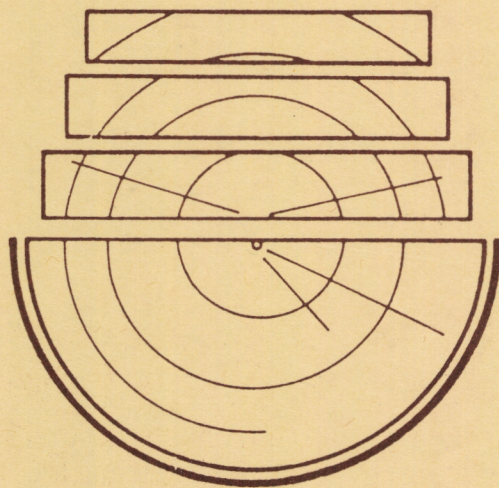


METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 342



METSÄTEKNOLOGIAN TUTKIMUSOSASTO  
PUUNTUTKIMUSSUUNTA

ERKKI VERKASALO JA JORMA LÄNSITALO  
PIKKUTUKKIEN KAPPALEITTAINEN  
MITTAUS POHJOIS-SUOMESSA



HELSINKI 1989



Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 342

Metsäteknologian tutkimusosasto  
Puuntutkimussuunta 1989

Erkki Verkasalo ja Jorma Länsitalo

PIKKUTUKKIEIN KAPPALEITTAINEN MITTAUS POHJOIS-SUOMESSA

SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	3
2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO .....	5
3. TUTKIMUSTULOKSET .....	16
31. Läpimittaluokkien luokkakeskiarvot .....	16
32. Tukkien muoto .....	17
33. Yksikkötilavuusluvut kuorellisille ja kuorettomille latvaläpimittaluokille ....	25
34. Yksikkötilavuuslukujen soveltuvuus .....	30
4. YHTEENVETO .....	37
KIRJALLISUUS .....	41

ISBN 951-40-1074-4

ISSN 0358-4283

ISBN 951-40-1074-4  
ISSN 0358-4283  
VAPK Kampin VALTIMO  
Helsinki 1989

## 1. JOHDANTO

Tukkien minimilatuläpimitta on puutavarakaupoissa ollut hakkuuvuodelle 1986/87 sovituista mitta- ja laatuvaatimuksista lähtien männyllä 15 cm ja kuusella 16 cm kuoren päältä mitattuna. Kauppoja tehdään myös pienemmin minimiläpimitoin, aina 9 cm:iin asti. Tällaisista kaupoista kertyvät pieniläpimitaiset tukit ovat muodostuneet kokonaan omaksi puutavaralajikseen, pikkutukeiksi. Dimensioiltaan pikkutukkeihin verrattavia ovat parruaihiot, joita tehdään aina 8 cm:n minimiläpimitaan asti. Koko Suomea tarkastellen pikkutukkien ja parrunaihioiden hankinnan taloudellinen merkitys on varsinkin normaalitukkeihin verrattuna vaatimaton, kuten Aarnen (1987) vuoden 1985 kotimaisen raakapuun hankintamääriä koskeva selvitys osoittaa:

	Mänty	Kuusi
	1000 m <sup>3</sup>	
Normaalitukit	9327	9417
Pikkutukit	146	138
Parruaihiot	179	252
Yhteensä	9652	9807

Paikallisesti pikkutukkien ja parrunaihioiden hankinnalla saattaa kuitenkin olla suurikin merkitys. Tähän viittaa mm. Rikkosen (1988) Etelä-Suomessa toteama pikkutukkihankinnan alueellinen epätasaisuus.

Pikkutukit mitataan valtaosin kappaleittain kuorellisen latvaläpimitan perusteella, kuten normaalitukitkin. Ainakin määrämittaisia parrunaihiota mitataan lisäksi pinomenetelmällä. Ensimmäisenä Suomessa pikkutukkien mittausta tutki Kärkkäinen (1978). Tutkimus koski pelkästään kuusta ja sen aineisto oli peräisin Keski-Suomesta. Tutkimuksessa käsitel-

tiin mm. latvamuoto-, keskusmuoto- ja tilavuuslukuja sekä esitettiin lisäksi tarkkoihin tuloksiin johtanut keskusläpimittaotantaan ja kappalelukuun perustuva mittausten menetelmä. Samalla selvitettiin pikkutukkipinojen pinotiiviyyksiä, joiden todettiin pienissä pinoissa vaihtelevan huomattavasti.

Omien tilavuuslukujen puuttuessa määritettiin pikkutukkien tilavuus kappaleittaisessa mittauksessa aikaisemmin normaalitukkien pienten läpimittaluokkien tilavuusluvuilla, sekä ennen kuorelliseen mittaukseen siirtymistä hakkuuvuoden 1985/86 alussa että sen jälkeen. Koska normaalitukkien tilavuuslukujen soveltuvuutta pikkutukeille epäiltiin vahvasti, laati Rikkinen (1988) niille omat lukunsa runsaan 6000 Etelä-Suomesta kerätyn tukin aineiston perusteella. Ilmeni, että laadituilla tilavuusluvuilla saadaan 10 % pienempiä pikkutukkitilavuuksia kuin normaalitukkien pienten läpimittaluokkien tilavuusluvuilla. Tämä johtuu ennen kaikkea pikkutukkien selvästi vastaavan kokoisista normaalitukkirungoista tehtäviä tukkeja vähäisemmästä kapenemisesta mutta myös erilaisista läpimittajakaumista. Tutkimuksen mukaan pikkutukkien kappaleittainen mittausta on huomattavasti normaalitukkien mittausta epätarkempaa. Ennakkotulosten (Rikkinen 1986) perusteella Mittausneuvosto päätti jo 19.5.1987 suositella pikkutukkien tilavuuslukujen ottamista sopimusluonteiseen käyttöön Etelä-Suomessa.

Pohjois-Suomessa jäivät normaalitukkien pienten läpimittaluokkien tilavuusluvut edelleen käyttöön pikkutukkien mittauksessa. Tämän tutkimuksen tavoitteena on korjata tämä puute: laaditaan Pohjois-Suomen mänty- ja kuusipikkutukeille yksikkötilavuusluvut tutkien ennen kaikkea pikkutukkien muotoa latva- ja keskusmuotolukujen sekä kapenemisen avulla ja tarkastellen lukujen käytössä syntyvien eräkohtaisten virheiden korjausmahdollisuuksia. Laadittavia tilavuuslukuja tulee voida käyttää myös parruaihioiden kappaleittaisessa mittauksessa. Ensisijaisesti keskitytään kuoren päältä tapahtuvaan

latvaläpimitan mittaukseen perustuvaan kuutiointiin. Tilavuuslukutaulukot laaditaan kuitenkin myös kuorettomille latvaläpimittaluokille. Lopullisten tilavuuslukutaulukoiden laadinnassa pyritään, mikäli mahdollista, noudattelemaan samoja aluejakoperiaatteita kuin normaalitukeilla (Rikkonen 1987).

Tutkimuksen kirjoittajista Verkasalo suunnitteli ja johti aineiston keruun ja laati käsikirjoituksen. Länsitalo hoiti suunnittelija Hannu Aaltion avustamana tulosten laskennan. Johtopäätöksiä koskeva osa laadittiin yhdessä. Koko tutkimuksen tekoa ohjasi metsänhoitaja Pentti Rikkonen.

Tutkimusaineiston keräsivät metsätalousinsinööri Tauno Oittinen sekä metsätalousteknikot Erkki Salo ja Juha Metros työryhmineen lukuisien pohjoissuomalaisten puunhankkijoiden hakuuomailta ja tehdasvarastoista. Alueellista otantaa varten saatiin aineistoa käyttöön metsänhoitaja Martti Aarnelta Metsäntutkimuslaitoksen matemaattiselta osastolta. Tekstinkäsittelystä huolehti Maija Tuuri ja teknisestä muokkauksesta Pirkko Kinanen ja Susanna Järvinen. Käsikirjoituksen lukivat professori Olli Uusvaara ja metsänhoitaja Pentti Rikkonen.

Esitämme parhaat kiitoksemme kaikille tutkimukseen osallistuneille organisaatioille ja henkilöille.

## 2. TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO

Tutkimusaineisto, joka käsitti kaikkiaan 2295 mänty- ja 1796 kuusipikkutukkia, kerättiin Oulun ja Lapin läänien sekä Vaasan läänin pohjoisosassa sijaitsevien Kannuksen ja Lohtajan kuntien alueelta tammi-maaliskuussa 1988. Aineiston keruun suunnittelussa käytettiin hyväksi Aarnen (1987) ennakkotuloksia pikkutukkien hankintamääristä Pohjois-Suomessa v. 1985. Niiden perusteella laskettiin koe-erien optimaalinen jakauma

metsälautakunnittain lähtien ajatuksesta laatia koko Pohjois-Suomelle vain yhdet männyn ja yhdet kuusen tilavuusluvut. Tavoitteeksi asetettiin kerätä 40 kpl noin 40 mänty- ja 40 kuusipikkutukin erää eri leimikoilta. Mittaustyön järjestysohjelmien vuoksi jouduttiin kuitenkin mittaamaan kooltaan vaihtelevia eriä kaikkiaan 54 mänty- ja 47 kuusileimikolta (taulukko 1). Erän keskikoko oli männyllä 42,5 ja kuusella 38,2 tukkia. Pienimmät ja suurimmat erät olivat männyllä 20 ja 66 ja kuusella 17 ja 67 tukkia. Erien maantieteellinen sijainti ilmenee tarkemmin kuvasta 1.

Taulukko 1. Pikkutukkien hakkuut Pohjois-Suomessa metsälautakunnittain v. 1985 sekä näiden perusteella suunniteltu ja toteutunut koe-erien lukumäärä.

