

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Metsätalouden koulutusohjelma

Tuomas Kananen

**VARANTORAKENTEEN OIKEELLISUUS SUUNNITTELUTYÖN  
POHJANA STORA ENSO METSÄN POHJOIS-SUOMEN  
HANKINTA-ALUE, KAINUUN TIIMISSÄ**

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2016



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Huhtikuu 2016**  
**Metsätalouden koulutusohjelma**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
013 260600

Tekijä(t)  
Tuomas Kananen

Nimeke  
Varantorakenteen oikeellisuus suunnittelutyön pohjana Stora Enso Metsän Pohjois-Suomen hankinta-alue, Kainuun tiimissä

Toimeksiantaja  
Stora Enso Metsä

Tiivistelmä

Stora Enso tunnetaan isona puuraaka-aineen jalostajana ja innovatiivisena kehityksen edistäjänä puuteollisuudessa. Isolla puuraaka-aineen jalostajalla tärkeä osa-alue organisaatiossa, on puuhankinta ja siinä toimivat puunostajat. Puunostajien ammattitaito arvioida puuston määrää oikein metsässä varmistaa yhtiön operatiivista sekä taloudellista toimivuutta toimia tehokkaasti ja taloudellisesti metsäteollisuudessa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Stora Enso Metsän Pohjois-Suomen hankinta-alueen, Kainuun tiimin puumääräarvioiden toteutumista ajalta 1.1.2014–30.6.2015. Tutkimuksessa tarkkaillaan arvokkaimpien puutavaralajien tukki- ja pikkutukkilaatujen, arvioiden toteutumista havupuissa. Lisäksi tutkittiin havu- ja koivukuitu määriä puukaupoilta.

Tutkimus oli määrällinen eli kvantitatiivinen, ja tulokset on ilmaistu eroprosentteina taulukkokuvioissa. Eroprosentilla ilmaistaan ero arvioiden ja toteutuneiden puumäärien välille. Tuloksia tulkittaessa voidaan havaita kokonaispuuston arvioinnin toteutuvan erittäin hyvin toteutuneisiin hakkuisiin verraten, mutta puutavaralajikohtaisessa vertailussa erot voivat olla erittäinkin suuria. Puutavaralajikohtaisia toteutumia tarkasteltaessa suurimmat arvioerot syntyvät harvennuskohdeilla.

Kieli  
suomi

Sivuja 61  
Liitteet 1  
Liitesivumäärä 4

Asiasanat  
Puuhankinta, puumäärä, arvio, puutavaralaji



**THESIS**  
**April 2016**  
**Degree Programme in Forestry**

Karjalankatu 3  
80200 JOENSUU  
013 260600

Author (s)  
Tuomas Kananen

Title  
Correctness of reserve structure was base for study in Stora Enso Metsä Northern Finland supply area in team of Kainuu region

Commissioned by  
Stora Enso Metsä

Abstract

Stora Enso is known as large wood raw material refiner and innovative contributor of wood industry development. As a large refiner of wood raw material important part of organization is wood obtaining and wood buyers in it. Professional skills of wood buyers to valuate wood volume estimation in forest correctly is to ensure company's operative and financial function to act efficiently and economically in forest industry.

Purpose of this thesis is to examine Stora Enso Metsä's wood volume estimation full filment during period 1.1.2014–30.6.2015 of team Kainuu in Northern Finland's purchase area. Reseach observes fulfilment of the most valuable wood species as diameter logs and small diameter logs with coniferous trees. Besides of that research evaluates amounts of fibers of sprig and birch from wood sales.

Thesis is quantative research and results are presented as prosentual differences in matrix patterns. Prosentual difference shows difference between estimations and fulfilled wood volumes. In results can be noticed that estimation of whole woods is fulfilled very well according to realised loggings. But what comes to comparison in different wood species differences can be very large. As observing fulfilments in wood species the biggest differences in estimations seems to come from thinning sights.

Language  
Finnish

Pages 61  
Appendices 1  
Pages of Appendices 4

Keywords

wood supply, timber quantity, estimate, roundwood assortment

## Sisältö

1	Alkusanat .....	5
2	Johdanto .....	7
3	Stora Enso Oyj.....	8
4	Puunhankinta .....	9
4.1	Puukauppa.....	12
4.1.1	Pystykauppa .....	13
4.2	Puutavaralajimenetelmä .....	14
4.2.1	Puutavaralajien hinnanmuodostus pystykaupassa .....	16
5	Hakkuutavat.....	16
5.1	Hakkuutapa.....	16
5.2	Uudistushakkuut .....	17
5.3	Kasvatushakkuut .....	18
6	Puuston arviointimenetelmät.....	21
6.1	Puuston määrän arviointi .....	21
6.2	Laserkeilaus puuston arvioinnissa .....	22
6.3	Hakkuukertymä.....	24
7	Puutavaran varastointi .....	27
7.1	Varasto .....	27
7.2	Pystyvaranto.....	28
7.3	Arvioidun varantorakenteen merkitys Stora Enso Metsälle.....	28
8	Työn tausta ja muita tutkimuksia.....	30
9	Tutkimusongelma.....	32
10	Tutkimusmenetelmä ja – aineisto .....	33
10.1	Tutkimusmenetelmä .....	33
10.2	Aineiston keräys .....	34
10.3	Aineiston analysointi .....	37
11	Tulokset .....	39
11.1	Metsäasiantuntijoittain .....	40
11.2	Korjuuaika.....	41
11.3	Hakkuutavoittain .....	43
11.4	Keskijäreysluokittain avohakkuilla.....	44
11.5	Keskijäreysluokittain harvennushakkuilla.....	46
11.6	Tilastollisen analyysin tulokset.....	48
11.6.1	Tilastollinen lineaarinen regressio.....	50
12	Johtopäätökset ja pohdinta .....	52
12.1	Tuloksien johtopäätökset ja pohdinta.....	52
12.2	Tilastollinen analyysi.....	57
	Lähteet.....	58

### Liitteet

Liite Lineaariset regressiot ja matemaattiset selitteet metsäasiantuntijoittain

## 1 Alkusanat

Opinnäytetyön aihe herätti kiinnostusta jo työharjoittelussa ollessani. Ajatukset työn toteuttamisesta ja siihen liitettävistä osiosta alkoi kasaantua pitkin syksyä aihetta suunnitellessa. Työ oli erittäin haastavan tuntuinen itselleni, mutta erittäin mielenkiintoista oli saada selvittää puuhankintaan koskevaa informaatiotietoa. Aineistoa kerätessä kohdattiin muutamia ongelmia tietojärjestelmän kanssa, jotta halutut tiedot saataisiin koottua tätä työtä varten.

Aineistoa käsitellessä mielenkiinto tutkimustuloksia kohtaan kasvoi opinnäytetyötä tehdessä. Erilaiset puumääräarvioiden vaihtelut arvioiden ja toteutumien välillä ja niiden muuttaminen prosenttiosuuksiksi arvioihin nähden, herätti itsensäni sekä Kainuun hankintatiimin metsäasiantuntijoissa selvästi puhetta ja jopa yllätyksellisiä tunteita tuloksia kohtaan.

Työn kokonaismäärä yllätti laajuudellaan, kuitenkin vaikka opinnäytetyö mielestäni kasvoi laajaksi suunnitelmaani nähden, pysyin suhteellisen hyvin aikataulussa työn toteuttamisen suhteen. Lisäksi oli erittäin mukavaa kuulla, että luomani Excel -taulukot ja -laskelmat puustomäärien toteutumista olivat toimeksiantajan mielestä hyviä sekä tuloksensa selkeästi esittäviä.

Opinnäytetyön tuloksien tarkoituksena oli selvittää Stora Enso Oyj, Metsän Pohjois-Suomen hankinta-alueen Kainuun tiimin osalta ostettujen puukauppojen puustoarvioiden ja toteutuneiden hakkuiden määräerovaisuuksia sovitulta ajankaksolta. Tuloksia tarkasteltiin muutamien tekijöiden avulla mm. korjuuajallisesti, metsäasiantuntijoittain, hakkuutavoittain ja keskijäreyksien vaikutusta hakkuutavoittain. Tekijöillä voidaan rajata mahdollisesti arvioissa syntyvien määräeroihin vaikuttavia seikkoja ja niiden vaikutusta puuhankinnan suunnitteluun sekä kehittämiseen. Tuottamiani Excel-taulukoita toivottavasti hyödynnetään jatkossa, kun kehitetään tiimikohtaista puuhankintaa. Kerätyistä tuloksista, joita kaikkia ei tässä opinnäytetyössä voitu esittää, kuitenkin ilmeni Kainuun hankintatiimin onnistuneen kokonaismäärällisessä puuhankinnassa siinä määrin, jotta kehitys-

työtä tulee tehdä metsäasiantuntijoiden yksilöllisellä tasolla. Tärkeimpänä tuloksena ja johtopäätöksenä on kehittää harvennushakkuiden puumäärien arvioinnin tarkkuutta sekä kiinnittää huomiota puutavaralajijakaumaan puulajeittain. Puutavaralajijakaumaa arvioidessa tulisi kiinnittää huomiota varsinkin pikkutukikilaatujen arviointiin havupuustossa ja sen arvioinnin kautta huomioida järeämmän tukkipuuosuuden muodostuminen niillä metsikkökuvioilla, joissa valmistetaan pikkutukkia. Mielestäni tuottamani tulokset ovat erittäin hyvin hyödynnettävissä Stora Enso Metsän toimintaa kehittäessä sekä ne ovat informaalaisia toimeksiantajalleni. Tuloksien avulla voidaan kehittää jatkotutkimuksen aiheita puunhankinnan täsmentämiseksi ja arviointiohjeita puuston puutavaralajijakauman arviointia varten.

Kokonaisuudessaan mielestäni tämä opinnäytetyö onnistui erinomaisesti. Työ loi haasteita ja satoi erittäin hyvin tuottamaan tutkimustulosta aiheesta toimeksiantajalleni. Informaatiota sekä apua sain riittävästi toimeksiantajan osalta ja Karelia ammattikorkeakoulun lehtoreilta. Työ eteni järjestelmällisesti eteenpäin tuottaen kokoajan tulosta työtä tehdessäni. Jatkotutkimukset aiheesta edellyttäisivät laajempaa informaatiota tiimikohtaisista puumääräarvioiden toteutumista kaikilta Stora Enso Metsän hankintatiimeiltä. Lisäksi olisi hyvä perehtyä puumäärien arvioinnissa käytettäviin tekniikoihin ja niiden tarkkuuteen metsäasiantuntijakohtaisesti, sekä siihen millainen vaikutus työkokemuksen määrällä on puumääräarvioiden paikkaansa pitävydessä.

## 2 Johdanto

Puukauppasopimuksiin kirjataan metsäasiantuntijoiden toimesta puutavaralajimääräarviot hakkuutettavalta metsäkuviolta. Määräarviot muodostavat metsäyhtiön pystyvarannon. Varantotiedon tarkkuudella on oleellinen merkitys, kun luodaan tehtaiden puunhankinnan kausisuunnitelmia. Arvokkaimmat puutavaralajit ohjaavat puuston korjuuta tehtaan puuntarvetta vastaten. Tällöin arvioitujen puustomäärien, sekä ennen kaikkea tukkilaatujen paikkaansa pitävyydellä puutavaralajiarvioissa, on iso merkitys. Näiden arvioiden toteutumista tutkin, sekä selvitän vertaamalla määräraivoita hakkuukoneesta toimitettuun hakkuutulos-teeseen puukaupakohtaisesti.

Tarkoituksena on tutkia ja selvittää pääasiassa arvokkaimpien puutavaralajien eli tukki- ja pikkutukkipuosuuksien arvioinnin tarkkuutta sekä toteutumista. Lisäksi selvitän havu- ja koivukuitujen arvioinnin toteutumista puukauppasopimuksissa.

Tutkimus keskittyy Kainuun hankintatiimin alueelle ja puunhankintaan osallistuvien Stora Enso Metsän metsäasiantuntijoihin. Aineiston keräys suoritettiin ajanjaksolta 1.1.2014–30.6.2015. Tähän aikajaksoon sisältyy kaksi talvikorjuu aikaa ja yksi kesäkorjuukausi, jolla saavutettiin erittäin hyvä aineiston vaihtelu tutkimusta varten. Puukauppoja tutkimuksen analysointia varten kertyi 235 puukauppaa.

Keskeisin ongelma, jota tällä työllä halutaan selvittää, liittyy pystyvarannon puutavaralajikohtaisen jakauman ja korjuissa toteutuneiden puutavaralajikohtaisien jakaumien väliseen määräeroavaisuuden ( $m^3$ ) selventämiseen. Lisäksi pyrki-myksenä on selventää muutamien muuttujien avulla, missä tilanteissa puutavaralajijakauman arvioiden vaihtelua voisi syntyä merkittävästi eniten ja onko muuttujien välillä arvioiden epäonnistumiseen selittäviä tekijöitä. Muuttujina tässä työssä on käytetty metsäasiantuntijaa, korjuuaikaa, hakkuutapaa ja hakkuutapakohtaisia keskijäreysluokkia. Syy tämän tutkimuksen tekemiseen on se, et-

tä havaintojen mukaan korjuussa syntyy enemmän tukkipuulajeja, kuin suunnitelmassa on arvioitu. Tällä työllä halutaan tutkia, että onko todella näin. Ja jos on niin miksi.

Tutkimusaineiston kokoaminen suoritettiin Stora Enso Metsän tietojärjestelmästä. Aineisto kirjattiin Excel -taulukkomuotoon ja tilastollisen analysoinnin tuottamiseen käytettiin SPSS -ohjelmaa. Käyttämäni tutkimustapa opinnäytetyössä on kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus. Aineistosta johtamani tulokset esitetään opinnäytetyössä eroprosentteina. Eroprosentilla ilmaistaan hakkuissa toteutuneiden puumäärien eroavaisuus, arvioihin verraten. Lähdetietosuojan vuoksi, tässä opinnäytetyössä ei esitetä tuloksien osalta virallisia puukauppatietoja ja puumääriä. Lisäksi kaikkien metsäasiantuntijoiden identiteetit suojataan vaihtoehtoisella ilmaisulla yksilöinnin estämiseksi.

### **3 Stora Enso Oyj**

Stora Enso Oyj on syntynyt vuonna 1998 fuusioituessaan ruotsalaisen Stora Kopparbergs Bergslags Aktiebolag (STORA) kanssa. Enson toiminta alkoi vuonna 1872, jolloin ensimmäinen höyrysaha perustettiin Kotkaan (W. Gutzeit & Co). Gutzeit osti vuonna 1912 Enso träsliperi AB ja kasvoi vuosisadan edetessä Suomen isoimmaksi metsäyhtiöksi. Useiden fuusioitumisien jälkeen Veitsiluoto Oy:n yhdistyessä 1996, yhtiö nimettiin Enso Oy:ksi ja vuoden 1998 fuusion yhteydessä yhdistyi kaksi isoa metsäyhtiötä nykyiseksi Stora Enso Oyj:ksi. (Stora Enso 2014.)

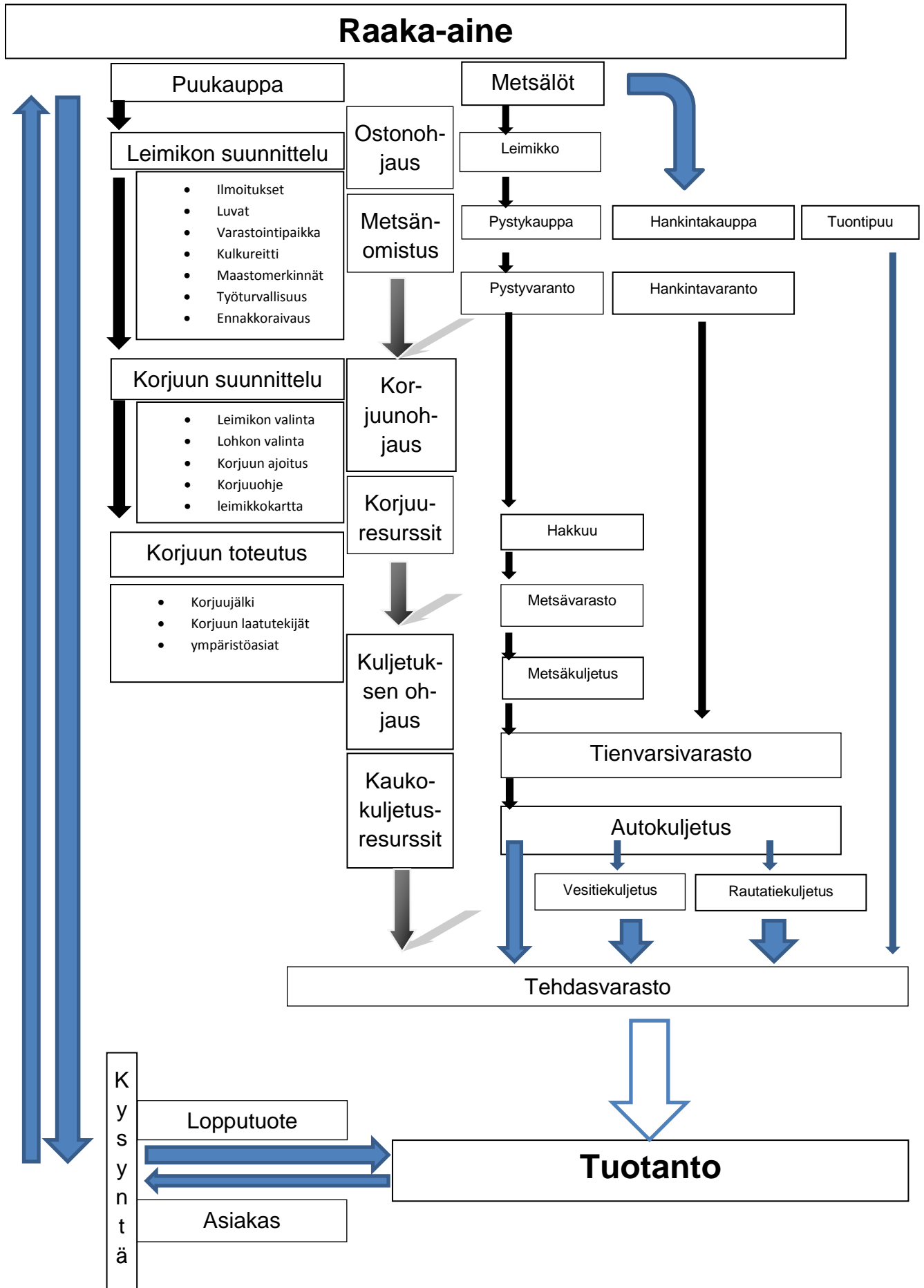
Stora Enson kehitys kohdistuu uusiutuvien materiaalien suunnitteluun, joka perustuu metsään ja puukuidun materiaaleihin. Stora Enson tavoitteena on muuttua perinteisestä paperin- ja kartonginvalmistajasta, pitkälle kehittyneeksi uusiutuvien materiaalien hyödyntäjäksi. (Stora Enso 2014.) ”Vastuullisuus – ihmisten ja planeetan hyväksi toimiminen – on kaiken ajattelumme pohjalla ja lähestymistapamme kaikkeen liiketoimintaan.” (Stora Enso 2014).

Organisaatorakenne Stora Ensossa rakentuu viidestä eri kokonaisuudesta. Consumer Board, Packaging Solutions, Biomaterials, Wood Products ja Paper edustavat tehtaan tuotannon eri osa-alueita eli divisioonina. Lisäksi on useita tukitoimintoja, joilla tehtaan toimivuus saadaan taattua, kuten puunhankintaa ja logistiikka. Puunhankinnasta vastaa Suomessa Stora Enso Oyj, Metsä. Omalla puunhankinnallaan Stora Enso turvaa tehtaidensa puutoimituksen. Stora Enso Metsän tehtävä Suomessa on huolehtia yhtiön saha-, sellu- ja paperituotannon vaatimista puumääristä.

Stora Enso Metsä ostaa puuta yksityisiltä metsänomistajilta maanlaajuisesti, sekä suorittaa osto- ja toimituskauppoja yhteistyössä muiden metsäalan toimijoiden kanssa. Stora Enso Metsällä on Suomessa kolme hankinta-aluetta ja yhdessä hankinta-alueessa on 4-5 hankintatiimiä vastaamassa operatiivisesta puunhankinnasta. (Stora Enso 2014; Parviainen 2014, 6–7.)

## **4 Puunhankinta**

Puunhankinta käsittää laajan verkoston eri toimijoita ja tekijöitä puuteollisuudessa (Kuva 1). Raaka-aineen hankinta metsälöistä tapahtuu ihmisen kontrolloimana koko ketjun aikana. Puuhankinnanketjua ohjaa raaka-aineen eli puunkysynnän ja lopputuotteen kuluttajat. Puunkorjuu on ketjun ensimmäinen vaihe, millä mahdollistetaan lopputuotteen kysyntään vastaaminen. Puuta korjattaessa metsässä määritellään tilatun materiaalin puutavaralaatu ja -määrä, joilla vastataan tilattuihin tarpeisiin tuotantolaitoksille sovittuun aikatavoitteeseen mennessä. (Metsäteho 2016, 3, 8.)



Kuva 1.

Puunhankintaketju (Kuva: Tuomas Kananen).

Puunhankinnan olennaisin tekijä on logistiikkaketju ja sen suunnittelu sekä toteuttaminen. Tähän prosessiin vaikuttaa puunhankinnassa markkinatilanteet, jotka muodostavat vaihtelua raaka-aineen tilausmäärissä, toimitusajoissa sekä luo muita häiriöitä puuhankintaketjussa. (Räsänen 2008, 391.)

