



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1993

823

Erkki Verkasalo

LEHTIKUUSITUKKIEN LAATU SUOMESSA

Technical quality of larch saw logs in Finland

FOLIA FORESTALIA

Julkaisija — *Publisher*

Metsäntutkimuslaitos
The Finnish Forest Research Institute

Toimitus — *Editors*

Päätoimittaja — <i>Editor in chief:</i>	Erkki Annila
Toimittaja — <i>Editor:</i>	Seppo Oja
Toimittaja — <i>Editor:</i>	Tommi Salonen

Unioninkatu 40 A, FIN-00170 Helsinki, Finland
tel. +358-0-857 051, fax +358-0-625 308

Toimituskunta — *Editorial Board*

Erkki Annila (pj. — *chairman*), Pentti Hakkila, Seppo Kaunisto, Jari Kuuluvainen, Juha Lappi, Eino Mälkönen

Tavoitteet ja tarkoitus — *Aim and Scope*

Sarjassa julkaistaan tutkimuksia, tilastoja ja kirjallisuuskatsauksia, joilla on ensisijaisesti kotimaista merkitystä. Julkaisukielenä on kotimainen kieli, mutta julkaisut sisältävät englanninkielisen selosteen tärkeimmistä tutkimustuloksista.

Folia Forestalia publishes research reports, statistics and literature reviews relevant to Finnish forestry.

Tilaukset — *Subscriptions*

Tilaukset ja tiedustelut pyydetään osoittamaan Metsäntutkimuslaitoksen kirjastolle. *Subscriptions and orders for back issues should be addressed to the Library of the Institute.*

FOLIA FORESTALIA 823

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1993

Erkki Verkasalo

LEHTIKUUSITUKKIEN LAATU SUOMESSA

Technical quality of larch saw logs in Finland

Approved on 31.12.1993

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
1.1	Lehtikuusi Suomessa	3
1.2	Lehtikuusitukkiin laatutekijät	3
1.3	Tutkimuksen tavoitteet	5
2	AINEISTO JA MENETELMÄT	5
3	TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	7
3.1	Tukkirungon laatu	7
3.1.1	Järeys	7
3.1.2	Oksikkuus	8
3.2	Tukin ulkoinen laatu	10
3.2.1	Järeys	10
3.2.2	Suoruus	12
3.2.3	Oksat	14
3.2.4	Laatuluokkajakauma	17
3.3	Tukin kuoriprosentti	18
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	21
	KIRJALLISUUS – REFERENCES	22
	SUMMARY	26

Verkasalo, E. 1993. Lehtikuusitukkien laatu Suomessa. Summary: Technical quality of larch saw logs in Finland. *Folia Forestalia* 823. 27 p.

Artikkeli esittelee tuloksia Suomessa nykyisin hakattavien lehtikuusitukkien ulkoisesta laadusta. Aineisto, joka kerättiin 24 käytännön hakkuutyömaalta Etelä-Suomen järvialueelta v. 1989–92, käsitti yhteensä 1817 tukkia.

Tukkipuiden keskimääräinen rinnankorkeusläpimitta oli 29,8 cm. Alhaisesta keski-ikästä huolimatta (61 v) järeys oli huomattavasti suurempi kuin nykyisin hakattavilla mänty- tai kuusitukkipuilla. Tukeiksi tehdyn rungonosan keskipituus oli 17 m, josta oksatonta osaa oli vain 2 m, kuivaoksaista osaa 9 m ja elävä- ja mahdollisesti kuivaoksaista osaa 6 m. Oksaton osa oli lyhyempi ja kuivaoksaisten osa pitempi kuin mänty- tai kuusitukkipuilla.

Lehtikuusitukit olivat paksumpia ja kuorelliselta tilavuudeltaan suurempia kuin mänty- tai kuusitukit ja pituudeltaan kuusitukkien luokkaa. Tukeista oli suorina vain 53 %, joka neljäs tukki oli voimakkaasti mutkainen. Oksattomia tukkeja oli vain 11 %, joka viidennessä tukissa oli yli 4 cm:n oksa. Tukan paksuin elävä ja kuiva oksa olivat läpimitaltaan keskimäärin 17 ja 22 mm. Tukeista 15 % täytti mäntytukkien laatuluokka I:n vaatimukset, kun taas 16 % ei täyttänyt edes minimilaatuvaatimuksia. Tukkien keskimääräinen kuoriprosentti, 20,9 %, oli huomattavasti korkeampi kuin mänty- tai kuusitukeilla.

The paper presents the results on the external quality of larch saw logs currently cut in Finland, based on material comprising 1817 logs from 24 commercial logging sites in the lake district of southern Finland in 1989–92.

Despite their low average age (61 yrs), the average DBH of larch saw timber trees was as large as 29.8 cm, i.e. considerably larger than that of Scots pine or Norway spruce. Of the average saw timber section of 17 m, only 2 m was knot-free, 9 m with dry knots and 6 m with live and probably dead knots. The knot-free section was shorter and the section with dead knots longer than in pine or spruce.

