



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

Metsäsuunnittelun maastotöiden tark- kuus Lapin metsäkeskuksessa 2002- 2006

Mikko Pantsar

Opinnäytetyö
Joulukuu 2015
Metsätalouden koulutusohjelma



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Metsätalouden koulutusohjelma

PANTSAR MIKKO

Metsäsuunnittelun maastotöiden tarkkuus Lapin metsäkeskuksessa 2002-2006

Opinnäytetyö 34 sivua, joista liitteitä 10 sivua
Joulukuu 2015

Suomessa on vähitellen siirrytty kuvioittaisesta arvioinnista kaukokartoitusta hyväksi käytävään metsävaratiedon keruuseen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että suunnittelija ei enää mittaa puustotunnuksia maastosta vaan tiedonkeruuseen käytetään lentokoneesta tai helikopterista suoritettavaa laserkeilausta. Keilausaineiston tukena käytetään ilmakuvia ja metsästä mitattuja koealoja.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Lapin metsäkeskuksen alueella vuosina 2002-2006 tehdyn metsäsuunnittelun maastotöiden tarkkuutta. Tutkimuksen aineistona käytettiin metsäkeskuksessa suoritettua laaduntarkkailun pöytäkirjoja. Niiden avulla vertailtiin suunnittelijoiden ja tarkastajien saamia mittaustuloksia samoilta kuvioilta.

Vain kokonaistilavuuden keskimääräinen mittausrvirhe ylitti Metsäkeskuksen asettaman 15 % rajan. Iällä ja keskipituudella oli pienimmät keskimääräiset mittausrvirheet. Pääsääntöisesti mittavirheet olivat sitä pienempiä, mitä varttuneempi kuvion puusto oli. Iän ja keskiläpimitan kohdalla löytyi eroja, joita ei voi selittää vain otantavirheellä. Kaikki puustotunnukset aliarvioitiin keskipituutta lukuun ottamatta.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Forestry

PANTSAR MIKKO

The Accuracy of Forest Management Planning Field Work in Lappi Forest Center during Years 2002-2006

Bachelor's thesis 34 pages, appendices 10 pages
December 2015

Forest management planning has changed from standwise inventory to remote sensing in Finland. This means that forest planner doesn't anymore do measuring in forest but laser scanning with airplane or helicopter is used for forest survey. Aerial photos and forest plots are used for support.

The objective of this study was to examine accuracy of forest management planning field work in Lappi Forest Center during years 2002-2006. The data were collected from quality control records used in Forest Centre. The measurement results of the planners and the inspectors received from the same forest compartments are compared.

Only average measure error of volume was over 15 % limit set by Forest Centre. Age and mean height had smallest average measure errors. As a rule, measure errors were smaller in older forests. Differences were found with age and mean diameter that can't be explained only with sampling error. All were underestimated, except mean height.

Key words: forest management planning, forest inventory

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1	TEORIATAUSTA.....	6
1.1	Metsäsuunnittelun vanha menetelmä.....	6
1.2	Laaduntarkkailu Lapin metsäkeskuksessa 2002-2006.....	6
1.3	Laserkeilaukseen perustuva metsäsuunnittelu	8
2	TUTKIMUSAINEISTO	9
3	TUTKIMUSMENETELMÄ	10
4	TULOKSET	12
4.1	Yleistä	12
4.2	Ikä	12
4.3	Keskiläpimitta.....	14
4.4	Keskipituus	15
4.5	Pohjapinta-ala	17
4.6	Kokonaistilavuus	18
5	POHDINTA.....	21
	LÄHTEET.....	24
	LIITTEET	25
	Liite 1. Iän varianssianalyysi pääpuulajin mukaan	25
	Liite 2. Iän varianssianalyysi metsikön laadun mukaan.....	26
	Liite 3. Keskiläpimitan varianssianalyysi pääpuulajin mukaan	27
	Liite 4. keskiläpimitan varianssianalyysi metsikön laadun mukaan	28
	Liite 5. Keskipituuden varianssianalyysi pääpuulajin mukaan	29
	Liite 6. Keskipituuden varianssianalyysi metsikön laadun mukaan.....	30
	Liite 7. Pohjapinta-alan varianssianalyysi pääpuulajin mukaan.....	31
	Liite 8. Pohjapinta-alan varianssianalyysi metsikön laadun mukaan.....	32
	Liite 9. Kokonaistilavuuden varianssianalyysi pääpuulajin mukaan	33
	Liite 10. Kokonaistilavuuden varianssianalyysi metsikön laadun mukaan.....	34

1 JOHDANTO

Metsäsuunnittelun vanhassa menetelmässä suunnittelija on koonnut suunnitelman maastossa tekemiensä mittausten ja havaintojen perusteella. Inventointi tuotti samalla metsäkeskuksittain alueittaista metsävaratietoa ja tilatut metsäsuunnitelmat tehtiin tämän tiedon perusteella. Suomessa on kuitenkin siirrytty kaukokartoitusta hyväksi käyttävään metsävaratiedon keruuseen. Lapin metsäkeskuksen toiminta-alueella tätä uudenlaista tekniikka on hyödynnetty vuodesta 2010 lähtien. Apuna tässä menetelmässä käytetään lentokoneesta tai helikopterista suoritettavaa laserkeilausta, jota tukevat ilma-kuvat ja maastosta mitatut metsikkökoealat. Nykyinen metsävaratieto tuottaa ns. perus-tietoa, joka on metsänomistajien käytettävissä Metsään.fi- palvelussa. Siitä voidaan myös jallostaa metsänomistajalle erillinen, hänen tavoitteitaan vastaava metsäsuunnitelma.

Lapin metsäkeskuksessa on tehty metsäsuunnittelun laaduntarkkailua vanhan menetelmän aikana. Tämä on käytännössä tarkoittanut sitä, että jokaisen työntekijän muutamalla kuviolla on käynyt tarkastaja, joka on arvioinut kuvion puustotunnukset. Näin samalta kuviolta on saatu kahdet tiedot, jotka ovat vertailukelpoisia keskenään. Tämän jälkeen on arvioitu eroja suunnittelijan ja tarkastajan välisissä mittaustuloksissa.

Laaduntarkkailu on käsittänyt koko suunnitteluprosessin. Tähän on kuulunut metsäsuunnitelman perustiedot, maastotyöt ja hakkuu- ja hoitosuunnitelmat. Tässä tutkimuksessa keskitytään kuitenkin vain kuviolta määritettyihin puustoon liittyviin mitattaviin ja laskettaviin metsikkötunnuksiin. Näitä ovat: puuston ikä, keskiläpimitta, keskipituus, pohjapinta-ala ja kokonaistilavuus.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella vanhan menetelmän tarkkuutta, jotta sitä voidaan vertailla uudella menetelmällä saatuihin metsikkötunnuksiin.