Haasteita logistiikalle ja puunhankinnalle antavat muuttuvat tehdastilaukset. Puujalosteiden aktiivinen käyttö ja niiden valmistamiseen tarvittavien puumäärien vaihtelu, vuodenajat sekä olosuhteiden vaihtelua luonnossa muodostavat haasteita aikatavoitteisiin, sekä toimituksien valmistumiseen. Puun hinnan muuttuminen säätelee voimakkaasti raaka-ainehankintaa. Korjuu- ja logistiset resurssit tulee olla hallinnassa puuhankintaa suorittaessa. Näistä haasteista huolehditaan metsäyhtiöissä yleensä itse omalla puunhankinnan hankintatiimeillä eli operatiivisella toiminnalla. (Räsänen 2008, 391–400.)

Hankintatiimi on yksi osa toimitusketjua puunhankinnan laajassa verkossa ja sitä nimitetään operatiiviseksi toiminnaksi. Operatiivisen toiminnan tehtävänä on hallita keskipitkän aikavälin suunnittelua puunhankinnassa, sekä reaaliaikaista toimintaa. Metsäyhtiöiden ja yhteistyökumppanien operatiiviset tasot yleensä jakaantuvat puunhankinnan osalta Suomessa lääni- ja kuntatasoille. Heidän tehtävänä on hallita ja huolehtia reaaliaikaisesta toiminnasta, materiaalihankinnoista ja informaation jakamisesta eri toimijoiden välillä. Työnkuvaan kuuluu hallita liiketoimintojen maksutapahtumat. Eri osa-alueiden toimijoiden yhteistyöllä on suuri merkitys tuotteen hankinnan suunnittelussa ja ohjauksessa. (Räsänen 2008, 391–400; Metsäteho 2016, 4.)

Puunhankintaketju toimii tehtaiden tuotantosuunnitelman mukaan. Materiaalikusyntä luo aikatavoitteita ja koko puuhankintaketju toimii muutaman kuukauden aikajaksolla. Tätä ajanjaksoa kutsutaan kausisuunnitelmaksi. Vastaaminen materiaalikusyntään asiakkaalle nopeasti vaikuttaa varastojen suuruuteen sekä niiden laajuuteen. Varastoinnin suuruus vaihtelee kausiluonteisesti pitkästä varastoinnista lyhyeen varastointiin. Puuta varastoidaan tehtaiden terminaaleihin ja tuorevarastointia tienvarsivarastoissa. Räsänen (2008, 393) mukaan puuvarastojen suuruus tulisi pitää pienenä sidotun rahan ja raaka-aineen pilaantumi-

sen riskin takia. Erilaisten puutavaralajien määrä-, hinta- ja toimitusaika muodostavat kausisuunnitelman vaihtelua puunhankinnalle sekä varastoinnille ja pystyssä olevien metsävarantojen inventoinnille. Nämä vaihtelut vaikuttavat myös puunhinnoitteluun. Metsävarantojen määrät, joista on luotu puukauppa, mutta ei ole vielä hakattu tievarsivarastoon, ovat oleellista tietoa tehtaan tuotantosuunnitelman suunnittelulle. (Räsänen 2008, 391–400; Metsäteho 2016, 4.)

Kun kausisuunnitelma on tiedossa, luodaan yrittäjille ja metsäkoneille korjuuohjeet. Yrittäjillä toiminnallinen ajanjakso pääsääntöisesti on 1–2 viikkoa. Logistiikan kuljetuksilla aikajänne on yleensä lyhyempi. Korjuuohjeista selviää puutavaralajit, niiden määrät sekä toimituskohteet. Joskus eri tehtaiden toimitusajat luovat häiriötä korjuissa, sekä korjuuohjeissa ja joudutaan priorisoimaan toimituskohteiden toimituksia sekä niiden toimitusaikoja. (Räsänen 2008, 391–400; Metsäteho 2016, 4.)

#### **4.1 Puukauppa**

Puukauppasopimus asiakkaan kanssa muodostuu useista erilaisista sopimuksista ja ehdoista ja on useamman vuoden sitoutuminen kahden toimijan kesken. Kauppasopimus syntyy puunmyyjän ja puunostajan välillä. Puukaupassa määritellään hakkuun kohde, hakkuutavat ja arvioidaan saatavat puumäärät kohteelta. (Kiviniemi 2008, 369; Koivumäki 2011, 137.)

Puukauppa toteutetaan yleensä pysty- tai hankintakauppana. Lisäksi on olemassa käteis- ja toimituskaupamuodot. Pysty- ja hankintakaupamuodot ovat yleisimmät käytännöt yksityisomistuksessa olevien metsien ostossa. (Metsäteho 2014, 1–20.) Käteiskauppa pohjautuu hankintakauppaan ja hakattu puutavaraerä sijaitsee tienvarressa metsänomistajan toimesta. Puutavaraerästä ei ole luotu etukäteissopimusta ostajan kanssa aikaisemmin, kuten hankintakauppa suorittaessa on. Hankintakaupassa metsänomistaja ja puunostajan määrittelevät ennakkosopimuksessa toimitettavan puun määrän ja laadun. (Koivumäki 2011, 139.) Toimituskauppa tapahtuu yleensä metsäyhtiöiden välillä. Puunmyyjä sitoutuu toimittamaan puutavaraerät puunostajan määrittelemään paikkaan.

Puunmyyjälle kuuluu kauppasopimuksessa huolehtia puutavaraerän korjuu ja logistinen kuljetus sovittuun paikkaan sekä sovittuna aikana. Yleisin toimituspaikka on suoraan tehtaalle. (Metsäteho 2014, 8.)

Puukauppaa muodostaessa sopimusehtoissa tulisi sopia hakattavista alueista eli leimikon leimauksesta, puutavaramääristä ja yksikköhinnoista. Puukaupassa lisäksi tulisi sopia puutavaralajien läpimitta-, pituus- ja laatuvaatimukset. Myös on oleellista sopia puutavaran mittauksen suorittaja, mittaustapa sekä -menetelmät puutavaralajeittain. Puukaupassa sovitaan myös mahdollisista jälki-toimenpiteistä, kuten maanmuokkauksesta uudistushakkuun jälkeen ja istutuksesta. Lisäksi voidaan sopimuksessa mainita korjuuaika leimikoille sekä määrittellä metsän käsittelyt, hakkuutapa kuten harvennusvoimakkuus. Puuta myyvällä osapuolella on myös velvollisuus tuoda esille kohteella sijaitsevat luonto- ja suojelukohteet ja tilan rajat, sekä sopia kumpi osapuoli hoitaa merkitsemisen edellä mainituilla kohteilla. Näitä ehtoja tulee noudattaa kummankin sopimusosapuolen toimijat ja velvollisuus huolehtia, ettei ongelmia syntyisi korjuuvaiheen aikana ja sen jälkeen. (Kiviniemi 2011, 144; Metsäteho 2014, 1–20; Kiviniemi 2008, 369.)

Puukauppaa tehdessä sitoudutaan noudattamaan osapuolien toimesta valtakunnallista sopimusoikeutta, omistusoikeutta ja verotusta koskevia säädöksiä sekä lakeja. Olemassa on kuitenkin lakipykälä, kuten metsienkäyttöä koskevia lakeja. Nämä säätelevät puukauppaa, korjuuta ja mittaustapahtumaa. Tärkeimpiä näistä ovat metsälaki, maankäyttö- ja rakennuslaki, yhteismetsälaki ja puutavaranmittauslaki. (Metsäteho 2016, 3.)

#### **4.1.1 Pystykauppa**

Isot metsäorganisaatiot nimittävät metsänhakkuusopimusta pystykaupaksi silloin, kun suoritetaan puukauppaa yksityismetsäomistajan kanssa. Metsänomistajalla on valtuus päättää lainsäädäntöjen rajaamana omasta omaisuudestaan ja kuinka metsän käsittelyyn käytettäviä toimenpiteitä heidän metsissään tullaan käyttämään. (Suomen metsät 2007, 13.)

Pystykauppa tapahtuu puunmyyjän ja puunostajan välillä. Puunmyyjä antaa hakkuuoikeuden puunostajalle kirjallisella sopimuksella. Puunostaja suorittaa puunhakkuun sekä -kuljetuksen ja jatkokuljetuksen tehtaalle. Hakkuusopimuksessa sovitaan puukauppa rajatulle metsäkuviolle eli leimikolle, lisäksi sopimuksessa tulee olla yksikköhinnat, laatu- ja mittavaatimukset. Kirjallisena pitää näkyä arvioidut puumäärät kohteelta, maksuennakot puunmyynnistä, mittaustapa sekä varastopaikat ja korjuuaika. (Koivumäki 2011, 138; Airaksinen 2008, 366.)

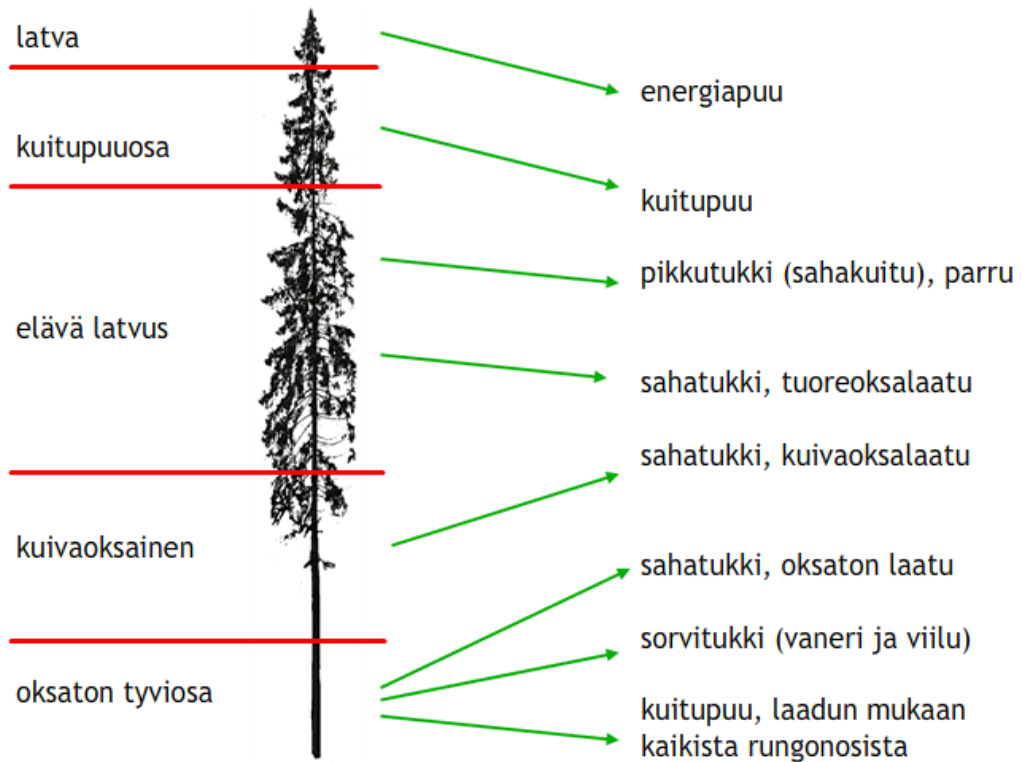
Jokaisella metsäorganisaatiolla on omat sopimusehdot puukauppaan liittyen. Metsänomistajan tulee olla siis tarkkana puukauppaa suorittaessa. Tarkkojen säännöksiä ja sopimusehtojen lisäksi puukauppaan kuuluu asialliset ja hyvät kauppatavat, jotta kaupan- ja hakkuun suorittaminen sujuu vaivattomasti. Puunmittaus suoritetaan yleensä pystykaupoissa hakkuukoneella ja tarkka puumäärä saadaan tietoon hakkuiden päätyttyä. Viime vuosien pystykauppojen keskikoot ovat olleet n. 350 m<sup>3</sup>. (Koivumäki 2011, 138; Airaksinen 2008, 366.)

## **4.2 Puutavaralajimenetelmä**

Suomessa puunjalostuksen erikoistuminen johtaa siihen, että tuotetaan erilaisia puutavaralajeja puunrungosta. Puutavaralajit sahataan määrämittaansa ja käyttökohteen mukaan metsässä, joista tehdas valmistaa asiakkaan tarvitseman materiaalin. Tavaralajimenetelmää käytetään, jotta voidaan hyödyntää puunrungon osat tarkkaan, niin laadullisesti kuin teknisien ominaisuuksien vuoksi. Puutavaralajit valmistetaan puulajin, järeyden ja pituuden mukaan. Puu jaetaan tukkipuuhun ja kuitupuuhun. Tukkiisuus voidaan katkoa eli apteerata useampaan tukkilaatuun, jos puun järeys ja minimiläpimitta mahdollistaa muiden laatuvaatimusten osalta valmistamisen (kuva 2). Tukkiisuus voidaan jakaa tyvi-, keski- ja latvatukkiin. Kuitupuuosuus valmistetaan tukkiisuuden jälkeen minimiläpimittaan asti. (Halonen 2011, 145–146.)

Tavaralajeilla ei ole yleisiä mitta- ja laatuvaatimuksia, vaan jokainen metsäyhtiö määrittelee vaatimuksensa itse puutavaralajeille, joita käytetään jatkojalostuk-

sessä. Perusvaatimukset ovat yleensä puutavaralajille latvan minimiläpimitta, tyven maksimiläpimitta ja tavaralajin pituudet. Laatuja määritellään yleensä sallitulla oksaisuudella, laholla ja muilla laatuun vaikuttavilla tekijöillä, joita puunrungossa voi esiintyä. (Metsäteho 2016, 16.)



Kuva 2. Puutavaralajit (Metsäteho 2016, 33.)

Eri puutavaralajeja valmistetaan keskimäärin 10–15 kappaletta kohteelta. Suomessa peruspuulajeista männystä, kuusesta ja lehtipuista saatavien tukki- ja kuitutavaralajien lisäksi voidaan valmistaa erikoisempia ja käyttökohteeltaan vaativimpia erikoistavaralajeja mm. sorvitukkeja. Lisäksi korjataan energiapuuta hakkuun yhteydessä korjuutähteistä, kuten oksista ja latvuksista sekä kannoista. (Huju & Poikela 2008, 379; Metsäteho 2016, 16.)

#### **4.2.1 Puutavaralajien hinnanmuodostus pystykaupassa**

Pystykauppaa tehdessä hinnoitellaan puutavaralajit yleensä erikseen, joita leimikolta tullaan valmistamaan. Hinnoitteluun vaikuttavat monenlaiset tekijät, jolla puukaupan arvoa muodostetaan. Hakkuusopimuksessa voi olla merkittynä erilaisia hakkuutapoja ja useita hakkuukuvioita, joissa erilaisia hakkuutapoja käytetään. Raaka-aineen kysynnän ja korjuuajankohdan mukaan voidaan korjata sen hetkinen markkina-arvoltaan paras kohde oikeaan aikaan. Tämän johdosta hakkuusopimus on voimassa kahden vuoden ajan, jotta puuston korjuu voidaan suorittaa mahdollisimman tehokkaasti oikeaan aikaan vaurioittamatta metsää. (Airaksinen 2008, 366–367.)

Hinnoitteluun vaikuttavia tekijöitä ovat puulaji, hakkuutapa, korjuuaika, puuston laatu sekä puutavaran mittavaatimukset. Lisäksi metsäkuljetusmatka, poistuma hehtaarilta sekä yhteen laskettu puuston poistumamäärä kuvioilta ovat ratkaisevia tekijöitä. Myös muut korjuuvaikeuteen vaikuttavat tekijät vaikuttavat hinnoitteluun. Raaka-aineen sen hetkinen markkinahinta ratkaisee paljon yksikköhintoja. (Airaksinen 2008, 366–367; Metsäteho, 6.)

## **5 Hakkuutavat**

### **5.1 Hakkuutapa**

Monien metsänomistajien pääasiallinen tavoite metsänkasvatuksessa ja puun- tuotannossa on taloudellinen hyöty. Taloudellisen hyödyn saavuttamiseksi tulisi metsänomistajan ymmärtää metsänhoidolliset tarpeet, sen synnyttämät kustannukset, tuotot ja ajankohdat. (Mielikäinen 2008, 97.) Oikealla hakkuutavalla on taloudellinen merkitys metsäomistajalle sekä puuston kasvulle. Hakkuutapoja voi olla useita yhdellä leimikolla, riippuen korjattavasta kohteesta, ominaisuuksista ja puuston määrästä. Hakkuutapa määrittää metsänomistajan päätös-

ten mukaan. Lisäksi jos leimikko sisältää useamman kuin yhden hakkuutavan, tulee leimikko lohkoa hakkuutavoittain useampaan kuvioon. Hakkuutavalla on merkitystä hakkuiden jälkeisiin toimenpiteisiin, joita syntyy esimerkiksi uudistushakkuun yhteydessä. (Metsäteho 2016, 3–5)

Hakkuutavan määrittely tapahtuu ensisijaisesti kuuntelemalla metsänomistajaa ja hänen tarpeitaan hakkuista. Tämän lisäksi hakkuutavan määrittelyssä on kummankin osapuolen eli puunmyyjän ja puunostajan hyvä ymmärtää hyvän metsänhoidon suositukset ja kustannustehokkuus hakkuutapaa valikoidessa. Näitä taitoja tarvitaan harvennusajankohdan, -voimakkuuden ja -tavan valinnassa. Oikein valitut toimenpiteet edistävät puuston kasvua merkittävästi. Päätehakkuun ajankohdan valintaan ja puuntuotannon kannattavuuteen vaikuttaa puunhinnan taso. Lisäksi puunostajan tulee toimia hakkuiden suhteen metsälain- ja lakirajojen mukaan. (Mielikäinen 2008, 97; Tilli 2008, 345; Metsäteho 2016, 3.)

## **5.2 Uudistushakkuut**

Uudistushakkuulla tarkoitetaan puunkorjuuta, jossa käsiteltävä alue hakataan avoimeksi alueeksi uuden puuston aikaansaamiseksi. Kohteelle tarvittaessa voidaan jättää siemen-, säästö- tai suojuspuita. Uudistushakkuut sisältävät velvoitteen uudistamisesta, joka koskee kaikkia avoimia alueita, jotka ovat 0,3 hehtaaria suurempia. Uudistamisvelvoite täyttyy, kun alueelle on syntynyt viljelemällä tai luontaisilla menetelmillä taimikko, joka on riittävän tiheä, tasaisesti jakautunut sekä taimien keskipituus on 0,5 metriä. Taimikolla ei tule olla välittömästi uhkaa tekevää muuta kasvillisuutta ympärillä, mikä voisi tuhota syntyneen taimikasvuston. (L 12.12.1996/1093, 5a§, 8§; Laki metsälain muuttumisesta 1085/2013, 2a§).

Käytetyimmät uudistushakkuutavat Suomessa ovat avohakkuu ja siemenpuuhakkuu. Lisäksi voidaan käyttää uudistushakkuumenetelminä kaistale- sekä suojuspuuhakkuuta. Uudistamishakkuutavat määrittelevät puuston kasvupaikka, maaston muodot ja metsänomistajan haluamat toimenpiteet kohteelle. Lisäksi

uudistamistavan valinta pohjautuu taimikon epäonnistumisriskin ja kustannuskysymyksien mukaisesti. Maanomistaja voi haluta säästyä uudistamiskuluilta, valitsemalla luontaisen uudistumisen kohteelle. Tällöin hänen on valittava vaihtoehdoksi muu tapa, kuin avohakkuu. Avohakkuu sitoo uudistamisveloitteen, joka sisältää maanmuokkauksen sekä kylvön tai istutuksen. Isoilla avohakkuu alueilla huomioidaan maisemalliset tekijät esimerkiksi maastonmuotojen mukaan hakkaaminen, säästöpuuryhmät sekä hakkaamattomat kaistaleet peittämään näkymää isoille avonaisille alueille. (Valkoinen 2008, 155; Valkoinen 2011, 60–66).

### 5.3 Kasvatushakkuut

Kasvatushakkuun tarkoituksena on edistää jäävän puuston kasvua ja järeytymistä. Lisäksi hakkuutavalla voidaan edistää taimiaineksen syntyä kasvatettavan metsän alle. Kasvatushakkuun jälkeen alueelle tulee jäädä riittävästi kasvatuskelpoista puustoa ottaen huomioon maantieteellinen sijainti, kasvupaikkatyyppi, hakkuutapa sekä valtapituus. (Laki metsälain muuttumisesta 1085/2013, 2a§, 5§.) Ei ole yhtä oikeaa totuutta olemassa siitä, montako kertaa metsä tulisi kasvatushakkuiden eli harvennuksien osalta tehdä ja kuinka voimakkaana se suorittaa. Varsinaisessa harvennuksessa poistetaan taimikkovaiheen ohittaneesta metsälöystä puustoa hoidollisessa ja taloudellisessa merkityksessä sekä pyritään turvaamaan toimenpiteellä taloudellinen, ekologinen ja sosiaalinen kestävyys. Kasvatushakkuuta ovat ensiharvennus, harvennushakkuu, väljennyshakkuu, ylispuiden poisto ja eri-ikäisrakenteinen metsänkasvatus. (Hynynen 2008, 179–193; Pukkala, Lähde & Laiho, 2011, 47–49.)

Ensiharvennuksen tavoitteena ei ole tuottaa metsäomistajalle tuloa vaan edesauttaa puuston järeyksikasvua, vaikka kyseessä on ensimmäinen hakkuu josta saadaan myyntikelpoista puuta. Ensiharvennuksen tarkoitus on hoidollinen tavoite ja näin ollen edesauttaa metsikköä tulevien taloudellisesti merkittävimpien hakkuiden osalta. Lisäksi turvataan elinvoimaisuus puuston kasvussa. Ensiharvennuksella pyritään nostamaan metsälön arvokasvua. Arvokasvulla tarkoitetaan rungon arvomuutosta tilavuuskasvun, laatumuutoksien tai puutavaran

hinnannousun seurauksena mittausjakson aikana (Ärölä 2008a, 287). Ensiharvennuksen arvoa nostattaa oikea-aikainen puuston harvennusaika ja -voimakkuus. Tämän ajan sekä voimakkuuden määrittelee puuston tila ja kunto. Yleinen ongelma ensiharvennuksissa on puuston alkutilanne, joka on ylitiheys ja puuston kasvun kärsiminen. Harvennus tulee tehdä puustolle ennen edellä mainittuja ongelmia. Jotta oikea-aikainen ensiharvennus tapahtuisi, on hyvä seurata puuston elävän latvuksen suhteellista pituutta kasvatettavassa metsälössä. Männyllä suhteellinen elävän latvuksen pituus koko rungosta tulisi olla n.40 %, kuusella ja koivulla osuus ei saisi laskea alle 50 %. Ensiharvennuksen ajankohdan määrittelee myös taimikonhoidon oikea aikaisuus. Jos taimikon oikeanlainen hoito on tapahtunut ajoissa, voidaan ensiharvennus suorittaa myöhemmin. Puuston pituuden ollessa huomattavasti pidempi, on taloudellinen tuottoakin puustosta suurempi. Jos taimikonhoitoa ei ole suoritettu tai se on tehty väärin, joudutaan puustoa harventamaan pituuksien ollessa selkeästi lyhyempiä ja taloudellinen tuotto voi laskea kannattomuuden rajan alle korjuukustannuksien noustessa. (Hynynen 2008, 183–184.)