By DBH and volume (over bark), larch logs were on average larger than pine or spruce logs; the average length equalled that of spruce. Only 53 % of the logs were straight, and every fourth log had severe crooks. Only 11 % of the logs were knot-free, and every fifth log had a knot of 4 cm or more. The diameters of the thickest live and dead knots were 17 and 22 mm, respectively. Of the logs, 15 % met the quality requirements of grade I of pine, whereas 16 % did not meet the minimum requirements. The average bark percentage of the logs was 20.9 %, i.e. considerably larger than for pine or spruce.

Keywords: *Larix*, saw logs, grading, log dimensions, stem form, knottiness, bark percentage.
FDC 851 + 174.7 *Larix* + (480)

Correspondence: Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Production, P.O.Box 18, FIN-01301 Vantaa, Finland.

ISBN 951-40-1344-1
ISSN 0015-5543

Tampere 1993. Tammer-Paino Oy

1 Johdanto

1.1 Lehtikuusi Suomessa

Lehtikuusi on Suomessa viljelymetsätalouden erikois- ja maisemapuu. Arviot lehtikuusiviljelmien nykyisestä laajuudesta vaihtelevat 10 000 hehtaaria (Ge den sibiriska... 1990) vajaaseen 25 000 hehtaariin (Tuimala 1993a). Viljelmistä on vähintään 80 % siperianlehtikuusta (*Larix sibirica* Ledeb.) (Lähde ym. 1984, Hokajärvi 1993). Lopuista viljelmistä on suurin osa euroopanlehtikuusta (*Larix decidua* Mill.) ja pieniä aloja mm. dahurianlehtikuusta (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.), kurilienlehtikuusta (*Larix gmelinii* var. *japonica* (Maxim. ex Regel) Pilg.), japaninlehtikuusta (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.) ja erilaisia lehtikuusihybridejä (Lähde ym. 1984).

Koska valtaosa lehtikuusikoista on nuoria, lehtikuusen puukaupallinen merkitys on vähäinen. Kokonaishakkuut ovat olleet arviolta 1000–2000 m³/v (Verkasalo 1993). Tästäkin määrästä on vain osa ollut puukaupan piirissä, sillä varsinkin Metsähallituksen ja otaksuttavasti myös yksityismetsien lehtikuusi on käytetty valtaosin omiin rakennustarkoituksiin. – Lehtikuusitukin vuotuinen hakkuumäärä vastaa vain yhtä nykyistä, suurrehkoa eteläsuomalaista avohakkuuleimikkoa.

Metsiköiden ikäluokkarakenteen vuoksi lehtikuusipuutavaran tarjonta kuitenkin kasvaa tulevaisuudessa. Metsähallituksen metsissä odotetaan lehtikuusen hakkuumahdollisuuksien kasvavan 2000-luvulla 10 000–15 000 kuutiometriin vuodessa, kun 1960–70-luvuilla perustetut taimikot varttuvavat ensiharvennusvaiheeseen (Hokajärvi 1993). Kuitupuun osuus hakkuukertymästä on tuolloin nykyistä suurempi. Suuntaus on yksityismetsissä ja yhtiöiden metsissä samanlainen. Lisääntyvätkään raaka-ainevarat eivät pysty tyydyttämään kuin muutaman erikoistuneen lehtikuusen käyttäjän raaka-aineen tarpeen. Täten lehtikuusen teollisen käytön merkittävä laajeneminen Suomessa on mahdollista vain tuontipuun turvin, jota on saatavissa lähinnä Venäjältä.

Järeä puutavara on keskeisessä asemassa Suomen lehtikuusikaupassa. Lehtikuusirungot pyritään katkomaan mahdollisimman tarkoin saha- ja vaneritukeiksi ja pylväiksi, koska näistä puutavaralajeista on ajoittain paikallista pulaa (Verkasalo 1993). Kuitupuulla ei ole kysyntää ainaakaan nykyisin. Tukkien mittavaatimukset (vähimmäispituus ja -paksuus) ovat useimmiten lie-

vemmät kuin männyllä ja kuusella. Tukkien laatuvaatimukset eivät myöskään ole erityisen ankarat. Eräät viat, joita ei sallita mänty- ja kuusitukeissa, kuten kuivat ja lahot oksat, lenkous ja lievähköt mutkat, eivät ole nimittäin aina ratkaisevia lehtikuusen loppukäytön kannalta. Ainoastaan viulun leikkaukseen on vaadittu yleensä oksatonta tukkia. Tyypillistä lehtikuusen mitta- ja laatuvaatimuksille on myös suuri ostajien välinen vaihtelu.

