

19.12.89



FOLIA FORESTALIA

734

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1989

Kari T. Korhonen

PUUTAVARALAJIJAKAUMAN ARVIOINNIN LUOTETTAVUUS
VALTAKUNNAN METSIEN INVENTOINNISSA

Reliability of estimation of timber assortment distribution in
National Forest Inventory of Finland

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Telex: 121286 metla sf
Telefax: (90) 625 308

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Eljas Pohtila
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittajat <i>Editors</i>	Seppo Oja Tommi Salonen

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n.150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and ten research and field stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 734

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1989

Kari T. Korhonen

PUUTAVARALAJIJAKAUMAN ARVIOINNIN LUOTETTAVUUS VALTAKUNNAN METSIEN INVENTOINNISSA

Reliability of estimation of timber assortment distribution in
National Forest Inventory of Finland

Approved on 19.5.1989

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	3
21. Aineisto	3
22. Aineiston käsittely	4
221. Esikäsittely	4
222. Puutavaralajijakaumien laskenta ja vertailut	6
3. TULOKSET	7
31. Mitatut tunnuksset	7
32. Tyvilahon esiintyminen kuusessa	7
33. Puutavaralajijakaumien erot eri apteerauksissa	8
34. Runkojen keskimääräiset arvot	8
4. PÄÄTELMÄT	10
41. Mitattujen tunnusten erot	10
42. Puutavaralajeittaisten tilavuuksien erot	11
421. Tulosten luotettavuutta heikentäviä tekijöitä	11
422. Eri apteeraustulosten erojen merkitsevyys	12
KIRJALLISUUS	13
SUMMARY	13

KORHONEN, K.T. 1989. Puutavaralajijakauman arvioinnin luotettavuus valtakunnan metsien inventoinnissa. Summary: Reliability of estimation of timber assortment distribution in National Forest Inventory of Finland. *Folia Forestalia* 734. 13 p.

Tutkimuksessa selvitettiin, ovatko valtakunnan metsien inventoinnin (VMI) koepuumittaukset riittävän luotettavat verokuutiometrin rakenteen määrittämiseen. Aineistona oli noin 70 % kahdeksannen VMI:n kesällä -86 mitatuista Helsingin metsälautakunnan alueen koepuista, jotka kaadettiin ja tarkistusmitattiin kesällä -88. Tutkimuksen lopputulos oli, että VMI:n ns. Järvi-Suomen laatuvaatimuksiin perustuvat tukkipuosuudet olivat männyllä 4 ja kuusella 5 %-yksikköä suuremmat kuin tarkistusmittausten samoihin laatuvaatimuksiin perustuvat tukkipuosuudet. Hukkipuosuus tuli VMI-mittausten avulla laskettuna männyllä 1 %-yksikköä korkeammaksi ja kuusella 3 %-yksikköä alhaisemmaksi kuin tarkistusmittausten avulla laskettuna.

Tarkasteltaessa tuloksia tarkistusryhmittäin havaittiin kuitenkin, että männyllä riskitasolla 1 % viidestä tarkistusryhmästä ainoastaan yhden kohdalla VMI:n mukaiset tukkipuosuudet olivat suurempia kuin tar-

kistusmittausten. Kevään -88 laatuvaatimusten mukainen apteeraus pudotti männyllä tukkipuosuutta 4 %-yksikköä ja nosti kuusella 1 %-yksikön. Männyllä laatuvaatimusten kiristymisen ja kuusella lahoisuuden aiheuttama tukkipuosuuden väheneminen on otettu huomioon verokuutiometrin arvoja laskettaessa.

The aim of the study was to find out how reliable the timber assortment distribution calculated in the National Forest Inventory (NFI) is. NFI sample trees measured in -86 in the forestry board district of Helsinki were felled and remeasured during summer -88. Percentages of timber assortments based on the NFI measurements using old quality standards were compared with percentages based on remeasurements using new quality standards. Result was that sawlog percentage calculated using NFI's measurements was higher than percentage based on remeasurements. Difference was 4 %-units for pine and 5 %-units for spruce.

Keywords: National Forest Inventory, timber assortments, reliability, estimation, measurement errors
ODC 524.61 + 525

Author's address: Finnish Forest Research Institute, Joensuu Research Station, PL 68, SF-80101 Joensuu, Finland.

ISBN 951-40-1060-4
ISSN 0015-5543

Helsinki 1989. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Valtakunnan metsien inventoinnissa (VMI) kerätään tietoa Suomen metsistä. Yksi VMI:n tehtävistä on tuottaa perusteet metsäverotukselle eli ns. metsäveroluviut ja verokuutiometrin rakenteet. Metsäverotus perustuu inventoinnissa mitattujen puiden ja hakkuusuunnitteen puutavaralajirakenteeseen, puutavaralajien keskimääräisiin hintoihin sekä veroluokittaisiin kasvulukuihin (Veroluokittaiset metsäveroluviut... 1985).

VMI:ssa laskettaviin puutavaralajien osuusiin vaikuttavat keskeisesti koepuiden mittaus-tiedot. Koepuista mitataan mm. rinnankorkeusläpimitta, yläläpimitta ja pituus sekä arvioidaan eri laatuluokkien tukkien pituudet (Valtakunnan metsien... 1986). Koepuiden kokonaistilavuudet lasketaan Laasasenahon (1982) tilavuusyhtälöillä ja puutavaralajien tilavuudet runkokäyrämalleilla.

VMI:n tulosten laskennassa laaditaan tiettyjen kriteerien mukaan (mm. metsälautakunta, veroluokka, puulaji ja puuluokka) koepuositteet. Kunkin ositteen koepuista lasketaan keskimääräiset koko rungon ja eri puutavaralajien tilavuudet jokaiselle läpimitalukuokalle. Näitä keskiarvoja käytetään luku-puiden tilavuuksia laskettaessa. Kunkin läpimitalukuokan puutavaralajijakauma määräytyy siis pelkästään koepuumittausten perusteella, mutta lopputulokseen vaikuttaa lisäksi luku-puiden runkolukusarja sekä puiden jakautuminen eri koepuositteisiin.

Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää VMI:n koepuumittausten ja erityisesti pysty-puiden apteerauksen luotettavuutta Helsin-

gin metsälautakunnan alueella. Apteerauksen luotettavuutta epäiltiin pääasiassa siksi, että tutkimusalueen kuusissa on runsaasti tyvilahoa, joka on vaikea havaita pysty-puista. Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli myös tutkia tyvilahon yleisyyttä. Lisäksi haluttiin tietoa siitä, miten muuttuneet laatuvaatimukset vaikuttavat puutavaralajijakaumaan ja puuston arvoon.

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, ovatko VMI:n koepuumittaukset niin luotettavia, että niistä johdetut puuston puutavaralajien osuudet ja verokuutiometrin arvot ovat keskimäärin oikein.

VMI:n luku- ja koepuutunnusten mittauksen tarkkuutta on selvitetty Metsäntutkimuslaitoksessa aiemminkin (esim. Kujala 1979 ja Nousiainen 1986). Lahon havaitsemista pysty-puista ja lahon vaikutusta puun tukkipuusuuteen ovat tutkineet Kallio ja Tamminen (1974) ja Tamminen (1985). Tässä tutkimuksessa keskitytään lähinnä puutavaralajeittaisten tilavuuksien vertailuun – tyvilahon perusteellisempi analysointi tehdään opinnäytetyönä Joensuun yliopistossa.