Puuston harvuus harvennuksen jälkeen määritellään Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion määrittelemien taulukoiden mukaan. Harvennuksen voimakkuuden määrittelee puuston tiheys eli pohjapinta-ala, kasvupaikkatyyppi sekä valtapituus ennen hakkuuta. Metsälainsäädäntöön kuuluvien asetuksien ja määräyksien mukaan on asetettu kuitenkin ehdoton pohjapinta-alaminiimi, ns. lakiraja. (Metsäteho 2016, 10.)

Harvennushakkuita tehdään metsälöihin ensiharvennuksen lisäksi yksi tai kaksi muuta harvennusta. Harvennushakkuulla pyritään jättämään pystyyn laadultaan ja kasvultaan parhaat puut, jotka ovat kehittyneet ensiharvennuksen jälkeen. Harvennushakkuilla tavoitellaan tukkipuurunkojen kasvua sekä järeytymistä, näin ollen taloudellista arvokasvua metsäomistajalle. Harvennusmalleja ovat alaharvennus ja yläharvennus, näitä hakkuutapoja käyttäen tarkoituksena on saada jätettyä kohteelle laadukkaimmat, terveimmät ja elinvoimaisemmat latvukset omaavat puut. Harvennustapa muotoutuu puuston laadun mukaan ennen harvennusta. Näitä laadullisesti parantavia tekijöitä on voitu yrittää parantaa ensiharvennuksen jälkeen mm. suorittamalla pystykarsintaa pienillä kohteilla.

Harvennusmallit ja voimakkuudet saadaan Metsätalouden kehittämiskeskuksen Tapion määrittelemistä taulukoista. (Hynynen 2008, 182–183, 186–187; Metsäteho 2016, 7–10.)

Kasvatushakkuutapoihin kuuluu eri-ikäisrakenteinen kasvatus eli jatkuvan kasvatuksen periaate. Eri-ikäisrakenteisen kasvatuksen tarkoituksena on kasvattaa metsää, joka sisältää eri kehitysvaiheita puustossa ja jatkuvan taimiaineksen syntymän maapohjasta. Puuston tulisi olla peitteistä ja painotus puuston laadussa tulisi olla pienessä puustossa ja vasta kehittyvässä tukkipuustossa. Eri kehitysvaiheita sisältävä metsä tarkoittaa puuaineksen esiintyvän taimiaineksenä, nuorena puustona, nuorena kasvatusmetsänä, varttuneena kasvatusmetsänä sekä järeitä, päätehakkuiässä olevia puita yhdellä kohteella. Kohteella ei luoda suuria avohakkuu aloja, jotka sisältävät uudistamisvelvoitteen vaan pyrkimyksenä olisi luontainen uudistuminen hakkuuttamalla pienaukkoja sekä poimintahakkuita. Kasvatushakkuiden ja pienalaisten hakkuiden teettämällä pyritään monipuoliseen puulajisekoitukseen, sekä hyvälaatuisen tukkipuuston kasvatukseen. Eri-ikäisrakenteista metsää korjattaessa koneellisesti, puustosta kerätään tukkipuut ja puuyksilöt, jotka vaikuttavat syntyvän puuston kasvuun ja kehitykseen. Hakkuiden tarkoituksena on luoda hyvälaatuinen tukkipuusto, jossa nuoren puuston kasvu olisi hidasta nuorena ja puunlustot sekä oksisto olisi ohutta, kunnes ylispuustona kasvava poistettava järeä puu poistetaan ja luo tilaa nuorelle kasvatusmetsälle. (Pukkala ym. 2011, 188–192; Metsäkeskus 2016.)

## 6 Puuston arviointimenetelmät

### 6.1 Puuston määrän arviointi

Metsätaloudessa puuston arviointi tapahtuu yleensä metsäkuvioittain ja tämä menetelmä on tärkein tapa kerätä puustotietoa metsälöstä. Ärölä (2008a, 309) mukaan metsälö tai metsäalue jaetaan kartan ja ilmakuvien perusteella kuvioihin, mitkä toimivat inventointi- ja toimenpidekuvioina. Tällä menetelmällä saavutetaan hyvä kattavuus alueesta ja tuloksista, sekä voidaan sitoa paikkatietoa kohteille. Kuviointi muodostetaan metsikkökuvioiden yhtenäisen ekosysteemin, biotooppien ja metsikkömääritelmien mukaan sekä taloudellisesti edullisimmalla tavalla liittyen puuston käsittelyyn ja puunkorjuuseen. (Ärölä 2008a, 309–312.)

Puuston ja kuvioiden puumäärien arviointi tapahtuu puuston runkoluvun, rinnankorkeusläpimitan, puuston keskipituuden ja pohjapinta-alan (m<sup>2</sup>) mukaan. (Noponen, Nieminen, Reiman & Hoppula 2011, 174.) Puustotiedot perustuvat yleensä silmämääräiseen tarkasteluun oli kyseessä tila- tai leimikkoarviot. Puuston arviointi perustuu taulukoiden antamiin arvoihin. Puulajien, puumäärien, tukki- ja kuituosuudet määritellään mitattujen puustotunnuksien avulla, verraten valmiisiin puustotaulukoihin. Tärkein ja käytetyin mittaus suure on pohjapinta-ala. Puuston pohjapinta-alan selvittäminen tapahtuu helpoiten relaskoopilla, joka kertoo runkojen yhteenlasketun poikkileikkauspohjapinta-alan hehtaarilla. Mittaus suoritetaan rinnankorkeudelta eli 1,3 metrin korkeudelta puun syntypisteestä. Relaskoopilla suoritettavat mittaukset tapahtuvat kuviolla edustavalta kohdalta ja koealoja suoritetaan useampia, riippuen kuvion koosta ja puuston vaihtelusta. Relaskoopilla saatu tulos ilmaistaan neliömetreinä per hehtaari eli poikkileikkauspinta-alojen summa hehtaarilla (m<sup>2</sup>/ha). Koealoilta mitataan myös mediaanipituus eli pohjapinta-alalla painotettu keskipituus. Näiden kahden arvon ollessa tiedossa, voidaan määritellä puuston runkotilavuudet ja puustomäärät hehtaarilla (m<sup>3</sup>/ha) relaskoopitaulukoihin verraten. (Ärölä 2008a, 273, 304; Noponen ym. 2011, 174.)

Puustoarviot ovat arvioita, jotka sisältävät virheen mahdollisuuden. Vaatimuksena asetetaan tietojen olevan täsmällisiä, ajantasaisia, vertailukelpoisia sekä objektiivisiä. Metsän arviointi perustuu otantoihin ja mallien käyttöön, minkä vuoksi yleensä virhe syntyy, jos otokset eli metsämittauksen yhteydessä rela-skoopialat tai runkolukukoealat ovat pieniä. Absoluuttisen tarkkaa mittatulosta ei ole ja mittaustieto poikkeaa todellisuudesta aina jonkin verran. Mitta-, malli-, rekisteröinti- ja laskentavirheitä sekä taulukkovirheitä voi syntyä mittaajasta, mit-talaitteesta sekä olosuhteiden muutoksien vuoksi. Lisäksi mittauskohde ja sen tuomat haasteet vaikuttavat mittaustuloksen oikeellisuuteen. Mittausvirheet voi-daan luokitella systemaattiseen virheeseen ja satunaisvirheeseen. Yksittäisissä mittauksissa voi syntyä yli- tai aliarvioita, mutta suuremmassa otannassa nämä virheet voivat kompensoitua ja kumota toisensa. Puustonmittausta suorittaessa noin 15 % arviointivirhe metsäsuunnitelmassa on riittävä tarkkuus, kun otetaan huomioon suunnittelijan ammattitaito ja huolellisuus. Jos arviointivirheet eivät ole systemaattisesti samanlaisia tai samansuuntaisia, voidaan metsäsuunnitel-man arvioinnissa tehtyjä puustoarvioita pitää luotettavana, sekä edellytyksenä pitää arviointitarkkuutta riittävänä puukauppaa tehdessä. (Ärölä 2008a, 271–272; 2008b 321–322.)

## **6.2 Laserkeilaus puuston arvioinnissa**

Laserkeilaukseen tarkoitettu mittausvälineistö on yleensä kiinnitetty lentokoneeseen tai helikopteriin. Laserkeilain lähettää laserpulsseja kohti maata, mistä heijastuspulssi heijastuu takaisin kohti laitteistoa. Vastaanotin sijaitsee samassa yksikössä kiinni, missä myös laserkeilainlähetin. Laserkeilaustekniikalla saadaan kolmiulotteista tietoa maanpinnalla sijaitsevista kohteista mm. maastonmuodot ja korkeusvaihtelut. Tekniikka sitoo pulssien lähetyksen lisäksi tarkan paikannuksen. Laserkeilausta käytetään laajasti tällä hetkellä metsäsektorilla Suomessa, kun yhdistetään ilmakuvatekniikka sekä laserkeilausaineisto. (Maanmittauslaitos 2016.)

Laserkeilaus kuuluu yhtenä osa-alueena kaukokartoituksen piiriin. Laserkeilaus, numeeriset ortoilmakuvat sekä maastokoealojen aineiston avulla, on saatu aikaan tulos, jolla saadaan puustotunnukset estimoitua luotettavalle tasolle paikkaansa pitäväksi. Laserkeilauksessa on käytössä kaksi erilaista tekniikkaa, kun mitataan metsiä ja puustotunnuksia. Tekniikat ovat yksinpuin tulkinta ja aluepohjaiset menetelmät. Yksinpuin tulkinta on laserkeilausaineistoltaan kalliimpi vaihtoehto. Keilain lähettää 5–10 pulssia/m<sup>2</sup> kohden ja sillä voidaan mitata yksittäisiä kiinnostavia puustotunnuksia. Monirakenteinen metsä on silti vaikea mitata, koska yksittäisten puiden puustotunnuksien erottaminen ja löytäminen on vaikeaa. Aluepohjaisessa menetelmässä lähetetään 0,5–1 pulssia/m<sup>2</sup> kohden ja se soveltuu isompien alueiden mittaamiseen, perustuen puustotunnuksien ennustamiseen. Aluepohjainen menetelmä on halvempi vaihtoehto, kuin yksinpuin tulkinta. (Ärölä 2008a, 312–315.)

Keilausaineistoa mitatessa, lentokone kuvaa samanaikaisesti ilmakuvaa alueista, joilla suoritetaan aluepohjaista keilausta. Ilmakuvaa alueista kuvataan tukemaan keila-aineistoa ja puustotunnuksien selvittämistä, koska aluepohjaisella menetelmällä ei voida erotella yksittäisiä puustotunnuksia harvan keilauspulssin vuoksi. Numeerisella ilmakuvalla täydennetään tietoaineistoa puustotunnuksien osalta, kuten puulajit. Näin voidaan muodostaa toimenpide-kuvioita. (Ärölä 2008a, 312–315.)

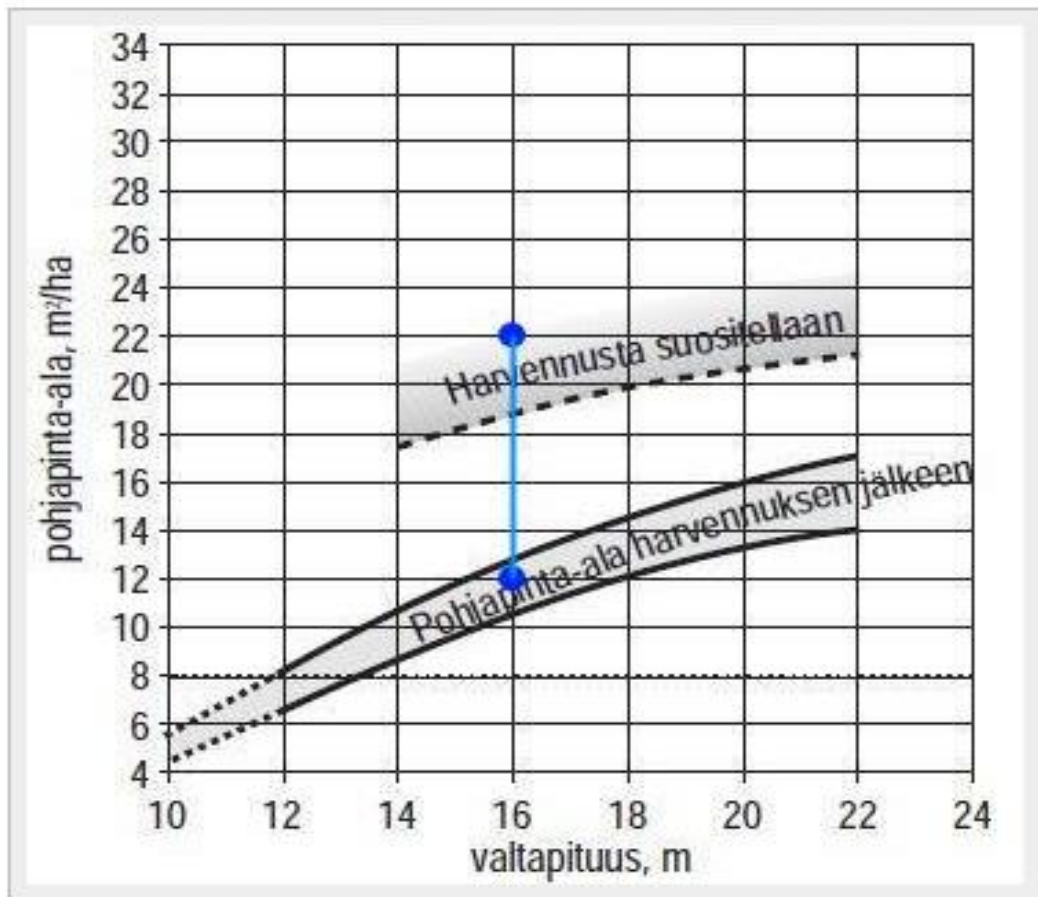
Inventoivalta alueelta kerätään koealoja puustotunnuksien tueksi, jotta keilausaineistosta saadaan todetusti tarkempi. Koealat suoritetaan kiinteällä 9–10 metrin säteellä olevalla ympyräkoealalla tai vaihtuva-alaisilla relaskoopikoealoilla. Koealoilla pyritään mahdollisimman laajaan ja edustavaan otantaan puustotunnuksia kerätessä, tämä tapahtuu ositetulla otantatavalla. Koealoilta kerätään kaikki puustotunnukset sekä huomioidaan maapohjat, kasvupaikkatyypit ja kehitysluokat puustolle. Jotta puustotulkinta tällä toimintatavalla onnistuu, tulee koealojen ja kaukokartoitusaineiston vastata sijainltaan tarkasti toisiaan. Kaukokartoituksella ja koealoilla, päästään laserkeilauksella noin 10–15% keskivirheen tarkkuuteen arvioidessa puustotunnuksia ja puustoa.

Aluskerroksissa kasvava puusto voidaan arvioida ainoastaan 40–90% tarkkuudella, koska osa puustosta ei löydy keilausta suorittaessa. Laserkeilaus tuottaa yleensä aliarvioita. (Ärölä 2008a, 312–315; Puuntuottaja 2012.)

### **6.3 Hakkuukertymä**

Puuston määrä muodostuu puustosta mitattujen puustotietojen avulla, kuten edellä mainitussa 5.1 kohdassa kerrotaan. Puuston määrä mitataan puustotietojen avulla kuviokohtaisesti per hehtaari ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ). Kuvion koko tulee mitata, joko GPS -laitteen avulla kiertämällä kuvio metsässä tai mahdollisesti mitata toimenpidekuvio ilmakuvaa, sekä kuviokarttaa hyväksi käyttäen tietokoneelta. Mahdollista on myös käyttää metsäsuunnitelmassa ilmoitettua pinta-alatietoa. Saatu pinta-alatulokset kerrotaan kuviolta kerättyjen puustotunnuksien, relaskoopilla saadun pohjapinta-alan ja puuston mediaanipituuden mittauksen jälkeen relaskoopitaulukoiden ilmoittamalla kuutiomäärällä ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ). Taulukoissa ilmoitetaan puuston määrä  $\text{m}^3/\text{ha}$  eli kuutiomäärä hehtaarilla.

Harvennukselta korjattava puumäärää voidaan mitata relaskoopia hyväksi käyttäen. Puustosta mitataan puustotunnukset eli pohjapinta-ala ja puuston valtapituus. Saadut puustotunnukset verrataan Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion määrittelemiin harvennussmalleihin (kuva 3). Oikean harvennussmalli valitaan kuvion maantieteellisen sijainnin mukaan puulajikohtaisesti.



Kuva 3. Harvennusmalli (Puuntuottaja 2013).

Arvio kertyvästä puustonmäärästä harvennukselta saadaan vertaamalla mitattuja puustotietoja taulukkoon, joka kertoo harvennustarpeen ja sen voimakkuuden. Nykymäärästä ( $m^3/ha$ ) erotetaan puuston määrä harvennuksen jälkeen ( $m^3/ha$ ), jonka jälkeen tiedetään puuston poistuma ( $m^3/ha$ ) hehtaarilta. Poistuvan puuston määrä ( $m^3/ha$ ) kerrotaan kuvion koolla (ha), tuloksena saadaan kuviolta poistuva puustomäärä ( $m^3$ ). (Puuntuottaja 2013.)

Puumäärän arvioiminen puutavaralajeittain eli tukki- ja kuitupuun osuuden määrittely metsikkökuvilla, tapahtuu pohjapinta-alalla painotetulla rinnankorkeusläpimitan ja puuston korkeuden mukaan (kuva 4). Mitatuilla arvoilla taulukoihin verratessa saadaan teoreettisesti mahdollinen metsikkökuvion sisältämä prosenttiosuus tukkipuun määrästä. Todellinen tukkiprosentti muodostuu kuitenkin puustossa havaittavien vikojen ja metsäyhtiöiden tukkiapteerausmittojen mukaan. Nämä kaksi tekijää tulee ottaa huomioon puuston puutavaralajijakaumaa arvioidessa. (Puuntuottaja 2013.)

	MÄNNIKÖ													
	d <sub>1,3</sub> , cm													
	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
Puun korkeus, m	Tukkiosuus puustosta, %													
12	6	11	26	44	59									
14	10	16	31	47	63	72	77							
16		21	34	49	67	73	78	82	85					
18			37	52	66	74	80	84	87	89	91			
20				54	68	76	82	86	89	91	92	94		
22					70	78	93	87	90	92	93	94	95	
24						79	84	88	90	92	94	95	96	96
26								88	91	93	94	95	96	96
28										93	94	95	96	97
30												95	96	97

	KUUSIKKO													
	d <sub>1,3</sub> , cm													
	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39
Puun korkeus, m	Tukkiosuus puustosta, %													
12		3	7	15	28									
14	1	8	17	30	42	54	59							
16		11	22	37	53	62	68	71	73					
18			25	41	57	67	72	76	78	79	80			
20				44	60	70	76	79	81	83	84	84		
22					64	74	79	82	84	86	86	87	88	
24						78	82	85	87	89	89	90	90	91
26								89	90	91	92	92	93	93
28										94	94	95	95	95
30												96	96	96

Kuva 4. Tukkipuusuustaulukko (Metsäteho 2010, 2).

## 7 Puutavaran varastointi

### 7.1 Varasto

Yleisesti varasto tarkoittaa raaka-aineen, tavaroiden ja aineiden säilytystä. Lisäksi sillä tarkoitetaan vaihto-omaisuutta. Varasto on yrityksen puskuri, jonka edellytyksenä on tukea yrityksen toimintaa ostolle, valmistukselle ja myynnille. Ostot, valmistus ja myynti voi tapahtua eri aikana ja eri paikoissa. Varaston merkitys tulee esille, kun tuotteille on kysyntää ja tuotteita tulee olla saatavilla. Yrityksestä riippuen, varasto voidaan perustaa ja säilyttää erilaisissa paikoissa. Metsäalalla varastointia tapahtuu tehdasalueilla, metsässä ja kuljetusvälineissä, kuten rautatie- ja vesitiekuljetuksien yhteydessä. Erilaisia varastointeja tapahtuu eri vaiheissa tuotteen toimitusta, kuten raaka-aine ja tarvikevarastointia, puoli-valmisteverastot, valmisteverastot, aluevarastot ja keskusvarastointia sekä liikennevarastot, tullivarastot ja erikoisvarastot. (liike.epedu 2016.)