Järeää lehtikuusta käytetään ennen kaikkea maa- ja vesirakennukseen, mm. laiturin- ja patorakenteisiin, pitkospuiksi ja junttapaaluiksi, laivanrakennukseen mastoihin ja tuki- ja kansirakenteisiin ja maatilarakentamiseen (Tuimala 1993b, Verkasalo 1993). Näissä käyttökohteissa lehtikuusen sydänpuun luontainen lahonkestävyys on eittämätön etu (Hakkila 1961, Sairanen 1982, Juvonen ym. 1986). Jonkin verran käyttöä on myös sisustuspuuksi, lähinnä seinä- ja kattopaneeleiksi, lattialaudoiksi ja parketiksi, huonekaluteollisuuden raaka-aineeksi sekä massiivipuuna että leikattuna viiluna, ulkoverhoiluun ja ulkokalusteisiin (Tuimala 1993b).

1.2 Lehtikuusitukkien laatutekijät

Tukin laatukriteerit vaihtelevat käyttötarkoituksen mukaan. Niitä voivat olla mm. tukin asema rungossa (tyvitukki/välitukki/latvatukki), läpimita, kapeneminen, lenkous, mutkaisuus, soikeus, oksien koko, laatu ja ryhmittyneisyys, muiden vikojen esiintyminen, kuoren osuus, sydänpuun osuus, luston paksuus ja puuaineen tiheys (Kärkäinen 1984).

Lehtikuusen oleelliset laatutekijät mekaanisessa metsäteollisuudessa liittyvät yleiseen jalostettavuuteen, lahonkestävyyteen ja puuaineen ulkonäköön. Puuaineen lujuusominaisuudet eivät yleensä ole lehtikuusipuutavaran käyttöä rajoittava tekijä (Salmi 1972).

Yleinen jalostettavuus tarkoittaa lehtikuusella lähinnä sahattavuutta ja sorvattavuutta. Jalostettavan pölkyn järeys on molemmissa käyttömuodoissa tärkeä raaka-aineen käyttösuhteeseen vaikuttava tekijä. Myös pölkyn muodolla (suoruus ts. lenkous ja mutkaisuus, soikeus, pinnan kolaisuus, kapeneminen ja sen tasaisuus) ja kuoren tilavuusosuudella on suuri vaikutus käyttösuht-

teeseen. Muototekijät vaikuttavat usein myös tuotteen laatuun, sillä ne ovat yhteydessä esim. viinosisyyteen ja reaktiipuun ja pystyoksien esiintymiseen (Kärkkäinen 1984, Juvonen ym. 1986).

Lehtikuusirunkojen ja -tukkien järeyttä ja muotoa on tutkittu kaikissa niiden tilavuuden määrittämiseen tähdänneissä tutkimuksissa. Koska siperianlehtikuusi on luontaisesti levinnyt etupäässä Venäjälle, on näitä tekijöitä tutkittu siellä runsaasti: Tkachenko (1944), Kalinin (1961), Zaharov (1965), Anuchin (1967), Hutorschikov ym. (1967), Polyakov (1974), Mineev (1976), Bokschanin (1982) ja Vetsheva ym. (1982), ja lisäksi pohjoismaissa: Carbonnier (1959) ja Wiksten (1962) Ruotsissa, Ilvessalo (1916, 1923), Vuokila (1960a,b), Lähde ym. (1984) ja Sipi (1988) Suomessa sekä Strand (1963) Norjassa. Euroopanlehtikuusella vastaavaa tutkimusta on tehty useissa Euroopan maissa: Saksassa (Grundner & Schwappach 1952, Altherr 1953, Engstler 1955, Altherr ym. 1975, Schopfer & Dauber 1989), Itävallassa (Pollanschutz 1974), Unkarissa (Sopp 1962, Palotay 1965, Irmes 1985), Slovakiassa (Cermak ym. 1988), Iso-Britanniassa (Hummel ym. 1950), Romaniassa (Disescu 1952, Florescu 1964, Giurgiu & Florescu 1965, 1969), Italiassa (Giordano 1954, Patrone 1960), Ruotsissa (Carbonnier 1959), Suomessa (Vuokila 1960a, Lähde ym. 1984) ja Norjassa (Strand 1963), muualla maailmassa lisäksi Uudessa Seelannissa (Burstall 1958, Gordon 1983).

Kuoren osuutta on em. tutkimusten lisäksi selvitetty siperianlehtikuusella Mattsonin (1917), Lappi-Seppälän (1927), Vuokilan (1960b) ja Hakkilan & Winterin (1973) sekä euroopanlehtikuusella Schotten (1917), Schoberin (1939), Schreiberin (1944), Götzin (1951), Quartesanin (1956), Ziegerin (1956), Coronan (1964), Altherrin ym. (1975) ja Vautherinin & Issartelin (1992) töissä.