Tutkimus käynnistettiin Västra Nylands skogsägareförbundetin esityksestä. Mittauksia olivat suunnitelmassa Metsäntutkimuslaitoksesta MH Sakari Salminen, MH Antti Ihalainen ja mt Matti Kujala sekä skogsägareförbundetin edustajana MH Mikael Aminoff. Mittausryhmien koulutuksesta vastasi Mikael Aminoff. Tulosten laskennan ja käsikirjoituksen laadinnan aikana olen saanut arvokkaita neuvoja erityisesti professori Pekka Kilkiltä, MH Sakari Salmiselta ja MH Antti Ihalaiselta.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. Aineisto

Tutkimuksessa keskityttiin pelkästään kuuseen ja mäntyyn. Aineistoksi valittiin kaikki sellaiset Helsingin metsälautakunnan alueen VMI8:n koepuukoalat, joilta oli mitattu vähintään 7 cm:n läpimittaisia kuusia tai tukkipuiksi merkittyjä mäntyjä. Näiltä koelaloilta kaadettiin ja mitattiin vähintään 7 cm:n läpimittaisten kuusien ja tukkipuiksi merkittyjen mäntyjen lisäksi sellaiset männyt, jotka VMI:ssa oli merkitty isoiksi kuitupuiksi (puuluokat 6 ja 7), mutta joista tarkistusryhmä havaitsi saatavan tukkia.

Kaadetuista rungoista mitattin seuraavat tunnuukset:

- 1) rinnankorkeusläpimitta,
- 2) yläläpimitta,
- 3) pituus,
- 4) kannon korkeus (=korkeus, jolta puu tarkistusmitauksissa kaadettiin),
- 5) alimman kuolleeseen oksan korkeus,
- 6) suurimman elävän oksan läpimitta (vain männyistä) ja
- 7) suurimman elävän oksan etäisyys kannosta (vain männyistä).

Rungot apteerattiin puutavaralajeiksi kesällä -86 voimassa olleilla ns. Järvi-Suomen laatuvaatimuksilla. Apteeraus tehtiin lisäksi keväällä 1988 voimaan tulleiden laatuvaatimusten mukaan. Kevään -88 laatuvaatimuksiin tehtiin lisäys, ettei alle 37 dm:n pituisia tukeja saanut tehdä (männyn laatuviitukeilla sallittiin myös pituudet 31 ja 34 dm). Pisin sallittu tukki oli yleisistä laatuvaatimuksesta poiketen 58 dm. Edellä kerrottujen laatuvaatimusten tiukentamisen perusteluina oli, ettei alle 37 dm:n tai yli 58 dm:n tukeille ole ostajia tutkimusalueella.

Jos kuusen kaatoleikkauksesta löydettiin lahoa, etsittiin lahon päättymiskorkeus sekä korkeus, josta alkaen runko kelpaisi lahovikaiseksi kuusikuittupuuksi. Lahoista kuusista piirrettiin muovikalvolle poikkileikkaukset, joissa näkyi rungon poikkileikkauksen lisäksi lahon rajat. Kuvat piirrettiin kannon korkeudelta, 1,3 m:n ja 3 m:n korkeudelta.

Jos puuta mitattaessa ei oltu varmoja, että puu oli sama kuin VMI-lomakkeelle merkitty, kirjattiin tunnistus epävarmaksi. Tavoitteena oli löytää kaikki aiemmin luetellut vaatimukset täyttävät koepuut. Osa VMI:ssa mitatuista puista oli kuitenkin ehditty kaataa ennen tarkistusmittauksia, ja joillekin koaloille ei saatu maanomistajalta kaatolupaa.

Aineiston kooksi tuli 948 kaatokoepuuta ja lisäksi 25 VMI:n koepuusta oli löydetty kanto. Mitatuista puista mäntyjä oli 369 ja kuusia 579 kpl. Epävarman tunnistuksen vuoksi aineistosta jouduttiin hylkäämään kolme mäntyä. VMI:ssa oli mitattu Helsingin metsälautakunnan alueelta 514 tukkipuiksi arvioitua (puuluokat 4 ja 5) mäntyä ja 870 vähintään 7 cm:n läpimitaista kuusta. Otosprosentiksi tuli siten männynällä 71 % ja kuusella 67 %.

Kuvassa 1 on esitetty mitattujen puiden läpimitajakauma puulajeittain.

948 kaatokoepuun lisäksi maastossa tarkistettiin 32 sellaista mäntyä, jotka VMI:ssa oli merkitty puuluokkiin 6 ja 7 eli puiksi, jotka mitoiltaan ovat tukkipuun kokoisia, mutta vikojen vuoksi joutuvat kuitupuiksi. Tällaisia puuta mitattiin ainoastaan sellaisilta koaloilta, joilla kasvoi vähintään 7 cm:n läpimitaisia kuusia tai tukkipuiksi koodattuja mäntyjä.

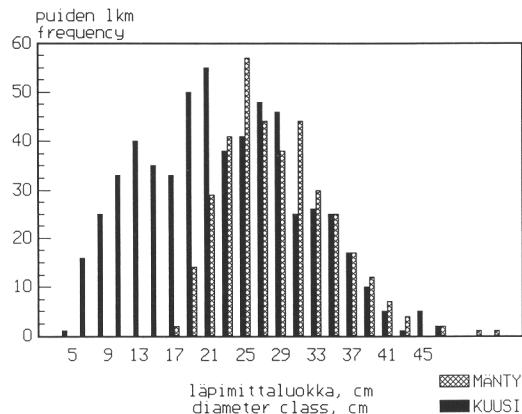
22. Aineiston käsittely

22.1. Esikäsittely

Koska VMI- ja tarkistusmittausten välillä oli kulunut aikaa noin kaksi vuotta, eivät mittaustulokset olleet sellaisenaan vertailukelpoisia, vaan tarkistusryhmien mittaamista tunnuksista oli poistettava mittaussajan kohtien välinen kasvu. Kasvujen poistolla tarkistusmittauksissa mitatut puut pyrittiin saamaan sen kokoisiksi kuin ne olivat olleet VMI:n mittausten aikana.

Rinnankorkeusläpimitasta ei kasvu tarvinnut poistaa, sillä VMI-ryhmien mittaamia rinnankorkeusläpimittoja voidaan pitää yhtä luotettavina kuin tarkistusryhmien mittaamia. Kullekin puulle tarkistusmittauksissa saatu rinnankorkeusläpimitta voitiin siten korvata VMI:ssa mitatulla läpimitalla.

Koska VMI:ssa pituudet ja yläläpimitat mitataan pystypuista, sisältyi mittaustuloksiin jonkin verran virhettä. Virheen suuruutta arvioitiin vertaamalla VMI- ja tarkistusryhmien mittaamia pituuksia ja yläläpimit-



Kuva 1. Mitattujen puiden läpimitajakauma.

Fig. 1. Diameter distribution of the measured trees.

toja (taulukko 2). Tarkastelun tulos oli, että tarkistusryhmien mittaamia pituuksia ja yläläpimittoja kannattaa käyttää määrittettäessä VMI-mittaushetken 'oikeita' pituuksia ja yläläpimittoja.