Varasto on luonnollinen osa isoa liiketoimintaa metsäalalla. Puuta varastoidaan monenlaisiin paikkoihin, monenlaisilla tavoilla. Lyhytaikaisella ja pitkäaikaisella varastoilla on toimintaketjussa omat tehtävänsä metsäalalla, mutta varasto on liiketoiminnassa aina kustannus. Varastointi sitoo pääomaa, koska raaka-aine tai sen jalosteet eivät tuota silloin ja varastointi ei nosta tuotteen arvoa. Varastointi aiheuttaa kustannuksia ja sen hyöty on silloin pienempi, kun sen tuottavuus. Varastoinnissa tulisi pyrkiä mahdollisuuksien mukaan JOT (Just on time) periaatteeseen, jonka tavoitteena on valmistaa tuotteita oikeaan aikaan ja juuri oikeaan tarpeeseen, joten sidottu pääoma varastoinnissa tulisi pitää pienenä. Kausivaihtelun vuoksi jokaisella liiketoimialalla, kuten metsäalalla vuodenaikojen vuoksi, tulee varautua varastoinnilla aikaolosuhteisiin, milloin ei raaka-ainetta ole juuri sillä hetkellä saatavilla mahdollisesti korjuuteknisistä syistä tai muiden ongelmien vuoksi. (liike.epedu 2016.)

Syrin (2014) mukaan kausiluonteista puuhankintaa ja korjuuta tasataan puskurivarastoinnilla, joka tukee metsien käyttöä ja ainespuun kysyntää maakunnissa.

Metsäteollisuudessa puuston varastointi tapahtuu pystyvarantona tai tie- ja rautatieterminaalivarastoina, myös vesistövarastointi sekä tehdasterminaalivarastot ovat käytettäviä varastointimuotoja puutavaralajeille. Pystyvaranto puuhankinnassa merkitsee yhtiön hallussa olevia puumääriä, jotka sijaitsevat vielä hakaamattomana metsäkuviolla, mutta odottavat puutarpeen mukaan hakkuutta. Pystyvaranto siirtyy hakkuiden jälkeen mittaustodistuksen kanssa eri varastointimuotoihin odottamaan jatkojalostusta. (Parviainen 2014, 18.)

## **7.2 Pystyvaranto**

Pystyvaranto muodostuu pystykaupoissa puutavaralajeittain ja hintaluokittain, kun puukauppa siirretään metsäyrityksen tietojärjestelmään. Tietojärjestelmään sijoitetut puutavaramäärät perustuvat yrityksen ostomiehen mittauksiin puustosta mittaustavoilla, joita käsiteltiin luvussa 6. Puusto muuttuu varannosta varastointi muotoon, kun puusto hakataan ja toimitetaan tievarsivarastoon jatkokuljettua varten. (Parviainen 2014, 18–19.) Hakatusta puustosta tulee toimittaa hyväksytyillä mittaussmenetelmillä mittaustodistus. Hyväksytyjä mittaussmenetelmiä ovat hakkuukone- ja kuormainvaakamittaus, sekä tehdasmittaussmenetelmät vastaanotossa. (Metsäteho 2016, 15–20.)

## **7.3 Arvioidun varantorakenteen merkitys Stora Enso Metsälle**

Stora Enso Metsälle on tärkeää pysyä kilpailukykyisenä. Tarkat toimitusajat jatkojalosteille, sekä raaka-aineen laatu ja määrä on tärkeä tietää sekä hallita. Optimaalisen oikeat puustoarviot, mahdollisimman pieni sidottu pääoma raaka-aineen varastoinnissa ja tehokas toiminta logistiikassa.

Stora Enson tehtaat muodostavat ympärilleen hankinta-alueet. Stora Enson omien tehtaiden sekä puuta ostavien vierastehtaiden tarvitsemat puumäärät jaetaan hankinta-alueissa hankintatiimeille ja hankintatiimeissä metsäasiantuntijakohtaisiksi ostotavoitteiksi. Metsäasiantuntijat suorittavat raaka-ainehankintaa

ostamalla haluttuja puutavaralajeja muodostamalla puukauppasopimuksia metsänomistajien kanssa. Näin ollen muodostavat ostetuilla pystykaupoilla pystyvarannon ja varantorakenteen.

Tehtaan suunnitteluesimies, joka vastaa puuraaka-ainehankinnasta, jakaa arvioidujen varantomäärien mukaan korjuutavoitteita. Korjuutavoitteiden suunnittelua ohjaa arvioidun puustonvarannon puutavaralajijakauma ja tukkiprosentit. Tällöin varantotietojen oikeellisuus on oleellinen osa suunnittelutyön toteutumista.

Mikäli hankintatiimeissä tehdyt pystykaupat ja puukauppasopimuksessa ilmoitetut puustoarviot vaihtelevat merkittävän paljon toteutuneesta hakkuumäärästä, on näkymä tällöin pystyvarannossa väärä ja harhaan johtava. Pystyvarannon näkymää seuraa myös hankintatiimeissä työskentelevät operaattorit. Operaattorit tarkkailevat ja määrittelevät tarvitsemiansa puumäärien suuruutta ja ohjaavat hankintatiimissä tapahtuvaa korjuuta. Operaattorit vastaavat hankintatiimeissä tilattujen puuraaka-ainetilaustavoitteiden täyttämisestä sekä organisoivat jatkokuljetustarpeita kuten junatilauksia.

Pystypuuston arviointia suorittaessaan, metsäasiantuntija ei kykene arvioimaan puustomäärää metsäkuviolla täydellisesti koskaan oikein. Metsikkökuvioilla on yleensä arviointia vaikeuttavia tekijöitä ja muuttujia. Tällöin syntyy määräero ( $m^3$ ) arvioidun varannon ja todellisen puumäärän välillä. Tämä johtaa hankintatiimissä syntyvään kokonaismääräeron vaihteluun, kun hankintatiimissä toimivien metsäasiantuntijoiden tuottamat puustoarvioiden määräerot vaihtelevat toteutuneisiin hakkuumääriin paljon. Vastaavasti hankintatiimissä syntyvä määräerovaisuus vaikuttaa hankinta-alueen raaka-ainetoimitukseen negatiivisella tavalla. Tämä aiheuttaa ongelmia siinä vaiheessa, kun raaka-aine toimitukset ovat ajankohtaisia ja puutavaralajimäärät eivät täydennykään puutavaralajitilauksien osalta hankintatiimissä. Silloin toimitus ei täyty ja tarvittava puutavara joudutaan hankkimaan toisilta hankintatiimeiltä. Vastavuoroisesti ostoarvioiden jäädessä aliarvioinneiksi, korjuussa syntyy puutavaraa liikaa, jolloin ollaan ylivarastotilanteessa. Puuta jää helposti pilaantumaan erilaisiin puunva-

rastointimuotoihin, aiheuttaen ylimääräisiä varastointikustannuksia ja sitomaan pääomaa.

Tämän tyyppiset ongelmat aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia ja kuluttavat resursseja jatkokuljetuksien, sekä suunnittelutyön osalta. Lisäksi tuottavat ylimääräistä työtä koko organisaatiossa, jonka pyrkimyksenä on olla tehokas ja taloudellinen raaka-aineen toimittaja.

## **8 Työn tausta ja muita tutkimuksia**

Tämän työn kannalta oli oleellista selvittää muiden tuottamia tutkimuksia ja selvittää tietotaustaa, mistä rakentui työhön vaadittava pohja. Itse puukauppatapahtumaan liittyvää arvion ja toteutuman välistä eron selvittämistä ei ole tutkittu julkisesti paljon, vaan tutkimukset koskivat toimeksiantoina tapahtuneita opinäytetöitä. Vastaavasti puumäärien mittaukseen liittyviä tapoja on tutkittu erilaisilla tutkimuksilla paljon.

Metsäyhtiöt ovat yhtiön sisäisissä tutkimuksissa selvittäneet todennäköisesti arvioiden ja toteutuneiden puumäärien eroja, sekä kehittäneet tutkimuksien avulla puunhankinnan toimintaa ja tarkkuutta. Tämä opinäytetyö on erittäin hyvä jatkuva tutkimustyölle, jonka Parviainen (2014) on suorittanut opinäytetyötutkimuksena Stora Ensolle. Parviainen (2014) on tutkinut työssään puumäärien toteutumista Stora Enso Metsän hankinta-alue tasolla, sekä vertailut hankinta-alueiden hankintatiimien välistä vaihtelua. Työssä mainitaan jatkotutkimusosiossa, että olisi edistyksellistä tutkia hankintatiimitasolla toteutunutta puunhankintaa.

Parvianen (2014) tutkimuksessa tulokset kertovat arvioiden olevan yleensä aliarvioita Stora Enso Metsän kaikilla hankinta-alueilla, poikkeuksena männyn sekä kuusen puutavaralaadut uudistushakkuissa, jotka ovat lievästi yliarvioituja. Hankintatiimitasolla vastaavasti puumääräarviot vaihtelevat merkittävän paljon

yli- ja aliarvioiden välillä. Eroprosentin vaihdellessa puutavaralajikohtaisesti – 91,3 %:n ja +400,0 %:n välillä, tällä opinnäytetyöllä on erittäin hyvä edellytys selvittää mahdollisia tekijöitä tällaisille vaihteluille yhdellä hankintatiimin alueella.

Vornasen (2012) työssä käsiteltiin apterauksen tarkkuuta ja toteutumista. Työssä selvitettiin apterauksen toteutumisen yhteydessä, myös toteutuneita puumääriä sekä tukkiosuuksia. Puumäärien eroavaisuudet vaihtelivat –79 %:n ja +21 %:n välillä ja vastaavasti tukkimäärien vaihteluväli oli –52 %... +32 %.

Talvitien (2010) tuottamassa opinnäytetyössä tutkittiin toteutuneita puumääriä metsänhoitoyhdistyksen toimesta. Tutkimuksessa selvitettiin eroprosentin suuruutta ostomäärien ja toteutuneiden puumäärien välillä. Lisäksi vertailua suoritettiin myös puutavaralajeittain sekä hakkuutavoittain. Opinnäytetyössä tulokset näyttivät, että 38 % kaikista leimikoista, toteutuma ja arvio osui 10 %:n tarkkuuteen. Leimikkomäärästä 43 %, puumäärä lisääntyi 11–50 % arvioon verraten ja noin 10 % leimikoista, puumäärä kasvoi yli 51 % arvioiduista puumääristä.

Metsäsuunnittelutasolla Ärölan (2008a) mukaan puustoarvioiden tulisi olla huolellisella ja ammattitaitoisella mittaamisella, ilman systemaattista virhettä noin 15 %:n arviotarkkuusluokkaa. Metsäsuunnitelman puustoarvioita voidaan käyttää mm. puukauppaa suunnitellessa.

Kuusela (1960) mukaan Metsähallituksen vaatimus oli pyrkiä puustomäärien arvioinnissa yksityisleimikoita arvioidessa noin 10 %:n tarkkuuteen. Vaatimuksena oli myös hoitoalueen puumääräarvion osuttava 5 %:n tarkkuuteen puustonmääriä määritellessä.

Samansuuntaisia tutkimuksia etsiessäni aiheena puumäärän arviointiin kuviokohtaisesti, löytyy useita kirjallisuuden lähteitä sekä internetiin siirrettyjä tutkimuksia. Muita tutkimuksia selvittäessä tuli ilmi, että arviointikyky tulisi olla metsäammattilaisella mitattaessa puustonmääriä perinteisellä relaskoopikoealalla, puuston korkeuden mittaamisella sekä relaskoopitaulukoa hyväksi käyttäen, noin 10–15 %:n arviointivirhe tarkkuudessa kuviokohtaisessa arvioinnissa.

## 9 Tutkimusongelma

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää määritellyltä ajanjaksolta toteutuneiden pystykauppojen puumäärät ja vaihtelua ostoarvioiden, sekä toteutuneiden puumäärien välillä. Tutkimus sijoittuu Stora Enso Metsän Pohjois-Suomen hankinta-alueelle, Kainuun hankintatiimin ostamiin puukauppoihin ja aineiston keräys suoritettiin ajanjaksolta 1.1.2014–30.6.2015. Aineistoa analysoidessa selvitettiin myös puutavaralajikohtaiset arviot ja niiden toteutumat. Aineiston tutkinnan yhteydessä kerättiin mahdollisia arvioon vaikuttavia tekijöitä tuloksien tueksi, jotka voisivat vaikuttaa puustoarvion ja toteutuneen puumäärän väliseen määräeron syntyyn.

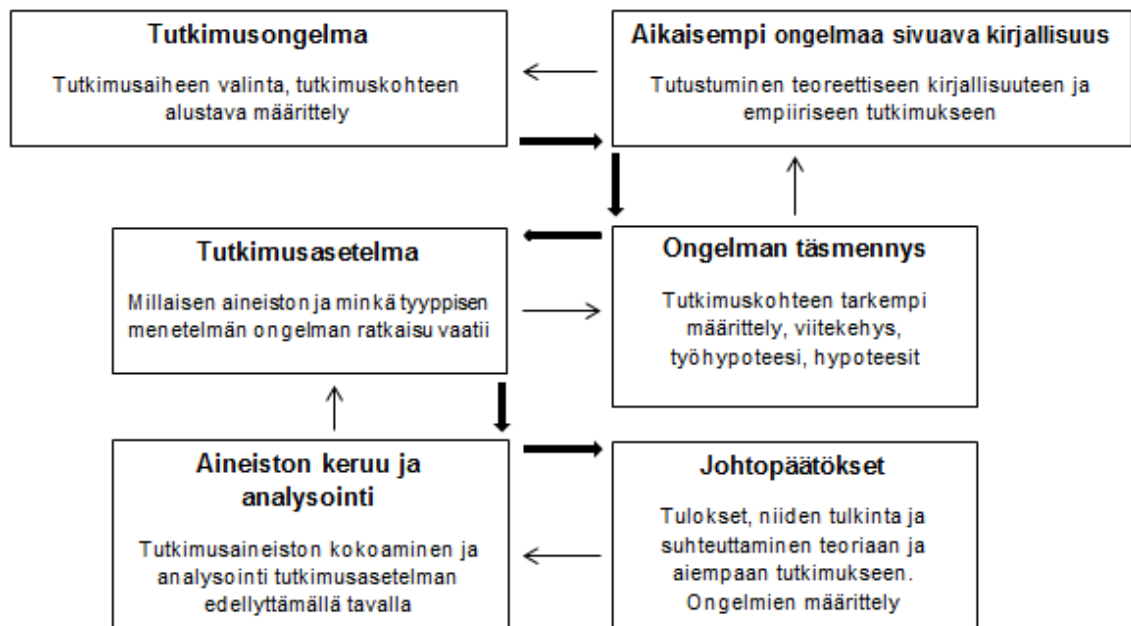
Vaikuttavina tekijöinä tutkimuksessa oli metsäasiantuntijat Kainuun hankintatiimistä, joita oli 9 kappaletta. Toinen vaikuttava tekijä oli korjuuaika, jolla määritellään vuodenaika, milloin hakkuu suoritetaan (kesä/talvi). Kolmantena vaikuttavana tekijänä oli hakkuutapa, joka selventää avohakkuiden ja harvennuskohteiden välistä arvioiden toteutumista. Neljäntenä tekijänä oli keski-järeysluokkiin jaetut hakkuutavat, joilla voidaan havaita puuston järeiden aiheuttamat arviointivirheet sekä järeysluokat jotka tuottavat vaikeutta arvioinnissa.

Stora Enso Oyj, Metsän kiinnostuksen kohde oli tutkia havupuiden kalliimpien puutavaralajien eli tukkilaatujen määriä ja niiden toteutumisia arvioon verraten. Tällä tutkimuksella selvitettiin eroprosenttia (ero %) puutavaralajikohtaisesti, sekä mahdollisia vaikuttajia, mitkä voisivat vaikuttaa virhearvion syntyyn ja vaihteluun. Tarkoituksena oli saada selville, millainen määräero olisi prosentuaalisesti ja millä tavoin voitaisiin kehittää arvioinnin paikkaansa pitävyyttä sekä tarkentaa pystyssä olevan varannon määrittelyä puulajikohtaisesti.

## 10 Tutkimusmenetelmä ja – aineisto

### 10.1 Tutkimusmenetelmä

Lähtökohta tutkimukselle oli tutkimusongelma, jonka tehtävänä oli esittää kysymys tai kysymyksiä tutkittavalle asialle, koska tutkimusongelma oli määrittelevä elementti tutkimusasetelmalle. Määrittelevä elementti tutkimukselle oli myös aineisto ja sen keräysmenetelmät. Vaiheittain etenevä tutkimus helpotti tutkimusaiheen hallintaa ja sen kontrolloimista (kuva 5), varsinkin kun perehdyttäessä aikaisempiin teoreettisiin ja empiirisiin tutkimuksiin, jotka auttavat ongelman täsmennyksessä. Vanhempaa kirjallisuutta voidaan pitää aineistona tutkittavaan asiaan ja näin ollen pohtia tutkimusasetelmaa. Aineiston valmistuttua tutkimukseen tulisi saada tutkittavaan asiaan vastauksia, kun aineisto oli analysoitu. Tutkimuksella suunnattiin tuloksiin ja tutkimusongelman johtopäätöksiin. (Uusitalo 1998, 50–53.)



Kuva 5.

(Empiirisen) tutkimuksen vaiheet. (Uusitalo 1998, 51).

Tutkimusmenetelmänä tässä työssä käytettiin geneerisen ilmiön vuoksi määrällistä tutkimusta eli kvantitatiivista menetelmää. Generiinen ilmiö viittaa ilmiöluokkaan ja on tarkoitettu useiden, toistuneiden ilmiöiden tutkimiseen, joten se ei sovi ainutkertaisille ilmiöille. (Uusitalo 1998, 79–80.) Heikkilän (2004, 16) mukaan kvantitatiivisella tutkimuksella selvitetään lukumäärällisiä ja prosentiosuuksiin viittaavia kysymyksiä, sekä asioiden välisiä riippuvuuksia ja tutkittavassa ilmiössä tapahtuneita muutoksia. Määrällisessä tutkimuksessa kuvataan asioita numeerisen suureiden avulla sekä tuloksia voidaan ilmaista taulukoin ja kuvioin.

Tutkimustyössä käytettiin otantamenetelmänä harkinnanvaraista otantaa perusjoukosta. Soinisen (1995, 100–105) mukaan harkinnanvaraista eli tarkoituksenmukaista menetelmää käytetään yleensä opinnäytetyöpohjaisissa tutkimuksissa, koska otanta muodostuu tapauksista, jotka edustavat tutkijan tarvitsemia tarpeita otoksen luonnissa. Perusjoukosta kerätty osajoukkoa tulee kutsua tällöin näytteeksi.

## **10.2 Aineiston keräys**

Tutkimuksessa tarvittava aineistokeräys suoritettiin Stora Enso Metsän tietojärjestelmästä. Tietojärjestelmän käyttöä varten täytyi hankkia käyttöoikeudet järjestelmään. Aineiston keräys aloitettiin käyttöoikeuksien saavuttua joulukuussa 2015 ja aineistonkeräyspäiviä kertyi kaikkiaan 7 päivää.

Aineiston keräystä suunnitellessa ilmeni haluttujen tietojen selvittämiseksi muutamia ongelmia, jotka ratkaistiin tietojärjestelmää tutkiessa sekä kokeillessa. Lisäksi aikajakso, jolta aineiston analysointia varten materiaalia kerättiin, osoittautui ajateltua pidemmäksi. Toisaalta aineiston merkittävyys ja laajuus kasvoi siinä määrin, että siitä syntyi erittäin edustava näyte tätä tutkimusta varten. Aineiston keräys suoritettiin ajanjaksolla 1.1.2014–30.6.2015, ajanjakso sisältää yhden kesäkorjuuajan ja kaksi talvikorjuu-aikaa. Korjuu-aika määritellään puukauppasopimusta luodessa ja ilmaistaan tietojärjestelmässä metsikkökuvion tavoitteellisenä korjuu-aikana. Näin tutkimukseen saadaan yksi mahdollinen tekijä lisää pi-

temmällä ajanjaksolla, jolla vertaillaan arvioiden toteutumista myös korjuuajan kannalta.

Tutkimusaineisto kerättiin Excel -taulukkomuotoon, jotta tilastollinen jatkokäsittely olisi järkevää ja voitaisiin suodattaa haluttuja määreitä tutkimusaineistosta. Ajanjakso, jolta toteutuneet puukauppa-arviot kerättiin, olivat ostettuja, hakattuja ja päättyneitä pystykauppoja, joista on toimitettu mittaustodistus ostavalle metsäyhtiölle Stora Enso Metsälle. Tarkoituksena oli saada myös vertailuun aineiston analysointia varten kaikki metsäasiantuntijat, jotka tuottavat puukauppoja Kainuun hankintatiimin alueelta. Yksi metsäasiantuntija jouduttiin karsimaan pois aineistosta, koska hänellä ei tälle ajanjaksolle ollut suoritetuista puukauppoja. Lisäksi metsäasiantuntijoihin lisättiin yksi ostohenkilö lisää, koska yhteistyötä Stora Enso Metsän kanssa suorittava Tornator Oy toimitti omat puumääräarviot ja näin ollen se voidaan kirjata yhdeksi metsäasiantuntijaksi tähän tutkimukseen. Tutkimuksessa oli mukana 9 metsäasiantuntijaa.

Tutkimuksen yhtenä tärkeimpänä tarkoituksena oli selvittää arvokkaimpien puutavaralajien toteutumista männyllä ja kuusella. Näin ollen oli perusteellista selvittää kuinka arviot toteutuvat eri keskijäreysluokittain ja minkä keskijäreysluokien välillä arviointivirheitä tapahtuu. Tämän avulla voidaan selvittää järeysluokat millä puusto on mahdollisesti helpoin arvioida puustomäärällisesti sekä puutavaralajikohtaisesti oikein. Lisäksi voidaan havaita hakkuutavan vaikutus arvioiden toteutumiseen.

Puulajit tutkimuksessa olivat mänty, kuusi ja koivu. Puutavaralajeina olivat männyltä sekä kuuselta tukki, pikkutukki ja kuitu. Koivusta kirjattiin vain koivukuitu, koska koivutukin osuus puukaupoissa oli todella vähäinen Kainuussa ja tukkiosuutta ei esiintynyt aineistoa kerätessä. Mäntytukkiin lisättiin järeä mäntytukki, jota esiintyi muutamissa puukaupoissa aineistoa kerätessä. Kuusen osuutta tutkittiin normaalien puutavaralajien tukin, pikkutukin ja kuusikuidun osalta. Kuusen kuituosuudessa ei huomioitu sellu-kuusen osuutta vähäisien määrien vuoksi.