Bokschanin (1982) on selvittänyt siperianlehtikuusitkin vikojen vaikutusta yksittäisen sahatararakappaleen laatuun Siperiassa. Oksat, lähes aina kuivat oksat, määräsivät laatuluokan kahdessa kolmasosassa tapauksista. Seuraavaksi merkittävimpiä vikoja olivat halkeamat (35 %), laho (11 %) sekä lenkous ja mutkat (14 %).

Lehtikuusen jalostettavuuteen vaikuttavia ominaispiirteitä ovat myös sydänpuun runsaat uuteaineet, jotka pihkoittavat ja kuluttavat työstäviä teriä, huonontavat sahauspinnan laatua ja aiheuttavat tuotteisiin muotovikoja (Sairanen 1982). Merkittävien muotovikojen aiheuttava tekijä lienee kuitenkin suuri lustojen sisäinen ja niiden väli-

nen vaihtelu. Tätä ilmentävät kevät- ja kesäpuun jyrkkä rajakohta ja suuri tiheysero sekä kesäpuun osuuden voimakas kasvu puun vanhetessa (Tuimala 1993b). Muotovikoja aiheutuu myös rungon tyviosan voimakkaista kasvujännityksistä, jotka niinkään vaikeuttavat sahausta (Sipi 1988). Sahatavaralla on taipumus halkeilla kuivattaessa (Chudinov 1965, Kislyi 1967, Bokschanin 1982, Sairanen 1982, Juvonen ym. 1986, Sipi 1988).

Bokschanin (1971) teki Uralin, Itä-Siperian ja Venäjän kaukoidän lehtikuusta käyttävien teollisuuslaitosten piirissä kyselyn lehtikuusen käyttöä estävistä ja rajoittavista tekijöistä. Tärkeimmät tekijät olivat tuotteen painon kohoaminen, naula- ja ruuviliitosten teon hankaloituminen ja liitosten heikkeneminen käytössä. Muita lehtikuusipuun haittapuolia olivat kappaleiden käyristyminen kuivauksessa ja käytössä, sahausken ja leikkauksen hankaluus, pihkavuodot ja vuosilustojen irtoaminen toisistaan.

Lehtikuusen lahonkestävyys liittyy nimenomaan sydänpuuhun. Lehtikuusen pintapuu kestää lahoa itse asiassa huomommin kuin esim. männyn pintapuu (Salmi 1972). Siksi sydänpuun osuus ja läpimitta ja toisaalta pintapuuvaipan paksuus ovat olennaisimpia lehtikuusen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Sydänpuun osuus lisääntyy erityisesti puun ikääntyessä ja siirryttäessä rungossa alaspäin sekä kasvunopeuden hidastuessa (lustojen ohentuessa), latvuksen pienentyessä ja puun ollessa alempaa latvuserrosta (Lappi-Seppälä 1927, Edlund 1966, Hakkila & Winter 1973).

Lehtikuusen sydänpuuta, luston paksuutta ja puuaineen tiheyttä on tutkittu paljon. Siperianlehtikuusta on tutkittu lähinnä Venäjällä (Vihrov 1949, Hutorschikov 1959, Hutorschikov ym. 1967, Nekhaichuk & Moskaleva 1979, Bokschanin 1982, Nekhaichuk & Bryantseva 1984, Schultze-Dewitz & Götze 1988, ks. myös Sairanen 1982) mutta myös pohjoismaissa (Lappi-Seppälä 1927, Vuokila 1960b, Halvorsen 1965, Edlund 1966, Nevalainen & Hosia 1969a,b, Hakkila & Winter 1973, Kärkkäinen 1978, Sipi 1988, Tuimala 1993b). Euroopanlehtikuusta on tutkittu Keski-Euroopassa (Tillman 1957, Pearson & Fielding 1961, Cividini 1962, Langner & Reck 1966, Filipovici ym. 1968, Lenz 1979, Leibundgut 1983, Corona 1984, Irmes 1985, Niedzielska 1985), vähän myös Pohjois-Euroopassa (Kielander 1966, Hakkila & Winter 1973) ja Kanadassa (Keith & Chaurat 1988).

Lehtikuusipuun ulkonäköön liittyviä esteettisiä tekijöitä ovat oksattomuus ja terveoksaus sekä pinta- ja sydänpuun väri vaihtelu. Siperian-

ja euroopanlehtikuusen oksaisuutta ovat tutki-
neet mm. Timofeev (1944), Zieger (1956), Hak-
kila & Winter (1973), Miler & Sedecki (1975),
Mineev (1976) ja Tuimala (1984, 1991). Pinta-
puu on vaaleanruskehtavanvalkoista ja sydän-
puu vaihtelee punaruskeasta oliivinvihreään (Sal-
mi 1972, Tuimala 1993b). Lehtikuusen puuai-
neen väri vaihtelua ovat tutkineet mm. Chernen-
ko & Tolpygin (1964) ja Sindelar (1969). Bok-
schaninin (1982) mukaan väri vaihtelua on kui-
tenkin vaikea hyödyntää, koska pintapuuta ei sen
ohuuden vuoksi useinkaan jää sahatavaraan sär-
mäyksen jälkeen.