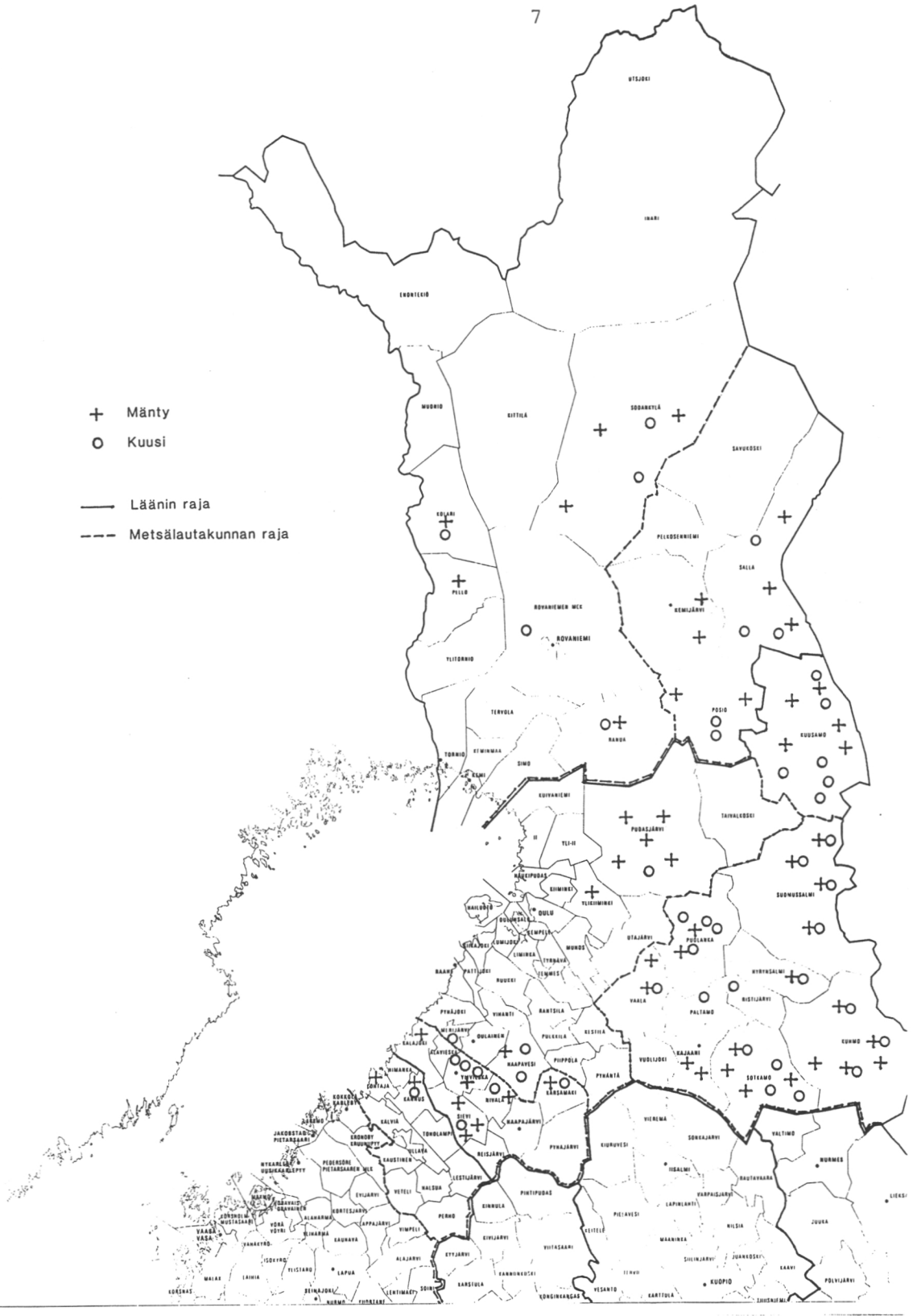
Metsälautakunta	Hakattu pikkutukkia v. 1985, 1000 m <sup>3</sup>		Koe-eriä			
	Mänty	Kuusi	Suunniteltu		Toteutunut	
Mänty			Kuusi	Mänty	Kuusi	
Kainuu	42	8	19	18	20	19
Pohjois-Pohjanmaa	10	3	5	7	16*	11**
Koillis-Suomi	20	6	9	13	12	12
Lappi	15	1	7	2	6	5
Yhteensä	87	18	40	40	54	47

\* Koe-eristä 9 on peräisin Keski-Pohjanmaan metsälautakunnan alueelta.

\*\* Koe-eristä 7 on peräisin Keski-Pohjanmaan metsälautakunnan alueelta.



- + Mänty
- Kuusi
- Läänin raja
- - - Metsälautakunnan raja



Kuva 1. Koe-erien sijainti.

Koe-erien valinnassa ei pikkutukkileimikoiden epäsäännöllisen esiintymisen vuoksi voitu käyttää otantaa. Sen sijaan pikkutukkeja mitattiin sattumanvaraisesti käynnissä olleilta hakkuutyömailta sekä paikallisten sahojen ja parruveistämöiden varastoista, jolloin ositetun satunnaisotannan periaatteiden voidaan katsoa toteutuneen.

Kustakin koe-erästä selvitettiin leimikon kasvupaikkatyyppi, hakkuutapa, koko, puutavaralajijakauma ja pikkutukkipuuston ikä. Lisäksi merkittiin muistiin leimikon myyjä, ostaja, kauppatapa, käytetty mittausmenetelmä ja hakkuuohjeet (pikkutukkien minimiläpimitta ja apteeraus). Itse pikkutukkien mittausmenetelmä oli samanlainen kuin Rikkosen (1988) Etelä-Suomen pikkutukkitutkimuksessa. Pikkutukit laatuluokiteltiin likimääräisesti Heiskasen-Siimeksen (1960) sahatukkien laatuluokitusohjeiden ja aineiston keruun aikana voimassa olleen puutavaran hintasuositussopimuksen (1987) sahatukkien minimilaatuvaatimusten mukaisesti.

Puunhankkijoittain koe-erät jakautuivat seuraavasti:

Puunhankkija	Mänty	Kuusi	Yhteensä
	Koe-eriä, kpl		
Osk. Metsäliitto	14	9	23
Pölkky Oy	7	8	15
Sotka Oy	2	13	15
Vapo Oy	6	2	8
Iisalmen Sahat Oy	6	2	8
Oy Wilh. Schauman Ab	3	3	6
Kajaani Oy	5	0	5
Muut	11	10	21
Yhteensä	54	47	101

Parruaihioeriä, jotka kaikki mitattiin Kainuusta ja Keski-Pohjanmaalta, oli mäntyeristä 13 kpl ja kuusieristä 15 kpl. Erityisesti Sotka Oy:llä ja Metsäliitolla oli tutkimusalueella huomattavaa parruaihiohankintaa.

Pikkutukkien ohjeminimiläpimitat ja apteerausohjeet vaihtelivat koe-erien välillä huomattavasti. Yleisin minimiläpimita oli molemmilla puulajeilla 12 cm (taulukko 2), kuten Rikkosen (1988) Etelä-Suomen pikkutukkitutkimuksessa. Alle 11 cm:n pikkutukkeja tehtiin vain Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla ja erityisesti parruaihioleimikoilla. Minimiläpimitaohjeita oli leimikoilla noudatettu varsin hyvin. Alamittaisten pikkutukkien osuus oli männyllä 7 % ja kuusella 3 %, kun osuudet Rikkosen (1988) Etelä-Suomen aineistossa olivat niinkin korkeat kuin 17 ja 11 %. Alamittaisten osuus vaihteli eräkohtaisesti paljon. Enimmillään leimikon mäntypikkutukeista oli alamittaisia 45 % ja kuusipikkutukeista 32 %. Kuitenkaan ei 41 %:lla mäntyleimikoista ja 57 %:lla kuusileimikoista alamittaisia pikkutukkeja tavattu ollenkaan.

Taulukko 2. Koe-erien ohjeminimiläpimittajakauma tutkimusalueen eteläosassa (Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan metsälautakunnat) ja pohjoisosassa (Lapin ja Koillis-Suomen metsälautakunnat).

Minimiläpimita- kuorineen, cm	Mänty			Kuusi		
	E-osa	P-osa	Yhteensä	E-osa	P-osa	Yhteensä
	Koe-eriä, kpl					
8	3	-	3	2	-	2
9	5	1	6	10	-	10
10	3	1	4	7	-	7
11	8	4	12	1	-	1
12	17	12	29	7	17	24
13	-	-	-	2	-	2
14	-	-	-	1	-	1
Yhteensä	36	18	54	30	17	47

Normaalitukkienkin läpimittavaatimukset (mänyllä 15 cm ja kuusella 16 cm kuorineen) täyttäviä tukkeja oli aineiston keruun kohteina olleilla leimikoilla tehty varsin paljon pikkutukeiksi. Mäntyaineistossa näitä oli 10,5 % ja kuusiaineistossa 4,5 %, kun vastaavat osuudet Rikkosen (1988) Etelä-Suomen pikkutukkiaineistossa olivat vain 0,7 % ja 0,5 %. Kun kaikilla leimikoilla tehtiin myös normaalitukkeja, viittaa tulos pyrkimykseen hyödyntää runkojen pikkutukki- tai parruaihio-osa mahdollisimman tarkasti ja/tai maksimoida normaalitukkien laatu (oksaisuus, kapeneminen). Parruaihioillahan oksaisuuslaatuvaatimukset ovat tunnetusti huomattavasti normaali- ja pikkutukkeja lievemmat. Tulosten soveltamiseen ei "ylimittaisten" pikkutukkien suureholla osuudella liene vaikutusta.

Sahojen ja parruveistämöiden vaihtelevan tukkipituustarpeen vuoksi vaihtelivat koe-erien katkaisuohteet laajoissa rajoissa (taulukko 3), mikä jossain määrin vaikeuttaa tulosten tarkastelua ja varsinkin alueittaisia vertailuja. Varsinaisista pikkutukkieristä oli 29 % katkottu kahteen tai kolmeen ja 24 % yhteen määräpituuteen. Esim. Junnikkalan Saha Oy Kalajoelta hankki vain 37 ja 43 dm:n pikkutukkeja. Pölkky Oy Kuusamosta puolestaan hankki valtaosan mäntypikkutukeistaan noin 30 dm:n pituisina. Normaaleille kolmen desimetrin moduulipituuksille oli pikkutukkieristä katkottu 26 % ilman erityisohjeita ja 21 % erityisillä minimi- (31-40 dm) ja/tai maksimipituuksilla (40-55 dm). Rikkosen (1988) Etelä-Suomen pikkutukkiaineistoon verrattuna määräpituisia tukkieriä oli selvästi enemmän. Parruaihioerät oli katkottu joko yhdelle tai kahdelle määräpituudelle (30,5 dm, 40,5 dm, 50,5 dm, 52 dm, 60,5 dm), kuten Rikkosenkin (1988) aineistossa.

Taulukko 3. Pikkutukeiksi ja parruaihioksi tehtyjen mänty- ja kuusierien katkaisuohteet.

Katkaisu- ohje	Mänty		Kuusi	
	Pikkutukit	Parruaihiot	Pikkutukit	Parruaihiot
	Koe-eriä, kpl			
3 dm:n moduuli- pituudet Ilman erityis- ohjeita	11	-	8	-
Erityinen min- ja/tai max- pituus annettu	9	-	6	-
2 tai 3 määrä- pituutta samal- la min-läpimi- talla	9	-	12	-
2 määräpituutta eri min-läpimi- toilla	-	6	-	5
Yksi määräpituus	12	7	6	10
Yhteensä	41	13	32	15

Taulukossa 4 on vertailtu koe-erien jakaumia eräiden leimikotunnusten suhteen Rikkosen (1987) normaalitukkien mittaus-  
tutkimuksen Pohjois-Suomen aineistoon. Pikkutukkien ja par-  
ruaihioiden hankinta näyttäisi keskittyneen normaalitukkeja  
selvemmin yksityis- ja yhteisöjen metsiin, joskaan päätelmää  
ei koe-erien otantamenetelmän vuoksi voida pitää yleispä-  
teväenä. Erikoispuutavaralajiluonne ja hyvää harjaantumista  
vaativa apteraus selittänevät pystyhankinnan ja jälkimit-  
tauksen valta-aseman. Tyypillisiä pikkutukkien hankintaan  
soveltuvia metsiköitä ovat varttuneet kasvatusmetsiköt sekä  
päätehakkuumetsiköt, joissa harvennusten laiminlyönnin  
vuoksi on runsaasti järeitä, solakkoja kuitupuurunkoja.  
Näin ollen on ymmärrettävää, että harvennushakkuuleimikoita  
on tukkitutkimuksen aineistoon verrattuna paljon ja ylispuu-  
hakkuuleimikoita vastaavasti tuskin lainkaan.

Taulukko 4. Koe-erien jakaumat eräiden leimikkotunnusten suhteen Rikkosen (1987) normaalitukkitutkimuksen Pohjois-Suomen aineistoon verrattuna.

