,19	3,91	4,90	4,20	-4,95	-4,09	0,51	9,25	-2,11	-1,25	-0,11	0,51
Mäntykuitu 6	28,60	0,56	9,92	1,82	1,69	-1,22	-1,10	0,31	4,92	-3,09	-1,36	0,88	0,34

White testi= heteroskedastisuus testi, LM<sub>BG</sub>= autokorrelaatio testi, Jarque-Bera= normaalisuus testi ja R2= mallin selitysaste (Asteriou ja Hall 2006)

### Liite 4. Koko maan mallien hinta- ja määrätat kuvina.



Kuva 1. Koko maan kanto- ja hankintahinnat puutavaralajeittain.



Kuva 2. Koko maan pysty- ja hankintakauppa määrät puutavaralajeittain.