Tutkimusaineistosta selvitettiin myös hakkuutavan vaikutus puustonarviointiin, sekä millainen ero syntyy puutavaralajikohtaisesti, kun vertaillaan uudistushakkuuta ja harvennusta. Aineistoa kerättäessä näytteeksi kirjattiin kaikki avo-, kaistale- ja siemenpuuhakkuut uudistushakkuuksi. Harvennukseksi merkittiin kaikki ensiharvennukset ja harvennukset.

Näytteen laajuudeksi saatiin 235 puukauppaa ajanjaksolla. Näytteen laajuus olisi ollut merkittävästi suurempi, jos valikoidulta ajanjaksolta olisi kerätty kaikki mahdolliset pystykaupat. Keskijäreyden selvittämisen vuoksi täytyi keskittyä pystykauppoihin, missä oli yksi tekoalue yhden puukauppanumeron (eränumeron) yhteydessä. Puukaupan sisältäessä useamman tekoalueen, näytetään keskijäreydet tekoalueittain ja näin ollen yhden yhtenäisen keskitilavuuden selvittäminen puulajikohtaisesti, nostattaisi työmäärää siinä määrin, että suunniteltu aika tämän tutkimuksen tuottamiseksi ei olisi riittänyt.

Tutkimusaineistoksi valittiin puukaupat, jotka sisälsivät yhden tekoalueen, sekä arvioiduille puumäärille vastineen toteutuneilla hakkuilla puutavaralajikohtaisesti. Tietojärjestelmästä kirjattiin Excel -taulukkomuotoon puukauppanumero (eränumero), puustoarviot puutavaralajeittain, toteutuneet hakkuumäärät mittaustodistuksesta, korjuukelpoisuus, keskijäreydet puulajikohtaisesti, hakkuutapa, työpiste (hakkuukone) ja metsäasiantuntijat. Työpistettä (hakkuukonetta) ei tässä tutkimuksessa jatkohyödynnetty tuloksien osalta aineiston keräyksen jälkeen.

Tutkimuksessa esille tulevat yksilöintiin mahdollistavat tekijät muutettiin tai poistettiin lähdetietosuojan vuoksi julkaistavasta työstä. Yksilöinnin takia muutetaan tai ei esitetä opinnäytetyön tuloksissa mm. metsäasiantuntijan nimiä, puukauppanumeroita (eränumerot) sekä puumääriä (m<sup>3</sup>). Tutkimustuloksissa selville saatavat puutavaralajikohtaiset määräerot ilmaistaan eroprosentteina (ero %) arvioon verraten. Eroprosentin lisäksi esitetään järeysluokat, hakkuutavat, korjuuaika ja muutetut metsäasiantuntija nimet (ostaja 1, ostaja 2, ostaja 3, jne.).

### 10.3 Aineiston analysointi

Aineiston analysointi suoritettiin tilastollisen merkittävyyden saavuttamiseksi Spss -ohjelman Shapiro Wilkin normaalisuustestillä, sekä kahden riippumattoman otoksen vertailuun käytettävällä Wilcoxonin rankisummatestillä eli Kruskal-Wallis testillä. Aineiston analysointi suoritettiin metsäasiantuntijoiden välillä.

Wilcoxonin testi on yksisuuntaiselle varianssianalyysin epäparametrinen vastine. Testistä käytetään myös nimikettä Kruskal-Wallis yksisuuntainen varianssianalyysi. (Laininen 2004, 188.) Taanila (2012, 17) ja Heikkilän (2004, 101–108) mukaan, otoksen koon ollessa yli 30 kappaletta, voidaan olettaa otantajakautuksen kesiarvojen jakautuneen normaalisti. Tässä tutkimuksessa otos jakautuu yhdeksän metsäasiantuntijan vuoksi yhdeksään ryhmään, jolloin otoksien suuruudet vaihtelevat ryhmien välillä merkittävästi. Näin ollen kaikissa ryhmissä ei saavutettu 30 kappaleen otos suuruutta, jolloin tulee testata normaalijakautuneisuus.

Tilastollisen merkitsevyyden ilmaisee analyyseistä p-arvo (significance). Heikkilä (2004, 195) ja Taanila (2013) ilmaisevat, että merkitsevyytason ollessa 0,05 eli 5 % on riittävä ja yleisin merkitsevyytaso opinnäytetyötutkimusta tehdessä. Merkitsevyytaso ilmaisee tilastollista luotettavuutta tutkimuksen tuloksen osalta.

Merkitsevyytason ilmaistaan kuitenkin yleensä eron tai riippuvuuden mukaan:

- Tilastollisesti erittäin merkitsevä, jos  $p \leq 0,001$
- Tilastollisesti merkitsevä, jos  $p \leq 0,01$
- Tilastollisesti melkein merkitsevä, jos  $p \leq 0,05$

Yleensä tulosta ilmaistessa käytetään ilmaisua ”tilastollisesti merkitsevä” ja esitetään merkitsevyytason tutkimuksen tuloksia esittäessä. Jos tulos ylittää merkitsevyytason, ilmaistaan tulos tällöin ”ei ole tilastollisesti merkitsevä” (Heikkilä 2004, 195.)

Aineistosta tuotettiin myös lineaariset regressiosuorat, sekä niiden matemaattiset selitysmallit metsäasiantuntijoittain. Matemaattisessa mallissa testatiin selitystasteen merkitsevyyttä jokaisen metsäasiantuntijan kohdalla. (Laininen 2004, 94.) Lisäksi lineaarinen regressiosuora tuotettiin kokonaisarvion ja -toteutuman osalta. Lineaarilla regressiolla voidaan selittää toisen muuttujan (y) käyttäytymistä toisen muuttujan (x) avulla. Muodostunut malli kuvastaa ainoastaan ilmiön keksimääräistä käyttäytymistä ja näiden kahden muuttujan välillä tulee havaita selvää lineaarista riippuvuutta. (Heikkilä 2004, 92, 225, 238.)

Tutkimuksen yhteydessä tulee ilmaista aineiston reliabiliteetti eli luotettavuus. Reliabiliteetilla tarkoitetaan mittaustuloksen toistettavuutta, ei sattumanvaraisuutta. (Uusitalo 1998,84.) Tämä tutkimus on toistettavissa Stora Enso Metsän toimesta ja tutkimusaineisto on heidän tietojärjestelmissään. Tutkimusaineisto on yksilöllistä tietoa ja voidaan kohdentaa tiedot puukauppanumeron (eränumeron) mukaan. Reliabiliteettia tässä tutkimuksessa voidaan pitää hyvällä tasolla Stora Enso Metsän osalta.

## 11 Tulokset

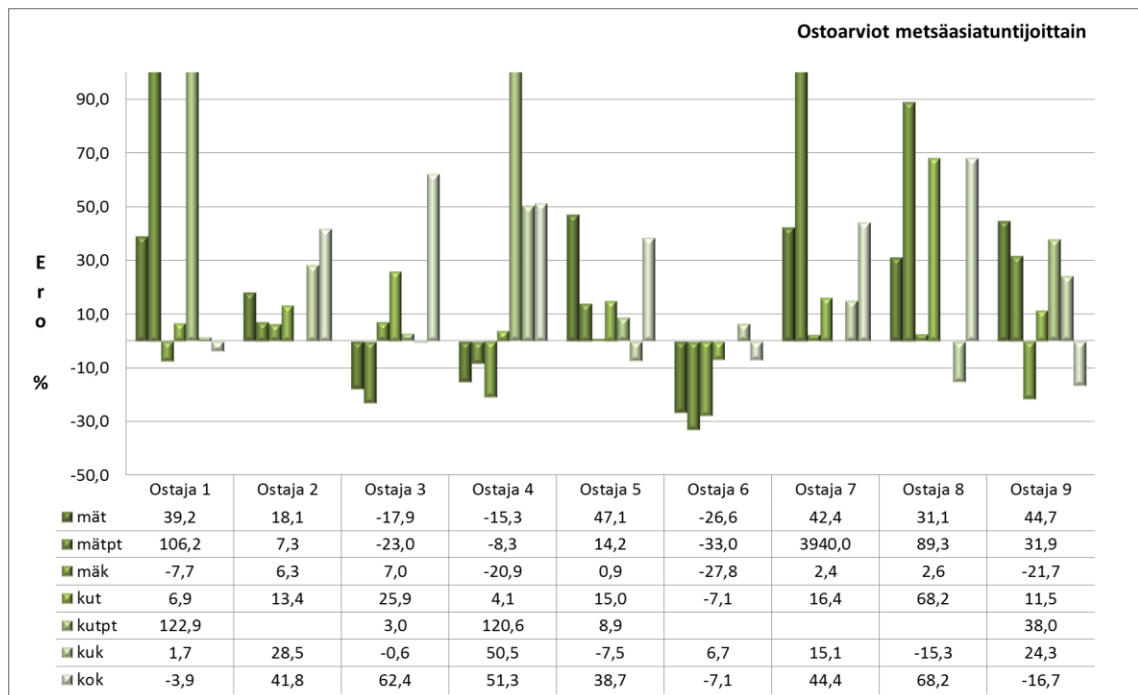
Tutkimuksessa saadut tulokset on esitetty taulukko- ja kaaviomuodossa, jotka on luotu Microsoft Excel 2010:llä. Tulokset on esitetty eroprosenttina (ero %) arvioon verraten. Puustoarviota kaaviossa esittää 0-arvo, negatiiviset luvut ilmaisevat toteutuman pienemmäksi, kuin arvio ja positiiviset luvut ilmaisevat toteutumien olevan suurempia, kuin arvio. Taulukko- ja kaaviomuodossa tulokset on esitetty puutavaralajeittain, sekä puutavaralajeja kuvastaa erivärinen pylväsdiagrammi. Puutavaralajit on ilmaistu lyhenteinä mäntytukki (MÄT), mäntypikkutukki (MÄTPT), mäntykuitu (MÄK), kuusitukki (KUT), kuusipikkutukki (KUTPT), kuusikuitu (KUK) ja koivukuitu (KOK).

Taulukko- ja kaaviomuodossa on ilmaistuna kaikki tutkimukseen hyväksytyt puustoarvioita tuottaneet metsäasiantuntijat muodossa ostaja 1, ostaja 2, ostaja 3, jne. Tuloksissa on ilmaistu myös korjuuajallisesti ja hakkuutavoittain arvioidut sekä toteutuneet puutavaralajimäärät. Suurinta kiinnostusta aiheuttanut keskijäreys sekä niiden toteutuminen puutavaralajeittain eri järeysluokittain, on ilmaistu avohakkuiden ja harvennushakkuiden osalta eri taulukkokaavioissa. Tutkimuksessa on käytetyt avohakkuissa keskijäreysluokkia 0–100 litraa, 101–150 litraa, 151–200 litraa, 201–250 litraa, 251–300 litraa, 301–350 litraa, 351–400 litraa ja 401–705 litraa. Vastaavasti harvennushakkuissa on käytetyt keskijäreysluokkia 0–75 litraa, 75–100 litraa, 101–125 litraa, 126–150 litraa, 151–200 litraa, 201–250 litraa, 251–300 litraa, 301–400 litraa ja 401–783 litraa.

Tilastollisen analyysin tulokset on esitetty taulukkomuodossa ja analyysi suoritettiin metsäasiantuntijoille. Perusjoukosta kerätylle näytteelle tuotettiin normaalijakautuneisuustesti. Normaalijakautuneisuus todettua, aineisto analysoitiin Kruskal-Wallis testillä. Lisäksi puustoarvioista ja -toteumasta sekä jokaisesta metsäasiantuntijasta tuotettiin lineaariset regressiosuorat ja matemaattiset selitteet.

## 11.1 Metsäasiantuntijoittain

Puutavaralajikohtaisesti metsäasiantuntijoilla arviot vaihtelevat –33 %:n ja 3940 %:n välillä. Kuvio 1:stä voidaan havaita arvioiden toteutuminen ja nähdä pylväiden muodostamat havainnot. Tulokset ovat samansuuntaisia aliarvioita jokaisella metsäasiantuntijalla kokonaispuustoa arvioidessa poikkeuksena ostaja 6, jonka kaikki puutavaralajit, paitsi kuusikuitu on yliarvioitu.



Kuvio 1. Ostoarviot metsäasiantuntijoittain.

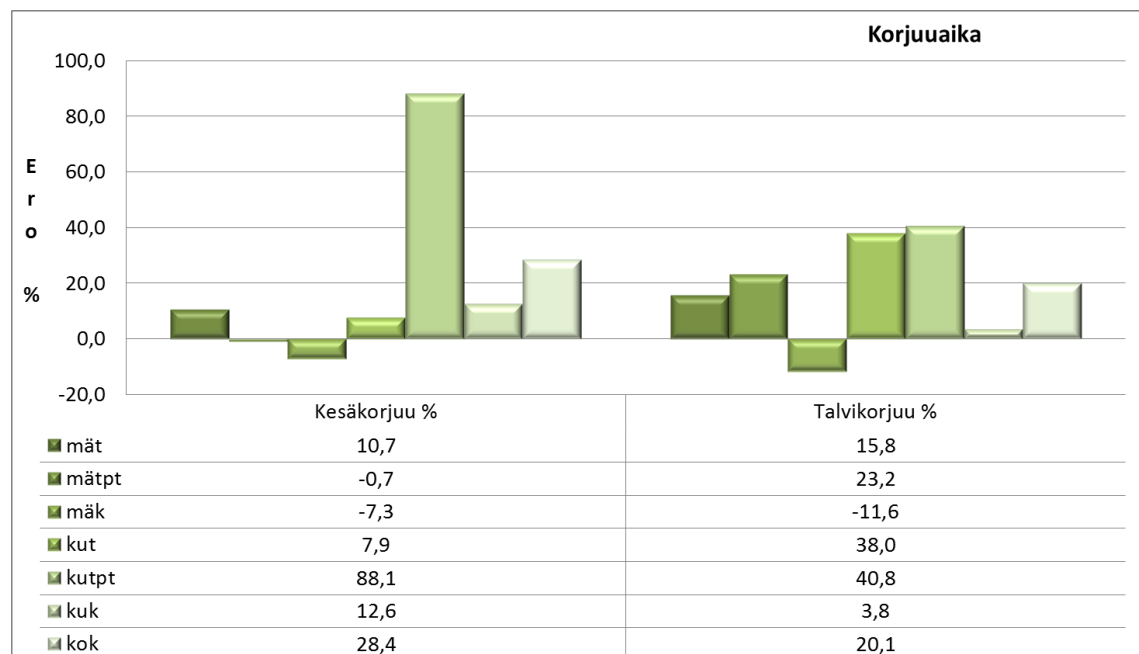
Mäntytukin ja mäntypikkutukin kohdalla metsäasiantuntijat ovat arvioineet pääasiassa aliarvioita, poikkeuksena ostajat 3,4 ja 6 joilla arviot ovat jääneet yliarvioiksi. Ostaja 7:n kohdalla mäntypikkutukin osuus on ylittänyt arvion 3940 %:la. Mäntykuidun arviointi on onnistunut hyvin seitsemällä metsäasiantuntijalla ero-prosentin pysytellessä –10 %:n ja 10 %:n välillä. Poikkeuksena ostaja 6, ero-prosentin ollessa –27,8 %. Lisäksi ostaja 9:llä on havaittavissa samansuuntaista yliarviointia mäntykuidun osalta. Vastaavasti kuusitukin toteutumisessa voidaan havaita aliarviointia. Ostaja 6 poikkeuksena, jolla on havaittavissa lievää yliarviointia. Ostaja 3:n ja ostaja 8:n kohdalla on kuitenkin nähtävissä selvää aliarviointia kuusitukilla. Kuusipikkutukilla arviot ovat ostajilla 1, 4 ja 9 merkittävästi aliarvioita ja arviot vaihtelevat 38 %:n ja 122,9 %:n välillä. Vastaavasti ostajilla

2, 6, 7 ja 8 ei ole ollut ko. puutavaralajia puukaupoilla. Ostajilla 3 ja 5 arviot ovat aliarvioita, mutta arviointivirhettä on alle 9 prosenttia. Kuusikuidun arviot ovat pääasiassa aliarvioita, kuitenkin ostajilla 3, 5 ja 8 on tapahtunut yliarviointia. Ainoastaan ostajilla 2, 4 ja 9:n arviot ovat huomiota kiinnitettävän verran aliarvioita, koska arviot vaihtelevat 24,3 %:n ja 50,5 %:n välillä.

Koivukuidun arviointi on odotuksien mukaan aliarvioitu. Kuitenkin ostajat 1, 6 ja 9 ovat yliarvioineet koivukuidun. Ostajan 6 kohdalla arviointi on samansuuntainen muiden puutavaralajien kanssa. Koivukuidun toteutuma vaihtelee -16,7 %:n ja 68,2 %:n välillä.

## 11.2 Korjuuaika

Eroprosentti vaihtelee korjuuajan vaikutusta selvitetessä -11,6 %: ja 88,1 %:n välillä. Kuvio 2:sta voidaan tulkita korjuuajan vaikutusta arvion toteutumiseen toteutuneissa puumäärissä.



Kuvio 2.

Korjuuaika.

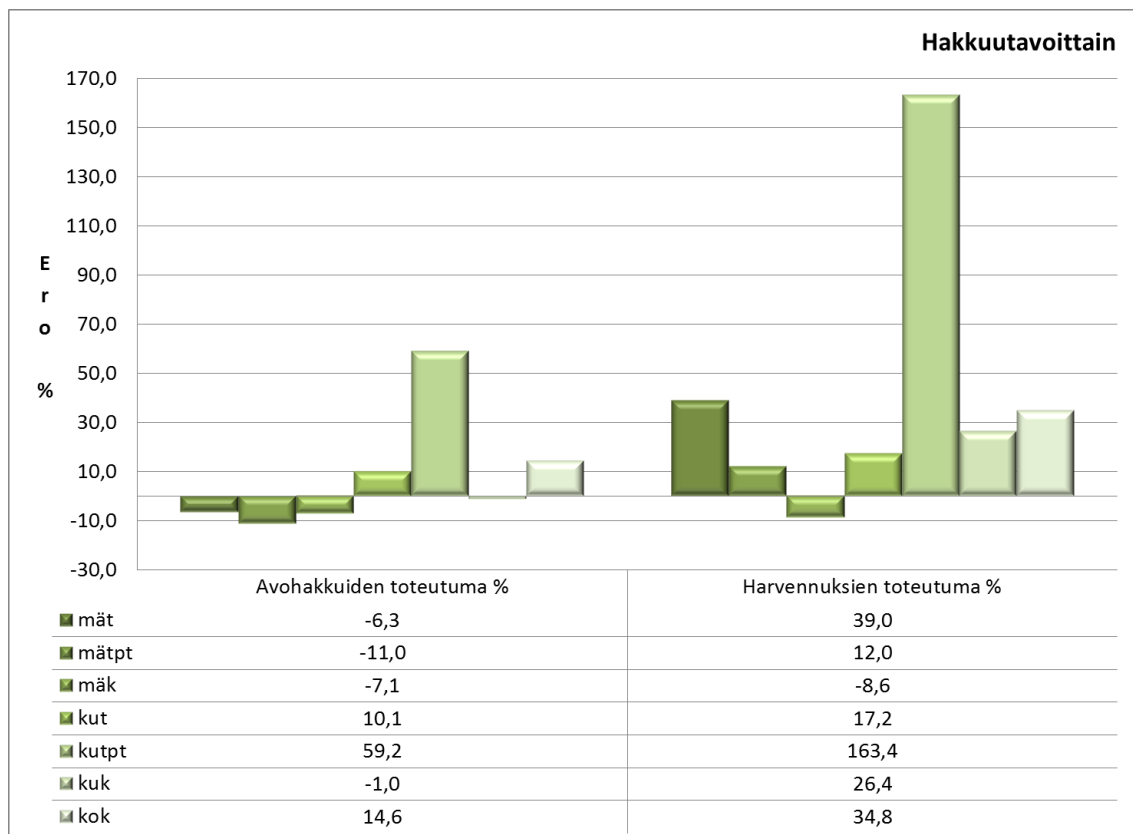
Kesäkorjuussa tukkilaatuiset puutavaralajiarviot ovat arvioiden suhteen onnistuneet merkittävän hyvin hankintatiimin osalta. Mäntytukilla voidaan havaita lievää aliarviointia arviovirheen ollessa 10,7 %. Mäntypikkutukki on -0,7 % yliarvio ja mäntykuidun osuus on myös vastaavasti -7,3 % yliarvio kesäkorjuussa.

Kuusitukin arviointi ja toteutuminen on onnistunut positiivisen hyvin arviointivirheen ollessa 7,9 %. Silmään pistävää on kuusipikkutukin osuus, jonka arvio on 88,1 %. Kuusikuidun osuus on 12,6 % aliarvioitu. Koivukuidun toteutuma kesäkorjuussa on 28,4 %.

Talvikorjuussa mäntytukin arviointivirhe on 15,8 % ja mäntypikkutukin 23,2 %. Huomattavaa on myös kuusitukkiosuuden merkittävä aliarvio talvikorjuussa arviointivirheen ollessa 38 %. Kuusipikkutukin arviovirhe on kuusitukin tavoin aliarvioitu 40,8 % verran. Kuusikuitu on arvioitu toteuman suhteen erittäin hyvin 3,8 % aliarviona. Koivukuitu talvikorjuussa on toteutunut 20,1 % aliarviona.

### 11.3 Hakkuutavoittain

Arviot hakkuutavoittain vaihtelevat –11 %:n ja 163,4 %:n välillä. Kuviosta 3 nähdään hakkuutavan vaikutus puustomäärien toteutumaan. Avohakkuiden arviot ovat onnistuneet todella hyvin. Puutavaralajien ja ennen kaikkea tukkilaatuiset puutavaralaadut, kuusipikkutukkia lukuun ottamatta ovat onnistuneet –11 %:n ja 10,1 %:n välillä. Koivukuidun osuus on aliarvioitu 14,6 % verran.