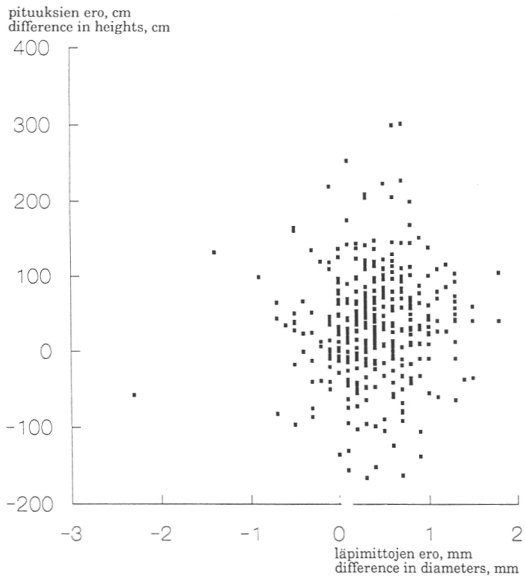
VMI:ssa mitattuja pituuksia oli tarkoitus korjata laatimalla regressioyhtälöt tarkistusmittauksissa ja VMI:ssa mitattujen pituuksien erotusten (= VMI:n mittausero + kasvu) ennustamiseksi. Yhtälöiden laatimiseksi pituusmittausten eroja tarkasteltiin rinnankorkeusläpimittojen erotusten, pituuksien ja mittausten välisen ajan suhteen (kuvat 2, 3 ja 4). Tarkasteluissa ei löydetty riippuvuuksia, joten regressioyhtälöiden laatiminen ei kannattanut.

Koska kuitenkin VMI:ssa mitatut pituudet vaihtelivat melko suurella vaihtelualueella tarkistusmittauksessa mitattujen pituuksien ympärillä, korvattiin VMI-mittaukset pituuksilla, jotka saatiin vähentämällä tarkistusmittauksissa saaduista pituuksista tarkistus- ja VMI-mittausten pituuksien keskimääräinen erotus. Näin meneteltäessä poistettiin VMI:n pituusmittauksista satunnainen virhe, mutta mahdollinen harha jäi ottamatta huomioon.

Yläläpimitamittauksista poistettiin kasvu seuraavasti:

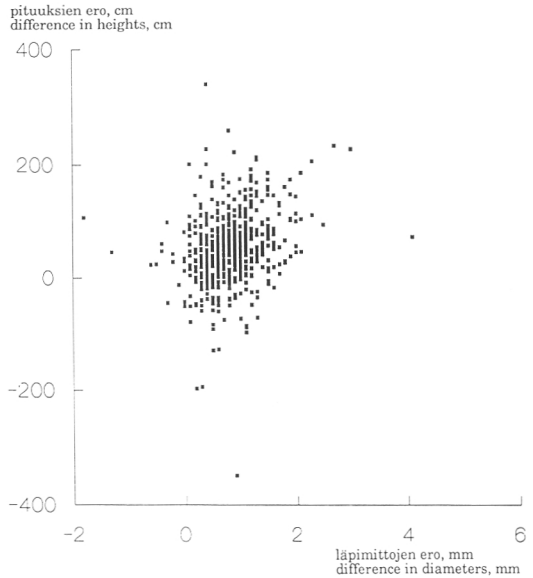
1. Laskettiin puulle yläläpimita Laasasenahon (1982) runkokäyrällä käyttäen kaatohetkellä mitattua rinnankorkeusläpimittaa ja pituutta.
2. Vähennettiin tuloksesta mitattu yläläpimita.
3. Laskettiin yläläpimita käyttäen VMI:n rinnankorkeusläpimittaa ja edellisessä kappaleessa kuvatulla tavalla saatua pituutta.
4. Kohdassa 3 saadusta yläläpimitasta vähennettiin kohdassa 2 saatu erotus kerrottuna VMI- ja tarkistusmittausten rinnankorkeusläpimittojen suhteella.

Jotta yläläpimitan kasvun poisto voitaisiin esittää kaa-vojen muodossa merkitään: $d_{1,37}$, d_{61} ja h_c ovat tarkistusmittauksessa mitatut rinnankorkeus- ja yläläpimita sekä pituus; $d_{1,37}$ on VMI:ssa mitattu rinnankorkeusläpimita ja h_c on tarkistusmittauksissa mitattu pituus, josta on poistettu kasvu aiemmin kuvatulla tavalla. Tällöin edellä olevat vaiheet 1 - 4 voidaan esittää seuraavasti:



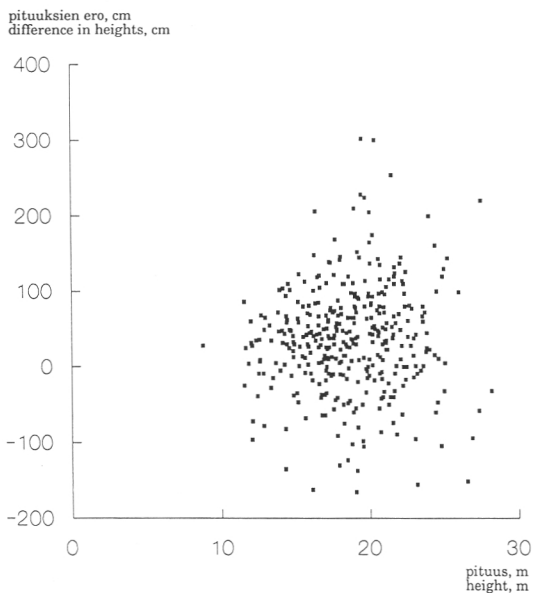
Kuva 2a. VMI:ssa ja tarkistusmittauksissa mitattujen pituuksien erotus rinnankorkeusläpimittojen erotuksen funktiona. Mänty.

Fig. 2a. Difference between heights measured in NFI and remeasurements as a function of breast height diameter. Pine.



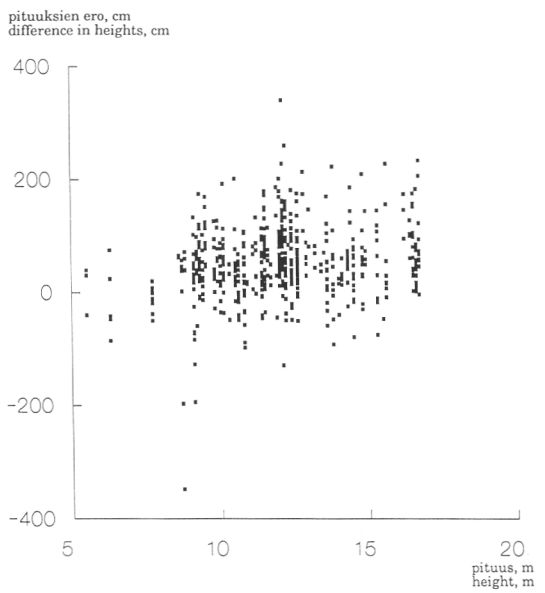
Kuva 2b. VMI:ssa ja tarkistusmittauksissa mitattujen pituuksien erotus rinnankorkeusläpimittojen erotuksen funktiona. Kuusi.

Fig. 2b. Difference between heights measured in NFI and remeasurements as a function of breast height diameter. Spruce.



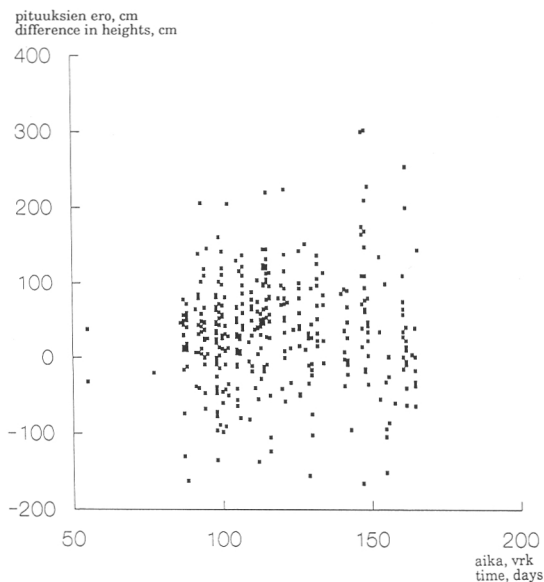
Kuva 3a. VMI:ssa ja tarkistusmittauksissa mitattujen pituuksien erotus puiden pituuksien funktiona. Mänty.