Leimikko- tunnus	Mänty		Kuusi	
	Pikku- tukki- tutkimus	Normaali- tukki- tutkimus	Pikku- tukki- tutkimus	Normaali- tukki- tutkimus
	%			
Myyjä				
- yksityinen	80	50	70	58
- valtio	9	42	19	29
- yhteisö	4	1	11	0
- metsäyhtiö	7	7	0	13
Kauppatapa				
- pystykauppa	78	9	72	40
- valtion toimitus- kauppa	7	42	19	29
- toimitus yhtiön omista metsistä	6	7	0	13
- hankintakauppa	9	42	9	18
Mittaustapa				
- jälkimittaus	91	80	79	65
- pystymittaus	9	20	21	35
Hakkuutapa				
- avohakkuu	37		68	
		62*		99*
- siemenpuuhakkuu	31		13	
- harvennushakkuu	30	11	19	1
- ylispuuhakkuu	2	27	0	0
Kasvupaikka				
- tuore kangas	9	21	49	72
- kuivahko kangas	83		43	
		72**		20**
- kuiva kangas	6		2	
- turvemaa	2	7	6	8

\* avohakkuu + siemenpuuhakkuu

\*\* kuivahko kangas + kuiva kangas

Mäntyleimikot olivat kooltaan keskimäärin 1725 m<sup>3</sup> (50-15 000 m<sup>3</sup>) ja kuusileimikot 3050 m<sup>3</sup> (100-17 000 m<sup>3</sup>). Metsähallituksen suuret leimikot Kainuussa kohottivat koko leimikkoaineiston keskikokoa huomattavasti. Mäntyleimikoilla pikkutukkien kertymän suhde normaalitukkien kertymään oli keskimäärin 29 % (5-100 %) ja kuusileimikoilla 54 % (5-500 %). Suurimmillaan suhde oli Kainuun kuusiparruaihioleimikoilla. Mäntypikkutukkirunkojen ikä oli leimikoiden keskiarvona laskettuna 110 v (50-180 v) ja kuusipikkutukkirunkojen ikä 115 v (60-260 v). Kuusirungot olivat tutkimusalueen pohjoisosassa tällä tavalla laskettuna keskimäärin 45 vuotta vanhempia kuin eteläosassa. Mäntyrungoilla ei eroa juuri ollut.

Aineiston keskimääräiset aritmeettiset kuorelliset latvaläpimitat ja keskipituudet olivat:

	Kuorellinen latvaläpimitta, cm	Keskipituus, dm
<hr/>		
Mänty		
Tyvitukit	13,3	38,1
Muut tukit	13,1	36,5
Yhteensä	13,2	37,1
Kuusi		
Tyvitukit	13,8	41,8
Muut tukit	13,2	40,1
Yhteensä	13,5	41,1

Rikkosen (1988) Etelä-Suomen aineistoon verrattuna männyt olivat keskimäärin järeämpiä, mikä olikin looginen seuraus normaalitukkien läpimittavaatimukset täyttäneiden tukkien suurehkosta osuudesta. Merkille pantavaa on varsinkin mäntymutta myös kuusipikkutukkien lyhyys Pohjois-Suomessa. Rikkosen (1988) aineistoon verrattuna keskimääräinen ero oli männyllä 6,0 ja kuusella 2,3 dm. Erolla on merkitystä mm. latvaläpimittaluokittaisten muoto- ja tilavuuslukujen vertailussa sekä eräkohtaisen keskipituuskorjauksen soveltamisessa.

Aineiston latvaläpimittaluokkajakaumat sekä luokittaiset keskipituudet ja tyvitukkiosuudet ilmenevät tarkemmin taulukosta 5. Pikkutukkimittaisten runkojen tyvitukkeja oli männyistä 42 % ja kuusista 58 %. Kuusien tyviosuus oli selvästi suurempi kuin Rikkosen (1988) Etelä-Suomen pikkutukkiaineistossa. Pohjois-Suomen normaalitukkien vastaaviin läpimittaluokkiin verrattuna (Rikkonen 1987) tyviosuus oli molemmilla puulajeilla luonnollisesti moninkertainen. Tyviosuuden vaihtelu oli koe-erien välillä ymmärrettävistä syistä suuri. Kahdessa mänty- ja yhdessä kuusierässä ei tyvitukkeja ollut lainkaan. Suurimmillaan tyviosuus oli männyllä 84 % ja kuusella 95 %.

Taulukossa 6 on esitetty aineiston puu- ja tukkilajeittaiset laatuluokkajakaumat Rikkosen (1987) Pohjois-Suomen normaalitukkiaineistoon verrattuna. Oleellisin ero on normaalitukkien pikkutyvitukkeja selvästi suurempi ykkös-laadun osuus. Lisäksi muilla kuin tyvitukeilla ovat kakkos- ja kolmoslaadun osuudet suunnilleen käänteiset. Tämän tutkimuksen aineiston keruun aikana olivat voimassa ankarammat sahatukin laatuvaatimukset kuin Rikkosen (1987) aineiston keruun aikana. Tämän vuoksi vertailu antanee varsinkin männyllä hieman liian hyvän kuvan pikkutukkien laadusta suhteessa normaalitukkeihin. Varsinaisia pikkutukkeja lievemmin laatuvaatimuksin tehtyjen parruaihioerien suurehko osuus aineistossa vaikuttaa päinvastaiseen suuntaan. Männyllä tämä näkyy myös muiden kuin tyvitukkien varsin korkeana raakitukkiosuutena. Jos vertailukohdaksi olisi käytetty Rikkosen (1987) aineiston pieniläpimittaisia tukkeja (latvaläpimittaluokat 13-17 cm kuoren päältä) olisivat tyvitukkien laatujaakaumaerot supistuneet lähes olemattomiin.



Taulukko 5. Aineiston mänty- ja kuusipikkutukkien lukumäärä, tyvitukkiosuus ja keskipituus kuorellisiin latvaläpimittaluokkin.

Kuorellinen latvaläpi- mittaluokka, cm	Pikkutukkeja, kpl		Tyvitukkiosuus, %		Keskipituus, dm	
	Mänty	Kuusi	Mänty	Kuusi	Mänty	Kuusi
9,0 - 9,9	42	39	43	37	39,4	36,4
10,0 - 10,9	109	89	43	49	38,9	41,1
11,0 - 11,9	297	154	36	50	39,1	41,3
12,0 - 12,9	578	359	36	53	37,4	40,8
13,0 - 13,9	595	406	43	52	37,3	40,8
14,0 - 14,9	433	370	47	62	36,3	41,8
15,0 - 15,9	168	299	56	72	34,2	41,9
16,0 - 16,9	46	59	50	66	33,6	40,0
17,0 - 17,9	18	20	22	90	34,2	38,7
18,0 - 18,9	9	1	11	100	37,2	37,5
Yhteensä	2295	1796	42	58	37,1	41,1

Taulukko 6. Aineiston mänty- ja kuusipikkutukkien laatuluokkajakauma tukkilajeittain ja vertailu Rikkosen (1987) Pohjois-Suomen normaalitukkiaineistoon.

Puu- ja tukkilaji	Laatuluokka							
	I		II		III		Raakki	
	Pikku	Norm.	Pikku	Norm.	Pikku	Norm.	Pikku	Norm.
Osuus kappalemäärästä, %								
Mänty								
Tyvitukit	24	35	67	53	6	11	3	1
Muut tukit	3	2	49	24	37	66	11	8
Yhteensä	12	21	56	40	24	34	8	5
Kuusi								
Tyvitukit	8	21	80	59	8	17	4	3
Muut tukit	1	1	70	41	28	51	1	7
Yhteensä	5	14	76	53	17	28	2	5

Pikku = pikkutukit  
Norm. = normaalitukit

## 3. TUTKIMUSTULOKSET

## 31. Lämpimittaluokkien luokkakeskiarvot

Kuorellisten latvalämpimittojen luokkakeskiarvot olivat 1 ja 2 cm:n luokituksia käytettäessä seuraavat:

Latvalämpimitta- luokka, cm	Mänty Luokkakeskiarvo, mm	Kuusi
--------------------------------	---------------------------------	-------

## 1 cm:n luokitus:

9,0 - 9,9	96,17	95,28
10,0 - 10,9	105,59	104,40
11,0 - 11,9	115,23	114,89
12,0 - 12,9	124,54	124,52
13,0 - 13,9	134,41	134,62
14,0 - 14,9	144,14	144,27
15,0 - 15,9	153,79	154,41
16,0 - 16,9	163,93	163,17
17,0 - 17,9	173,56	173,95
18,0 - 18,9	184,33	183,00

## 2 cm:n luokitus:

8,0 - 9,9	96,17	95,28
10,0 - 11,9	112,64	111,05
12,0 - 13,9	129,55	129,88
14,0 - 15,9	146,84	148,80
16,0 - 17,9	166,64	165,90
18,0 - 19,9	184,33	183,00

Aineistoa kerättäessä läpimitat mitattiin 1 mm:n alenevaa luokitusta käyttäen, mikä näkyy luokkien noin 0,5 mm luokkakeskusta pienempinä läpimittakeskiarvoina. Todellisia läpi-

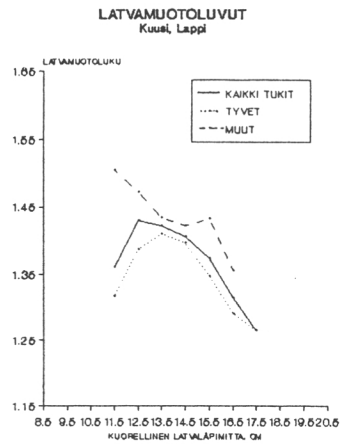
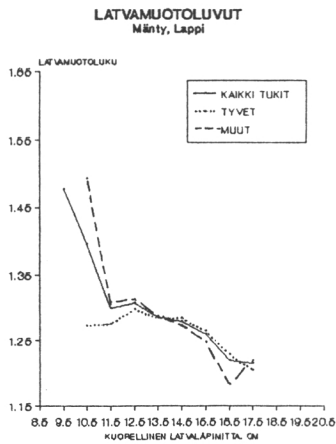
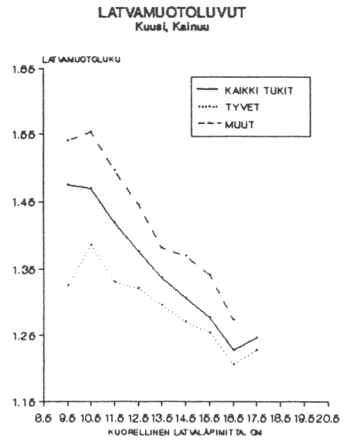
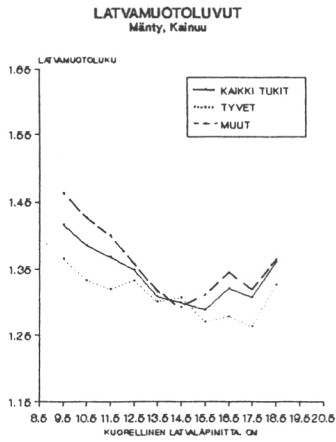
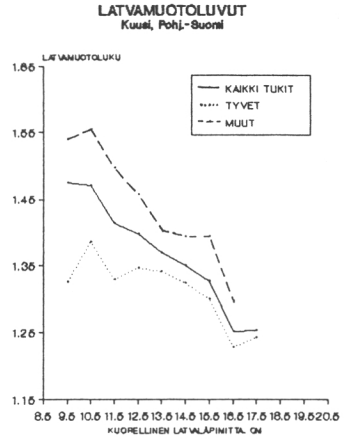
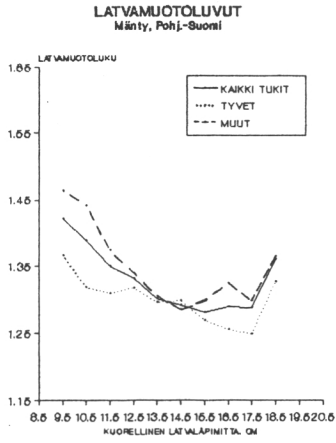
mittoja vastaava jakauma saadaan näin ollen lisäämällä laskettuihin luokkakeskiarvoihin 0,5 mm. Jakauman laidoilla luokkakeskiarvot poikkesivat luokkakeskuksista siten, että pienissä läpimittaluokissa keskiarvot olivat luokkakeskusta suurempia ja suurissa läpimittaluokissa pienempiä. 2 cm:n luokituksella erot olivat suurempia kuin 1 cm:n luokituksella. Tämä merkitsee huomattavaa luotettavuusriskiä laskettaessa pikkutukkien tilavuuslukuja 2 cm:n luokituksella ja vielä suurempaa riskiä laskettaessa pikkutukkierän tilavuutta. Tästä syystä tilavuusluvut laskettiin Etelä-Suomen tapaan (Rikkonen 1988) 1 cm:n luokituksella käyttäen luokkarajoina tasasenttimetrejä. Luokille annettiin luokkakeskusten mukaiset nimitykset 9,5 cm, 10,5 cm jne.