Kuvio 3. Hakkuutavoittain

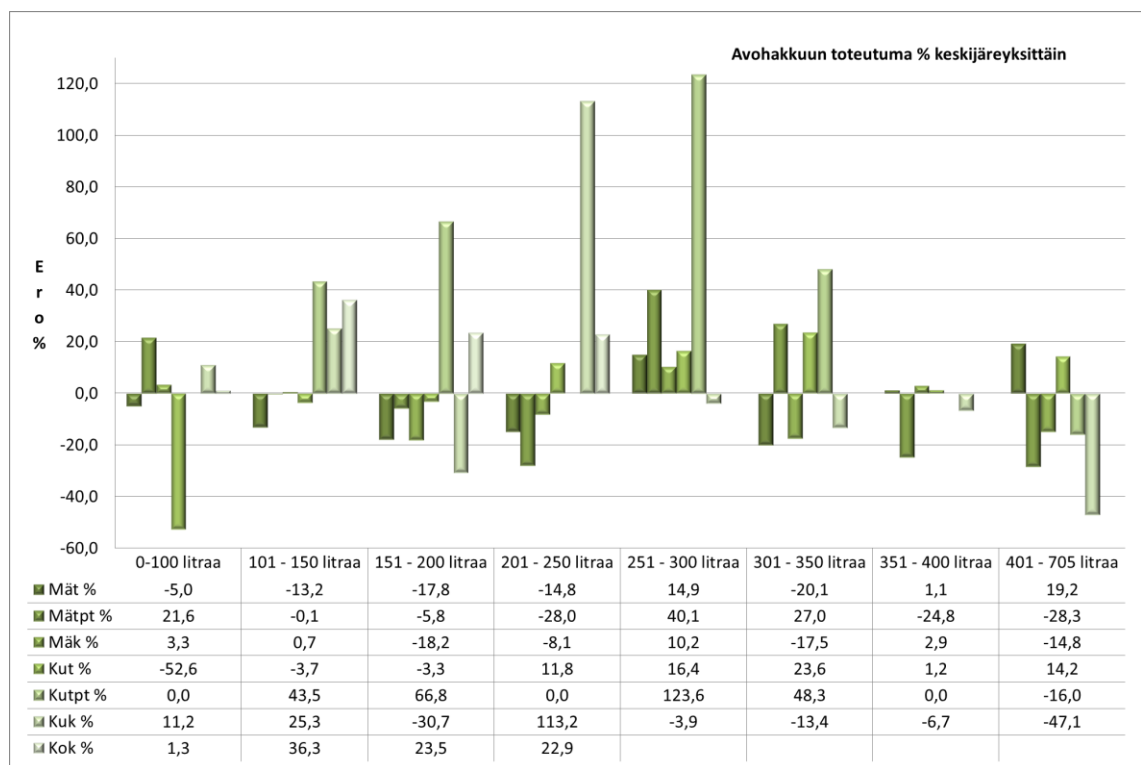
Arviointien toteutuminen harvennuksella on erittäin vaihtelevaa. Mäntytukin toteutuma on merkittävästi aliarvioitu 39 % verran, samansuuntaisesti mäntypikkutukki on kokonaisarviointissa 12 % aliarvioitu. Mäntykuitu on harvennushakkuissa vastaavasti yliarvioitu –8,6 %.

Kuusitukin osuus harvennuksella on aliarvioitu 17,2 % ja kuusenpikkutukin osuus merkittävästi virhearvioitu 163,4 %. Kuusikuitu muiden puutavaralajien

mukaisesti on aliarvioitu 26,4 %:n verran. Koivukuitua on kertynyt odotuksien mukaan harvennuksilta 34,8 % enemmän, mitä on arvioitu.

#### 11.4 Keskijäreysluokittain avohakuilla

Toteutumat puutavaralajeilla vaihtelevat suhteellisen paljon, kun tarkastellaan keskijäreysluokkia (kuva 4). Eroprosentti vaihtelee avohakuun keskijäreysluokkien välillä –52,6 %:n ja 123,6 %:n välillä.



Kuvio 4. Avohakuun toteutuma keskijäreysluokittain.

Huomiota herättäviä keskijäreysluokkia ovat 151–200, 201–250 ja 251–300 litran luokat, joissa kahdessa ensin mainitussa luokassa arviot havupuiden tukki-  
laatujen osalta ovat yliarvioita ja viimeisemmässä mainitussa luokassa aliarvioi-  
ta. Arvioinnin toteutuminen vaihtelee erittäin paljon. Järeämmässä  
keskijäreysluokassa puuston koon ollessa 351–400 litraa, on puuston määrälli-  
nen arviointi onnistunut erittäin hyvin. Poikkeuksena mäntypikikutukin yliarviointi

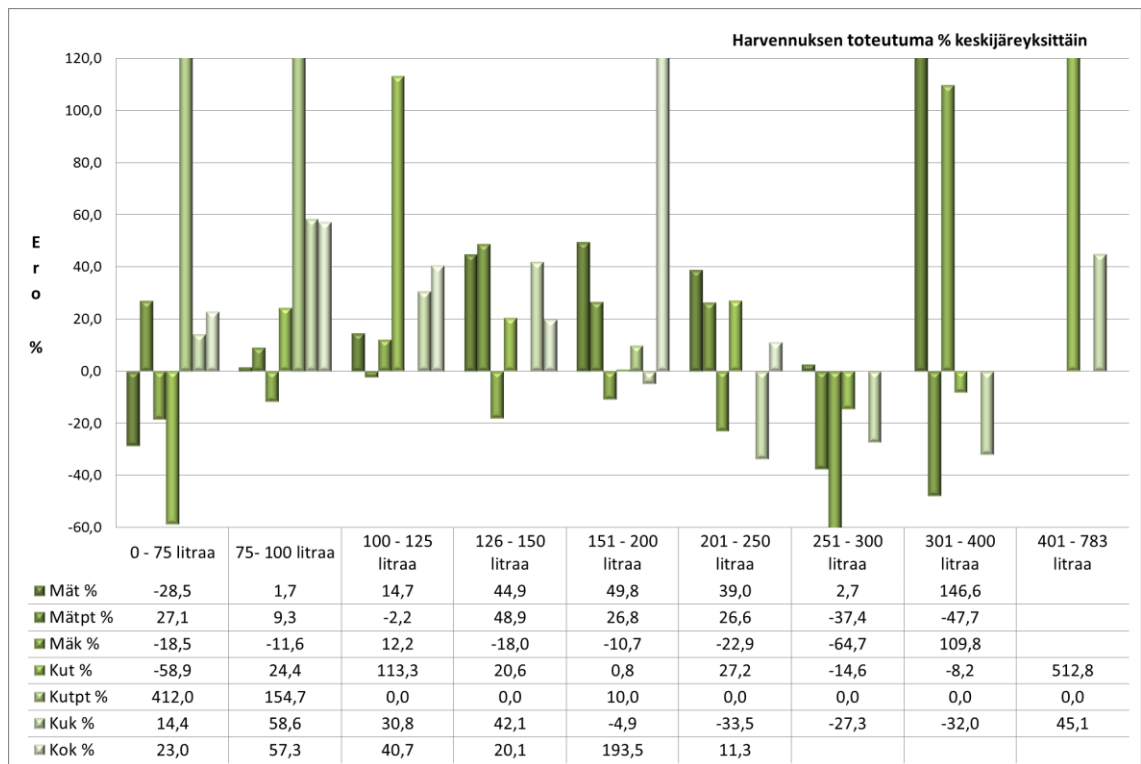
–24,8 %, mikä aiheuttaa pienen muutoksen hyvin onnistuneeseen arviointitulokseen. Arviointivirhe puutavaralajien välillä, järeysluokan ollessa 351–400 litraa, on –24,8 %:n ja 1,2 %:n välillä.

Huomiota herättää myös 201–250 litran järeysluokka, kuusikuidun osuuden ollessa isona aliarviona, verraten tässä järeysluokassa oleviin muihin toteutuneisiin puutavaralajeihin. Kuusipikkutukin toteumat järeysluokissa ovat aliarvioita arviointivirheen vaihdellessa 43,5 %:n ja 123,6 %:n välillä, poikkeuksena järeysluokka 401–705, jossa on yliarviointia tapahtunut –16 %.

Merkille pantavaa on puutavaralajien toteutuminen männyn osalta ja varsinkin tukkilaatuisen puuosuuden arvioinnissa. Vaikka vaihtelua on syntynytkin paljon, on tukkiosuus arvioinnissa onnistunut –20,1 %:n ja 19,2 %:n välillä. Samoin mäntykuidun toteumaprosentti pysyttelee samoissa lukemissa mäntytukin kanssa.

## 11.5 Keskijäreysluokittain harvennushakkuilla

Keksijäreysten mukaan luokitellut harvennushakkuuarviot vaihtelevat  $-64,7\%$ :n ja  $512,8\%$ :n välillä. Arviot ovat pääasiassa merkitsevästi aliarvioita jokaisessa keksijäreysluokassa, poikkeuksena järempi harvennusluokka 251–300 litraa. Kuviosta 5 voidaan havaita harvennuksien keskiäreysten toteutumaa.



Kuvio 5. Harvennushakkuuden toteutuma keskiäreysluokittain.

Keskiäreysluokkia tutkiessa, huomiota kiinnittää keskiäreysluokka 0–75 litraa. Järeysluokassa tukkipuusuudet ovat merkittävästi yliarvioitu, mäntytukin ollessa  $-28,5\%$  ja kuusitukin ollessa  $-58,9\%$ . Mäntytukin arviointi on tapahtunut muissa keskiäreysluokissa huomattavina aliarvioina, mutta parhaiten arviointi on onnistunut 75–100 litran keskiäreysluokassa, jossa arvio on erittäin pienenä,  $1,7\%$ :n aliarviona. Huomioitava järeysluokka on myös 251–300 litraa, jossa arviointi on myös tapahtunut erittäin pienenä aliarviona ja eroprocentti on vain  $2,7\%$ .

Mäntypikkutukin toteutumia tutkiessa, on kiinnitettävä huomiota järeysluokkiin 75–100 ja 101–125. Kyseisissä järeysluokissa arvioinnin ja toteutuman välinen suhde on onnistunut erittäin hyvin arviovirheen ollessa  $-2,2\%$ :n ja  $9,3\%$ :n välillä. Muiden järeysluokkien kohdalla ko. puutavaralajia on arvioitu huomattavasti aliarviona tai yliarviona. Mäntykuidun arvioinnit ovat yliarvioita, poikkeuksena huomattava aliarviointi 301–400 litran järeysluokassa, sekä erittäin suuri yliarviointi 251–300 litran luokassa. Mäntykuidun eroprosentti vaihtelee  $-64,7\%$ :n ja  $109,8\%$ :n välillä.

Kuusitukin toteutuma vaihtelee voimakkaasti eroprosenttien ollessa  $-58,9\%$ :n ja  $512,8\%$ :n välillä, mutta se on pääasiassa aliarviontina. Poikkeuksena järeämmissä järeysluokissa, 251–300 ja 301–400 litraa, arviovirheet ovat kohtuulliset  $-14,6\%$  ja  $-8,2\%$ . Kuusikuidun arvioinnit toteutuman suhteen jakautuvat aliarvioina järeysluokkaan 126–150 litraan asti, jossa eroprosentit ovat  $14,4\%$ :n ja  $58,6\%$ :n välillä. Järeämmissä luokissa, 151–200 litrasta 301–400 litran järeysluokkaan asti, arviot esiintyvät yliarvioina vaihdellen  $-4,9\%$ :n ja  $-33,5\%$ :n välillä.

Koivukuitua syntyy harvennushakkuissa odotettua enemmän, mitä arviointimäärät ovat. Koivukuitu on aliarvioitua kaikissa järeysluokissa, joissa ko. puutavaralajia esiintyy. Eroprosentit vaihtelevat  $11,3\%$ :n ja  $193,5\%$ :n välillä.

## 11.6 Tilastollisen analyysin tulokset

Tilastollisen merkittävyyden toteaminen suoritettiin Kruskal-Wallis testillä (taulukko 2), tutkiessa metsäasiantuntijoiden välistä toteutuman ja arvion välistä erotusta ja onko ryhmien välillä tilastollisesti merkitsevää eroa. Otokselle suoritettiin Shapiro-Wilkin normaalisuustesti (taulukko 1), jolla selvitettiin onko otoskoko normaalisti jakautunut.

### Tests of Normality

	Ostaja	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Erotus	1	,202	29	,004	,870	29	,002
	2	,112	29	,200*	,930	29	,054
	3	,215	26	,003	,814	26	,000
	4	,210	31	,001	,813	31	,000
	5	,210	19	,027	,914	19	,089
	6	,154	33	,045	,950	33	,131
	7	,304	24	,000	,638	24	,000
	8	,211	10	,200*	,895	10	,195
	9	,134	33	,140	,972	33	,550

\*. This is a lower bound of the true significance.

Lilliefors Significance Correction

Taulukko 1. Normaalisuustesti (Shapiro-Wilk)

Taulukko 1:stä voidaan havaita ostajien määrä (ostaja) ja jokaisen ostajan kohdalta otannan merkitsevyys Shapiro-Wilksin testin, Sig. kohdasta. Sig. eli significance ilmaisee p-arvoa ja näin ollen merkitsevyystasoa. Testissä käytettiin opinnäytetöille tyypillistä 0,05 merkitsevyystasoa. Sig. kohtaa tutkiessa, voimme havaita ostajien 2, 5, 6, 8 ja 9 ylittävän merkitsevyystason, jolloin näiden ostajien jakaumat ovat normaalijakautuneet. Merkitsevyystason ylittäminen viittaa, ettei ostajien välillä ole merkitsevää eroavaisuutta. Vastaavasti ostajien 1, 3, 4

ja 7 significance eli p-arvo alittaa merkitsevyytason ja tulos viittaa, että ostajien välillä on merkitsevää eroavaisuutta. Näin ollen tulokset eivät ole yhtenäiset ja otos ei ole normaalisti jakautunut.

Todettuamme otoksen normaalijakautuneisuus "ei normaaliksi" Shapiro Wilksin testillä, aineiston analysointi tulee tehdä Kruskal-Wallis -hypoteesi testillä (taulukko 2). Kruskal Wallisin -testillä selvitetään onko metsäasiantuntijoiden välillä tutkiessa toteutuman ja arvion välistä erotusta merkitsevää eroa.

Analyysin tuottaman tuloksen perusteella voidaan tulkita taulukko 2:sta nähtävän sig. arvon eli p-arvon olevan 0,011. Merkitsevyytason ollessa 0,05 voidaan päätellä tuloksesta, että metsäasiantuntijoiden välillä on "melkein merkitsevää eroa" tutkiessa toteutuman ja arvion välistä erotusta. Analyysin tulos on erittäin lähellä tässä opinnäytetyössä käytettävää merkitsevyytasoja ja tuloksen merkitsevyys voi riippua yhdestä ryhmän keskiarvon pienestä hajonnan vaihtelusta.

### Hypothesis Test Summary

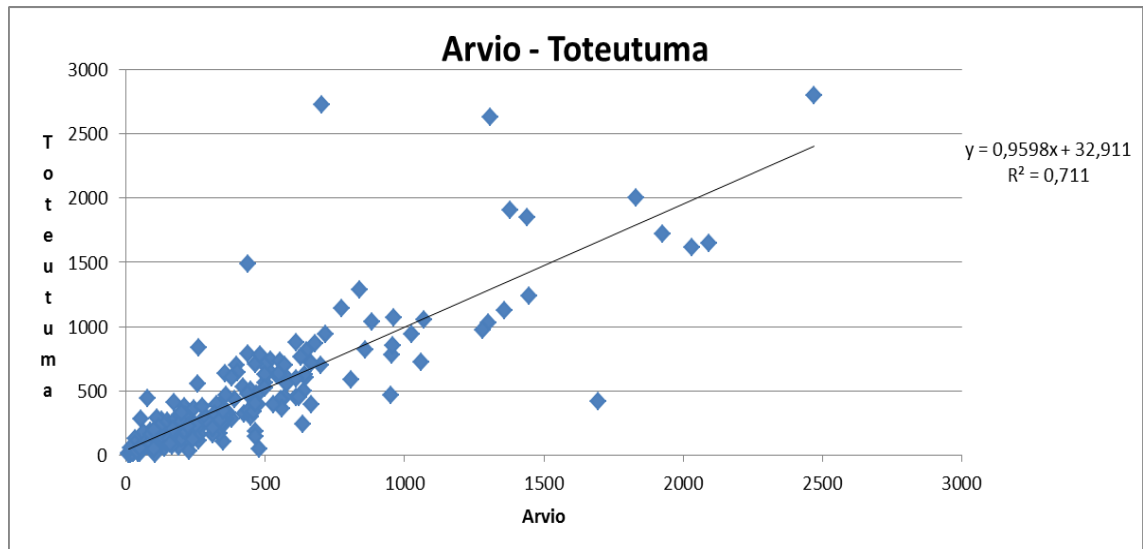
	Null Hypothesis	Test	Sig.	Decision
1	The distribution of Erotus is the same across categories of Ostaja.	Independent-Samples Kruskal-Wallis Test	,011	Reject the null hypothesis.

Asymptotic significances are displayed. The significance level is ,05.

Taulukko 2. Kruskal-Wallis hypoteesi testi.

### 11.6.1 Tilastollinen lineaarinen regressio

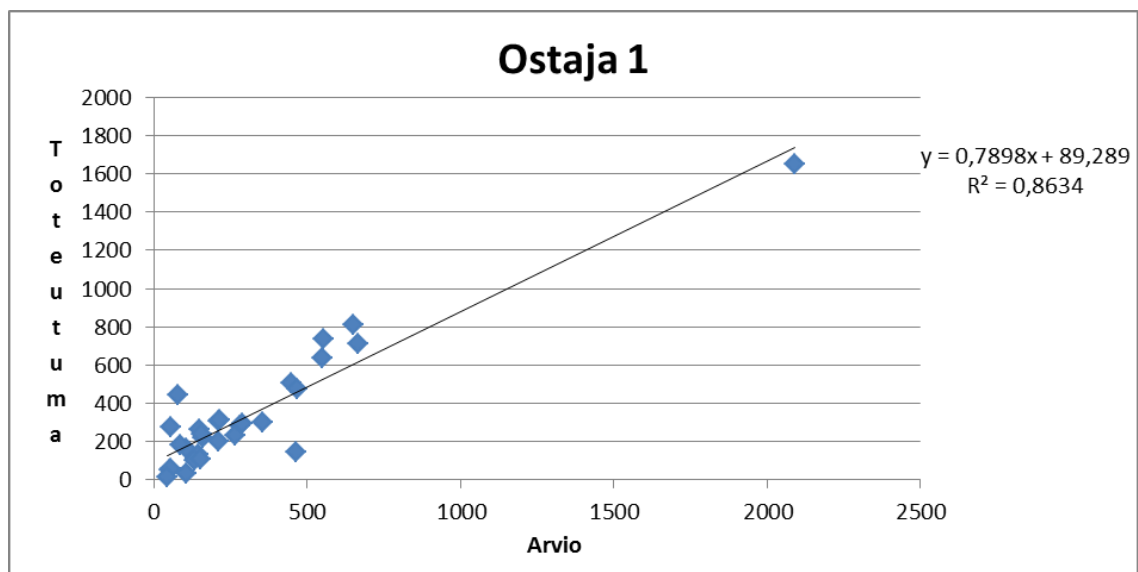
Tutkimusaineistosta tuotettiin lisäksi kokonaisarvion ja -toteutuman välillä lineaarinen regressio. Linearisesta regressiosta (kuvio 6.) voidaan havaita, kuinka arvio (x -akseli) selittää toteutuman (y -akseli) muutoksia 71 % ( $R^2$  selityskerroin) varmuudella. Selityskertoimen tulisi olla korkea, vähintään 0,6 eli 60 % (Heikkilä 2004, 238). Kuvioista voidaan havaita, että pienemmät puukaupparviot korreloivat toteutumaa erittäin hyvin, sekä keskiarvojen hajonta on pieni. Selityskerroin ( $R^2$ ) olisi merkittävästi suurempi, jos isot puukaupat poistettaisiin analyysistä aiheuttamasta hajontaa lineaarisessa regressiossa. Puumäärällisesti isot puukaupat tuottavat siis vaikeuksia arvioinnin toteutumisessa lineaarisesti. Taanilan (2013) mukaan, selityskertoimella kuvataan kuinka hyvin arvioitu puusto (arvio) onnistuu ja selittää korjattua puustomäärää (toteutuma).



Kuvio 6. Lineaarinen regressio. Arvio – Toteutuma

Jokaisesta metsäasiantuntijasta tuotettiin lineaariset regressiosuorat, sekä matemaattiset mallit. Matemaattinen malli ilmaisee regressiosuoran alla, p-arvolla selityskertoimen merkittävyyden lineaarisessa analyysissä (kuvio 7). Riskitasona eli merkittävyydeltään käytetään tässäkin analyysissä 0,05.

Selityskertoimet ovat korkeaa tasoa kaikilla ostajilla, paitsi ostaja 3 kohdalla (liite 1.), jonka selitysaste jää merkitsevän paljon alle 0,6 selityskertoimen. Metsäasiantuntijoiden selityskertoimet olisivat selvästi suurempia, jos isoimpia puukauppoja poistettaisiin analyysistä. Isojen puukauppojen havainnot laskevat selityskerrointa merkittävästi. Tämän perusteella voidaan siis päätellä, että isojen puukauppojen arviointi metsäasiantuntijoille on vaikeampaa, kuin pienempien puukauppojen, kun tarkastellaan lineaarista hajontaa. Pienemmät puukaupat muodostavat tiiviin ja tiheän hajonnan havainnoista lineaarisen viivan alkuun, pääasiassa kaikilla metsäasiantuntijoilla.