1.3 Tutkimuksen tavoitteet

Pohjois-Karjalan metsänhoitoyhdistysten liitto ja
Lehtikuusela Ky. Kontiolahdesta tekivät joulu-
kuussa 1988 aloitteen Metsäntutkimuslaitoksen
metsäteknologian tutkimusosastolle (nykyisin
metsänkasvatuksen tutkimusosasto) lehtikuusi-
tukkien jälkimitauksen tutkimiseksi. Tutkimus
aloitettiin tammikuussa 1989. Tässä yhteydessä
kerättiin aineistoa myös Suomessa nykyisin ha-
kattavissa olevien lehtikuusitukkien ulkoisen ja
sisäisen laadun tutkimiseksi.

Nyt käsillä olevassa tutkimuksessa keskity-
tään lehtikuusitukkien mekaanisen jalostuksen
kannalta keskeisiin, ulkoista laatua koskeviin omi-
naisuuksiin ja niihin vaikuttaviin tekijöihin: tuk-

kirunkojen järeys ja oksikkuus, tukkien järeys,
suoruus, oksien koko ja laatu, tukkien laatuluok-
kajakauma ja kuoriprosentti. Tukkien muotote-
kijöistä kapenemista ja muotolukuja käsitellään
lehtikuusitukkien mittausta käsittelevässä rapor-
tissa (Verkasalo & Aaltio 1994). Tukkien sisäis-
tä laatua (sydänpuuosuus, luston paksuus, puuai-
neen tiheys) koskevat tulokset julkaistaan niin
ikään erikseen. Käsittely rajataan siperian- ja eu-
roopanlehtikuuseen, koska mekaanisen metsäte-
ollisuuden raaka-aineeksi kysymykseen tuleva
lehtikuusi on Suomessa lähes pelkästään näitä
lehtikuusilajeja.

Lehtikuusela Ky., Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusalue-
toimisto ja Metsähallituksen Etelä-Suomen piirikunta-
konttori avustivat tutkimusaineiston hankinnassa. Metsä-
talousteknikko Juha Metros työryhmineen keräsi aineis-
ton. Tutkija Aili Tuimala antoi kirjoittajan käyttöön val-
mista aineistoa. Tapio Järvinen, Marja Kalaja, Satu Kivi-
nen, Katri Koski ja Jukka Lehtimäki tekivät laboratorio-
työt. Tutkija Pentti Sairanen käänsi huomattavan määrän
venäjänkielistä lähdemateriaalia suomen kielelle. Profes-
sorit Erkki Annala, Pentti Hakkila ja Olli Uusvaara Met-
säntutkimuslaitoksesta ja Matti Kärkkäinen Jaakko Pöy-
ry Oy:stä, vs. professori Marketta Sipi Teknillisen korkeakou-
lun puun mekaanisen teknologian laboratorion
sekä tutkijat Pentti Sairanen ja Aili Tuimala Metsäntutki-
muslaitoksesta kommentoivat käsikirjoitusta. Esitän parha-
at kiitokseni kaikille tutkimuksen valmistumiseen myö-
tävaikuttaneille henkilöille ja organisaatioille.

2 Aineisto ja menetelmät

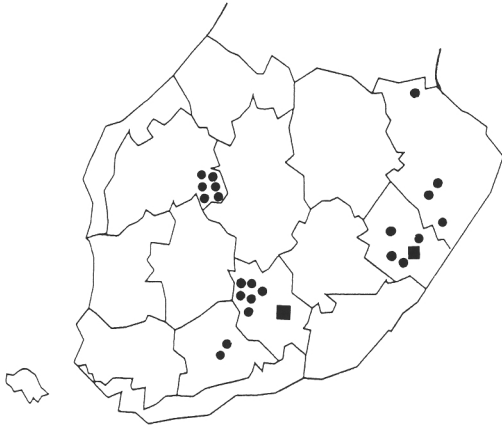
Tutkimusaineisto käsitti kaikkiaan 1817 lehti-
kuusitukkia 24 hakkuutyömaalta Etelä-Suomen
järvi-alueilta (kuva 1). Aineiston kokonaistilavuus
oli 534,4 m³. Yhdeltä työmaalta kertyi keski-
määrin 76 tukkia (vaihteluväli 8–228). Työmail-
ta mitattiin kaikki niiltä hakatut tukit. Runkoja
oli 713 ja yhdestä rungosta tehtiin keskimäärin
2,5 tukkia.