1 TEORIATAUSTA

1.1 Metsäsuunnittelun vanha menetelmä

Metsäsuunnittelu on aikaisemmin perustunut kuvioittaiseen arviointiin. Siinä suunniteltavana oleva metsäalue jaetaan kasvupaikan ja puuston perusteella kuvioihin. Tämän lisäksi kuvioiden on tullut olla kooltaan ja muodoltaan sellaisia, että ne ovat toimineet järkevinä inventointi- ja toimenpideyksikköinä. Kuvioinnin jälkeen jokaiselta kuviolta mitataan ja arvioidaan kasvupaikkaa ja puustoa kuvaavat tunnuksot. Puustoa kuvaavat tunnuksot, kuten pohjapinta-ala, keskipituus, ikä ja keskiläpimitta, arvioidaan puusto- ja puulajiositteittain. Keskipituus ja keskiläpimitta mitataan pohjapinta-alamediaanipuusta. Tunnuksot voidaan määrittää myös puusto-ositteittain siten, että määritetään erikseen puulajin osuus prosentteina puusto-ositteesta. (Solmu-maastotyöopas 2006)

Metsästä tehtävistä mittauksista huolimatta puuston määrä on aina arvio., jonka oikeellisuus riippuu suunnittelijan huolellisuudesta ja ammattitaidosta. Huolellisessa rela-skooppiarviointinissa kuviotunnusten arviointivirheet ovat enintään 15 %. Mikäli kuvioit-taiset arviointivirheet eivät ole systemaattisesti samansuuntaisia, tilan kokonaispuuston arviointi on suhteellisesti luotettavampi kuin yksittäiset kuviokohtaiset arviot. Käytän-nössä arviointitarkkuudet riittävät esimerkiksi puukaupan suunnitteluun. (Ärölä 2002, 364)

1.2 Laaduntarkkailu Lapin metsäkeskuksessa 2002-2006

Jokaisen suunnittelijan kohteille on tehty tarkastuksia 2-3 vuoden välein. Maastotarkas-tukset on tehnyt suunnittelupäällikkö tai metsäsuunnitteluasiantuntija. Lapin metsäkes-kuksessa tarkastuksia on tehnyt kaksi henkilöä. Tarkastettavat kuviot on valikoitu sa-tunnaisesti edellisen vuoden suunnitelluista kuvioista. Otannalla otetuista kuvioista on otettu tiedot ja arvioitu maastossa. Korjauksot ja huomautuksot kuvion tietoihin on mer-kitty laadun arviointilomakkeisiin. Kuvioiden laadun arviointi perustuu Hyvän metsän-hoidon suosituksiin, tuoreimpaan Solmu- maastotyöoppaaseen ja metsäkeskuksen met-säsuunnittelun hyväksymiskriteereihin maastotyön osalta. Maastotarkastus on tehty

käyttäen samoja arviointi- ja mittausvälineitä sekä työohjeita kuin varsinaisessa metsäsuunnittelussakin.

Tarkastuksessa on keskitytty selvien virhearviointien ja systemaattisten virheiden selvittämiseen. Erityistä huomiota tarkastuksessa on kiinnitetty rahoituslain kohteiden sekä luonnon monimuotoisuuden kannalta tärkeiden kohteiden määrittämiseen sekä metsien käsittelytoimenpiteiden oikeellisuuteen. Puustoarvioinnin tarkkuuden seurannassa on keskitytty uudistuskypsien metsien puustoarviointeihin.

Arviointiasteikkona on käytetty neljää arvosanaa: tyhjä = ei arvioitu, 1 = hyvä, 2 = parannettavaa, 3 = korjattavaa. Jokaisessa tarkastuksen kohdassa on määritetty rajat kullekin arvosanalle. Tarkastus on käsitellyt seuraavia osa-alueita: metsäsuunnitelman perustiedot, hakkuusuunnitteen määrittäminen, rahoituskelpoisuus, luontoarvot, kartat, kuviointi, kasvupaikka, kehitysluokka ja metsikön laatu, puustotunnusten määrittely, hakkuuehdotukset, hakkuuseen liittyvät metsänhoitotyöt, muut metsänhoitotyöt ja monimuotoisuuden ja erityispiirteiden kuvaaminen. (Laadunarviointiohjeet, Metsäkeskus 2007)

Tässä tutkimuksessa käsiteltävien puustotunnusten kohdalla rajat ovat määritelty tarkasti. Jos suunnittelijan ja tarkastajan välinen ero yksittäisen puustotunnuksen arvioinnissa on 15 % tai yli, luokitellaan se *parannettavaksi*. Jos heittoa on 30 % tai yli, on luokitus *korjattava*.

Jos tietylle suunnittelijalle on tullut paljon parannettavaksi tai korjattavaksi määritettyjä kohteita, on hänelle annettu henkilökohtaista opastusta ja todennäköisesti otettu tarkastukseen myös seuraavana vuonna. Suunnittelija on yleensä myös ollut tarkastajan matkassa maastossa, jolloin on ollut hyvä mahdollisuus välittömän palautteen antamiseen. (Rahkola 2013)

1.3 Laserkeilaukseen perustuva metsäsuunnittelu

Suomessa on vähitellen siirrytty perinteisestä kuvioittaisesta arvioinnista laserkeilauksen avulla tehtävään suunnitteluun. Lentokoneessa tai helikopterissa oleva laitteisto lähettää ilmasta maahan laserpulssin ja tulkitsee vastaanotetun signaalin. Tämän avulla voidaan määrittää hyvin tarkasti maanpinnan korkeutta kuvaava maastomalli ja kasvillisuuden korkeus. Laserkeilauksen avulla pystytään tuottamaan kolmiulotteista tietoa mitattavasta kohteesta, jolloin esimerkiksi puuston järeydessä tapahtuvat muutokset metsikkö kuvioiden välillä pystytään tulkitsemaan tarkasti.

Pituuden lisäksi muut puustotunnukset ennustetaan puun pituustiedon avulla puutason malleilla. Apuna käytetään ilmakuvia ja keilausalueelta mitattuja maastokoealoja. Ilmakuvien avulla määritellään puulajit, mutta lehtipuita ei kuitenkaan pystytä erottamaan toisistaan. Maastokoealojen pitäisi kuvata keilausalueen metsiä hyvin, jotta niiden tiedot voidaan yleistää koko alueelle. Puuston ikä, maapohjaa kuvaavat tunnuksat ja luontokohteet tuottavat hankaluuksia tulkitsemisessä. Näissä voidaan kuitenkin käyttää apuna vanhoja inventointitietoja.

Aivan kuten vanhassa menetelmässä, voidaan lasertulkinnan avulla muodostetusta puujoukosta määrittää puutavaralajeja tai vaikkapa energiapuun osuutta joko runkolukusarjasta tai yksittäisestä puusta. Lähtötieto soveltuu puuston kehityksen ennustamiseen. Kehitysluokan ja toimenpidetarpeen määrittäminen voidaan puolestaan tehdä laskennallisesti puuston järeys- ja tiheystietojen avulla.