ANOVA					
	<i>va</i>	<i>NS</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>
Regressio	1	2647212	2647212	170,6541828	3,47114E-13
Jäännös	27	418827,9	15512,14		
Yhteensä	28	3066040			

Kuvio 7. Lineaarinen regressio. Ostaja 1.

Selityksasteen merkittävyys nähdään kuviosta seitsemän p-arvon kohdalta. P-arvon ollessa 3,47114 voidaan tulkita tulos tilastollisesti ”erittäin merkitseväksi” ja selityksaste on tällöin erittäin korkea. Lukema E-13 kuvaa nollien määrä pilkun jälkeen merkitsevyytasossa, jolloin p-arvo on pienempi kuin 0,001.

## 12 Johtopäätökset ja pohdinta

### 12.1 Tuloksien johtopäätökset ja pohdinta

Tutkimuksessa tuotettuja tuloksia tarkastellessa ja havainnoidessa on merkittävänä asiana mainittava yhteenlaskettujen puumääräarvioiden ja toteutumien välinen ero prosentti. Tutkimukseen kerätyt puustoarviot ja puukauppojen toteutuneet hakkuumäärät erosivat kokonaisuudessaan Kainuun hankintatiimissä 4,7 %. Toteutuneet puumäärät kasvoivat siis 4,7 % arvioituihin puumääriin verraten, jolloin tutkimuksessa esille tullutta tulosta voidaan pitää erinomaisena, tarkasteltaessa puustoarviointien toteutumista Kainuun hankintatiimissä. Tässä työssä esitetyjä tuloksia tutkiessa tulee kiinnittää huomioita tuloksissa esiintyviin keskeisiin eroihin puutavaralajikohtaisissa jakaumissa.

Tuloksia tarkastellessa voidaan havaita keskeisempänä huomiona ostoarvioiden olevan aliarvioituja toteutuneisiin puumääriin nähden. Puutavaralajien toteutumien vaihtelevat tuloksissa erittäin paljon, mutta ilmaisevat tuloksia, joihin tulisi kiinnittää huomiota puustoarvioita tuottaessa.

Tutkimustuloksista voidaan havaita metsäasiantuntijoiden tuottamista arvioista (kuvio 1) kalleimpien puutavaralajien, eli havupuiden tukkilaatujen, arvioiden vaihtelevan merkittävän paljon metsäasiantuntijoittain. Pääasiassa arviot ovat aliarvioituja toteutumaan nähden, mutta poikkeuksena ostaja 6, jonka kohdalla on havaittavissa erittäin suurta yliarviointia männyn eri puutavaralaaduilla. Kokonaisuudessaan kaikilla puutavaralajeilla on yliarviointia ostaja 6:lla, paitsi kuusikuitu, joka on aliarvioitu 6,7 %. Ostaja 6:lla tulisi kiinnittää huomiota erittäin paljon puukauppasopimusta tehdessään puumäärien arviointiin. Huomiota herättävä asia on myös kuvio 1:ssä ostaja 7 mäntypikkutukin todella suuri ero prosenttilukema. Tällaisen virhearvion syntyyn vaikuttaa ostotekninen asia kyseessä olevalla metsäasiantuntijalla. Hänen puukauppasopimuksissaan ei ole kirjattu systemaattisesti mäntypikkutukkia korjattavaksi puutavaralajiksi, vaan puutavaralajia on korjattu niiltä puukaupoilta, joilta ko. puutavaralajia on voitu tuottaa

hakkuussa. Samanlaisesta seikasta johtuu kuusipikkutukkien toteutumassa ilmenevät suuret määräerot arvioihin verraten. Kuusipikkutukkia hankitaan Kainuun hankintatiimissä yhdelle asiakastehtaalte ja puutavaralajia korjataan hakkuukuvioilta asiakastehtaan tarpeen mukaan. Kuusipikkutukkia ei pääasiassa osteta vähäisen tarpeen vuoksi, mutta tarvittaessa se voidaan metsänomistajan kanssa jälkikäteen sopia hakattavaksi puutavaralajiksi. Ostoarvioita ei tässä vaiheessa enää muuteta, mutta tietojärjestelmällisistä syistä kaupalle lisätään kyseinen puutavaralaji ja sille kertymäoletukseksi 1 m<sup>3</sup>.

Virhearvioinnin syntyyn metsäasiantuntijoilla voi vaikuttaa mm. ostotekniset syyt. Lisäksi virhearvioinnin syntyyn voi vaikuttaa metsäasiantuntijan systemaattiset virheet, sekä työpisteet eli korjuuketjut. Puukauppa on kahden ihmisen välinen sopimus, jonka tarkoituksena on luoda luottamusta kauppakumppaneiden välille. Ostoteknisillä tavoilla voidaan saavuttaa asiakkaan tyytyväisyys ja luottamus arvioimalla tahallisesti mm. puutavaralaatua virheellisesti. Puukauppasopimuksessa tahallisesti väärin ilmoitetut puustomäärät, esimerkiksi aliarvioina, tuo hakkuun jälkeen toimitettavan mittaustodistuksen kanssa enemmän rahaa metsänomistajalle, mitä on ennakkoon arvioitu. Puuston tahallisella tai tahattomalla virhearvioinnilla voidaan tuottaa siis psykologista vaikutusta puukauppaa luodessa. Metsänomistaja on luonnollisesti tyytyväisempi, jos hakattavaa puustoa kertyy määrällisesti enemmän ja taloudellinen tulo on suurempi, kuin metsäasiantuntija on arvioinut puukauppasopimusta tehdessä. Tällaisilla toimenpiteillä voidaan luoda pitkiä asiakassuhteita metsänomistajaan, jotka ovat erittäin tärkeitä puunhankinnan kannalta metsäyhtiölle.

Korjuuketjulla on myös oleellinen vaikutus syntyvään virhearviointiin. Koneenkuljettajan taito apteerata puusto oikein, vaikuttaa todella paljon syntyviin puutavaralajimääriin. Hyvä koneenkuljettaja apteeraa puuston tarkkaan, jolloin tukkiosuus puunrungosta kasvaa huomattavasti ja kuituosuus pienenee merkittävästi. Metsäasiantuntijan on näin ollen otettava huomioon puustoarvioita tuottaessa, myös hänen hankinta-alueellaan toimivan metsäkoneurakoitsijan ammattitaito.

Puutavaralajitoteutumien vaihtelu metsäasiantuntijoiden välillä aiheuttaa silti suurta huomiota tulosta tarkasteltaessa. Kuitenkin puutavaralajikohtaisien vaihtelujen suuruudet positiivisten ja negatiivisten erojen välillä arvioihin verraten, tuottaa tällaisessa isommassa otoksessa tuloksen, missä tulokset kompensoivat toisiaan. Tällöin kokonaisarvioinnissa määräerot tiimitasolla pienenevät siinä määrin, ettei huomio kiinnity voimakkaasti yksilötekijöiden vaihteluun. Muuten kokonaisuudessa tutkimustuloksia tarkasteltaessa ja kuvioiden ilmaistessa suuriakin eroprosenttiosuuksia, voidaan kuvioista päätellä puutavaralajien toteutuvan lievinä aliarviointeina kuusipikkutukkia ja koivukuitua lukuun ottamatta. Tätä päättelyä vahvistaa 4,7 %:n eroprosentti kokonaisarvion ja toteutuman välillä.

Lisäksi puusto- ja puutavaralajimäärien arviointiin vaikuttavat korjuuaika ja hakkuutapa. Korjuuaikaa ilmaisevaa kuviota tutkiessa (kuvio 2), voidaan päätellä Kainuun hankintatiimissä onnistuttavan merkittävän hyvin kesäkorjuussa hakattavien puumäärien arvioinnissa ja on positiivista huomata, kuinka mäntytukki-laadut ovat lähellä arvioitua puustomäärää. Ainostaan kuusipikkutukki herättää kesäkorjuussa huomiota merkittävällä aliarvioinnillaan. Oletettavaa on siis, että kuusipikkutukkia on pääasiassa korjattu kesäkorjuukohteilta asiakastehtaan tarpeisiin.

Huomattavaa on se, että talvikorjuussa tuotetaan enemmän aliarviota, kuin kesäkorjuussa kaikilla puutavaralajeilla. Korjuuolosuhteilla on siis vaikutusta puuston arviointiin, joka tuottaa mahdollisesti lievää vaikeutta arvioidessa puuston määrää. Maaperän rehevyys ja maaston peittävyys vaikuttavat arvioinnin toteutumiseen jonkun verran. Lisäksi talvikorjuussa korjataan myös pääsääntöisesti enemmän harvennuksia, mikä varmasti aiheuttaa vaihtelua puustoarvioiden puutavaralajikohtaisissa toteutumissa. Puuston laadun määrittäminen on mahdollisesti vaikeampaa, kuin kesäkorjuukohteilla mikä aiheuttaa puutavaralajijakauman vaihtelua toteumassa. Talvikorjuukohteiden arvioinnissa olennaisesti vaikuttaa myös metsäasiantuntijatasolla heidän viitseliäisyys suorittaa tarkkaa tutkimusta sekä mittaustyötä kohteella. Osa puustoarvioinneista suoritetaan talvella, jolloin liikkuminen metsikkökuviolla on haasteellisempaa.

Koivukuidun osuus tässä tutkimuksessa on seurannan arvoinen asia, vaikka tutkimus kohdistuu kalliimpien puutavaralajien seurantaan. Puukaupoissa kertyvät aliarviot koivukuidulla tuottavat jossain määrin ongelmia hankinta-alueen puuhankinnassa. Koivukuidun aliarvioiminen metsäasiantuntija tasolla ja hankintatiimitasolla ei ole sinänsä iso asia, mutta hankinta-alueen puuhankinnassa se vaikuttaa siinä määrin, että hankinta- ja toimituskaupan ostoon varattuja puumääräresursseja joudutaan muuttamaan. Aliarviointiin, varsinkin harvennuspainotteisilla metsikkökuvioilla, voi vaikuttaa koivun suuri kappalemäärä ja pieni runkokoko. Lisäksi epäsäännöllinen esiintyminen kuvioilla aiheuttaa merkittävästi arvioinnin tarkkuuden vaihtelua. Korjuuajallisesti tarkastellessa koivukuitua on aliarvioitu kohtuullisen paljon. Merkittävää huomiota herättää kuitenkin kesäkorjuun koivukuitu, missä toteutuma on suurempi kuin talvikorjuussa. Tätä on syytä pohtia, koska koivukuitua oletuksena kertyy runsaammin yleensä harvennuspainotteisilta kohteilta, koska siellä sen arviointi on huomattavasti haasteellisempaa, kuin avohakkuilla. Tätä teoriaa tukee kuvio 3, mistä voidaan nähdä hakkuutavoittain koivukuidun toteutuminen avohakkuissa 14,6 % ja harvennushakkuissa jopa puolet suurempana toteutumana 34,8 %. Mielestäni osa metsäasiantuntijoista pystyisi arvioimaan koivukuidun määrää metsikkökuvioilla melkein 10–15 %, jotta arvio olisi lähempänä toteutumaa.

Hakkuutavoittain toteutumia tutkiessa, voi kuvioista 3 tehdä isoimpana huomiona harvennushakkuiden toteutumien vaihtelevan selvästi enemmän, kuin avohakkuissa. Näin ollen voidaan olettaa, jotta harvennushakkuiden puulajikohtaiset puustomääräarviot on vaikeampi arvioida, kuin avohakkuilla. Avohakkuiden kokonaispuuston arviointi on selvästi hyvällä tasolla Kainuun hankintatiimissä. Vaikka männyn puutavaralajit ovatkin lievästi yliarvioituja avohakkuilla, kompensoi se harvennushakkuissa syntyviä tukkilaatuja toteutumassa siinä määrin, että kokonaishankinnassa männyn tukkiosuudet toteutuvat lievinä yliarvioina. Selvästi kuitenkin Kainuun hankintatiimissä tulisi kiinnittää huomiota harvennuk-sissa syntyviin puutavaralajiarvioihin ja tukkipuuprosentin arviointiin. Harvennuksen arvioinnissa esiintyy useita eri muuttujia, mitkä vaikuttavat metsäasiantuntijan tuottamaan puustoarvioon sekä poistuviin puutavaralajimääriin mm. harvennusvoimakkuus, joka tulee osata määritellä metsikkökuviokohtaisesti.

Huomioitavaa on myös kuusen puutavaralajiarvioinnit. Kaikista kuvioista voidaan havaita kuusipuun osuuden esiintyvän joko erittäin hyvin arvioituna toteutumaan nähden tai se on merkittävästi aliarvioitu. Varsinkin harvennushakkuissa ei huomioida kuusen kertymää riittävästi, joka ilmenee kuvioista 3, jossa toteutumat kuusella vaihtelevat 17,2 %:n ja 163,4 %:n välillä. Kuusen pikkutukia korjataan merkittävästi enemmän harvennushakkuilta, kuin avohakkuilta. Kuusipikkutukin laatu on nähtävästi parempaa harvennushakkuilla ja tällöin sopivampaa raaka-ainetta asiakastehtaan tarpeisiin.

Aikaisemmassa kappaleessa viitataan keskijäreiden vaikutukseen arvioinnin tarkkuudessa. Kuvioita 4 ja 5 vertaillen voidaan tehdä aikaisemmin tehtyjen havaintojen tueksi selvä havainto, että harvennushakkuiden puutavaralajikohtainen arviointi on merkittävästi vaikeampi arvioida kuin avohakkuiden arviointi. Kuvioista pystytään toteamaan myös selvästi ne keskijäreysluokat, missä puustoarviointi puutavaralajikohtaisesti tuottaa eniten ongelmia. Suurinta vaikeutta nähtävästi tuottavat puuston keskijäreudet, jossa puurungosta muodostuu yksi tai useampi tukkipölkky. Näitä keskijäreysluokkia ovat 151–200, 201–250 ja 251–300 litran luokat. Tukkipuuprosentti ei kasva lineaarisesti, vaan nousee portaittain. Keskijäreysien kasvaessa metsiköissä, tukkiprosentin arviointi helpottuu ja tukin kasvu portaittain pienenee merkittävästi.

Harvennuksien keskijäreysluokissa puutavaralajikohtainen vaihtelu on siinä määrin todella hajanaista, jotta metsäasiantuntijoiden tulisi kiinnittää erittäin paljon huomiota harvennusvoimakkuuteen sekä puutavaralajijakauman arviointiin. Lisäksi tulee huomioida heidän alueellaan toimiva metsäkoneurakoitsija ja hänen ammattitaito.

Stora Enso Metsän metsäasiantuntijat suoriutuivat tässä tutkimuksessa kokonaisuudessaan erittäin hyvin. Metsäasiantuntijoiden tulee tehdä henkilökohtaisia parannuksia arviointityössään mm. harvennuksilla ja tukkipuuprosentin arvioinnissa. Metsäasiantuntijoiden tulisi kiinnittää huomiota arviointivaiheessa puuston tukkipuumäärään havupuulaaduilla. Muissa tutkimuksissa esille tulleet tavoitteellisesti hyväksyttävät arviointivirheprosentit, jotka lähinnä koskevat toimenpidekuviokohtaisia arviointeja, ovat mielestäni käyttökelpoisia tässä tutki-

muksessa. Lisäksi metsäasiantuntijoita haastatellessani suullisesti kävi ilmi Stora Enso Metsän Kajaanin toimistolla, jotta arviointivirhe kokonaisuudessaan, sekä puutavaralajeilla, tulisi olla 10–15 %. Kokonaisarvioinnin osalta tämä saavutettiin tutkimuksessa, mutta metsäasiantuntijatasolla ja muiden vaikuttavien tekijöiden kohdalla jäätin tavoitteellisesta tuloksesta jonkin verran.

## 12.2 Tilastollinen analyysi

Tilastollisen analyysin tuloksissa ilmeni metsäasiantuntijoiden välillä ”melkein merkitsevää eroa” tutkiessa toteutuman ja arvion välistä erotusta. Analyysissa saadun tuloksen merkitsevyys voi riippua yhdestä ryhmän keskiarvon pienestä hajonnan vaihtelusta, koska tulos jää erittäin vähän analyysissa käytetystä merkitsevyystasosta, jolloin tulos olisi ollut erilainen.

Tilastollisessa analyysissa luodut lineaariset regressiot osoittavat tuloksia, mistä voidaan päätellä isojen puukauppojen aiheuttavan metsäasiantuntijoille vaikeutta arvioinnissa. Tämä vaikuttaa kokonaisarvioiden tarkkuuteen metsäasiantuntijatasolla. Jos analyyseistä poistettaisiin isot havaintopisteet eli määrällisesti isot toteutuneet puukaupat, voitaisiin pitää metsäasiantuntijoita Kainuun hankintatiimissä pääasiallisesti erinomaisen hyvinä puuston arvioijina.

## Lähteet

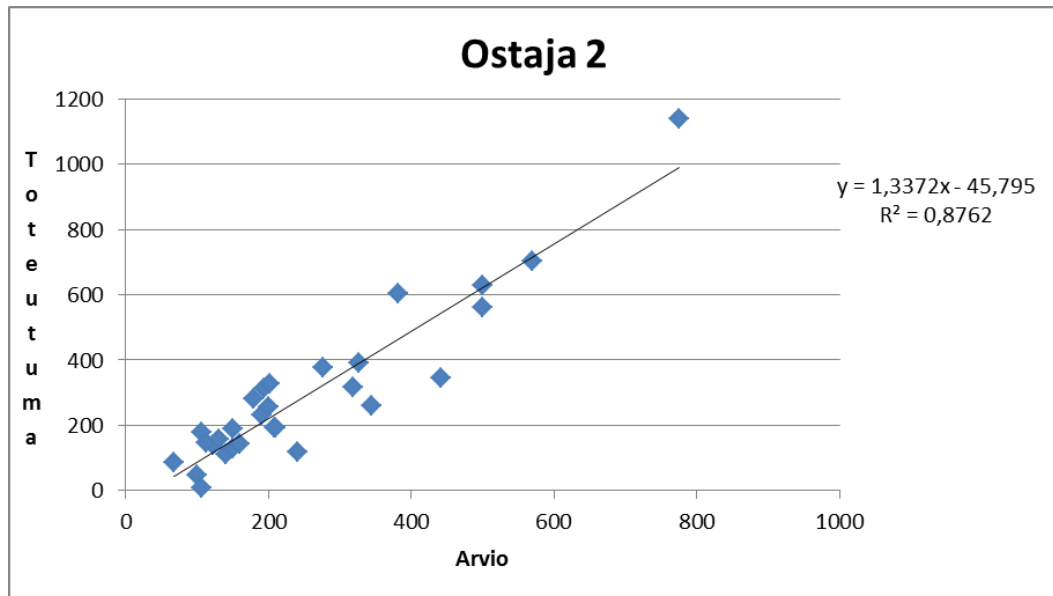
- Admin. 2012. Laserkeilausaineiston hyödyntäminen metsätaloudessa. Puuntuottaja. <http://www.puuntuottaja.com/laserkeilausaineiston-hyodyntaminen-metsataloudessa/> 29.2.2016
- Airaksinen, P. 2008. Raakapuumarkkinoiden toiminta. Tapion taskukirja. Helsinki. Metsäkustannus Oy, 361–369.
- Halonen, M. 2011. Puutavaralajit ja niiden laatuvaatimukset. Teoksessa Rantala, S (toim.). Metsäkoulu. Helsinki: Metsäkustannus Oy, 145–154.
- Heikkilä, T. 2004. Tilastollinen tutkimus. Edita Publishing Oy. Helsinki. Edita Prima Oy
- Hujo, S. & Poikela, A. 2008. Puutavaralajien laatuvaatimukset. Tapion taskukirja. Helsinki. Metsäkustannus Oy, 379–383.
- Hynynen, J. 2008. Metsän kasvattaminen. Tapion taskukirja. Helsinki. Metsäkustannus Oy, 177–197.
- Kiviniemi, M. 2008. Puukauppa oikeudellisena tapahtumana. Tapion taskukirja. Helsinki. Metsäkustannus Oy, 369–379.
- Kiviniemi, M. 2011. Puukaupan sopimusoikeutta. Teoksessa Rantala, S (toim.). Metsäkoulu. Helsinki: Metsäkustannus Oy, 143–144.
- Koivumäki, J. 2011. Puukauppa. Teoksessa Rantala, S (toim.). Metsäkoulu. Helsinki: Metsäkustannus Oy, 137–142.
- Kuusela, K. 1960. Pinotavaraleimikon taksatoriset tunnuksat ja niiden vaikutus leimikkoarvioinnin tarkkuuteen.  
[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/17630/72-1961\\_Kuusela-2.pdf](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/17630/72-1961_Kuusela-2.pdf) 5.3.2016
- Laininen, P. 2004. Tilastollisen analyysin perusteet. Otatieto Oy Yliopistokustannus University Press Finland Ltd. Helsinki. Hakapaino Oy.
- Laki metsälain muuttumisesta 1085/2013.  
[http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20131085?search\[type\]=pika&search\[pika\]=uudistushakkuu#Pidp3627024](http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20131085?search[type]=pika&search[pika]=uudistushakkuu#Pidp3627024) 16.2.2016
- Liike.epedu. 2016. 8.1.3 Varastointi. Verkko-opetus/tuotteen monet kasvot/varastointi.  
[http://liike.epedu.fi/liikeala/verkko\\_opetus/tuotteen\\_monet\\_kasvot/varastointi.htm](http://liike.epedu.fi/liikeala/verkko_opetus/tuotteen_monet_kasvot/varastointi.htm) 1.3.2016

- Metsäkeskus. 2016. Eri-ikäisrakenteinen metsä. Metsäkeskus.  
<http://www.metsakeskus.fi/eri-ikaisrakenteinen-metsankasvatus#.VtcJXOa1dfd> 23.2.2016
- Metsälaki 1093/1996. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1996/19961093#L2P8a>  
 16.2.2016
- Metsäteho. 2005. Korjuun suunnittelu ja toteutus-opas. Metsäteho Oy.  
[http://www.metsateho.fi/wpcontent/uploads/2015/03/Korjuun\\_suunnittelu\\_ja\\_toteutus\\_ver02.pdf](http://www.metsateho.fi/wpcontent/uploads/2015/03/Korjuun_suunnittelu_ja_toteutus_ver02.pdf) 29.6.2016
- Metsäteho. 2010. Puuhuolto-opas: Maastyöliite. Korjuun suunnittelu.  
[http://www.puuhuolto.fi/korjuun\\_suunnittelu/leimikko/maastotyoliite\\_TapionTaulukot.pdf](http://www.puuhuolto.fi/korjuun_suunnittelu/leimikko/maastotyoliite_TapionTaulukot.pdf) 24.3.2016
- Metsäteho. 2014. Korjuun suunnittelu. Metsätehon puuhuolto-opas.  
[http://puuhuolto.fi/korjuun\\_suunnittelu/start.html](http://puuhuolto.fi/korjuun_suunnittelu/start.html) 29.2.2016
- Mielikäinen, K. 2008. Metsänkasvatuksen lähtökohdat. Tapion taskukirja. Helsinki. Metsäkustannus Oy, 93–97.
- MML. 2016. Laserkeilaus. Maanmittauslaitos.  
<http://www.maanmittauslaitos.fi/ammattilaisille/maastotiedot/kaukokartoitus/laserkeilausaineistot/laserkeilaus> 29.2.2016
- Noponen, P., Nieminen, P., Reiman, H. & Hoppula, J. 2011. Puuston arviointi. Teoksessa Rantala, S (toim.). Metsäkoulu. Helsinki: Metsäkustannus Oy, 165–176.
- Parviainen, P. 2014. Puumääräarvioiden toteutuminen Stora Enso Metsän pystykaupoissa vuonna 2013. Metsätalouden koulutusohjelma. Karelia ammattikorkeakoulu.  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/82722/Parviainen\\_Pasi.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/82722/Parviainen_Pasi.pdf?sequence=1) 7.1.2016
- Parviainen, J. Västilä, S. Suominen, S. 2007. Suomen metsät 2007. Maa- ja metsätalousministeriö.  
[http://mmm.fi/documents/1410837/1721042/Suomen\\_metsat\\_7\\_2007.pdf/0d3115e2-8943-4d54-bfdf-5f0895ce64c3](http://mmm.fi/documents/1410837/1721042/Suomen_metsat_7_2007.pdf/0d3115e2-8943-4d54-bfdf-5f0895ce64c3) 15.2.2016
- Pukkala, T., Lähde, E. & Laiho, O. 2011. Metsän jatkuva kasvatus. Porvoo: Bookwell a Sanoma company
- Puuntuottaja, P. 2013. Puustotilavuuden määrittäminen relaskoopin ja kepin avulla. <http://www.puuntuottaja.com/puustotilavuuden-maarittaminen-relaskoopin-ja-kepin-avulla/#more-2457> 29.2.2016
- Räsänen, T. 2008. Puuhankinnan logistiikka. Tapion taskukirja. Helsinki. Metsäkustannus Oy, 391–400.