### 32. Tukkien muoto

Tilavuusluvut voidaan laskea läpimittaluokille kertomalla latvamuotoluvut latvatilavuudella. Latvamuotolukuja tarkastelemalla saadaan täten käsitys siitä, miten hyvin tilavuusluvut noudattelevat tukin latvavaleikkauspinta-alan ja pituuden tuloa.

Latvamuotoluku riippuu tukin muodosta, pituudesta ja järeydestä. Jos tukkien muoto käsitetään tasaiseksi kapenemiseksi keskeltä latvaan ja se oletetaan vakioksi, vaikuttaa tukkien piteneminen latvamuotolukua suurentavasti. Latvaläpimitan kasvu sensijaan pienentää latvamuotolukua.

Latvamuotoluvut laskettiin erikseen tyvitukeille ja muille tukeille sekä yhteisesti kaikille aineiston tukeille. Omiksi tarkastelualueikseen erotettiin Kainuu, jolla tarkoitettiin Kainuun, Keski-Pohjanmaan ja Pohjois-Pohjanmaan metsälautakuntien aluetta, sekä Lappi, jolla tarkoitettiin Koillis-Suomen ja Lapin metsälautakuntien aluetta. Tulokset ilmevät kuvasta 2.



Kuva 2. Mänty- ja kuusipikkutukkien latvamuotoluvut tukkilajeittain ja läpimittaluokittain eri osaluodeilla

Suurimmat alueelliset erot latvamuotoluvuissa olivat kuusella, jolla läpimittajakauman keskiosalla luvut olivat Lapissa selvästi suuremmat kuin Kainuussa. Jakauman reunaosilla sekä männyn että kuusen luvut olivat Lapissa eri tasolla kuin muualla Pohjois-Suomessa. Aineisto oli näiltä osin kuitenkin niin vähäinen, ettei erolla ole suurta vaikutusta koko Pohjois-Suomen keskimääräisiin lukuihin.

Kaikilla alueilla latvamuotoluvut pääosin pienenevät pikkutukin läpimitan kasvaessa, mikä ilmiö on todettu myös normaali-tukeilla (Rikkonen 1987). Tosin männyllä muotoluvut kasvoivat suurimmissa läpimittaluokissa, mikä johtui joko järeimpien pikkutukkien muita suuremmasta pituudesta tai voimakkaammasta kapenemisesta. Tyvitukkien latvamuotoluvut olivat keskimäärin pienempiä kuin muiden tukkien. Männyllä tukkilajien erot olivat kuitenkin pienempiä kuin kuusella eron ollessa pienimmillään läpimittaluokissa 13,5-15,5 cm. Merkittäessä tyvien latvamuotolukua arvolla 100 olivat tukkilajeittaisten latvamuotolukujen suhteelliset arvot läpimittaluokittain taulukon 7 mukaiset.

Taulukko 7. Mänty- ja kuusipikkutukkien suhteelliset latvamuotoluvut tukkilajeittain ja latvaläpimittaluokittain. Vertailutasona tyvitukit.

Latva- läpimitta- luokka, cm	Mänty				Asema	Kuusi			
	1	2	3	2+3		1	2	3	2+3
9,5	100	105	116	107		100	113	139	116
10,5	100	108	121	109		100	110	116	112
11,5	100	102	113	105		100	111	120	113
12,5	100	99	107	102		100	106	114	108
13,5	100	99	106	101		100	103	112	105
14,5	100	92	104	99		100	105	110	105
15,5	100	97	107	102		100	107	105	107
16,5	100	100	109	105		100	106	103	106
17,5	100	96	108	104					
18,5	100	101	103	103					

Asema: 1 = Tyvitukki  
 2 = Väli- tai latvatukki  
 3 = Latvatukki

Keskimääräiset tilavuudella painotetut latvamuotoluvut olivat seuraavat Etelä-Suomen pikkutukkiaineistoon (Rikkonen 1988) ja Pohjois-Suomen normaalitukkiaineistoon (Rikkonen 1987) verrattuna:

## MÄNTY

Tukkilaji	Pikkutukit		Normaalitukit
	Pohjois-Suomi	Etelä-Suomi	Pohjois-Suomi
	Latvamuotoluku		
Tyvitukit	1,301	1,366	1,288
Muut tukit	1,331	1,336	1,268
Yhteensä	1,318	1,349	1,281

## KUUSI

Tukkilaji	Pikkutukit			Normaalitukit	
	Kainuu	Lappi	Etelä-Suomi	Kainuu	Lappi
	Latvamuotoluku				
Tyvitukit	1,289	1,377	1,264	1,260	1,322
Muut tukit	1,417	1,441	1,361	1,317	1,394
Yhteensä	1,338	1,403	1,316	1,277	1,344

Pohjois-Suomen mäntypikkutukkien Etelä-Suomen mäntypikkutukkeja keskimäärin pienemmät latvamuotoluvut selittyvät pääasiassa suuremmalla keskiläpimitalla ja pienemmällä keskipituudella. Pikkutukkien suora vertailu normaalitukkeihin ei ole oikeutettua, koska järeyserot vaikuttavat suoraan latvamuotolukueroihin. Niinpä vaikka pikkutukkien latvamuotoluvut näyttävät keskimääräisessä tarkastelussa normaalitukkien latvamuotolukuja suuremmilta, ovat ne itse asiassa läpimitta- luokittain tarkasteluna pienempiä - ja vieläpä selvästi:

## MÄNTY

Latvaläpi- mittaluokka, cm	Pikkutukit		Normaalitukit	
	Tyvet	Muut	Tyvet	Muut
	Latvamuotoluku			
13	1,305	1,323	1,387	1,437
15	1,288	1,288	1,355	1,361
17	1,254	1,314	1,341	1,343

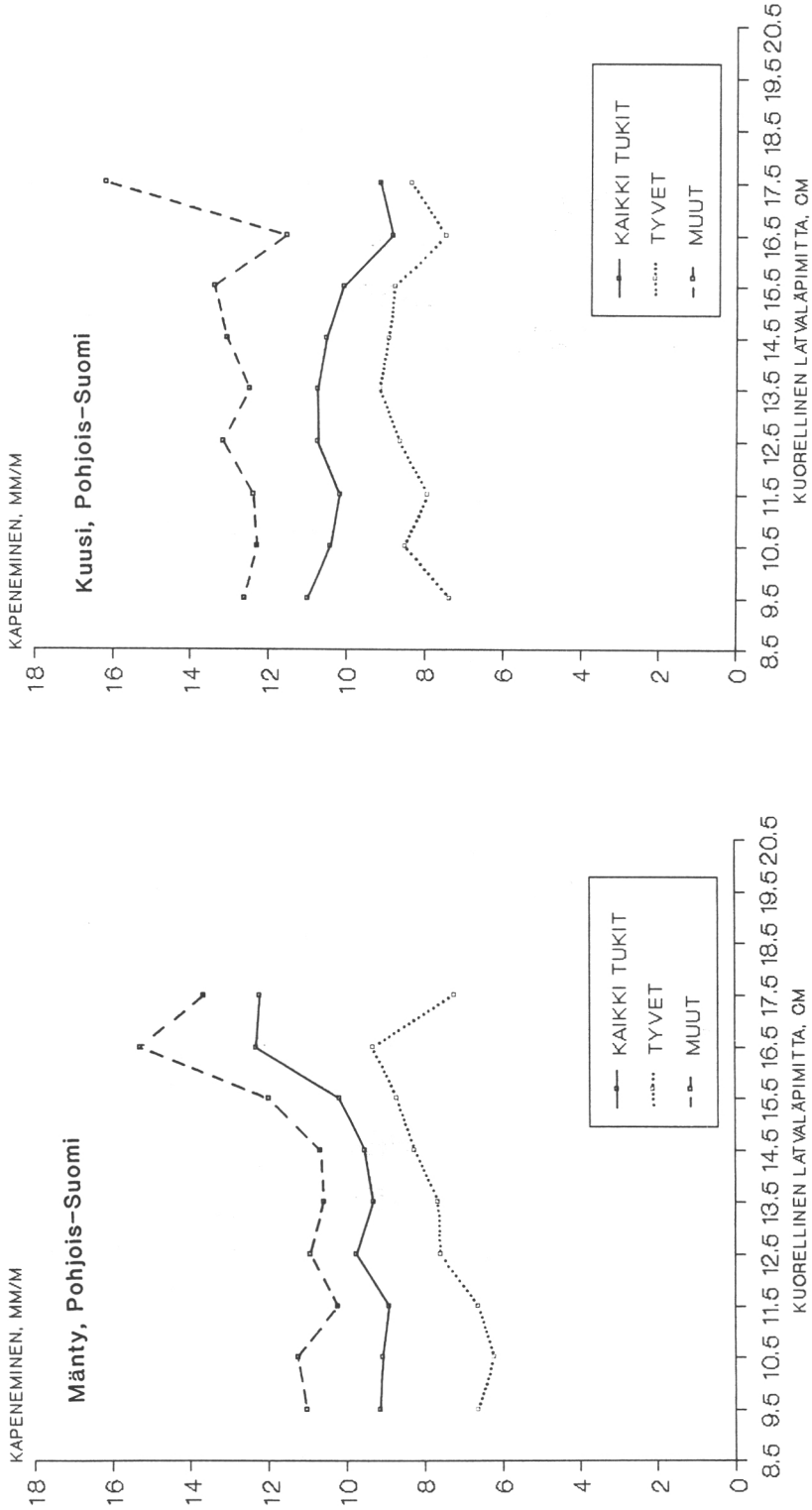
## KUUSI, Kainuu

Latvaläpi- mittaluokka, cm	Pikkutukit		Normaalitukit	
	Tyvet	Muut	Tyvet	Muut
	Latvamuotoluku			
13	1,307	1,411	1,438	1,544
15	1,263	1,360	1,463	1,526
17	1,212	1,282	1,320	1,356

## KUUSI, Lappi

Latvaläpi- mittaluokka, cm	Pikkutukit		Normaalitukit	
	Tyvet	Muut	Tyvet	Muut
	Latvamuotoluku			
13	1,398	1,452	-	-
15	1,371	1,426	1,458	1,634
17	1,279	1,355	1,401	1,443

Tukin kapeneminen, jolla tukkien mittauksessa lähes poikkeuksetta tarkoitetaan kuorellista latvakapenemista eli tukin kuorellisen keskus- ja latvakapenemisen erotusta suhteutettuna tukin pituuden puolikkaaseen, kuvaa niin ikään tukkien muotoa. Kapenemisen tukkilajeittaisia eroja on tarkasteltu kuvassa 3.