Joensuun yliopiston tekemässä ja TEKESin rahoittamassa tutkimuksessa (Laserkeilauksen käyttö metsävarojen tarkassa inventoinnissa 2005–2007 (Metsälaser)) laserkeilauksella saadut tulokset olivat puulajeittain vähintään yhtä tarkkoja ja kokonaistunnusten sekä pääpuulajin osalta jopa huomattavasti tarkempia kuin kuvioittaisen arvioinnin maastotarkistuksissa saadut luotettavuusarviot. (Maltamo ym. 2008)

2 TUTKIMUSAINEISTO

Aineistona tässä tutkimuksessa on käytetty vuosina 2002 -2006 Lapin metsäkeskuksessa suoritettujen metsäsuunnittelun laaduntarkkailun pöytäkirjoja. Aineisto kattaa lähes kaikki tarkistusmittaukset, jotka on tehty kyseisinä vuosina. Jokaiselle laaduntarkkailun pöytäkirjalle on haettu metsäkeskuksen tietokannoista kuviota vastaavat tiedot. Jos kuviolla on tehty laaduntarkkailun jälkeen toimenpiteitä, tai sille on tehty uusi suunnitelma, on kyseinen pöytäkirja jätetty aineistosta pois. Tällöin pöytäkirja ja kuviotiedot eivät ole vertailukelpoisia

Tarkastelun kohteena ovat kuvioittain puuston ikä, keskiläpimitta, keskipituus, pohjapinta-ala ja kokonaistilavuus. Pöytäkirjoista ja kuviotiedoista on selvitetty suunnittelijan ja tarkastajan mittaamat tulokset kultakin kuviolta. Aineisto käsittää kaiken kaikkiaan 237 kuviota. Aineisto kattaa 43 eri metsäsuunnittelijan maastotöiden tuloksia. Kultakin suunnittelijalta on mukana aineistossa 1-10 kuviota.

Tutkimusaineistoon kuuluvista kuvioista 36 oli taimikoita. Taimikoista kaikki olivat neljää poikkeusta lukuun ottamatta kehitysluokkaa T2. Lisäksi kuvioista 78 oli nuoria kasvatusmetsiä (kehitysluokka 02), 57 varttuneita kasvatusmetsiä (kehitysluokka 03) ja 61 uudistuskypsiä metsiä (kehitysluokka 04). Vielä näiden lisäksi aineistossa on 4 kitumaalle sijoittuvaa kuviota.

Kuvioista suurin osa, eli 190 kappaletta oli männiköitä. Kuusikoita oli mukana 39. Pääpuulajina hieskoivu oli vain kahdeksalla kuviolla. Suurin osa kuvioista, 172 kappaletta, oli laatuluokkaa 1 (kehityskelpoinen, hyvä). Laatuluokkaa 2 (kehityskelpoinen, tyydyttävä: aukkoinen, harva, vähäpuustoinen) oli mukana 37 kappaletta. Laatuluokkaa 3 (kehityskelpoinen, tyydyttävä: ylitieheä, hoitamaton) oli 16 kuviota. Laatuluokkaa 4 (kehityskelvoton: aukkoinen, harva, vähäpuustoinen) oli 7 kappaletta. Muita laatuluokkia oli mukana vain yksittäisiä kohteita.

Joistakin kuvioista on puuttunut yksittäisiä tietoja. Nämä kuviot on jätetty pois puuttuvaa tietoa tarkastellessa mutta ovat mukana muissa laskelmissa.

3 TUTKIMUSMENETELMÄ

Aineisto koostettiin Excel- taulukkolaskentaohjelmaan, jossa tehtiin myös tilastolliset analyysit. Kaikista kuviokohtaisista puustotiedoista on selvitetty minimi- ja maksimit eli suurimmat yli- ja aliarvioinnit. Suunnittelijan ja tarkastajan välisten mittaustulosten tarkkuutta kuvataan myös otoskeskihajonnalla. Se kuvaa havaintojen ryhmittymistä keskiarvonsa ympärille. Mitä lähemmäs keskiarvoa havaintoarvot ovat ryhmittyneet, sitä pienempi on keskihajonta. Keskihajonta (s) lasketaan kaavalla:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

missä x on otoskeskiarvo ja n on havaintoarvojen lukumäärä. (Hajontaluvut, Menetelmäopetuksen tietovaranto 2003)

Jokaisesta puustotunnuksesta on laskettu suunnittelijoiden tarkastajien välisten mittausten arviointivirheiden keskiarvo. Tämä on saatu vertaamalla suunnittelijan saamaa mittaustulosta tarkastajan vastaavaan. Näistä arvoista on otettu keskiarvo ja tulos ilmoitettu prosentteina.

Näiden lisäksi kaikkia puustotietoja on tarkasteltu hypoteesin testauksella. Tähän on käytetty Excelistä löytyvää parittaisten otosten t-testiä. Hypoteesin testaus alkaa lähtöoletuksen, eli nollahypoteesin, valinnalla. Nollahypoteesina on, että suunnittelijan ja tarkastajan väliset erojen keskiarvojen poikkeama selittyy nolasta vain otantavirheellä. T-testin tuloksena saadaan p-arvo. P-arvo on todennäköisyys sille, että erojen keskiarvon poikkeama nolasta selittyy pelkästään otantavirheellä. Vakiintuneen tavan mukaan alle 5 % p-arvoa pidetään näyttönä siitä että mittaustulosten välillä on eroja. Tuota 5 % riskirajaa on käytetty myös tässä tutkimuksessa. (Hypoteesin testaus, Menetelmäopetuksen tietovaranto 2003)

Tarkemmin on tarkasteltu pääpuulajin ja metsikön laadun vaikutusta mittaustuloksiin. Tähän on käytetty Excelistä löytyvää yksisuuntaista varianssianalyysiä. Varianssianalyysissä testataan eroavatko kahden tai useamman ryhmän keskiarvot tilastollisesti merkittävästi toisistaan. Analyysin lähtöoletuksena eli nollahypoteesina on, että kiinnostuksen kohteena olevien luokkien keskiarvot ovat yhtä suuret. Jos varianssianalyysin tuloksena nollahypoteesi voidaan hylätä, selitettävän muuttujan keskiarvojen välillä on eroja selittävän muuttujan eri luokissa. Myös tämä testi palauttaa myös p-arvon ja riskirajana

on sama 5 %. Jos p-arvo on riskirajaa isompi, nollahypoteesi hylätään. (Varianssianalyysi, Menetelmäopetuksen tietovaranto 2002).