Fig. 3a. Difference between heights measured in NFI and remeasurements as a function of height. Pine.



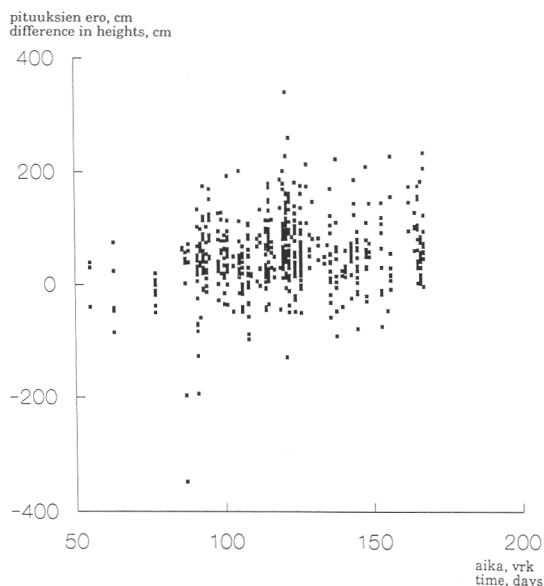
Kuva 3b. VMI:ssa ja tarkistusmittauksissa mitattujen pituuksien erotus puiden pituuksien funktiona. Kuusi.

Fig. 3b. Difference between heights measured in NFI and remeasurements as a function of height. Spruce.



Kuva 4a. VMI:ssa ja tarkistusmittauksissa mitattujen pituuksien erotus mittausten välisen ajan (kasvukauden päivien lukumäärän) funktiona. Mänty.

Fig. 4a. Difference between heights measured in NFI and remeasurements as a function of time between measurements. Pine.



Kuva 4b. VMI:ssa ja tarkistusmittauksissa mitattujen pituuksien erotus mittausten välisen ajan (kasvukauden päivien lukumäärän) funktiona. Kuusi.

Fig. 4b. Difference between heights measured in NFI and remeasurements as a function of time between measurements. Spruce.

1. $d_6 = f(d_{1,3t}, h_t)$
2. $e = d_6 - d_{6t}$
3. $d_6 = f(d_{1,3v}, h_t)$
4. $d_6 = d_6 - \frac{d_{1,3v}}{d_{1,3t}} \cdot e$

Aineistoa oli mäntyjen osalta kerätty vain koealoilta, joilla VMI-ryhmät olivat mitanneet tukiksi kelpaavia mäntyjä. Tämän vuoksi VMI:n puuluokkien 6 ja 7 männyt (= kooltaan tukkipuita, mutta vikojen vuoksi kuiturunkoja) tulivat aineistossa aliedustetuiksi. Ellei tätä olisi korjattu, olisi tuloksiin tullut harhaa, sillä osasta kyseisiä puita olisi tarkemmin mitattuna voitu saada tukkia. Aineiston korjaamiseksi tältä osin meneteltiin seuraavasti.

1. Laskettiin aineistoon kuuluvilla koealoilla kasvaneiden VMI:ssa puuluokkiin 6 ja 7 kuuluvien mäntyjen lukumäärä (tulos 32 kpl).
2. Laskettiin kuinka monesta niistä tarkistusmittauksissa oli saatu tukkia toisaalta vanhoilla ja toisaalta uusilla apteerausohjeilla (tulos 7 ja 8 kpl).
3. Laskettiin koko Helsingin metsälautakunnan alueen VMI-aineistosta puuluokkiin 6 ja 7 kuuluvien mäntyjen lukumäärä (tulos 98 kpl). Lukumäärä kerrottiin otantaprosentilla (71 %, ks. luku 21), jolloin saatiin tulokseksi, että aineistossa olisi pitänyt olla 70 kpl puuluokkien 6 ja 7 mäntyä.
4. Kohdassa 2 lasketut luvut kerrottiin luvulla 70/32 (= 2,19), jolloin saatiin tulokseksi, että aineistossa olisi pitänyt olla yhteensä 13 sellaista mäntyä, jotka

VMI:ssa oli merkitty isoiksi kuitupuiksi, mutta joista tarkistusryhmä oli saanut tukkia vanhoilla apteerausohjeilla; ja vastaavasti 15 sellaista mäntyä, joista olisi tullut tukkia uusia apteerausohjeita käytettäessä.

5. Aineistoon lisättiin tarvittavat puut. Lisätyt puut olivat aineistossa jo olevien vaaditunlaisten puiden 'klooneja'.

222. Puutavaralajijakaumien laskenta ja vertailu

Kun tarkistusmittauksista oli poistettu piteuden ja yläläpimitan kasvut, laskettiin Laasasenahon runkokäyrämalleja käyttäen koko rungon ja siitä apteerattujen tukki- ja kuituosien tilavuudet. Vastaavasti laskettiin puutavaralajien tilavuudet VMI-mittausten perusteella. Kuituosan apteerauksessa käytettiin kahden metrin jaotusta.

Koska aineiston puut oli valittu relaskoopilla, puutavaralajien osuuksia laskettaessa kutakin puuta painotettiin luvulla:

$$p = \frac{q * 12732,4}{d^2} \quad (1)$$

missä q = relaskoopikerroin (= 2) ja d = puun rinnankorkeusläpimita (Kuusela 1967).

Laskennan tuloksena saatiin jokaiselle puulle eri puutavaralajien tilavuudet sekä VMI- että tarkistusmittausten mukaan. Aineistolle laskettiin myös puutavaralajien osuudet kokonaistilavuuksien summasta ja hintojen avulla runkojen arvot eri apteerausten mukaan.

VMI- ja tarkistusmittausten apteeraustulosten eron tilastollista merkitsevyyttä testattiin riippuvien otosten t-testin avulla. Testeissä tarkasteltiin tukkipuusuusien eroja eri apteerauksissa.

Koska tuloksia laskettaessa havaittiin VMI- ja tarkistusmittausten välisen eron olevan erilainen eri tar-

kistumittausryhmien kohdalla, testattiin myös ryhmien välisiä eroja. Aluksi tutkittiin regressioanalyysillä, joutuivatko ryhmien väliset erot ryhmien mittaamien puiden koosta. Männyllä havaittiin, ettei puun koko vaikuttanut ryhmien sisällä VMI- ja tarkistusmittausten tukkipuusuusien eroon. Kuusella sen sijaan tukkipuusuusien eron ja puun koon välillä oli tilastollisesti merkittävä riippuvuus. Tämän vuoksi kuusella ryhmien välisiä eroja tutkittiin vasta sen jälkeen, kun puun koon vaikutus oli poistettu. Ryhmien välisissä testeissä käytettiin SAS-ohjelmistoa (SAS User's... 1982).

3. TULOKSET

31. Mitatut tunnuksot

Taulukossa 1 on esitetty aineistoon kuuluvien puiden tunnusten keskiarvot ja keskihajonnat VMI- ja tarkistusmittausten pohjalta. VMI- ja tarkistusmittausten keskiarvojen erotus oli männyllä rinnankorkeuslähpimitalle 4 mm, ylälähpimitalle 6 mm ja pituudelle 40 cm. Kuusella vastaavat erot olivat 7 mm, 9 mm ja 60 cm.

Taulukossa 2 on esitetty tarkistusmittauksissa ja VMI:ssä mitattujen koepuutunnusten erojen keskiarvot ja keskihajonnat. Ylälähpimittojen välisiä eroja laskettaessa on otettu mukaan ainoastaan puut, joista ylälähpimita on mitattu, minkä takia erotusten keskiarvo ei ole sama kuin keskiarvojen erotus (vrt. taulukko 1).