Pääaineisto, 21 työmaata, kerättiin 4.1.1989–
10.4.1992. Täydennykseksi saatiin kolme työ-
maata Metsäntutkimuslaitoksen lehtikuusitukki-
en koesahausaineistoista (Tuimala 1980). Aineis-
ton maantieteellinen keskittyminen Järvi-Suo-
meen rajoittaa mahdollisuuksia soveltaa tuloksia
muualle. Aineisto edustaa kuitenkin hyvin ny-
kyisin hakattavia lehtikuusitukkilajikoita.

Joka työmaalta kirjattiin yleistietoina: lehti-

kuusilaji, metsänparannustoimenpiteet, kasvu-
paikkatyyppi, hakkuutapa, leimikon koko, myy-
jä, ostaja, kauppatapa, hakkuumenetelmä (mies-
työhakkuu/konehakkuu), mittausmenetelmä, tuk-
kien minimiläpimitä, tukkipuun osuus leimikon
koko lehtikuusikertymästä ja mahdollinen eri-
koispuiden hakkuu.

Aineiston leimikkorakenne vastasi hyvin Suo-
men lehtikuusileimikoista vallitsevaa käsitystä
(Verkasalo 1993). Leimikoista oli 22 siperian-
lehtikuusta ja 2 euroopanlehtikuusta. Kolmella
leimikolla rungoista oli pystykarsittu kuivat ok-
sat 5–6 m:n korkeuteen, kun rinnankorkeusläpi-
mitta oli 15–20 cm. Kasvupaikka oli 17 leimi-
kolla OMT, kuudella MT ja yhdellä VT. Hak-
kuutapa oli 12 leimikolla puhdas alaharvennus,
viidellä yhdistetty ala- ja yläharvennus, viidellä



- SIPERIANLEHTIKUUSI
Siberian larch
- EUROOPANLEHTIKUUSI
European larch

Kuva 1. Aineiston lehtikuusileimikoiden sijainti.
Fig. 1. Location of the logging sites of larch in the material in southern Finland.

avohakkuu ja kahdella tuulenkaatojen korjuu. Metsän omisti 19 leimikolla valtio (Metsäntutkimuslaitos 10, Metsähallitus 6, muu 3), neljällä yksityinen ja yhdellä metsäyhtiö.

Yhdeltä leimikolta hakattiin keskimäärin 220 m³ lehtikuusta (vaihteluväli 4–1323 m³). Tukkipuun osuus kertymästä oli suuri, keskimäärin 80 % (vaihteluväli 40–95 %). Neljällä leimikolla hakattiin tukkien lisäksi pylväitä tai mastopuita. Tukkipuuosuus on Itä-Siperian yli 120-vuotiaissa lehtikuusikoissa ollut samaa luokkaa kuin tässä tutkimuksessa (Tihomirov & Falalejev 1960).

Tukkien minimiläpimitta oli 15 leimikolla havutukeilla normaaliksi katsottava 15–17 cm. Leimikoiden pienin ja suurin minimiläpimitta olivat 12 ja 29 cm. Tukeilla ei ollut tavoitekeskipituutta. Pääsääntöisesti pyrittiin vain maksimoimaan tukkien ja pylväiden osuus hakkuukertymästä, joten tukkien minimipituuskin vaihteli työmaittain välillä 2,7–4,2 m.

Milloin mittaukset voitiin kohdistaa runkoihin, niistä kirjattiin rinnankorkeusläpimitta, läpimitta 6 m:n korkeudelta ja pituus sekä alimman kuivan oksan korkeus, yhtenäisen kuivaoksisen rungonosan alaraja (kuivaoksaraja) ja yhtenä-

sen elävän latvuksen alaraja (tuoreoksaraja). Tällaisia leimikoita oli 14, ja niiltä kaadettiin yhteensä 320 runkoa.

Tukin asema rungossa määriteltiin. Tukeista lähteneessä mittauksessa voitiin eritellä vain tyvitukit ja muut tukit, kun taas rungoista lähteneessä mittauksessa kaikki tukit numeroitiin rungoittain tyvitukista alkaen. Tukin pituus mitattiin yhden senttimetrin tarkkuudella ja kuorelliset läpimitat yhden millimetrin tarkkuudella vaakasuurassa suunnassa 10, 30, 50, 100, 200 jne. cm:n etäisyydellä tyvileikkauksesta, tukin puolivälistä ja latvasta tarkan kuorellisen tilavuuden laskemiseksi spline-funktiolla (Lahtinen & Laasasenaho 1979). Läpimittatietoja käytettiin myös tukin muotoa kuvaavien kokonais- ja latvakapenemisen sekä keskus- ja latvamuotoluvun laskentaan (Verkasalo & Aaltio 1994). Tyvitukeista mitattiin rungon rinnankorkeusläpimitta 1,3 m:n etäisyydeltä kantoleikkauksesta. Kaikista mittauskohdista poistettiin kuori kuorettoimien läpimittojen mittaamiseksi kuoriprosentin laskentaa varten.