4 TULOKSET

4.1 Yleistä

Aineistosta koottiin yhteenveto, johon kerättiin kaikkien puustotunnusten tulokset. Tulokset käyvät ilmi taulukosta 1. Suurimmat eri metsikkötunnusten aliarviot olivat isompia kuin suurimmat yliarviot, pois lukien pohjapintapinta-ala. Vain kokonaistilavuuden kohdalla keskimääräinen arviointivirhe oli yli Metsäkeskuksen asettaman 15 % rajan. Tämä tarkoittaa että mittaustulos luokitellaan parannettavaksi. P-arvo ylitti kriittisen arvon (5 %) kaikissa paitsi iän ja keskiläpimitan kohdalla. Keskipituudessa se oli reilusti korkein (89 %). Se kertoo että keskipituuden kohdalla on suurin todennäköisyys että erot selittyvät vain otantavirheellä. Ikä ja keskiläpimita jäivät selvästi alle kriittisen arvon, mikä tarkoittaa sitä, että erot eivät selity vain otantavirheellä.

TAULUKKO 1. Kaikkien puustotunnusten tilastolliset muuttujat

	Minimi	Maksimi	Keskihajonta	Arviointivirhe	P-arvo
Ikä	-37	28	8,7	8 %	0,40 %
Keskiläpimita	-5,6	4,5	1,8	11 %	0,11 %
Keskipituus	-4,3	4	1,1	8 %	89 %
Pohjapinta-ala	-9,3	10	2,9	14 %	12 %
Kokonaistilavuus	-77,6	50,4	19	18 %	23 %

4.2 Ikä

Kaikilla koealoilla suunnittelijan ja tarkastajan arvioiman puuston iän keskimääräinen arviointivirhe oli 8 %. Keskihajonta oli 8,7 vuotta. Suurimmillaan ikä aliarvioitiin 37 vuotta. Suurin yliarviointi oli 28 vuotta. (Taulukko 1) Ikä arvioitiin pääsääntöisesti alanttiin.

Suunnittelijan ja tarkastajan välisten tulosten vertailussa saatiin p-arvoksi 0,4 %. Tämän perusteella erot suunnittelijan ja tarkastajan välillä eivät selity vain otantavirheellä.

Taulukosta 2 käy ilmi että puuston iän keskihajonta kasvoi sitä suuremmaksi mitä varttuneempi metsikkö oli. Arviointivirhe pieneni mitä varttuneempi metsikkö oli.

TAULUKKO 2. Iän tilastolliset muuttujat kehitysluokan mukaan

Kehitysluokka	Minimi	Maksimi	Keskihajonta	Arviointivirhe
T2	-22	2	5,2	9 %
02	-35	18	7,7	8 %
03	-37	13	9	7 %
04	-22	28	9	5 %

Taulukossa 3 on tarkasteltu ikää pääpuulajin mukaan. Kuusikoissa keskihajonta ja keskimääräinen arviointivirhe olivat suuremmat kuin männiköissä ja koivikoissa. Pääpuulajin perusteella tehdyn yksisuuntaisen anovatestin (Liite 1) perusteella p-arvo (56 %) on isompi kuin riskitaso (5 %). Tämän perusteella voidaan todeta, ettei pääpuulajilla ole merkitystä iän keskiarvojen eroihin.

TAULUKKO 3. Iän tilastolliset muuttujat pääpuulajin mukaan

Pääpuulaji	Minimi	Maksimi	Keskihajonta	Arviointivirhe
Mänty	-35	28	8	7 %
Kuusi	-37	28	12,1	9 %
Koivu	-10	5	4,7	6 %

Taulukossa 4 ikää on tarkasteltu metsikön laadun mukaan. Kehityskelpoisista kuvioista keskihajonta ja keskimääräinen arviointivirhe olivat suurimmat aukkoisissa, harvoissa ja vähäpuustoisissa (metsikön laatu 2) metsiköissä. Kehityskelpoisissa ja hyvissä (metsikön laatu 2) keskimääräinen arviointivirhe oli pienin. Metsikön laadun mukaan tehdyn yksisuuntaisen varianssitestin (liite 2) perusteella p-arvo (96 %) on isompi kuin riskitaso (5 %). Tämän perusteella voidaan todeta, ettei metsikön laadulla ole merkitystä tarkastajan ja suunnittelijan välisiin eroihin.

TAULUKKO 4. Iän tilastolliset muuttujat metsikön laadun mukaan

Laatu	Minimi	Maksimi	Keskihajonta	Arviointivirhe
1	-35	21	7,5	6 %
2	-30	28	11,9	13 %
3	-14	3	5,7	7 %
4	-37	19	17	10 %

4.3 Keskiläpimitta

Kaikilla koealoilla suunnittelijan ja tarkastajan väliseksi keskiläpimitan keskimääräiseksi arviointivirheeksi saatiin 11 %. Keskihajonta oli 1,8 cm. Suurimmillaan keskiläpimitta aliarvioitiin 5,6 cm. Suurin yliarviointi oli 4,5 cm. (Taulukko 1) Keskiläpimitta arvioitiin pääsääntöisesti alakanttiin.

Suunnittelijan ja tarkastajan välisten tulosten vertailussa saatiin p-arvoksi 0,11 %. Tämän perusteella erot tuloksissa eivät selity vain otantavirheellä.

Taulukosta 5 nähdään, että taimikoissa keskiläpimitta arvioitiin epätarkimmin. Mitä varttuneempi metsikkö oli, sitä pienemmäksi keskimääräinen arviointivirhe jäi.

TAULUKKO 5. Keskiläpimitan tilastolliset muuttujat kehitysluokan mukaan

Kehitysluokka	Minimi cm	Maksimi cm	Keskihajonta cm	Arviointivirhe
T2	-2,3	2,2	1	24 %
02	-4,9	4	1,8	11 %
03	-5,6	2,9	1,9	9 %
04	-3,2	4,5	1,7	7 %

Taulukosta 6 käy ilmi, että keskihajonta ja keskimääräinen arviointivirhe kasvoivat koealoissa hieman suuremmiksi kuin männiköissä ja kuusikoissa.. Pääpuulajin perusteella tehdyn yksisuuntaisen varianssitestin (Liite 3) mukaan p-arvo (29 %) on suurempi kuin

riskitaso (5 %). Tämän perusteella voidaan todeta, ettei pääpuulajilla ole vaikutusta keskiläpimitan keskiarvojen eroihin.