32. Tyvilahon esiintyminen kuudessa

Aineiston 579:stä kuudesta 164:ssä (=28 %:ssa) oli tyvilahoa. Lisäksi kuudessa kuudessa oli lahoa, joka alkoi kaatoleikkauksen yläpuolelta. Kuvassa 5 on esitetty lahon vioittamien puiden osuudet aineistossa läpimittaluokittain. Osuuksia laskettaessa havaintoja ei ole painotettu runkoluvulla.

Lahojen kuusien osuus runkoluvusta laskettiin painottamalla havaintoja kaavassa 1 esitetyllä tavalla. Koska lahoa esiintyi enemmän suurissa puissa kuin pienissä, lahovikaisten kuusien osuudeksi runkoluvusta tuli 22,0 %. Tyvilahon vioittamien kuusien kokonaistilavuus oli 29,1 % kaikkien kuusien kokonaistilavuudesta. Lahovikaisten rungon osien tilavuuksien summa oli 10,4 % kuusien kokonaistilavuudesta.

Taulukko 1. Rinnankorkeus- ja ylälähpimittojen (d ja d₆) sekä pituuksien (h) keskiarvot (x), keskihajonnat (s) ja pienimmät (min) sekä suurimmat (max) arvot VMI- ja tarkistusmittauksissa (TARK).

Table 1. Means (x), standard deviations (s) and minimum (min) and maximum (max) values of diameters at breast height (d) and at 6 meters (d₆) and heights (h) in NFI (VMI) and remeasurements (TARK).

	Mänty - Pine				Kuusi - Spruce			
	x	s	min	max	x	s	min	max
VMI								
d,cm	28,3	6,1	16,6	52,0	22,0	8,9	4,6	49,4
d ₆ ,cm	21,4	5,1	11,0	43,0	16,9	9,0	0,0	41,0
h,m	18,3	3,4	8,5	28,5	17,5	5,8	4,7	31,1
TARK								
d,cm	28,7	6,0	16,9	52,2	22,7	8,9	5,3	49,9
d ₆ ,cm	22,0	5,0	11,5	42,2	17,8	8,8	0,0	43,4
h,m	18,6	3,3	8,8	28,2	18,1	5,8	5,2	31,9

NFI = National Forest Inventory
TARK = remeasurements

Taulukko 2. Tarkistuksissa ja VMI:ssä mitattujen rinnankorkeus- ja yläläpimittojen sekä pituuksien erotusten keskiarvot, keskihajonnat ja pienimmät sekä suurimmat arvot senttimetreinä. Merkinnot kuten taulukossa 1.

Table 2. Means, standard deviations and minimum and maximum values of differences between breast height and upper diameters and heights measured in re-measurements and NFI.

	Mänty—Pine				Kuusi—Spruce			
	x	s	min	max	x	s	min	max
d,cm	0,4	0,5	-2,3	1,8	0,8	0,5	-1,8	4,1
d ₆ ,cm	0,6	0,9	-2,4	4,5	0,7	0,9	-3,6	4,4
h,m	0,4	0,7	-1,7	3,0	0,5	0,6	-3,5	3,4

Seuraavassa asetelmassa on esitetty lahoviokojen keskitunnuksia. Keskiarvoja laskettaessa kutakin havaintoa on painotettu puun edustamalla runkoluvulla (kaava 1). Asetelmassa rivillä 1 ovat keskiarvot, kun laskennassa ovat mukana kaikki kuuset; ja rivillä 2 keskiarvot, kun laskennassa ovat mukana vain lahot kuuset. Merkinnot ovat: h = lahon keskimääräinen korkeus ja v = lahovikaisen rungon osan keskimääräinen tilavuus.

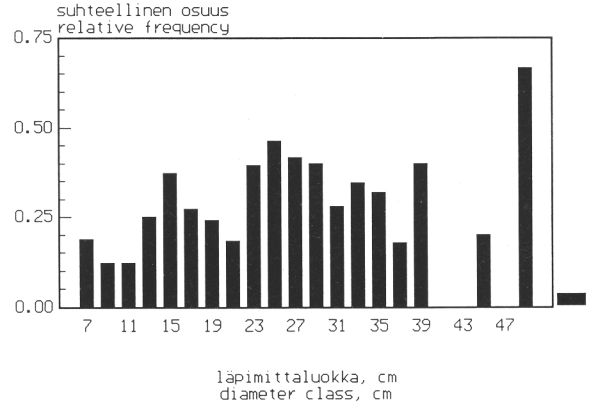
	h,m	h,%	v,dm ³	v,%
kaikki	0,58	4,4	20,7	10,4
lahot	2,54	16,9	94,0	35,7

VMI:n lahoarvion luotettavuuden tutkimista hankaloittaa se, että inventoinnissa merkitään tuhoista lomakkeelle ainoastaan merkitsevin tuho. Lisäksi tutkimista hankaloittaa mittausten välinen aika - kahdessa vuodessa ovat olemassa olleet lahot edenneet ja uusia puita on saanut lahotartunnan. Isomäen ja Kallion mukaan (1974) laho etenee vuodessa keskimäärin 20 cm.

Kuuset, joissa tarkistusmittaushetkellä oli lahoa vähintään 170 cm, ovat VMI-mittaushetkellä olleet todennäköisesti lahoja rinnankorkeudelta. Tällaisia kuusia oli aineistossa 97 kappaletta ja näistä 56:een oli VMI:ssä merkitty tuho tai leikko. Tällä tavoin laskien VMI:n lahon löytämisprosentiksi tulee 58 %.

33. Puutavaralajijakaumien erot eri apteerauksissa

Kun tarkistusmittauksista oli poistettu kasvut ja otettu huomioon puuluokkien 6 ja 7 aliedustus luvussa 2 esitetyllä tavalla, laskettiin kullekin puulle puutavaralajeittaiset tilavuudet sekä VMI- että tarkistusmittausten ja



Kuva 5. Lahon vioittamien kuusien suhteelliset frekvenssit läpimittaluokittain.

Fig. 5. Relative frequencies of spruces affected by rot in different diameter classes.

-apteerausten pohjalta. Saatujen tilavuuksien runkoluvuilla painotetut (kaava 1) keskiarvot ovat taulukoissa 3a ja 3b. Taulukossa ovat myös puutavaralajien osuudet kokonaistilavuudesta. Koska eri ryhmien mittauksiin perustuvat tulokset poikkesivat toisistaan, on tulokset esitetty ryhmittäin.

34. Runkojen keskimääräiset arvot

Jotta saataisiin selville, kuinka paljon VMI- ja tarkistusapteerausten erot vaikuttavat verokuutiometrin arvoon, laskettiin puulajeittain yhden kuutiometrin keskimääräiset arvot. Arvojen laskennassa käytettiin puutavaralajien keskimääräisiä kantohintoja Helsingin metsälautakunnan alueella ajalla 1.1.—31.5.1988 (Metsätilastotiedote 95 1988). Hinnat ovat seuraavassa asetelmassa, jossa

Taulukko 3a. VMI- ja tarkistusmittauksiin perustuvien puutavaraajettaisten tila-
vuukusten keskiarvot ja suhteelliset osuudet kokonaistilavuudesta. VMI = V-
MI:n apteraus, T1 = tarkistusryhmien apteraus vanhojen laatuvaatimusten
mukaan ja T2 = tarkistusryhmien apteraus uusien laatuvaatimusten mukaan.
Määnty.