Joka tukista mitattiin paksuimman kuivan tai lahon ja terveen oksan läpimitta tukin vaippapinnasta kohtisuoraan pituusakselia vastaan. Tukit luokiteltiin oksaisuuslaatuluokkiin: 1) oksaton (vain alle 5 mm:n oksia), 2) hento-oksainen (korkeintaan 5–20 mm:n oksia), 3) normaalioksisainen (korkeintaan 20–40 mm:n oksia), 4) paksuoksisainen (yli 40 mm:n oksia). Ne luokiteltiin silmävaraisesti myös yleisiin suoruusluokkiin: 1) suora, 2) lenko, 3) tyvimutkainen, 4) keski- tai latvamutkainen, 5) moniväärä.

Lehtikuusitukeille ei ole olemassa omaa, tuotteiden todelliseen käyttötarkoitukseen perustuvaa laatuluokittelumenetelmää. Lehtikuusisahatavaran ja -viulun lopulliset käyttökohteet lienevät lähempänä männyn kuin kuusen kohteita (Juvonen ym. 1986, Tuimala 1993b). Lehtikuusi- ja mäntytukkien laadun vertailemiseksi tukit luokiteltiin tässä tutkimuksessa Heiskasen & Siimeksen (1960) mäntytukkien kolmiluokkaisen asteikon mukaisesti. Asikainen & Heiskanen (1970) kuvaavat nämä luokat seuraavasti:

- I Hyvää puusepänsahatavaraa antavat tukit
- II Muut varmuudella u/s-sahatavaraa antavat tukit
- III Todennäköisesti korkeintaan kvintta-sahatavaraa antavat tukit

Heiskasen & Siimeksen (1960) luokitus ei nykyisin vastaa hyvin edes mäntytukista saatavan sahatavaran arvoa, koska sahatavaran laatuluokkien käyttötarkoitukset ovat luokituksen teon jäl-

keen muuttuneet ja laatuluokkien sisäiset käyttö-tarkoitukset ovat eriytyneet. Lisäksi mäntytukki- en luokitus ei välttämättä sovi lehtikuusitukeille, koska suomalaisen lehtikuusen ulkoisen ja sisäisen oksikkuuden välinen suhde lienee erilainen kuin männyllä (Tuimala 1984, 1991).

Tulokset analysoitiin Studentin t-testeillä, variaanssianalyseilla ja Tukeyn testeillä, Kruskal-

Wallisin ja Wilcoxonin järjestyslukummates-teillä, χ^2 -testeillä sekä askeltavilla ja lineaarisilla regressioanalyseilla (Ott 1984). Tuloksia ver-tailtiin paitsi muiden lehtikuusitutkimusten myös mm. Metsäntutkimuslaitoksessa aiemmin tämän tutkimuksen kaltaisella menetelmällä kerätyn mänty- ja kuusitukkiaineiston tuloksiin (Rikko-nen 1987).

3 Tulokset ja niiden tarkastelu

3.1 Tukkirungon laatu

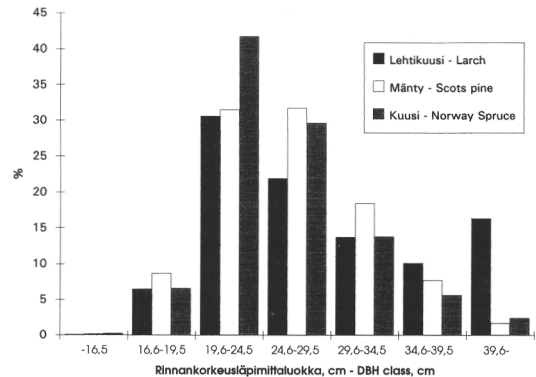
3.1.1 Järeys

Lehtikuusitukkipuut olivat suomalaisiksi tukki-puiksi järeitä. Puiden rinnankorkeusläpimitan keskiarvo oli 29,8 cm (n = 713, s = 9,8 cm), kun se Rikkosen (1987) Etelä-Suomen mänty- ja kuusi-aineistoissa oli 26,6 ja 24,7 cm. Lehtikuusileimi-köiden keskiarvo oli peräti 34,8 cm (vaihteluväli 23,1–66,8 cm). Tukkipuiden rinnankorkeusläpi-mitan vaihtelu oli selvästi suurempi leimiköiden välillä kuin niiden sisällä: rinnankorkeusläpimi-tan variaatiokertoimet olivat 32,1 ja 17,5.

Lehtikuusista oli huomattavasti suurempi osuus yli 35 cm:n ja huomattavasti pienempi osuus 20–30 cm:n läpimittaluokissa kuin männyistä ja kuusista (kuva 2). Lehtikuusten järeys mäntyihin ja kuusiin verrattuna korostuu, kun puulajien ikä-erot otetaan huomioon: lehtikuuset olivat keski-määrin vain 61-vuotiaita (s = 16 v.), kun männyt ja kuuset olivat molemmat keskimäärin 100-vuo-tiaita.