TAULUKKO 6. Keskiläpimitan tilastolliset muuttujat pääpuulajin mukaan

Pääpuulaji	Minimi cm	Maksimi cm	Keskihajonta cm	Arviointivirhe
Mänty	-5,6	4,5	1,8	11 %
Kuusi	-3,8	3,1	1,6	11 %
Koivu	-4,9	2,3	2,4	15 %

Taulukosta 7 nähdään, että kehityskelpoisissa ja hyvissä metsiköissä (laatu 1) keskihajonta ja keskimääräinen arviointivirhe olivat pienimmät. Kehityskelpoisissa ja ylitheissä tai hoitamattomissa (laatu 3) keskimääräinen arviointivirhe oli selvästi suurin.. Yksisuuntaisen varianssitestin (Liite 4) perusteella saadaan metsikön laatua tarkastelemalla p-arvoksi 0,7 %. Tämä on selvästi pienempi kuin riskitaso 5 %. Tämän perusteella voidaan sanoa että metsikönlaatu vaikuttaa keskiläpimitan arviointiin.

TAULUKKO 7. Keskiläpimitan tilastolliset muuttujat metsikön laadun mukaan

Metsikön laatu	Minimi cm	Maksimi cm	Keskihajonta cm	Arviointivirhe
1	-4,9	4,3	1,7	10 %
2	-5,6	2,2	1,9	13 %
3	-4,7	2	1,9	21 %
4	-1,7	4,5	2,2	14 %

4.4 Keskipituus

Kaikilla koaloilla keskipituuden keskimääräiseksi arviointivirheeksi saatiin 8 %. Keskihajonta oli 1,1 metriä. Suurimmillaan keskipituus aliarvioitiin 4,3 metriä. Suurin yliarviointi oli 4 metriä. (Taulukko 1) Pääsääntöisesti metsäsuunnittelijat yliarvioivat keskipituudet.

Suunnittelijan ja tarkastajan välisten tulosten vertailussa saatiin p-arvoksi 89 %. Tämän perusteella voidaan olettaa että suunnittelijan ja tarkastajan väliset erot keskipituudessa johtuvat vain otantavirheestä.

Taulukosta 8 nähdään, että keskimääräinen arviointivirhe suurin taimikoissa ja pieneni sitä mukaa mitä varttuneempi metsikkö oli.

TAULUKKO 8. Keskipituuden tilastolliset muuttujat kehitysluokan mukaan

Kehitysluok- ka	Mini- mi m	Maksi- mi m	Keskihajon- ta m	Arviointivir- he
T2	-0,9	0,9	0,4	12 %
02	-4,3	3,5	1,3	9 %
03	-3	2	1,1	7 %
04	-1,8	4	1,1	6 %

Taulukosta 9 käy ilmi, että keskimääräinen arviointivirhe oli suunnilleen sama pääpuulajista riippumatta. Pääpuulajin perusteella tehdyn yksisuuntaisen varianssitestin (liite 5) mukaan p-arvo (19 %) on isompi kuin riskitaso (5 %). Tämän perusteella voidaan todeta, ettei pääpuulajilla ole merkitystä keskipituuden eroihin.

TAULUKKO 9. Keskipituuden tilastolliset muuttujat pääpuulajin mukaan

Pääpuulaji	Minimi m	Maksimi m	Keskihajonta m	Arviointivirhe
Mänty	-4,3	4	1,1	9 %
Kuusi	-2,4	2	1	8 %
Koivu	-2,4	0,6	1	8 %

Taulukosta 10 käy ilmi, että keskimääräinen arviointivirhe oli pienin kehityskelpoisissa, hyvissä (laatu 1) metsiköissä. Yksisuuntaisen varianssitestin (liite 6) perusteella saadaan metsikön laatua tarkastelemalla p-arvoksi 0,2 %. Tämä on selvästi pienempi kuin riskitaso 5 %. Tämän perusteella voidaan sanoa että metsikönlaatu vaikuttaa keskipituuden arviointiin.

TAULUKKO 10. Keskipituuden tilastolliset muuttujat metsikön laadun mukaan

Laatu	Minimi m	Maksimi m	Keskihajonta m	Arviointivirhe
1	-4,3	2	1	7 %
2	-1,7	4	1,2	13 %
3	-3,2	1,7	1,6	10 %
4	-1,1	1,8	1,2	10 %

4.5 Pohjapinta-ala

Kaikilla koealoilla suunnittelijan ja tarkastajan väliseksi pohjapinta-alan keskimääräiseksi arviointivirheeksi saatiin 14 %. Keskihajonta oli 2,9 m²/ha. Suurimmillaan pohjapinta-ala aliarvioitiin 9,3 m²/ha. Suurin yliarviointi oli 10m²/ha. (Taulukko 1) Pohjapinta-ala aliarvioitiin pääsääntöisesti.

Suunnittelijan ja tarkastajan välisten tulosten vertailussa saatiin p-arvoksi 12 %. Tämän perusteella voidaan olettaa että suunnittelijan ja tarkastajan väliset erot keskipituudessa johtuvat vain otantavirheestä.

Taulukosta 11 käy ilmi, että keskimääräinen arviointivirhe ja keskihajonta olivat suurimmat nuorissa kasvatusmetsiköissä.

TAULUKKO 11. Pohjapinta-alan tilastolliset muuttujat kehitysluokan mukaan

Kehitysluokka	Minimi m²	Maksimi m²	Keskihajonta m²	Arviointivirhe
02	-9,3	10	3,2	16 %
03	-5	5	2,5	13 %
04	-7	5,9	2,7	14 %

Taulukosta 12 nähdään että keskimääräinen arviointivirhe oli suurin kuusikoissa, kun taas männiköissä ja koivikoissa se oli yhtä suuri. Pääpuulajin mukaan tehdyn yksisuuntaisen varianssitestin (liite 7) perusteella p-arvo (42 %) on isompi kuin riskitaso (5 %). Tämän perusteella voidaan todeta, ettei pääpuulajilla ole merkitystä pohjapinta-alan eroihin.

TAULUKKO 12. Pohjapinta-alan tilastolliset muuttujat pääpuulajin mukaan

Pääpuulaji	Minimi m2	Maksimi m2	Keskihajonta m2	Arviointivirhe
Mänty	-9,3	10	2,7	14 %
Kuusi	-7	5,9	3,2	17 %
Koivu	-2,3	8,1	3,6	14 %

Taulukosta 13 käy ilmi, että keskihajonta ja keskimääräinen arviointivirhe olivat suurimmat ylitiheissä ja hoitamattomissa metsiköissä (laatu 3). Kehityskelpoisissa, hyvissä metsiköissä (laatu 1) keskimääräinen arviointivirhe oli pienin. Metsikön laadun mukaan tehdyn yksisuuntaisen varianssitestintestin (liite 8) perusteella p-arvo (44 %) on isompi kuin riskitaso (5 %). Tämän perusteella voidaan todeta, ettei metsikön laadulla ole merkitystä tarkastajan ja suunnittelijan välisiin eroihin pohjapinta-alassa.