Table 3a. Mean volumes and percentages of different timber assortments according to
NFI and remeasurements. VMI = NFI, T1 = remeasurements and old quality stan-
dards, T2 = remeasurements and new quality standards. Pine.

	koko runko stem dm ³	tukkiosa saw-timber dm ³	%	kuituosa pulp wood dm ³	%	raakkiosa waste dm ³	%	N
Ryhmä 1 – Field group								
VMI	464	308	66	142	31	14	3	110
T1	467	249	53	209	45	9	2	
T2	467	214	46	244	52	9	2	
Ryhmä 2 – Field group								
VMI	363	239	66	115	32	9	3	98
T1	371	219	59	144	39	8	2	
T2	371	220	59	142	38	9	2	
Ryhmä 3 – Field group								
VMI	475	354	74	109	23	13	3	111
T1	477	363	76	102	21	12	3	
T2	477	347	73	118	25	12	3	
Ryhmä 4 – Field group								
VMI	682	564	83	111	16	8	1	37
T1	692	556	80	123	18	13	2	
T2	692	554	80	125	18	12	2	
Ryhmä 5 – Field group								
VMI	320	177	55	136	42	7	2	19
T1	328	241	74	77	23	10	4	
T2	328	195	60	121	37	12	4	
Yhteensä Total								
VMI	446	313	70	122	27	11	3	375
T1	450	297	66	144	32	10	2	
T2	450	280	62	160	36	10	2	

Taulukko 3b. VMI- ja tarkistusmittauksiin perustuvien puutavaraajettaisten tila-
vuukusten keskiarvot ja suhteelliset osuudet kokonaistilavuudesta. Kuusi.

Table 3b. Mean volumes and percentages of different timber assortments according to
NFI and remeasurements. Spruce.

	koko runko stem dm ³	tukkiosa saw-timber dm ³	%	kuituosa pulp wood dm ³	%	lahokuitu rot-affected pulp dm ³	%	raakkiosa waste dm ³	%	N
Ryhmä 1 – Field group										
VMI	150	70	47	71	47	–	–	9	6	161
T1	151	52	34	71	47	15	10	14	9	
T2	151	55	36	68	45	15	10	14	9	
Ryhmä 2 – Field group										
VMI	162	79	48	75	46	–	–	9	5	55
T1	167	85	51	53	32	9	6	20	12	
T2	167	85	51	53	32	9	6	20	12	
Ryhmä 3 – Field group										
VMI	167	90	54	68	41	–	–	9	6	295
T1	167	80	48	56	34	18	11	13	8	
T2	167	84	50	52	31	18	11	13	8	
Ryhmä 4 – Field group										
VMI	251	127	51	115	46	–	–	9	4	43
T1	251	141	56	61	24	12	5	37	15	
T2	251	141	56	61	24	12	5	37	15	
Ryhmä 5 – Field group										
VMI	105	34	32	61	58	–	–	11	10	26
T1	109	38	35	49	45	6	6	16	15	
T2	109	36	33	51	47	6	6	16	15	
Yhteensä – Total										
VMI	162	82	50	71	44	–	–	9	6	580
T1	164	73	45	60	37	15	9	15	9	
T2	163	76	46	57	35	15	9	15	9	

Taulukko 4. Runkojen keskimääräiset arvot eri apteerauksissa markkkoina (mk/m^3) ja prosentteina (%) VMI-apteerauksen antamasta arvosta. Merkinnot ovat kuten taulukossa 3.

Table 4. Mean values of stems ($\text{mk/m}^3 = \text{FIM/m}^3$) according to different measurements.

	VMI		T1		T2	
	mk/m^3	%	mk/m^3	%	mk/m^3	%
Mänty – Pine	172,16	100,0	167,41	97,2	162,99	94,7
Kuusi – Spruce	131,67	100,0	122,84	93,3	123,88	94,1

MäT=mäntytukki, MäK=mäntykuitu, KuT=kuusitukki ja KuK=kuusikuitu. Yksikkönä on mk/m^3 .

MäT	MäK	KuT	KuK
209,50	92,20	166,50	108,80

Lahovikaiselle kuusikuitupuulle käytettiin mäntykuitupuun hintaa, hukkapuu ja raakki laskettiin arvottomiksi.

Kun eri puutavaralajien keskimääräiset osuudet kerrottiin yksikköhinnoin, saatiin kuutiometrin keskimääräisiksi arvoiksi eri apteerausmenetelmissä taulukon 4 osoittamat luvut. Sekä männyllä että kuusella VMI:n mittauksiin perustuvat runkojen arvot ovat suurempia kuin tarkistusmittauksiin perustuvat arvot. Ero on seurausta pääasiassa tarkistusryhmä 1:n saamista suurista eroista VMI-mittauksiin verrattuna.

Taulukon 4 luvuissa ei ole otettu huomioon sitä, että verokuutiometrin rakenteita laskettaessa on tehty 10 % suuriset tukki-

puuosuuden alennukset rannikkoalueella sekä kuuselle että männylle (Veroluokitaiset metsäveroluvut... 1985). Tämä huomioonottaen saadaan VMI:n apteerauksiin perustuva puutavaralajirakenne tämän tutkimuksen aineistossa seuraavan asetelman mukaiseksi.

Puulaji	Tukkiosuus	Kuituosuus
Mänty	63 %	34 %
Kuusi	45 %	49 %

Edellä olevan asetelman mukaisia tukki- ja kuituosuuksia ja aiemmin esitettyjä hintoja käyttäen saadaan aineiston puille runkoluvulla painotetuksi keskimääräiseksi kuutiometrin arvoksi männyllä 163,33 mk ja kuusella 128,24 mk . Vastaavat luvut tarkistusmittausten uusien laatuvaatimusten mukaan olivat 162,99 ja 123,88 mk (taulukko 4). Lopputuloksena on, että tarkistusmittausten mukaan rungon keskimääräinen arvo on männyllä lähes sama ja kuusella jonkin verran pienempi kuin korjatun VMI-apteerauksen mukaan.

4. PÄATELMÄT

4.1. Mitattujen tunnusten erot

VMI:ssa ja tarkistusmittauksissa mitattujen rinnankorkeuslähäpimittojen erotusten keskiarvo (taulukko 2) on sekä männyllä että kuusella odotetun suuruinen ja vastaa hyvin mitausajankohtien välistä kasvua. Kuusella erotus on suurempi kuin männyllä, koska kuusista mitattiin myös pieniä puita, joiden kasvu on nopeampaa kuin tukkipuiden. Rinnankorkeuslähäpimitalla eri mitausten välisen erotuksen keskihajonta on sekä männyllä että kuusella 0,5 cm , joka on 1,7 % mäntyjen ja 2,2 % kuusien keskilähäpimitasta.

VMI- ja tarkistusmittausten yläläpimitto-

jen erotus oli männyllä keskimäärin 0,6 ja kuusella 0,7 cm . Eri mitauskertojen välisen erotuksen keskihajonta oli sekä männyllä että kuusella 0,9 mm (4 % mäntyjen ja 5 % kuusien yläläpimittojen keskiarvosta) eli selvästi suurempi kuin rinnankorkeuslähäpimitan kohdalla. Osasyynä on se, että yläläpimitta mitataan VMI:ssa vain senttimetrin tarkkuudella.

Pituusmittausten erot eri mitauskertojen välillä olivat suuret. Keskimääräinen ero vastaa melko hyvin kahden vuoden pituuskasvua, joten VMI:n pituusmittauksissa ei ole ainakaan kovin suurta systemaattista virhetä. Erotusten keskihajonta (taulukko 2) oli

männyllä 70,7 cm ja kuusella 63,0 cm. Luvut vastaavat hyvin Nousiaisen (1986) ja Kujalan (1979) tuloksia pituusmittauksen satunnaisvirheestä. Suurimmat yli- ja aliarviot ovat todella suuria ja saattavat johtua varsinaisten mittausrvirheiden lisäksi kirjausvirheistä joko VMI:ssa tai tarkistusmittauksissa.