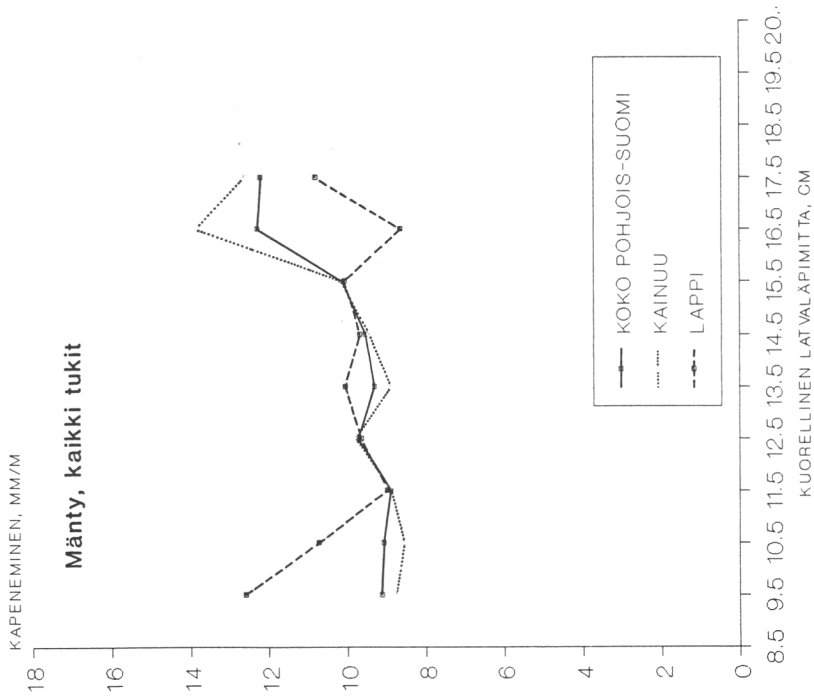
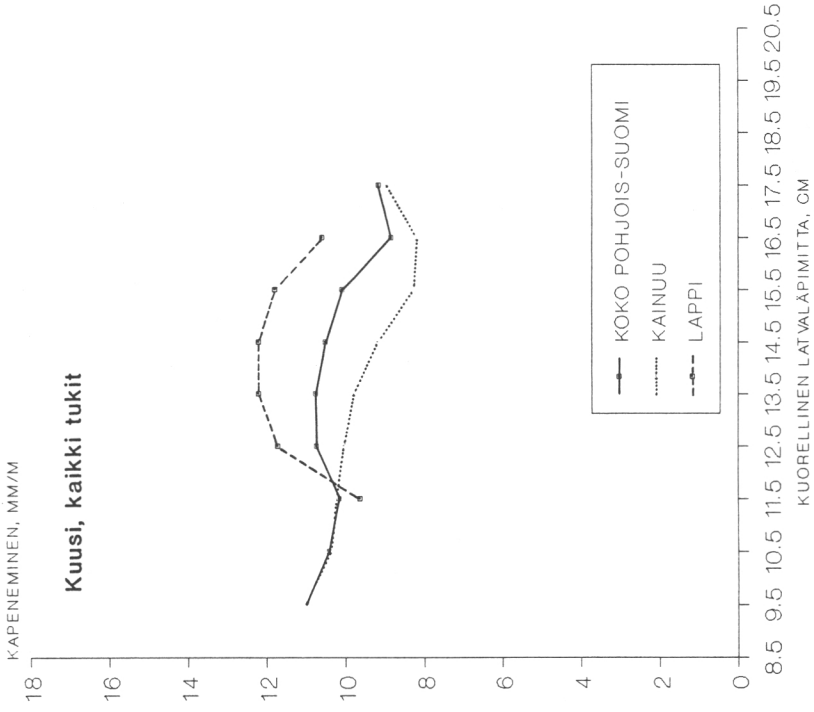
Kuva 3. Mänty- ja kuusipikkutukkien kapeneminen tukkilajeittain.



Männyllä sekä tyvi- että muiden tukkien kapeneminen kasvoi järeimmissä läpimittaluokissa. Tyvitukkien kapeneminen oli kaikissa läpimittaluokissa kuitenkin muiden tukkien kapenemista pienempää. Kuusella tyvi- ja muiden tukkien kapenemiserot olivat vielä suurempia kuin männyllä. Läpimitan kasvaessa tukkilajeittaiset kapenemiset pysyivät lähes muuttumattomina. Keskimääräinen kapeneminen kuitenkin aleni, mikä johtui suuresta tyvitukkien osuudesta järeissä läpimittaluokissa.

Alueelliset puu- ja tukkilajeittaiset kapenemiset läpimittaluokittain on esitetty kuvassa 4. Alueellisia eroja oli varsinkin kuusella, jolla kapeneminen oli Lapissa keskimäärin 2,3 mm/m voimakkaampaa kuin Kainuussa. Kapenemiserot eivät johtuneet tyvitukkien muita tukkeja pienemmästä kapenemisesta, sillä tyvitukkiosuus ei juurikaan vaihdellut osa-alueiden välillä. Näin ollen oli kuuselle perusteltua laatia eri tilavuusluvut Kainuun ja Lapin alueille, kuten on menetelty normaalitukkienkin osalta.

Tukin keskusmuotoluku, jolla tarkoitetaan todellisen tilavuuden ja keskusläpimitan mukaisen sylinteritilavuuden suhdetta, kuvaa tukin epäsäännöllistä kapenemista. Lukuarvoa 1 suurempi keskusmuotoluku viittaa voimakkaaseen, neiloidimaiseen tyvilaajentumaan ja tätä pienempi keskusmuotoluku vastaavasti paraboloidimaiseen latvaan. Aineiston mänty- ja kuusipikkutukkien tukkilajeittaiset ja läpimittaluokittaiset keskusmuotoluvut on esitetty taulukossa 8.



Kuva 4. Mänty- ja kuusipikkutukkien kapeneminen osa-alueittain.

Taulukko 8. Mänty- ja kuusipikkutukkien keskusmuotoluvut tukkilajeittain ja läpimittaluokittain.

Latva- läpimitta- luokka, cm	Mänty			Kuusi		
	Tyvet	Muut	Yhteensä	Tyvet	Muut	Yhteensä
	Keskusmuotoluku					
9,5	1,057	0,990	1,019	1,024	0,987	0,998
10,5	1,061	0,994	1,023	1,017	0,999	1,008
11,5	1,050	0,999	1,018	1,021	0,994	1,008
12,5	1,056	0,995	1,017	1,026	1,001	1,014
13,5	1,055	0,999	1,023	1,027	1,000	1,014
14,5	1,064	1,003	1,032	1,032	0,997	1,019
15,5	1,058	1,006	1,035	1,037	1,005	1,028
16,5	1,052	0,980	1,016	1,027	1,008	1,021
17,5	1,101	0,994	1,018	1,039	0,997	1,035
18,5	0,980	1,003	1,000			

Rikkosen (1988) Etelä-Suomen pikkutukeille laskemiin verrattuna männyn keskusmuotoluvut olivat jonkin verran pienempiä ja kuusen varsin samansuuruisia. Keskimääräiset erot noudattelivat samoja yleispiirteitä:

Tukkilaji	Mänty		Kuusi	
	Pohjois- Suomi	Etelä- Suomi	Pohjois- Suomi	Etelä- Suomi
	Keskusmuotoluku			
Tyvitukit	1,057	1,079	1,029	1,029
Muut tukit	0,998	1,001	0,999	1,000
Yhteensä	1,023	1,033	1,017	1,013

33. Yksikkötilavuusluvut kuorellisille ja kuorettomille latvaläpimittaluokille.

Yksikkötilavuusluvut Pohjois-Suomen pikkutukkien kappaleittaista mittausta varten laskettiin läpimittaluokittain erikseen eri tukkilajeille ja osa-alueille (taulukot 9 a-b ja 10 a-b). Männylle laskettiin lisäksi koko Pohjois-Suomen yhteiset tilavuusluvut (taulukot 9c ja 10c). Läpimittaluokittaiset

Taulukko 9a. Yksikkötilavuusluvut kuorellisille latvaläpimit-  
taluokille. Kainuu.

Latva- läpimitta- luokka, cm	Mänty			Kuusi		
	Tyvet	Muut	Yhteensä	Tyvet	Muut	Yhteensä
	Yksikkötilavuusluku, m <sup>3</sup> /m					
9,5	0,0099	0,0108	0,0104	0,0100	0,0115	0,0110
10,5	0,0119	0,0127	0,0123	0,0120	0,0135	0,0129
11,5	0,0140	0,0147	0,0144	0,0140	0,0157	0,0149
12,5	0,0163	0,0168	0,0165	0,0163	0,0178	0,0170
13,5	0,0187	0,0190	0,0189	0,0186	0,0200	0,0192
14,5	0,0213	0,0215	0,0214	0,0211	0,0223	0,0215
15,5	0,0241	0,0246	0,0243	0,0236	0,0249	0,0240
16,5	0,0271	0,0282	0,0277	0,0263	0,0275	0,0265
17,5	0,0302	0,0321	0,0316	0,0291	0,0304	0,0292
18,5	0,0336	0,0364	0,0359	0,0321	0,0334	0,0322

Taulukko 9b. Yksikkötilavuusluvut kuorellisille latvaläpimit-  
taluokille. Lappi.

Latva- läpimitta- luokka, cm	Mänty			Kuusi		
	Tyvet	Muut	Yhteensä	Tyvet	Muut	Yhteensä
	Yksikkötilavuusluku, m <sup>3</sup> /m					
9,5	0,0097	0,0113	0,0107	0,0103	0,0121	0,0110
10,5	0,0115	0,0129	0,0124	0,0124	0,0142	0,0129
11,5	0,0137	0,0144	0,0140	0,0149	0,0162	0,0152
12,5	0,0160	0,0161	0,0161	0,0174	0,0184	0,0178
13,5	0,0185	0,0183	0,0184	0,0201	0,0208	0,0206
14,5	0,0211	0,0207	0,0209	0,0229	0,0236	0,0232
15,5	0,0235	0,0232	0,0234	0,0254	0,0266	0,0257
16,5	0,0261	0,0259	0,0261	0,0277	0,0300	0,0281
17,5	0,0287	0,0287	0,0287	0,0299	0,0336	0,0304
18,5	0,0315	0,0315	0,0315	0,0320	0,0374	0,0324

Taulukko 9c. Yksikkötilavuusluvut kuorellisille latva-  
läpimittalukuokille. Mänty, koko Pohjois-Suomi.

Latva- läpimitta- luokka, cm	Tyvet	Muut	Yhteensä
	Yksikkötilavuusluku, m <sup>3</sup> /m		
9,5	0,0099	0,0109	0,0105
10,5	0,0118	0,0127	0,0123
11,5	0,0139	0,0146	0,0142
12,5	0,0162	0,0165	0,0164
13,5	0,0186	0,0187	0,0187
14,5	0,0212	0,0212	0,0213
15,5	0,0239	0,0243	0,0241
16,5	0,0268	0,0277	0,0274
17,5	0,0299	0,0317	0,0311
18,5	0,0332	0,0362	0,0354

Taulukko 10a. Yksikkötilavuusluvut kuorettomille latvaläpimittaluokille. Kainuu.