TAULUKKO 13. Pohjapinta-alan tilastolliset muuttujat metsikön laadun mukaan

Laatu	Minimi m2	Maksimi m2	Keskihajonta m2	Arviointivirhe
1	-7	10	2,9	13 %
2	-4,7	2,6	2,2	18 %
3	-9,3	4,2	4	18 %
4	-2,8	2,2	1,9	16 %

4.6 Kokonaistilavuus

Kaikilla koealoilla suunnittelijan ja tarkastajan väliseksi kokonaistilavuuden keskimääräiseksi arviointivirheeksi saatiin 18 %. Keskihajonta oli 19 m³. Suurimmillaan kokonaistilavuus aliarvioitiin 77,6 m³. Suurin yliarviointi oli 50,4 m³. (Taulukko 1) Kokonaistilavuus aliarvioitiin pääsääntöisesti.

Suunnittelijan ja tarkastajan välisten tulosten vertailussa saatiin p-arvoksi 23 %. Tämän perusteella voidaan olettaa että suunnittelijan ja tarkastajan väliset erot kokonaistilavuudessa johtuvat vain otantavirheestä.

Taulukosta 13 käy ilmi, että nuorissa kasvatusmetsiköissä keskimääräinen arviointivirhe oli selvästi varttuneita ja uudistuskypsiä metsiköitä suurempi.

TAULUKKO 13. Kokonaistilavuuden tilastolliset muuttujat kehitysluokan mukaan

Kehitysluok- ka	Mini- mi	Maksi- mi	Keskihajon- ta	Arviointivir- he
02	-77,6	43	19,3	21 %
03	-44	38,2	17,8	15 %
04	-50	50,4	20,3	16 %

Taulukosta 14 käy ilmi, että keskimääräinen arviointivirhe oli suunnilleen sama pääpuulajista riippumatta. Pääpuulajin mukaan tehdyn yksisuuntaisen varianssitestin (liite 9) perusteella p-arvo (88 %) on isompi kuin riskitaso (5 %). Tämän perusteella voidaan todeta, ettei pääpuulajilla ole merkitystä kokonaistilavuuden eroihin.

TAULUKKO 14. Kokonaistilavuuden tilastolliset muuttujat pääpuulajin mukaan

Pääpuulaji	Minimi	Maksimi	Keskihajonta	Arviointivirhe
Mänty	-77,6	43	18,5	17 %
Kuusi	-50	50,4	21,6	18 %
Koivu	-23,9	25,5	17,8	18 %

Taulukosta 15 käy ilmi, että kehityskelvottomilla ja aukkoisilla (laatu 4) keskimääräinen arviointivirhe oli pienin. Kehityskelpoisilla, tyydyttävillä (laatu 2 ja 3) keskimääräinen arviointivirhe oli suurin. Metsikön laadun mukaan tehdyn yksisuuntaisen varianssitestin (liite 10) perusteella p-arvo (80 %) on isompi kuin riskitaso (5 %). Tämän perusteella voidaan todeta, ettei metsikön laadulla ole merkitystä tarkastajan ja suunnittelijan väliin eroihin kokonaistilavuudessa.

TAULUKKO 15. Kokonaistilavuuden tilastolliset muuttujat metsikön laadun mukaan

Laatu	Minimi	Maksimi	Keskihajonta	Arviointivirhe
1	-77,6	50,4	20,1	16 %
2	-28	27,7	14,5	23 %
3	-46,4	24,4	21,6	21 %
4	-6	12,3	6,4	13 %

5 POHDINTA

Metsäkeskuksen asettama raja laaduntarkkailussa arviointivirheelle oli 15 %. Tätä suuremmat arviointivirheet oli merkitty parannettaviksi. Kaikkien puustotunnusien keskimääräinen arviointivirhe jäi alle 15 %, lukuun ottamatta kokonaistilavuutta, jonka keskimääräiseksi arviointivirheeksi saatiin 18 %. Tämä arvo on kuitenkin vielä hyväksyttävissä mutta sen seurauksena suunnittelijan toimintaa pitää kuitenkin pyrkiä parantamaan. Ärölän (2002) mukaan relaskooppiarvioinnin perusteella metsikön puustotunnusten arviointitarkkuudessa virheet ovat enintään 15 % luokkaa. Alhaisimmat keskimääräiset arviointivirheet saatiin iän ja keskipituuden kohdalla. Parittaisen t-testin perusteella vain iän ja keskiläpimitan kohdalla löytyy suunnittelijan ja tarkastajan välisistä tuloksista eroja, joita ei voida selittää otantavirheellä. Keskipituuden, pohjapinta-alan ja kokonaistilavuuden eroissa taas ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa.

Ikä määritetään virallisten ohjeiden mukaan kairaamalla pohjapinta-alamediaanipuusta. Tätä menetelmää tarkistuksessa on varmastikin käytetty. Suunnittelijat ovat voineet monesti arvioida ikää silmämääräisesti tai mediaanipuun valinta ei ole ollut yhtä tarkkaa. Tässä, kuten koko aineistossa, korostuu se, että suunnittelijoita on mukana 43 ja tarkastajia vain kaksi henkilöä. Puuston ikä ilmoitetaan vuoden tarkkuudella, mutta käytännössä viiden vuoden tasaava luokitus riittää. Tämä asia on voinut vaikuttaa tarkkuuteen. Iän keskimääräiseksi arviointivirheeksi koko aineistossa saatiin 8 %. Se on keskipituuden ohella pienin ja selvästi Metsäkeskuksen asettaman 15 % rajan alapuolella. Nuoremmissa kehitysluokissa iän arviointivirhe oli suurempi. Voi olla, että iän määrittämiseen nuorissa metsissä ei kiinnitetä niin paljon huomiota kuin varttuneemmissa metsissä. Aineiston keruun aikaan ikä oli vielä yksi uudistuskypsyuden kriteeri ja sen takia varttuneissa iän määrittämiseen on voitu kiinnittää huomiota.

Keskiläpimita oli toinen jossa havaittiin suunnittelijoiden ja tarkastajien välillä merkitsevää eroa joka ei selity otantavirheellä. Ohjeiden mukaan keskiläpimita määritetään joko silmämääräisesti tai mitaamalla mediaanipuusta. Uskon että silmämääräinen määrittäminen on yleistä varsinkin kokeneemilla suunnittelijoilla ja tämä on voinut aiheuttaa eroja. Huomioitavaa on että molemmat p-arvoltaan kriittisen arvon alle jääneet, ikä ja varsinkin keskiläpimita, määrittelevät kuvion kehitysluokan. Nuorissa metsissä keskiläpimitan arviointivirhe oli suurempi kuin varttuneissa metsissä. Puulajilla ei ollut vaikutusta arviointivirheeseen.

Keskipituus määritellään mittaamalla kunkin puusto-ositteen pohjapinta-alamediaanipuun pituus ja se ilmoitetaan 1 metrin tarkkuudella. Mittausvirheet eivät voi kasvaa kovin isoiksi. Siksi ei ole ihme, että keskipituuden määrittämisessä saatiin suurin p-arvo ja pienin keskimääräinen arviointivirhe iän ohella.