42. Puutavaralajeittaisten tilavuuksien erot

421. Tulosten luotettavuutta heikentäviä tekijöitä

Männyllä VMI- ja tarkistusmittauksen välinen tukkipuusoisuuden erotus saattaa olla hieman harhainen, koska aineisto ei kattanut sellaisia puita, jotka VMI:ssa oli merkitty kokonsa vuoksi kuitupuiksi. Harhan suuruutta pienentää kuitenkin se, että pystyssäkin olevasta puusta voidaan luotettavasti mitata, onko se kokonsa puolesta tukkipuu vai ei.

Harhaa tuloksiin on voinut tulla myös siitä, että muutettaessa tarkistusmittaukset vastaamaan VMI:n mittaushetkeä, poistettiin kyllä kasvut puun pituudesta ja yläläpimitasta, mutta rungoista oletettiin saatavan yhtä pitkät tukit kasvujen poiston jälkeen kuin ennen poistoa. Aiheutunut virhe lienee vähäinen ja joka tapauksessa se on vaikuttanut eri suuntaan kuin edellisessä kappaleessa kuvattu virhe.

Merkittävin virhelähde kuusen kohdalla lienee se, ettei lahon etenemistä mittausten

välisenä aikana voitu ottaa huomioon, vaan puissa oletettiin olleen yhtä paljon lahoa VMI:n mittausten aikana kuin noin kaksi vuotta myöhemmin tehdyissä tarkistusmittauksissa. Poistamalla lahojen pituudesta 40 cm saatiin sekä teoreettinen tukki- että kuituusuuus noin 1 % suuremmaksi. Teoreettisella tukkiosuudella tarkoitetaan tässä rungon osaa, joka on läpimitaltaan yli 16 cm.

Vertailtaessa VMI- ja tarkistusmittauksiin perustuvia puutavaralajien osuuksia ilmeni, että ryhmien välillä oli eroja (vrt. taulukot 3a ja 3b). Ryhmien välisten erojen testien tulokset ovat taulukossa 5. Testattava hypoteesi oli, että kulloinkin tarkasteltavana olleiden kahden ryhmän mittauksiin perustuvan tukkipuusoisuuden erotus VMI-mittausten tukkipuusoudesta oli yhtä suuri. Taulukosta 5 ilmenevät ne riskitasot, joilla lähtöhypoteesi ryhmien tulosten yhtäläisyydestä hylätään.

Testien mukaan männyllä ryhmän 5 kohdalla VMI- ja tarkistusmittauksen mukaisten tukkiosuuksien erotus poikkeaa tilastollisesti erittäin merkittävästi kaikkien muiden ryhmien saamista eroista. Ryhmän 1 tulokset poikkeavat erittäin merkittävästi kaikkien muiden ryhmien paitsi ryhmän 2 tuloksista.

Ryhmän 5 tulosten poikkeaminen muista voi selittyä sillä, että ryhmä mittasi ainoastaan 19 mäntyä. Syytä ryhmän 1 tulosten poikkeamiseen ei löydetty aineistoa tutkimalla. Eron aiheuttajana lienee ko. ryhmän johtajan laatuvaatimusten tiukempi soveltaminen. Myös kuusen kohdalla ryhmän 1 tulokset poikkeavat kaikista muista ryhmistä.

Taulukko 5. Mittausryhmien välisten erojen tilastollinen merkitsevyys. Merkinntät: * = eroa on riskitasolla 10 %, ** = eroa on riskitasolla 5 % ja *** = eroa on riskitasolla 1 %.

Table 5. Test of differences between field groups. * = p 0.1 ** = p 0.05 *** = p 0.01. (Ryhmä = group).

Mänty – Pine					
	Ryhmä 1	Ryhmä 2	Ryhmä 3	Ryhmä 4	Ryhmä 5
Ryhmä 1	—		***	***	***
2		—	**		***
3	***	**	—		***
4	***			—	***
5	***	***	***	***	—
Kuusi – Spruce					
	Ryhmä 1	Ryhmä 2	Ryhmä 3	Ryhmä 4	Ryhmä 5
Ryhmä 1	—	***	**	***	***
2	***	—	*		
3	**	*	—	***	*
4	***		***	—	
5	***		*		—

Taulukko 6. VMI-mittauksiin perustuvien tukkipuuosuuksien ja tarkistusmittausten vanhoihin laatuvaatimuksiin perustuvien erojen tilastollinen merkitsevyys mittausryhmittäin. Merkitsevyystasojen merkinnät kuten taulukossa 5.

Table 6. Test of differences between sawlog percentages in NFI and remeasurements using old quality standards. (Ryhmä = group)

Ryhmä 1	Ryhmä 2	Ryhmä 3	Ryhmä 4	Ryhmä 5	Yht. – All
Mänty – Pine					
***	**		*	***	***
Kuusi – Spruce					
***		***	**		***

422. Eri apteeraustulosten erojen merkitsevyys

VMI:n ja tarkistusmittausten apteerausten välisten erojen merkitsevyyttä testattiin riippuvien otosten t-testillä. Testit tehtiin kullekin ryhmälle erikseen ja lisäksi koko aineistolle. Testattavana suurena oli tukkipuuosuus VMI:n ja tarkistusmittausten Järvi-Suomen laatuvaatimusten mukaan. Testien tulokset on esitetty taulukossa 6.

Testien mukaan VMI:n koepuumittausten antama tukkiosuus poikkesi koko aineistossa vielä riskitasolla 1 % vanhojen laatuvaatimusten mukaisten tarkistusmittausten antamasta tukkiosuudesta. Tarkasteltaessa eroja tarkistusryhmittäin männyllä on 1 %:n riskitasolla eroa kuitenkin vain ryhmien 1 ja 5 aineistossa. Ryhmän 1 kohdalla VMI:n tukkipuosuudet ovat suurempia, kun taas ryhmän 5 kohdalla pienempiä kuin tarkistusmittausten tukkipuosuudet. Kuusella tulos on saman suuntainen: VMI:n ja tarkistusmittausten Järvi-Suomen laatuvaatimusten mukaisessa apteerauksessa on riskitasolla 1 % eroa ryhmien 1 ja 3 aineistoissa.

Ryhmien 1 ja 5 kohdalla VMI- ja tarkistusmittausten tukkipuuosuuksien poikkeaminen selvästi muista ryhmistä paljastaa, ettei kaadetunkaan puun apteeraaminen ole yksikäsitteistä. Lisäksi voidaan olettaa, että tut-

kimuksessa tehdyssä apteerauksessa rungot tutkitaan tarkemmin kuin käytännössä, jolloin tukkipuosuutta alentavat viat tulevat suuremmalla todennäköisyydellä löydetyiksi.

Kuusen kuitupuuosuuksien eroja tarkasteltaessa on otettava huomioon, että VMI-mittauksissa apteeraus on pyritty tekemään samalla tavoin kuin käytännön hakkuissa. Tarkistusmittauksissa sovellettiin ohjetta, jonka mukaan kuusikuitu on raakkia, jos sen poikileikkauksessa on yli puolet läpimitasta lahoa. Käytännössä tästä vaatimuksesta ei ole pidetty kiinni ainakaan vielä vuonna -86, jolloin VMI-mittaukset on tehty. Kuitupuuosuuksien eroon vaikuttaa lisäksi se, että VMI-mittauksiin perustuvissa laskelmissa lahot kuuset sijoitetaan kuusikuiduksi, kun taas tarkistusmittauksissa lahot kuuset erotettiin terveestä kuusikuidusta.