Latvaläpimittaluokka, cm	Mänty			Kuusi		
	Tyvet	Muut	Yhteensä	Tyvet	Muut	Yhteensä
	Yksikkötilavuusluku, m <sup>3</sup> /m					
8,5	0,0094	0,0090	0,0090	0,0103	0,0117	0,0112
9,5	0,0111	0,0109	0,0109	0,0120	0,0135	0,0129
10,5	0,0131	0,0130	0,0130	0,0139	0,0154	0,0147
11,5	0,0153	0,0154	0,0153	0,0160	0,0176	0,0167
12,5	0,0176	0,0179	0,0178	0,0183	0,0199	0,0190
13,5	0,0202	0,0206	0,0205	0,0208	0,0224	0,0214
14,5	0,0229	0,0236	0,0234	0,0235	0,0251	0,0239
15,5	0,0258	0,0267	0,0265	0,0264	0,0281	0,0267
16,5	0,0290	0,0301	0,0298	0,0294	0,0312	0,0297

Taulukko 10b. Yksikkötilavuusluvut kuorettomille latvaläpimittaluokille. Lappi.

Latvaläpimittaluokka, cm	Mänty			Kuusi		
	Tyvet	Muut	Yhteensä	Tyvet	Muut	Yhteensä
	Yksikkötilavuusluku, m <sup>3</sup> /m					
8,5		0,0100	0,0098			
9,5	0,0114	0,0116	0,0115		0,0138	0,0139
10,5	0,0133	0,0133	0,0133	0,0156	0,0160	0,0159
11,5	0,0154	0,0153	0,0153	0,0178	0,0185	0,0182
12,5	0,0176	0,0174	0,0175	0,0202	0,0211	0,0206
13,5	0,0201	0,0196	0,0199	0,0228	0,0240	0,0232
14,5	0,0227	0,0221	0,0224	0,0256	0,0271	0,0261
15,5	0,0255	0,0247	0,0251	0,0286	0,0304	0,0291
16,5	0,0285	0,0276	0,0281	0,0318		0,0324

Taulukko 10c. Yksikkötilavuusluvut kuorettomille latvaläpimittaluokille. Mänty, koko Pohjois-Suomi.

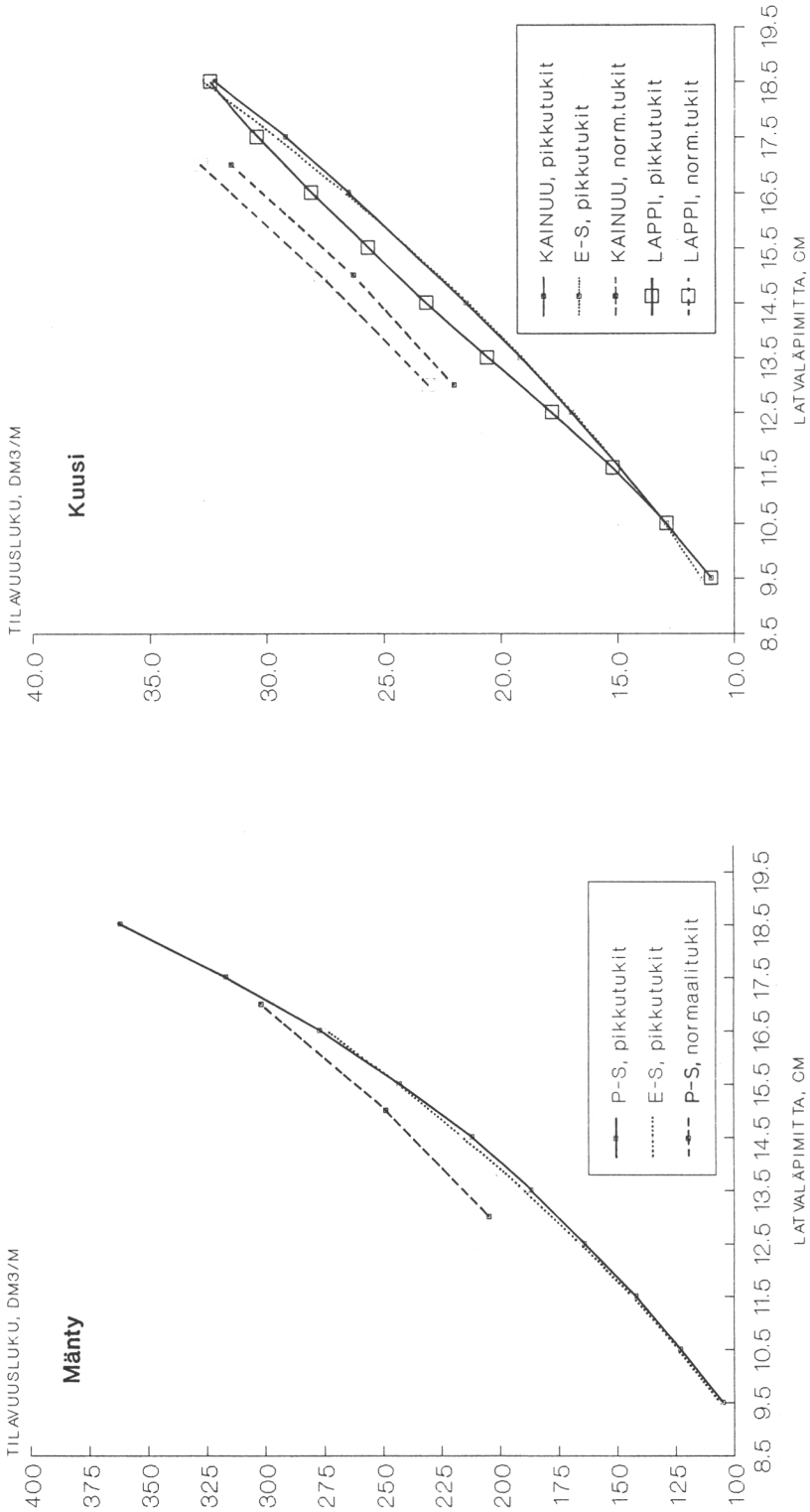
Latvaläpimittaluokka, cm	Tyvet	Muut	Yhteensä
	Yksikkötilavuusluku, m <sup>3</sup> /m		
8,5	0,0095	0,0089	0,0091
9,5	0,0112	0,0109	0,0109
10,5	0,0132	0,0129	0,0130
11,5	0,0153	0,0152	0,0152
12,5	0,0176	0,0177	0,0176
13,5	0,0201	0,0204	0,0203
14,5	0,0228	0,0233	0,0231
15,5	0,0257	0,0265	0,0262
16,5	0,0288	0,0297	0,0295

latvamuotoluvut ja läpimitan luokkakeskiarvot tasoitettiin käsivaraisesti. Tasoitetulta käyrältä luetut latvamuotoluvut kerrottiin tasoitettua luokkakeskusta vastaavalla tukin latvapoikkileikkauksen pinta-alalla, jolloin saatiin läpimittaluokan yksikkötilavuusluku. Luvut sovitettiin aineistoon kertoimen avulla siten, että tilavuusluvuilla lasketut tilavuussummat vastasivat toisiaan. Tasoituksessa testattiin Rikkosen (1988) Etelä-Suomen pikkutukkitutkimuksessa käyttämää menetelmää, jossa läpimittaluokittaiset tilavuusluvut tasoitettiin funktiolla  $y = a + bx^2$ , jossa  $y$  = tilavuusluku ja  $x$  = latvaläpimitta. Matemaattisen tasoituksen todettiin kuitenkin johtavan kohtuuttoman suuriin virheisiin läpimittajakauman reuna-alueilla.

Kuvassa 5 on yksikkötilavuuslukuja verrattu Etelä-Suomen pikkutukkien ja Pohjois-Suomen normaalitukkien tilavuuslukuihin. Männyllä vertailu on tehty koko Pohjois-Suomen osalta ja kuusella erikseen Kainuulle ja Lapille. Pikkutukkien tilavuusluvut on kohdistettu 1 cm:n läpimittaluokituksen ja normaalitukkien tilavuusluvut 2 cm:n läpimittaluokituksen luokkakeskuksille.

Männyllä koko Pohjois-Suomen pikkutukkien tilavuusluvut ovat hyvin lähellä Etelä-Suomen pikkutukkien tilavuuslukuja, vaikka suuremman kapenemisen Pohjois-Suomessa olisi voitu olettaa johtavan myös suurempiin tilavuuslukuihin. Pohjois-Suomen pikkutukkien pienempi keskipituus kompensoi kuitenkin kapenemista, niin että tilavuusluvut lähenevät toisiaan tukkien erilaisesta muodosta huolimatta.

Rikkosen (1987) laskemiin normaalitukkien tilavuuslukuihin verrattuna ero on suuri, joskin se pienenee läpimitan kasvaessa. Syynä eroon on tukkien erilainen läpimittajakauma toisaalta eri läpimittaluokkiin ja toisaalta läpimittaluokkien sisällä. Latvamuotolukujen tarkastelussa todettiin selviä muotoeroja pikkutukkien ja vastaavan kokoisten normaalitukkien välillä.



Kuva 5. Mänty- ja kuusipikkutukkien läpimittaluokkien yksikkötilavuusluvut Etelä-Suomen pikkutukkeihin (Rikonen 1988) ja Pohjois-Suomen normaalitykkeihin (Rikonen 1987) verrattuna.

tukkien välillä. Latvamuotolukuerot eivät kuitenkaan yksinään riitä selittämään tilavuuslukueroja. Normaalitykkien tilavuusluvut on laskettu 2 cm:n luokissa luokkakeskiarvoille, jotka pienimmillä läpimitoilla ovat selvästi luokkakeskuksia suurempia. Pikkutukkien läpimittajakauman vuoksi vastaavien luokkien luokkakeskiarvot ovat luokkakeskuksia pienempiä.

Kuusella Kainuun tilavuusluvut ovat männyn tapaan lähes yhtä suuret kuin Etelä-Suomen tilavuusluvut. Lapin tilavuusluvut ovat sen sijaan aivan pienempiä läpimittaluokkia lukuunottamatta suurempia kuin Etelä-Suomen tilavuusluvut eron ollessa suurimmillaan jakauman keskiosalla.

#### 34. Yksikkötilavuuslukujen soveltuvuus

Kuoren päältä tehtävää latvaläpimitan mittausta varten laskettujen tilavuuslukujen soveltumista aineistoon testattiin läpimittaluokittain todellisten ja laskettujen tilavuuksien suhteiden avulla. Taulukon 11 mukaan läpimittaluokittaiset

Taulukko 11. Kuoren päältä tehtävää latvaläpimitan mittausta varten laskettujen yksikkötilavuuslukujen soveltuminen aineistoon. Tilavuuden määrittämisessä käytetty omia yksikkötilavuuslukuja osa-alueille Kainuu ja Lappi ja männyllä lisäksi koko Pohjois-Suomen yhteisiä.