Pohjapinta-alan määrittämisessä oli kolmanneksi eniten vaihtelua, mutta sen p-arvo (12 %) pysyi kuitenkin kriittisen rajan yläpuolella. Pohjapinta-ala määritetään relaskooppikoealoilta. Sen määrittämisessä on monia asioita, jotka voivat vaikuttaa mittaustulosten eroihin. Näitä ovat esimerkiksi relaskooppikoealojen sijoittaminen kuviolle, koealojen määrä metsikössä, rajapuiden tulkinta ja ihan vain suunnittelijan oman silmän tarkkuus. Myös tiheissä metsissä saattaa runkoja jäädä helposti toisten runkojen taakse piiloon.

Kokonaistilavuus määräytyy kuviolta muiden mittaustulosten perusteella. Kokonaistilavuuden p-arvon jäädessä kriittisen rajan yläpuolelle, voidaankin todeta että kuvion kokonaistarkastelussa suunnittelijoiden ja tarkastajan välillä ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. Mutta kokonaistilavuuden keskimääräinen mittausrvirhe on kuitenkin suurin (18 %). Se ylittää ainoana metsäkeskuksen asettaman 15 % rajan.

Hieman yllättäen kuvioden pääpuulaji ei vaikuttanut varianssitestien perusteella eroihin merkitsevästi ollenkaan. Koivikoissa läpimitan keskimääräinen mittausrvirhe oli 15 %. Kuusikoissa pohjapinta-alan keskimääräinen mittausrvirhe oli 17 %. Nämä olivat kaksi tapausta, joissa mittausrvirhe oli 15 % tai yli, vaikka puustotunnuksen keskimääräinen mittausrvirhe jäi sen alle. Kuusikoiden pohjapinta-alan arvioinnissa epätarkkuutta on voinut aiheuttaa kuusen alaoksat jotka tekevät rungon hahmottamisesta vaikeampaa.

Kuvion kehitysluokka taas vaikutti merkittävästi keskimääräisiin mittausrvirheisiin. Perussääntönä voidaan sanoa, että mitä varttuneempi puusto oli, sitä pienempi mittausrvirhe oli. Selvästi tämä oli erityisesti nähtävillä iän, keskiläpimitan ja keskipituuden kohdalla. Taimikoissa läpimitan keskimääräinen mittausrvirhe oli jopa 24 %. Tämä voi selittyä sillä, että läpimitat taimikoissa ovat suurimmillaan 8 cm jolloin pienikin mittausrvirhe aiheuttaa suuren suhteellisen mittausrvirheen. Varttuneet ja uudistuskypsät metsiköt ovat myös maastotyöskentelyn kannalta selkeämpiä ja helpompia. Pohjapinta-alan ja kokonaistilavuuden keskimääräiset mittausrvirheet olivat myös suurimmat nuorissa kasvatusmetsissä. Molemmat ylittivät 15 % hyväksyttävyyssrajan. Kokonaistilavuuden kes-

keskimääräinen mittausvirhe varsinkin nuorissa kasvatusmetsissä oli selvästi suurempi kuin varttuneissa ja uudistuskypsissä metsissä. Metsäkeskuksen laaduntarkkailuohjeiden mukaan puustoarvioinneissa on keskitytty uudistuskypsien metsien puustoarviointeihin.

Metsikön laadulla taas oli varianssitestin perusteella vaikutusta keskiläpimitan ja keskipituuden eroihin keskiläpimitan ja keskipituuden osalta. Myös keskimääräisiin mittavirheisiin tuli paljon vaihtelua kun tuloksia tarkasteltiin laadun mukaan. Ei ollut yllätys, että puustoltaan kehityskelpoisilla kuvioilla keskimääräiset mittausvirheet olivat yleensä pienimmät. Ylitiheillä ja hoitamattomilla kuvioilla keskiläpimitan keskimääräinen mittausvirhe oli reilusti suurempi kuin kohteilla, joissa metsikön laatu oli parempi. Tällaiset kohteet ovat haasteellisia ja niissä puuston arviointi edellyttää suunnittelijalta huolellista toimintaa.

Aineistoa tarkastellessa kävi ilmi myös että kaikki puustotunnukset, keskipituutta lukuun ottamatta, pääsääntöisesti aliarvioitiin. Tämä voi johtua suunnittelijoiden varovaisuudesta kun halutaan välttää ylilyöntejä.

Tutkimuksen tavoitteen oli tarkastella metsäsuunnittelun maastotöiden tarkkuutta. Loppupäätelmänä voidaan sanoa että kuvion kokonaistilavuudessa ei päästy keskimäärin Metsäkeskuksen asettaman 15 % rajan alle.

LÄHTEET

Ajosenpää, Haapasalo, Paananen, Sell, Uuttera, Valanne ja Ärölä: Solmu-
maastotyöopas, Metsäkustannus 2006

Laadunarviointiohjeet, Metsäkeskus 2007

Rahkola Simo, metsäsuunnitteluasiantuntija, Metsäkeskus Lappi 2013. Haastattelu
1.12.2013. Haastattelija Mikko Pantsar

Hajontaluvut, Menetelmäopetuksen tietovaranto 2003, Tampereen yliopisto. Luettu
5.12.2015 . <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/hajontaluvut/hajontaluvut.html>

Hypoteesin testaus, Menetelmäopetuksen tietovaranto 2003, Tampereen yliopisto. Lu-
ettu 5.12.2015 . <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/hypoteesi/testaus.html>

Rahkola Simo, metsäsuunnitteluasiantuntija, Metsäkeskus Lappi 2013. Haastattelu
1.12.2013. Haastattelija Mikko Pantsar

Varianssianalyysi, Menetelmäopetuksen tietovaranto 2002, Tampereen yliopisto. Luettu
5.12.2015 . <http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/varianssi/anova.html>

Ärölä, E. 2002. Yksityismetsien metsäsuunnittelu. Tapion Taskukirja 2002, 360-370

LIITTEET

Liite 1. Iän varianssianalyysi pääpuulajin mukaan

Anova: yksisuuntainen, pääpuulajit

YHTEENVETO

<i>Ryhmät</i>	<i>Lukumäärä</i>	<i>Summa</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Varianssi</i>
Mänty	185	-268	-1,44865	64,03132
Kuusi	35	-107	-3,05714	146,1143
Koivu	8	-4	-0,5	22,28571

ANOVA

<i>Vaihtelun lähde</i>	<i>NS</i>	<i>va</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>	<i>F-kriittinen</i>
Luokkien välissä	87,34774	2	43,67387	0,581263	0,560029	3,035975
Ryhmissä	16905,65	225	75,13621			
Yhteensä	16993	227				