Edellä esitetyt seikat sekä VMI- ja tarkistusmittausten erojen ryhmittäinen tarkastelu osoittavat tutkimuksen lopputulokseksi, että männyn kohdalla VMI:ssa tehtävä pystyapteeraus antaa mitattujen puiden puutavaralajijakauman riittävän luotettavasti. Kuusen kohdalla sen sijaan näyttää ilmeiseltä, että verokuutiometriä rakenteita laskettaessa tehty 10 %:n tukkipuosuuden alennus on tarpeen lahoisuuden vaikutusten eliminoimiseksi.

KIRJALLISUUS

- Isomäki, A. & Kallio, T. 1974. Consequences of injury caused by machines on the growth and decay of Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Seloste: Puunkorjuun aiheuttamien vaurioiden vaikutus kuusen lahoamiseen ja kasvuun. Acta Forestalia Fennica 136. 24 s.
- Kallio, T. & Tamminen, P. 1974. Decay of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in the Åland Islands. Seloste: Ahvenanmaan kuusien lahovikaisuus. Acta Forestalia Fennica 138. 42 s.
- Kujala, M. 1979. Mittaustarkkuus valtakunnan metsien inventoinnissa. Moniste. Metsäntutkimuslaitos, metsänarvioimisen tutkimusosasto.
- Kuusela, K. 1966. A basal area-mean tree method in forest inventory. Seloste: Pohjapinta-alakeskipuumenetelmä metsäinventoinnissa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 61 (2):7-14.
- Laasasenaho, J. 1982. Taper curve and volume functions for pine spruce and birch. Seloste: Männyn, kuusen ja koivun runkokäyrä- ja tilavuusyhtälöt. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 108. 74 s.
- Yksityisluonteisten metsien raakapuun hintatilasto. 1988. Metsäntutkimuslaitoks, matemaattinen osasto. Metsätalastiedote 95. 11 s.
- Nousiainen, M. 1986. Metsän koelainventoinnissa tarvittavien koepuumittausten luotettavuus. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto, metsänarvioimistieteen laitos. 60 s.
- Tamminen, P. 1985. Butt-rot in Norway spruce in southern Finland. Seloste: Kuusen tyvilahoisuus Etelä-Suomessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 127. 52 s.
- Sas User's Guide: Statistics. 1982. SAS Institute INC., Gary, NC, USA. s. 139-197.
- Valtakunnan metsien 8. inventointi. Kenttätöyön ohjeet. 1986. Metsäntutkimuslaitos, metsänarvioimisen osasto. Moniste. 97 s.
- Veroluokittaiset metsäveroluvut ja verokuutiometrin rakenne kunnittain ja kuntaryhmittäin valtakunnan metsien 7. inventoinnin tulosten perusteella. 1985. Metsäntutkimuslaitoks, metsänarvioimisen tutkimusosaston metsäinventoinnin tutkimussuunta. Moniste. 70 s.

Total of 11 references

SUMMARY

Reliability of estimation of timber assortment distribution in National Forest Inventory of Finland

The aim of this study was to examine the reliability of sample tree measurements in the National Forest Inventory (NFI). From the sample trees measured in the 8th NFI in forestry board district of Helsinki, all Norway spruces with diameter greater than 7 cm and sawlog Scots pines were felled and remeasured. Diameter at breast height (dbh) and at the height of 6 m (d6) and the height of the trees were measured. Lengths of timber assortments were determined using both old (applied upto year -87) and new (applied since spring -88) quality standards. Data consisted of 369 pines and 579 spruces.

Because sample trees had been measured in NFI during summer -86 and remeasured two years later in -88 measurements could not be compared directly. The 'true' heights and d6:s in -86 had to be derived for each tree from the dimensions measured in -88. The dbh:s measured in NFI can be expected to be as reliable as dbh:s measured in remeasurement.

Volumes of each stem and each timber assortment were calculated using taper curves (Laasasenaho 1982). Means of proportions of different assortments were calculated by weighting each tree with the number of stems it represented (see Kuusela 1966). Proportions were calculated using:

- 1) NFI sample tree measurements and old quality standards,
- 2) remeasurements and old quality standards and
- 3) remeasurements and new quality standards.

Percentages and absolute volumes of different timber assortments are presented in Tables 3a and 3b. Because there were differences between the five field groups that were measuring the data in -88 results were calculated for each group.

Statistical differences between each field group were tested. Results are in Table 5. Differences between results from NFI measurements and remeasurements were tested, also. Results are in Table 6.

For pine, saw-timber percentage was 4 %-units and for spruce 5 %-units higher according to the NFI measurements than according to the remeasurements. There were, however, significant differences between the five remeasuring field groups. Especially, results of group number 1 were different from the results of other groups.

Results show that saw-timber percentage is overestimated in NFI. The over-estimation was 4 %-units for pine and 5 %-units for spruces. Tables 3a and 3b show also that because of the new quality standards sawlog percentage is decreased by 4 %-units for pine and increased by 1 %-unit for spruce.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 82 912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* Kirkkosaaentie, 91500 Muhos, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun tutkimusasema
Punkaharju Research Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koeasema
Ojajoki Field Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 151 4000

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* PL 44
69101 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Field Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420



1989

- No 724 Kaunisto, Seppo: Jatkolannoituksen vaikutus puuston kasvuun vanhalla ojitusalueella.
Effect of refertilization on the development of pine stands in an old drainage area.
- No 725 Verkasalo, Erkki: Koeseulontamenetelmät metsähakkeen laadun arvioinnissa.
Test screening methods for evaluation of forest chip quality.
- No 726 Lehto, Tarja: Männyntaimien mykorritsat keskustaimitarhoilla.
Mycorrhizal status of Scots pine nursery stock in Finland.
- No 727 Kinnunen, Kaarlo: Taimilajin ja maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen.
Effect of seedling type and site preparation on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings.
- No 728 Saarsalmi, Anna & Mälkönen, Eino: Harmaalepikon biomassan tuotos ja ravinteiden käyttö.
Biomass production and nutrient consumption in *Alnus incana* stands.
- No 729 Oksanen-Peltola, Leena: Eteläsuomalaisen VT-männikön uudistamisvaihtoehtojen yksityistaloudellinen edullisuusvertailu.
Profitability comparisons of some regeneration alternatives of *Vaccinium* type pine stands in private forests of southern Finland.
- No 730 Metsätilastollinen vuosikirja 1988.
Yearbook of Forest Statistics, 1988.
- No 731 Hynynen, Jari & Kukkola, Mikko: Harvennustavan ja lannoituksen vaikutus männikön ja kuusikon kasvuun.
Effect of thinning method and nitrogen fertilization on the growth of Scots pine and Norway spruce stands.
- No 732 Pajuoja, Heikki: Suomen puunkäyttö ja poistuma 1986—1987.
Wood utilization and total drain in Finland 1986—1987.
- No 733 Saksa, Timo: Männyn taimikoiden tila auraus- ja äestysaloilla Etelä-Savossa.
State of Scots pine plantations in ploughed or harrowed reforestation areas in central Finland.
- No 734 Korhonen, Kari T: Puutavaralajijakauman arvioinnin luotettavuus valtakunnan metsien inventoinnissa.
Reliability of estimation of timber assortment distribution in National Forest Inventory of Finland.
- No 735 Salonen, Tommi & Oja, Seppo: Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1988.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1988.
- No 736 Poikajärvi, Helena, Sepponen, Pentti & Varmola, Martti (toim.): Tutkimus luonnonsuojelualueilla.
Research activities on the nature conservation areas.