Latvaläpimitaluokka, cm	Mänty		Koko Pohjois-Suomi	Kuusi	
	Kainuu	Lappi		Kainuu	Lappi
	Todellinen tilavuus /			Laskettu tilavuus	
9,5	1,006	0,971	0,996	0,980	
10,5	0,998	1,004	1,000	1,002	
11,5	1,001	0,986	1,006	1,000	0,973
12,5	1,008	0,998	1,001	1,000	0,985
13,5	0,996	1,000	0,998	1,000	0,985
14,5	1,000	1,009	0,999	1,001	1,005
15,5	0,998	1,002	0,997	1,004	1,010
16,5	1,026	0,967	1,004	0,979	0,973
17,5	0,990	0,984		1,020	1,004
18,5	1,032	1,017			
Yhteensä	1,0004	1,0013	1,0005	0,9994	0,9994



tilavuuden määrittämisvirheet olivat suurimmillaan 3-4 %:n luokkaa. Kaikkien tukkien alueittaiset tilavuuden määrittämisvirheet jäivät alle 2 promillen. Laskettujen yksikkötilavuuslukujen käyttö johti tyvitukeilla keskimäärin tilavuuden lievään yliarviointiin ja muilla tukeilla vastaavasti hieman suurempaan aliarviointiin:

Osa-alueittainen yksikkötilavuusluku	Tukkilaji		
	Tyvitukit	Muut tukit	Yhteensä
	Todellinen tilavuus / Laskettu tilavuus		
<b>Mänty</b>			
Kainuu	0,9886	1,0108	1,0013
Lappi	0,9997	1,0012	1,0005
Koko Pohjois-Suomi	0,9909	1,0077	1,0004
<b>Kuusi</b>			
Kainuu	0,9696	1,0460	0,9994
Lappi	0,9833	1,0230	0,9994

Osin merkittävästäkin poikkeamista huolimatta ei tilavuuslukurastelu anna aihetta muihin yksikkötilavuuslukujen korjauksiin kuin edellä todettuun luokkakeskiarvojen poikkeamien mukaiseen tasoitukseen. Järeysjakauman reuna-alueilla esiintyvät poikkeamat voidaan selittää pienen havaintojen lukumäärän ja latvamuotolukujen suuren hajonnan avulla.

Etelä-Suomen pikkutukkien tilavuuslukujen käyttömahdollisuuksia Pohjois-Suomessa tarkasteltiin osa-alueittain männyn osalta aineiston läpimittaluokissa 9,5-16,5 cm, joille tilavuusluvut on käytössä Etelä-Suomessa, ja kuusen osalta koko aineistossa. Vertailukohtana käytettiin männyllä koko Pohjois-Suomen yhteisiä ja kuusella Kainuun ja Lapin omia tilavuuslukuja:

	Etelä-Suomen tilavuusluvut	Pohjois-Suomen tilavuusluvut
	Todellinen tilavuus / Laskettu tilavuus	
Mänty		
Kainuu	0,9872	1,0004
Lappi	0,9880	1,0013
Koko Pohjois- Suomi	0,9875	1,0007
Kuusi		
Kainuu	1,0008	0,9994
Lappi	1,0701	0,9994
Koko Pohjois- Suomi	1,0272	0,9994

Kaikissa tapauksissa Etelä-Suomen tilavuuslukujen käyttö johti selvästi suurempiin keskimääräisiin virheisiin kuin Pohjois-Suomen tilavuuslukujen käyttö. Männyllä tilavuutta yliarvioitiin keskimäärin 1,3 % ja kuusella vastaavasti aliarvioitiin 2,7 %. Lapin kuusella tilavuuden aliarvio oli peräti 6,5 %. Syynä tuloksiin ovat luonnollisesti Etelä- ja Pohjois-Suomen pikkutukkien muoto- ja pituserot.

Kun männyn läpimittaluokissa 13-15 cm ja kuusen läpimittaluokissa 13-17 cm aineiston tilavuus laskettiin tässä tutkimuksessa saaduilla tasoitetuilla ja vastaavilla Pohjois-Suomen normaalitukkien tilavuusluvuilla, olivat tilavuuksien suhteet seuraavat:

Läpimitta- luokka, cm	Mänty	Kuusi	
		Kainuu	Lappi
	Normaalitukkien luvut / Todellinen tilavuus	Pikkutukkien luvut / Laskettu tilavuus	
13	1,171	1,216	1,203
15	1,097	1,154	1,131
17	1,034	1,129	1,119

Varsinkin pienimmissä läpimittaluokissa ja nimenomaan kuusella olisi normaalitukkien tilavuuslukujen käyttö johtanut siis huomattavasti suurempiin pikkutukkitilavuuksiin kuin tässä laskettujen tilavuuslukujen käyttö. Tilavuuksien erot ovat selvästi suuremmat kuin mitä edellä todetut latvamuoto-lukuerot edellyttäisivät. Syynä on jo edellä todettu pikku- ja normaalitukkien erilainen läpimittajakauma luokkien sisällä sekä pikku- ja normaalitukkiaineistojen erilaisen kapenemisen ja pituuden yhteisvaikutus. Pohjois-Suomen normaalitukkiaineiston pienissä läpimittaluokissa muita tukkeja vähemmän kapenevia ja niitä pidempiä tyvitukkeja oli luonnollisesti selvästi vähemmän kuin pikkutukkiaineiston suurimmissa läpimittaluokissa.

Rikkonen (1988) on Etelä-Suomen pikkutukkitutkimuksen yhteydessä todennut, että pikkutukkien kappaleittainen mittaaminen voitaisiin saada verrattain tarkaksi, jos käytännössä olisi mahdollista mitata riittävä määrä niiden muotoon vaikuttavia tunnuksia ja korjata mittausta näihin tunnuksiin perustuvilla funktioilla. Perinteinen keino eräkohtaisen tarkkuuden parantamiseksi on käyttää eräkohtaiseen keskipituuteen perustuvia korjauskertoimia. Kuusella lisäksi omat tilavuusluvut tyvitukeille ja muille tukeille parantavat tarkkuutta. Edelleen runkojen järeyden ja tyvitukkiosuuden perusteella tehtävä korjaus parantaa tarkkuutta, joista tekijöistä

järeys on parempi selittäjä. Männyllä päästäisiin normaali-  
tukkien mittausta vastaavaan tarkkuuteen keskipituuteen, ty-  
viusuuteen ja runkojen järeyyteen perustuvalla kolmen muuttu-  
jan mallilla. Kuusella vastaava tarkkuus saadaan jo keskipi-  
tuutta ja järeyttä korjausperusteena käyttäen.

Tässä tutkimuksessa tyydyttiin tutkimaan pelkästään erän kes-  
kipituuden perusteella tehtävän korjauksen vaikutusta kuu-  
tiointitarkkuuteen, sillä muita edellä esitettyjä korjausme-  
netelmiä on tuskin mahdollista käyttää käytännön mittaukses-  
sa. Kuorellisessa latvaläpimitan mittauksessa saatiin tila-  
vuussuhteen ja erän keskipituuden välille seuraavat lineaari-  
set yhtälöt alueille Kainuu ja Lappi sekä koko Pohjois-Suo-  
melle:

		$R^2, \%$
Mänty		
Kainuu	$Y = 0,857 + 0,000373X$	10,2
Lappi	$Y = 0,956 + 0,000130X$	1,1
Pohjois-Suomi	$Y = 0,855 + 0,000392X$	12,8
Kuusi		
Kainuu	$Y = 0,725 + 0,000645X$	31,2
Lappi	$Y = 0,635 + 0,000905X$	20,5
Pohjois-Suomi	$Y = 0,733 + 0,000638X$	25,2

joissa Y = tilavuussuhde ja  
X = keskipituus, dm.

Yhteisen keskipituuskorjauksen käyttö koko Pohjois-Suomelle  
näyttäisi yleensä antavan paremman tuloksen kuin alueittais-  
ten keskipituuskorjausten käyttö. Tosin tilavuuslukujen ha-  
jonta on koko Pohjois-Suomen sisällä suurempi kuin osa-aluei-  
den sisällä, joten parempi selitysaste ei välttämättä ole  
merkkinä tarkempaan lopputulokseen johtavasta mallista. Mai-  
nittakoon, että Rikkosen (1988) Etelä-Suomen pikkutukkitut-  
kimuksessa vastaavien koko tutkimusalueen yhtälöiden selitys-  
asteet olivat männyllä 30 % ja kuusella 22 %.

Normaalitukkien mittauksessa keskipituuskorjaus perustuu leimikon tukkien keskipituuden ja ns. peruskeskipituuden eroihin. Tässä, kuten myös Rikkosen (1988) Etelä-Suomen pikkutukkitutkimuksessa todettiin pikkutukkien katkaisuohteiden vaihtelevan huomattavasti. Saadut keskipituudet eivät tästä syystä ole kovinkaan luotettavia. Ongelma voidaan pääosin ratkaista käyttämällä erän tilavuuden pituusluokittaisia korjauskertoimia. Laskettuihin yhtälöihin perustuvat kertoimet on esitetty taulukossa 12. Männyllä eräänlaiseksi peruspituusluokaksi tullut 34 dm on pienempi kuin tukkien aritmeettinen keskipituus, koska erien ja kaikkien tukkien keskipituudet poikkesivat toisistaan. Kuusella keskipituuskorjauksen vaikutus on suuremman keskimääräisen kapenemisen ja latvamuo-  
toluvun vuoksi moninkertainen mäntyyn verrattuna. Käytössä olevaan Etelä-Suomen pikkutukkien keskipituuskorjaukseen (Rikkonen 1988) verrattuna vaikutus on männyllä selvästi pienempi ja kuusella selvästi suurempi.

Seuraavasta ilmenee, miten koko Pohjois-Suomen yhteisillä yhtälöillä tehdyt keskipituuskorjaukset pienensivät oleellisesti erien tilavuussuhteen välistä variaatiokerrointa. Vertailun vuoksi on esitetty myös Pohjois-Suomen normaalitukkiaineiston (Rikkonen 1987) variaatiokertoimet ilman keskipituuskorjausta:

	Normaalitukit	Pikkutukit	
		Ei keski- pituuskorjausta	Keski- pituuskorjaus
	Erien todellisen ja lasketun tilavuuden suhteen variaatiokerroin		
Mänty			
Kainuu	..	5,9	1,9
Lappi	..	4,2	0,4
Pohjois-Suomi	3,3	5,6	2,0
Kuusi			
Kainuu	3,2	5,3	3,0
Lappi	3,5	5,2	1,7

Taulukko 12. Pohjois-Suomen pikkutukkien tilavuuden erän keskipituuden mukaiset korjauskertoimet.

Keskipituus, dm	Mänty	Kuusi
29,5 - 30,4	0,995	0,907
30,5 - 31,4	0,996	0,916
31,5 - 32,4	0,998	0,925
32,5 - 33,4	0,999	0,934
33,5 - 34,4	1,000	0,943
34,5 - 35,4	1,002	0,952
35,5 - 36,4	1,003	0,961
36,5 - 37,4	1,004	0,970
37,5 - 38,4	1,006	0,979
38,5 - 39,4	1,007	0,988
39,5 - 40,4	1,008	0,997
40,5 - 41,4	1,009	1,006
41,5 - 42,4	1,011	1,016
42,5 - 43,4	1,012	1,025
43,5 - 44,4	1,013	1,034
44,5 - 45,4	1,015	1,043
45,5 - 46,4	1,016	1,052
46,5 - 47,4	1,017	1,061
47,5 - 48,4	1,018	1,070
48,5 - 49,4	1,020	1,079
49,5 - 50,4	1,021	1,088
50,5 - 51,4	1,022	1,097
51,5 - 52,4	1,024	1,106
52,5 - 53,4	1,025	1,115
53,5 - 54,4	1,026	1,124
54,5 - 55,4	1,028	1,133
55,5 - 56,4	1,029	1,142
56,5 - 57,4	1,030	1,151
57,5 - 58,4	1,031	1,160
58,5 - 59,4	1,033	1,169
59,5 - 60,4	1,034	1,178

Taulukosta 13 ilmenevät eri tilavuusluvuilla ja koko Pohjois-Suomen yhteisillä keskipituuskorjauskertoimilla syntyneen eräkohtaisen tilavuuden määrittämisvirheen keskiarvot, keskihajonnat, vaihtelurajat sekä virheen luotettavuusrajat 95 %:n luotettavuustasolla. Käytettäessä männylle koko Pohjois-Suomen yhteisiä ja kuuselle erillisiä Lapin ja Kainuun tilavuuslukuja näyttäisivät eräkohtaiset virheet jäävän korkeintaan 6 %:iin, jota tulosta voidaan pitää varsin hyvänä.