- Soininen, M. 1995. Tieteellisen tutkimuksen perusteet. Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskus. Turku. Painosalama Oy
- Stora Enso Metsä. 2016. Tervetuloa Stora Ensoon.  
<http://www.storaenso.com/lang/finland/about/Pages/default.aspx>  
 4.1.2016
- Syri, M. 2014. Ainespuun puskurivarastoilla ja metsäenergian terminaaleilla tehoa puunhankintaan. Metsäkeskus.  
<http://www.metsakeskus.fi/sites/default/files/ainespuun-terminaaleilla-tehoa-puunhankintaan-mikko-syri.pdf> 1.3.2016
- Taanila, A. 2013. P-arvo. Akin menetelmäblogi.  
<https://tilastoapu.wordpress.com/2012/02/14/p-arvo/> 10.3.2016
- Taanila, A. 2013. Yksisuuntainen varianssianalyysi. Akin menetelmäblogi.  
<https://tilastoapu.wordpress.com/2012/09/28/yksisuuntainen-varianssianalyysi/> 10.3.2016
- Talvitie, T. 2010. Yksityismetsien puun tarjonnan käyttäytyminen Pirkanmaalla vuosina 2005–2009. Metsätalouden koulutusohjelma. Tampereen ammattikorkeakoulu.  
[https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/13584/Talvitie\\_Tommi.pdf?sequence=2](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/13584/Talvitie_Tommi.pdf?sequence=2) 4.3.2016
- Tilli, T. 2008. Metsätalouden kannattavuus. Tapion taskukirja. Helsinki. Metsäkustannus Oy, 345–355.
- Uusitalo, H. 1998. Tiede, tutkimus ja tutkielma, Johdatus tutkielman maailmaan. WSOY. Juva. WSOY – Kirjapainoyksikkö.
- Valkoinen, S. 2008. Metsän uudistaminen. Tapion taskukirja. Helsinki. Metsäkustannus Oy, 145–163.
- Valkoinen, S. 2011. Metsän uudistaminen. Teoksessa Rantala, S (toim.). Metsäkoulu. Helsinki: Metsäkustannus Oy, 55–80.
- Virtuaali- ammattikorkeakoulu. 2007. Tilastollisen analyysin periaatteet.  
<http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/0709019/1193463890749/1193464131489/1194289328583/1194289853960.html>  
 14.3.2016
- Vornanen, S. 2012. Apteerauksen toteutuminen Etelä- Suomen Metsänomistajaliiton alueella. Metsätalouden koulutusohjelma. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.  
[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40369/opinna%CC%88ytetyo%CC%88\\_sanna\\_vornanen.pdf?sequence=3](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/40369/opinna%CC%88ytetyo%CC%88_sanna_vornanen.pdf?sequence=3) 4.3.2016
- Ärölä, E. 2008 a. Metsävarojen mittausta ja arviointi. Tapion taskukirja. Helsinki. Metsäkustannus Oy, 271–316.

Ärölä, E. 2008 b. Metsäsuunnittelu. Tapion taskukirja. Helsinki. Metsäkustannus Oy, 316–329

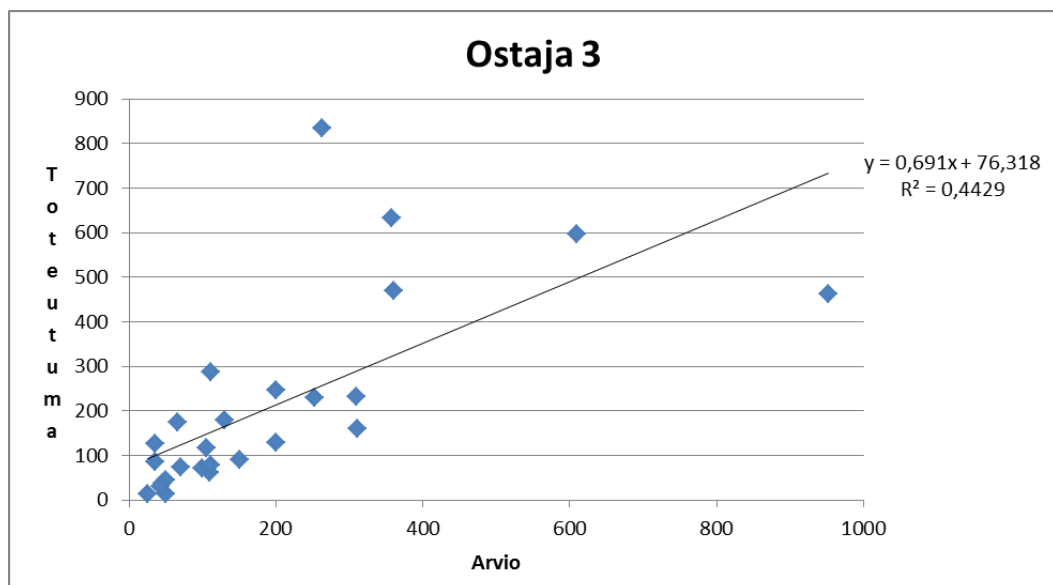
## Lineaariset regressiot ja matemaattiset selitteet metsäasiantuntijoittain



ANOVA

	<i>va</i>	<i>NS</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>
Regressio	1	1401751	1401751	191,034	9,1661E-14
Jäännös	27	198118	7337,702		
Yhteensä	28	1599869			

Kuvio 8. Lineaarinen regressio. Ostaja 2.

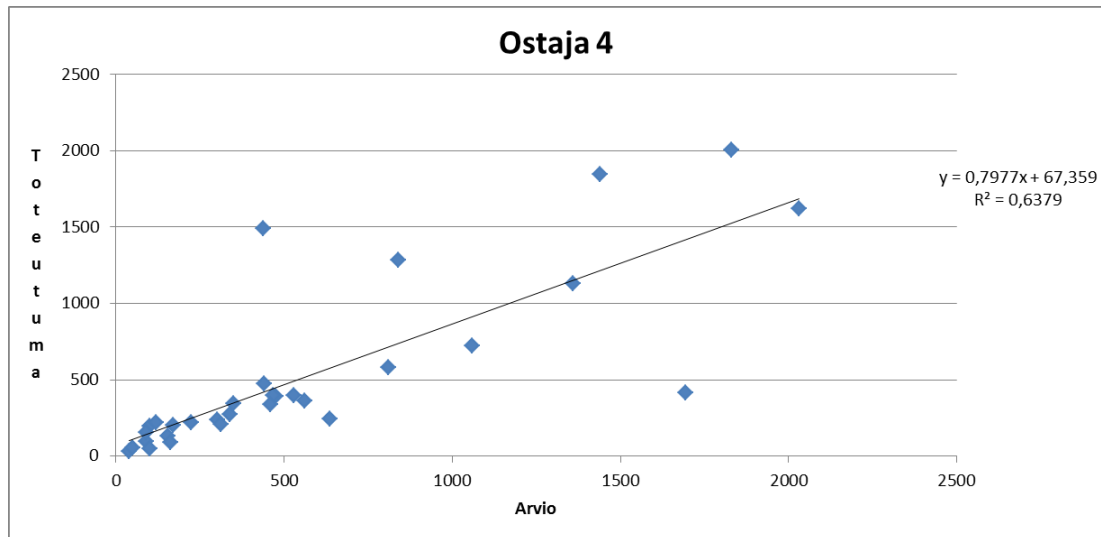


ANOVA

	<i>va</i>	<i>NS</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>
Regressio	1	514853	514853	19,08351	0,000206958
Jäännös	24	647494,5	26978,94		
Yhteensä	25	1162347			

Kuvio 9. Lineaarinen regressio. Ostaja 3.

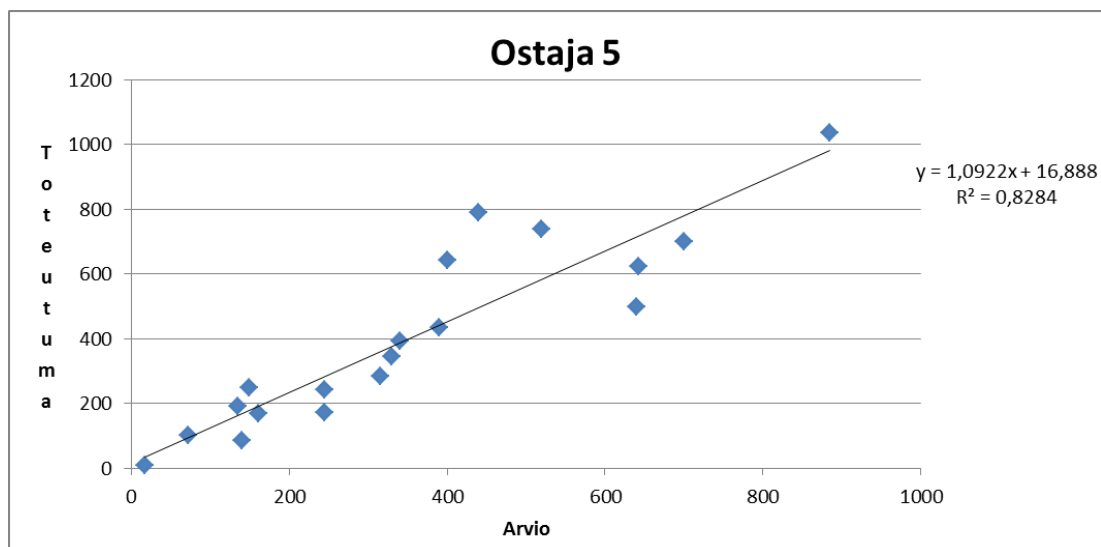
## Lineaariset regressiot ja matemaattiset selitteet metsäasiantuntijoittain



## ANOVA

	<i>va</i>	<i>NS</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>
Regressio	1	5931969	5931969	51,08099	7,25416E-08
Jäännös	29	3367732	116128,7		
Yhteensä	30	9299701			

Kuvio 10. Lineaarinen regressio. Ostaja 4.

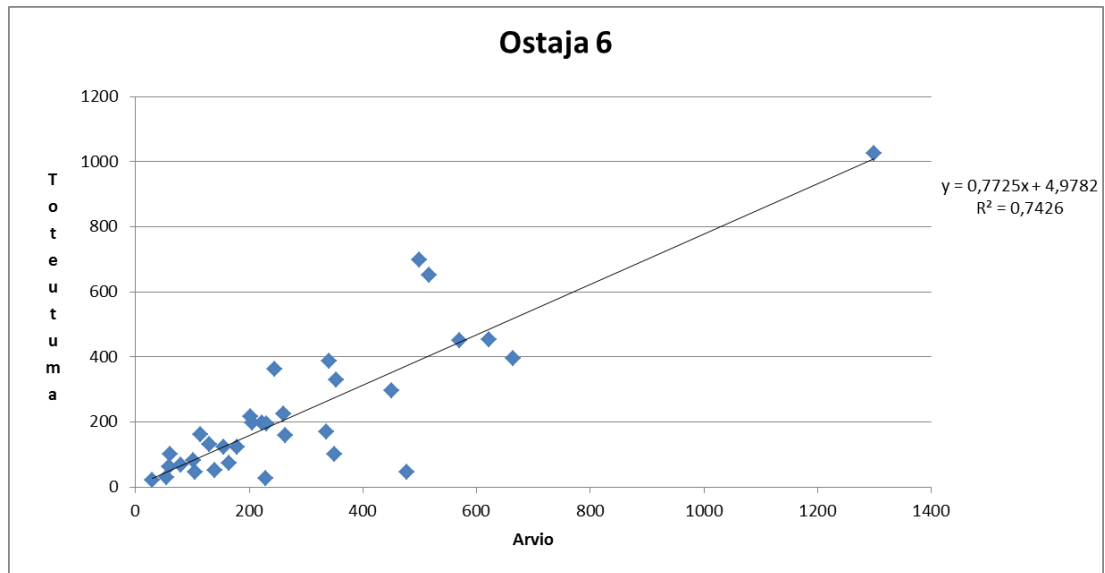


## ANOVA

	<i>va</i>	<i>NS</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>
Regressio	1	1188683	1188683	82,05721	6,46213E-08
Jäännös	17	246262,5	14486,03		
Yhteensä	18	1434946			

Kuvio 11. Lineaarinen regressio. Ostaja 5.

## Lineaariset regressiot ja matemaattiset selitteet metsäasiantuntijoittain

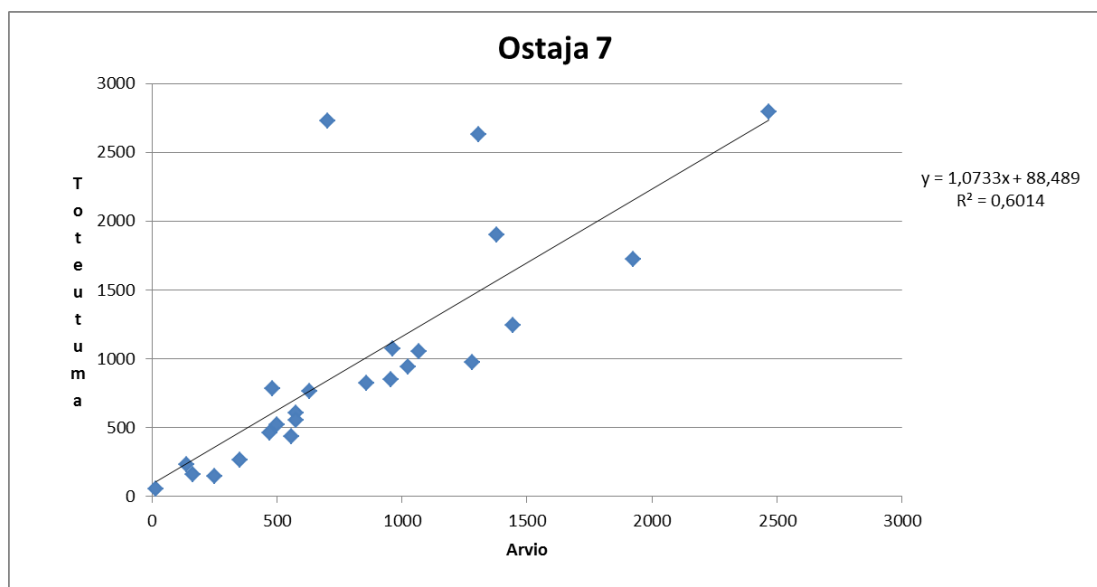


ANOVA

	<i>va</i>	<i>NS</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>
Regressio	1	1202648	1202648	89,44357	1,19366E-10
Jäännös	31	416822,5	13445,89		
Yhteensä	32	1619471			

Kuvio 12.

Lineaarinen regressio. Ostaja 6.



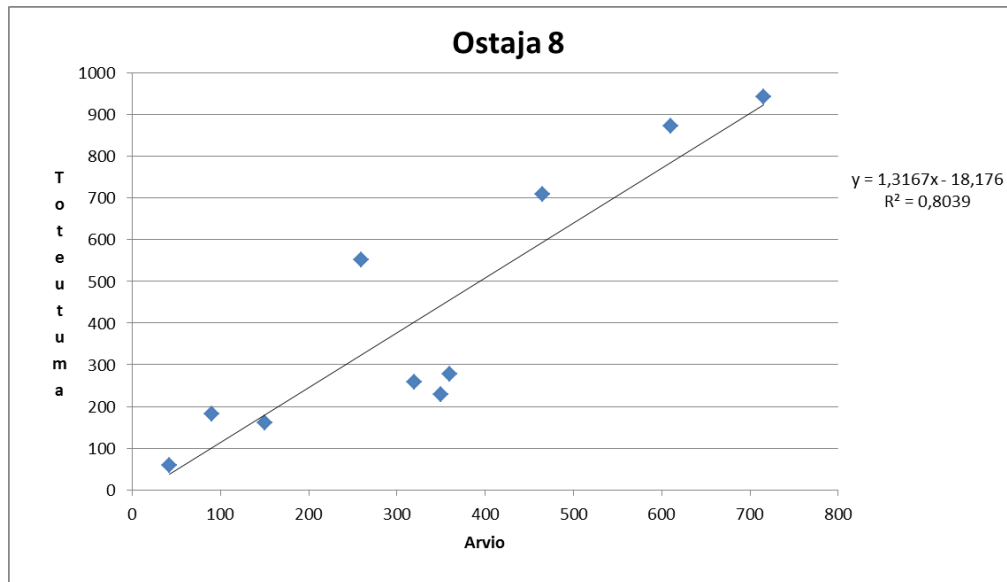
ANOVA

	<i>va</i>	<i>NS</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>
Regressio	1	9089925	9089925	33,19044	8,53199E-06
Jäännös	22	6025180	273871,8		
Yhteensä	23	15115105			

Kuvio 13.

Lineaarinen regressio. Ostaja 7.

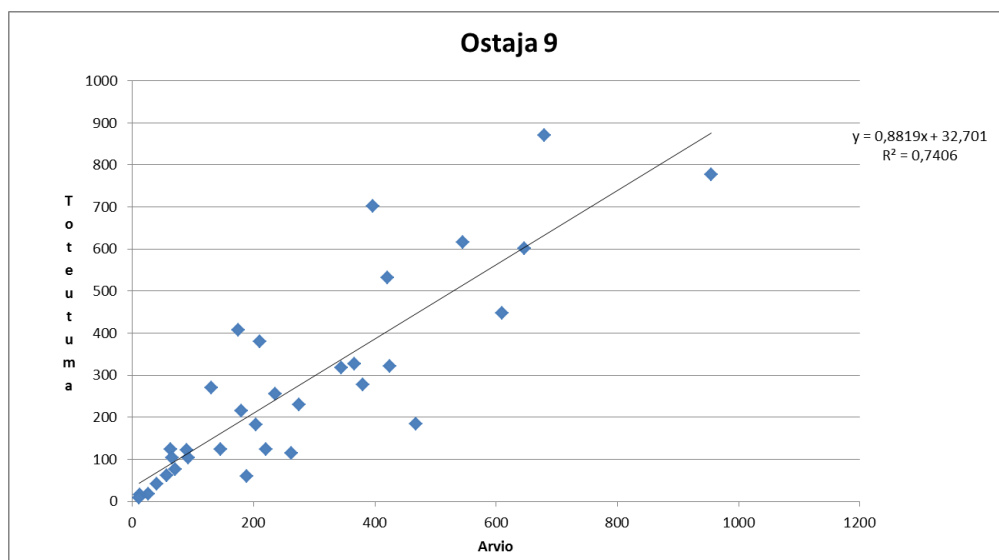
## Lineaariset regressiot ja matemaattiset selitteet metsäasiantuntijoittain



### ANOVA

	<i>va</i>	<i>NS</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>
Regressio	1	736136,9222	736136,9222	32,8052921	0,000440175
Jäännös	8	179516,6268	22439,57834		
Yhteensä	9	915653,549			

Kuvio 14. Lineaarinen regressio. Ostaja 8.



### ANOVA

	<i>va</i>	<i>NS</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>
Regressio	1	1283265	1283265	88,48556872	1,35268E-10
Jäännös	31	449578,5	14502,53		
Yhteensä	32	1732843			

Kuvio 15. Lineaarinen regressio. Ostaja 9.