Liite 2. Iän varianssianalyysi metsikön laadun mukaan

YHTEENVETO

<i>Ryhmät</i>	<i>Lukumäärä</i>	<i>Summa</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Varianssi</i>
1	168	-263	-1,56548	55,31305
2	35	-43	-1,22857	137,5345
3	16	-42	-2,625	32,11667
		-		
4	8	14,0667	-1,75833	254,2767

ANOVA

<i>Vaihtelun lähde</i>	<i>NS</i>	<i>va</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>	<i>F-kriittinen</i>
Luokkien välissä	22,03371	3	7,344569	0,101257	0,959229	2,645084
Ryhmissä	16175,14	223	72,53425			
Yhteensä	16197,17	226				

Liite 3. Keskiläpimitan varianssianalyysi pääpuulajin mukaan

Anova: yksisuuntainen, pääpuulaji

YHTEENVETO

<i>Ryhmät</i>	<i>Lukumäärä</i>	<i>Summa</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Varianssi</i>
Mänty	185	-86,5	-0,46757	3,232638
Kuusi	39	0,7	0,017949	2,617827
Koivu	8	-4,7	-0,5875	5,986964

ANOVA

<i>Vaihtelun lähde</i>	<i>NS</i>	<i>va</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>	<i>F-kriittinen</i>
Luokkien välissä	7,915607	2	3,957803	1,231116	0,293892	3,035266
Ryhmissä	736,1916	229	3,21481			
Yhteensä	744,1072	231				

Liite 4. keskilämpömitta-analyysi metsikön laadun mukaan

Anova: yksisuuntainen, metsikön
laatu

YHTEENVETO

<i>Ryhmät</i>	<i>Lukumäärä</i>	<i>Summa</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Varianssi</i>
1	168	-59,5	-0,35417	2,889563
2	36	-19	-0,52778	3,681492
3	16	-22,8	-1,425	3,704667
4	7	9,386667	1,340952	4,730851

ANOVA

<i>Vaihtelun lähde</i>	<i>NS</i>	<i>va</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>	<i>F- kriittinen</i>
Luokkien välissä	38,96164	3	12,98721	4,164936	0,006777	2,645084
Ryhmissä	695,3644	223	3,118226			
Yhteensä	734,3261	226				

Liite 5. Keskipituuden varianssianalyysi pääpuulajin mukaan

Anova: yksisuuntainen, pääpuulaji

YHTEENVETO

<i>Ryhmät</i>	<i>Lukumäärä</i>	<i>Summa</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Varianssi</i>
Mänty	185	-3,5	-0,01892	1,206325
Kuusi	35	9	0,257143	1,088992
Koivu	7	-3,3	-0,47143	1,095714

ANOVA

<i>Vaihtelun lähde</i>	<i>NS</i>	<i>va</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>	<i>F-kriittinen</i>
Luokkien välissä	3,914895	2	1,957447	1,651084	0,194168	3,036156
Ryhmissä	265,5638	224	1,185553			
Yhteensä	269,4787	226				

Liite 6. Keskipituuden varianssianalyysi metsikön laadun mukaan

Anova: yksisuuntainen, metsikön
laatu

YHTEENVETO

<i>Ryhmät</i>	<i>Lukumäärä</i>	<i>Summa</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Varianssi</i>
1	166	-17	-0,10241	0,924479
2	37	19,7	0,532432	1,468919
3	14	-6,4	-0,45714	2,41033
4	7	3,433333	0,490476	1,385079

ANOVA

<i>Vaihtelun lähde</i>	<i>NS</i>	<i>va</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>	<i>F-kriittinen</i>
Luokkien välissä	16,83925	3	5,613083	5,038985	0,002138	2,645637
Ryhmissä	245,0649	220	1,113931			
Yhteensä	261,9041	223				

Liite 7. Pohjapinta-alan varianssianalyysi pääpuulajin mukaan

Anova: yksisuuntainen, pääpuulaji

YHTEENVETO

<i>Ryhmät</i>	<i>Lukumäärä</i>	<i>Summa</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Varianssi</i>
Mänty	147	-38,1	-0,25918	7,456542
Kuusi	36	-27,6	-0,76667	10,50686
Koivu	7	4,6	0,657143	13,06952

ANOVA

<i>Vaihtelun lähde</i>	<i>NS</i>	<i>va</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>	<i>F-kriittinen</i>
Luokkien välissä	14,40928	2	7,204641	0,877806	0,4174	3,04424
Ryhmissä	1534,812	187	8,207552			
Yhteensä	1549,222	189				

Liite 8. Pohjapinta-alan varianssianalyysi metsikön laadun mukaan

Anova: yksisuuntainen, metsikön laatu

YHTEENVETO

<i>Ryhmät</i>	<i>Lukumäärä</i>	<i>Summa</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Varianssi</i>
1	141	-17,6	-0,12482	8,340165
2	26	-24,9	-0,95769	5,208938
3	15	-7,3	-0,48667	15,58838
4	8	5,3	0,6625	4,779821

ANOVA

<i>Vaihtelun lähde</i>	<i>NS</i>	<i>va</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>	<i>F-kriittinen</i>
Luokkien välissä	22,68497	3	7,561655	0,907666	0,438446	2,653165
Ryhmissä	1549,543	186	8,330875			
Yhteensä	1572,228	189				

Liite 9. Kokonaistilavuuden varianssianalyysi pääpuulajin mukaan

Anova: yksisuuntainen, pääpuulaji

YHTEENVETO

<i>Ryhmät</i>	<i>Lukumäärä</i>	<i>Summa</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Varianssi</i>
Mänty	155	-218,3	-1,40839	343,9519
Kuusi	36	-104,1	-2,89167	467,1596
Koivu	7	1,8	0,257143	315,4562

ANOVA

<i>Vaihtelun lähde</i>	<i>NS</i>	<i>va</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>	<i>F-kriittinen</i>
Luokkien välissä	89,82333	2	44,91167	0,122982	0,884348	3,04223
Ryhmissä	71211,92	195	365,1894			
Yhteensä	71301,75	197				

Liite 10. Kokonaistilavuuden varianssianalyysi metsikön laadun mukaan

Anova: yksisuuntainen, metsikön
laatu

YHTEENVETO

<i>Ryhmät</i>	<i>Lukumäärä</i>	<i>Summa</i>	<i>Keskiarvo</i>	<i>Varianssi</i>
1	145	-192,7	-1,32897	404,2678
2	28	-65,9	-2,35357	210,6789
3	14	-67,5	-4,82143	468,1064
4	7	25,6	3,657143	40,41952

ANOVA

<i>Vaihtelun lähde</i>	<i>NS</i>	<i>va</i>	<i>KN</i>	<i>F</i>	<i>P-arvo</i>	<i>F- kriittinen</i>
Luokkien välissä	364,7961	3	121,5987	0,328969	0,804413	2,652138
Ryhmissä	70230,79	190	369,6357			
Yhteensä	70595,58	193				