Mainittua Pohjois-Suomen normaalitukkien mittauksessa käytössä olevaa aluejakoa voidaan siis pitää perusteltuna myös pikkutukkien mittauksessa.

Taulukko 13. Lasketuilla yksikkötilavuuslukuilla ja koko Pohjois-Suomen yhteisillä keskipituuskorjauskertoimilla saadun pikkutukkien tilavuuden eräkohtainen tarkkuus.

Puulaji Yksikkö- tilavuusluku	-	s	Virhe, %		Virherajat 95 %:n luotet- tavuustasolla	
			x	min		
<b>Mänty</b>						
Kainuu,ei korj.	-0,3	6,0	-13,7	+13,9	-2,2	+1,6
korjattu	-0,3	1,9	- 4,4	+ 3,0	-0,9	+0,3
Lappi,ei korj.	-0,1	4,2	- 6,4	+ 8,0	-2,0	+1,8
korjattu	-0,1	0,4	- 0,8	+ 0,5	-0,3	+0,1
Pohjois-Suomi, ei korj.	-0,2	5,6	-14,4	+ 9,9	-1,7	+1,5
korjattu	-0,2	2,0	- 5,0	+ 2,8	-0,7	+0,3
<b>Kuusi</b>						
Kainuu,ei korj.	+0,4	5,3	- 9,0	+11,1	-1,5	+2,3
korjattu	-0,2	3,0	- 5,3	+ 3,9	-1,3	+0,9
Lappi,ei korj.	+2,4	5,2	-10,9	+10,6	-0,1	+4,9
korjattu	+1,2	1,7	- 1,0	+ 6,1	+0,4	+2,0

#### 4. YHTEENVETO

Laadittaessa tilavuuslukuja pikkutukkien kappaleittaista mitausta varten (Rikkonen 1988) jäi Pohjois-Suomi kokonaan tehtyjen selvitysten ulkopuolelle. Tämän tutkimuksen tavoitteena on korjata tämä puute laatimalla ensisijaisesti kuorelliseen mutta myös kuorettomaan latvaläpimitan mittaukseen soveltuvat tilavuuslukutaulukot tarpeellisine korjauskertoimineen. Tarkoitusta varten kerättiin 2295 mänty- ja 1796 kuusipikkutukkia käsittävä aineisto. Koe-eriä oli männyllä 54

ja kuusella 47. Mäntyeristä 13 ja kuusieristä 15 oli itse asiassa tehty parruaihioiksi, jotka dimensioiltaan kuitenkin vastaavat pikkutukkeja.

Koe-erien ohjeminimiläpimitat vaihtelivat männyllä välillä 8-12 cm ja kuusella välillä 8-14 cm kuoren päältä mitattuna. Niinikään katkaisuohteet vaihtelivat yhdestä määräpituudesta normaalitukeilla käytettäviin kolmen desimetrin moduulipituuksiin. Tukkien keskimääräinen kuorellinen latvaläpimita oli männyllä 13,2 cm ja kuusella 13,5 cm. Tukkien keskipituudet olivat vastaavasti 37,1 ja 41,1 dm. Männyt olivat järeämpiä ja kuuset ohuempia ja molemmat puulajit selvästi lyhyempiä kuin Etelä-Suomessa. Myös normaalitukkeihin verrattuna (Rikkonen 1987) pikkutukit olivat erittäin lyhyitä. Aineistossa oli sekä normaalitukkirunkojen latvatukkeja että varsinaisista pikkutukkirungoista tehtyjä tukkeja. Pikkutukkirunkojen tyvitukkeja oli männyistä 42 % ja kuusista 58 %.

Latvaläpimitan luokkavälin suuruus vaikuttaa oleellisesti pieniläpimittaisten tukkien kuutiointitarkkuuteen. Tämän vuoksi yksikkötilavuusluvut samoin kuin muut tulokset laskettiin normaalitukeilla käytössä olevien 2 cm:n luokkien sijasta 1 cm:n luokin, kuten on tehty Etelä-Suomen pikkutukeilla.

Tukkien latvamuotoluvut pääosin pienenevät läpimitan kasvaessa. Tyvitukkien latvamuotoluvut olivat keskimäärin muiden tukkien latvamuotolukuja pienempiä eron ollessa männyllä pienemmän kuin kuusella. Männyllä latvamuotoluku oli pienimpiä läpimittaloukkia lukuunottamatta pienimmillään rungosta järjestyksessä toisena tehdyillä tukeilla. Kuusella latvamuotoluku suureni säännönmukaisesti tukin järjestyslunun kasvaessa. Etelä-Suomeen verrattuna mäntyjen latvamuotoluvut olivat pienempiä ja kuusten suurempia. Normaalitukkeihin verrattuna latvamuotoluvut olivat selvästi pienempiä. Suurim-



millaan alueelliset latvamuotolukuerot oli kuusella, jolla läpimittajakauman keskiosalla luvut olivat Pohjois-Suomen pohjoisosassa selvästi suuremmat kuin eteläosassa.

Tukkien tilavuudet laskettiin splinifunktiolla. Yksikkötilavuusluvut ( $m^3/m$ ) laskettiin läpimittaluokittain erikseen eri tukkilajeille sekä Pohjois-Suomen etelä- (alue Kainuu) ja pohjoisosalle (alue Lappi), männylle lisäksi yhteisesti koko pohjoisosalle (taulukot 9-10, s. 26-27). Luvut laskettiin tasoittamalla latvamuotoluvut ja läpimitan luokkakeskiarvot käsivaraisesti ja kertomalla tasoitetulta käyrältä luetut latvamuotoluvut tasoitettua luokkakeskusta vastaavalla tukin latvaleykkauksen pöppöalalla. Luvut sovitettiin aineistoon kertoimella siten, että tilavuusluvuilla lasketut tilavuussummat vastasivat toisiaan.

Männyllä koko Pohjois-Suomen yksikkötilavuusluvut olivat hyvin lähellä Etelä-Suomen lukuja (kuva 5, s. 29), vaikka suuremman kapenemisen olisi voitu olettaa johtavan myös suurempiin tilavuuslukuihin. Tukkien lyhyys kuitenkin kompensoi lähes koko kapenemisen vaikutuksen. Kuusella tilanne oli pääosin samanlainen kuin männyllä. Pieniläpimittaisiin normaalitukkeihin verrattuna sekä männyn että kuusen tilavuusluvut olivat selvästi pienempiä. Niinpä läpimittaluokissa 13-17 cm olisi aineistossa 2 cm:n läpimittaluokista käyttäen saatu normaalitukkien luvuilla 10-22 % suurempi tilavuus kuin tässä tutkimuksessa lasketuilla luvuilla.

Lasketuilla yksikkötilavuusluvuilla aineistoa kuutioitaessa olivat läpimittaluokittaiset tilavuuden määrittämisvirheet suurimmillaan 3-4 %:n luokkaa (taulukko 11, s. 30). Koko aineiston alueittaiset tilavuuden määrittämisvirheet olivat alle 2 promillea. Tyvitukeilla syntyi lievää yliarviota ja muilla tukeilla vastaavasti aliarviota. Etelä-Suomen pikkutukkien tilavuuslukujen käyttö olisi johtanut huomattaviin tilavuuden määrittämisvirheisiin, keskimäärinkin männyllä 1,3 %:n yliarvioon ja kuusella 2,6 %:n aliarvioon. Lapin kuusella tila-

vuuden aliarvio olisi ollut jopa 6,5 %. Täten omien tilavuuslukujen käyttöä Pohjois-Suomen pikkutukkien mittauksessa on pidettävä erittäin perusteltuna.

Eräkohtaisen tilavuuden määrittämisvirheen korjausmenetelmistä tyydyttiin mittauksen käytännön toteutuksen kannalta ensisijaisen tukkien keskipituuskorjauksen vaikutuksen tutkimiseen. Korjauskertoimet laskettiin erän tukkien keskipituusluokittain tukkien todellisen ja lasketun tilavuuden osamäärän, ns. tilavuussuhteen, ja keskipituuden välisillä lineaarisilla yhtälöillä yhteisesti koko Pohjois-Suomelle ja erikseen männylle ja kuuselle (taulukko 12, s. 36). Keskipituuskorjauksen vaikutus erän tilavuuteen oli männyllä selvästi pienempi ja kuusella selvästi suurempi kuin Etelä-Suomen pikkutukeilla (Rikkonen 1988). Korjauksella voitiin eräkohtaisen tilavuussuhteen variaatiokerrointa pienentää alueesta riippuen männyllä arvosta 4,2-5,6 % arvoon 0,4-2,0 % ja kuusella arvosta 5,2 % arvoon 1,7-3,0 %. Käytettäessä männyllä koko Pohjois-Suomelle yhteisiä ja kuuselle alueiden Kainuu ja Lappi omia yksikkötilavuuslukuja jäi eräkohtaisen tilavuuden määrittämisvirhe suurimmillaankin 6 %:iin (taulukko 13, s. 37), jota tulosta voidaan pitää varsin hyvänä. Mainittua myös Pohjois-Suomen normaalitukkien mittauksessa käytössä olevaa aluejakoa voidaan siis pitää perusteltuna.

## KIRJALLISUUS

- Aarne, M. 1987. Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1985. Summary: Removals and flows of commercial roundwood in Finland in 1985, by districts. Folia Forestalia 697. 62 s.
- Heiskanen, V. & Siimes, F.E. 1960. Ehdotus mänty- ja kuusi-sahatukkien laatuluokitukseksi. Suomen Puutalous 10:385-389.
- Kärkkäinen, M. 1978. Pienten kuusitukkien mittaaminen. Summary: Measurement of small spruce logs. Folia Forestalia 370. 54 s.
- Mittausneuvoston päätös pieniläpimitaisten havutukkien latvakiintomittauksesta Etelä-Suomessa 19.5.1987. Moniste. 2 s.
- Rikkonen, P. 1986. Pikkutukkien mittaustutkimus. Metsäntutkimuslaitos. Moniste. 18 s.
- 1987. Havutukkien kuorelliseen latvaläpimitaan perustuva tilavuuden määrittäminen. Summary: Volume of coniferous saw logs based on top diameter over bark. Folia Forestalia 684. 47 s.
  - 1988. Etelä-Suomen pikkutukkien tilavuuden määrittäminen latvaläpimitan perusteella. Summary: Volume determination of small sized logs in southern Finland using top diameter. Folia Forestalia 712. 18 s.









ISBN 951-40-1074-4

ISSN 0358-4283

Valtion painatuskeskus  
Kampin VALTIMO  
Helsinki 1989