Lehtikuusten järeys mäntyihin ja kuusiin näh-den johtui luontaisesti korkean tuotoksen lisäksi keskimääräistä viljavammista kasvupaikoista. Myös voimaperäisellä metsänhoidolla oli osuuta tulokseen, koska suuri osa lehtikuusiaineistosta oli peräisin Metsäntutkimuslaitoksen ja muista valtion metsistä. Kaikki aineiston lehtikuuset olivat peräisin viljelymetsistä. Jos puulajeittai-nen järeysvertailu olisi tehty pelkästään viljely-metsien välillä, ero olisi Etelä-Suomessa ollut mahdollisesti edellä esitettyä pienempi. Viljely-metsien merkitys mänty- ja kuusitukki- lähteenä on Suomessa vielä kuitenkin hyvin pieni.

Lehtikuusten suuri järeys ei sinänsä ollut yllä-tys: suomalaisten siperianlehtikuusiviljelmien tärkeimpänä alkuperänä pidetyssä Raivolan leh-tikuusimetsässä metsiköiden puiden keskiläpi-



Kuva 2. Lehtikuusitukkipuiden rinnankorkeusläpimitta-luokkajakauma verrattuna Rikkosen (1987) mänty- ja kuusitukkipuihin Etelä-Suomessa.

Fig. 2. Distribution of larch saw timber trees by DBH class, compared with the saw timber trees of Scots pine and Norway spruce of Rikkonen (1987) in southern Finland.

mitta oli 39–46 cm ja suurimman puun läpimitta 67–83 cm, kun puuston ikä oli 110–183 v (Ilves-salo 1923).

Suomalaisten lehtikuusten läpimittajakauma vastasi pitkälti siperialaisia aineistoja (Bokschanin 1982), vaikka puustot ovat Suomessa selvästi nuorempia. Lehtikuusten läpimitat ovat Siperiassa ikään nähden pienempiä kuin Suomessa, koska Siperiassa metsiköt ovat luontaisia, tiheänä kasvaneita ja päätehakuut tehdään aikaisintaan 120 vuoden iässä.

Lehtikuuset olivat luonnollisesti sitä järeämpiä mitä viljavampi oli kasvupaikka eron ollessa Tukeyn testin mukaan merkitsevä OMT:n ja VT:n ($p = 0,001$) sekä MT:n ja VT:n välillä ($p = 0,025$):

Kasvupaikka	n	Ikä, a	d _{1,3} , cm
OMT	418	60	30,7
MT	260	62	29,1
VT	78	72	24,5

OMT:n ja MT:n hoidetun, 60-vuotiaan lehtikuusikon välinen järeysero on Vuokilan (1960b) mukaan tässä todettua suurempi, joskin hänen tuloksensa perustuivat metsikön 100 paksuimman puun läpimitan aritmeettiseen keskiarvoon (OMT:llä 38 cm ja MT:llä 34 cm).

Lehtikuusilajien järeysvertailua vaikeutti euroopanlehtikuusen aineiston suppeus. Koko aineistossa siperianlehtikuuset olivat euroopanlehtikuusia järeämpiä, mutta vertailtaessa pelkästään alle 50-vuotiaita puita ero oli päinvastainen. Läpimittojen ero ei kuitenkaan ollut t-testin mukaan merkitsevä ($p = 0,126$):

Aineisto	n	Ikä, a	d _{1,3} , cm
Koko aineisto			
Siperianlehtikuusi	670	63	30,7
Euroopanlehtikuusi	43	38	26,4
Alle 50-vuotiaat			
Siperianlehtikuusi	126	45	24,8
Euroopanlehtikuusi	43	38	26,4

Siperian- ja euroopanlehtikuusen järeysuhteet olivat tässä samansuuntaiset kuin Lähteellä ym. (1984) heidän vertaillessaan aineistonsa viittä parasta 50–55-vuotiasta siperian- ja euroopanlehtikuusikkoa.

Venäläisissä tutkimuksissa lehtikuusen suhteellisesta järeystä on saatu hyvin samanlaisia tuloksia kuin tässä tutkimuksessa. Esimerkiksi samalla kasvupaikalla ja samassa tiheydessä kasvaneen euroopan- ja siperianlehtikuusikon, männikön ja kuusikon keskiläpimitat 80 vuoden iässä olivat Moskovon seudulla 30,2, 26,6, 23,2 ja 20,1 cm (Timofeev 1944). Uralilla puolestaan siperianlehtikuuset olivat 175-vuotiaana keskimäärin 3 cm paksumpia kuin männyt (Tkachenko 1944). Unkarissa on euroopanlehtikuusten todettu 80 vuoden iässä saavuttavan keskimäärin 36 cm:n läpimitan (Irmes 1985).

3.1.2 Oksikkuus

Rungon ulkoinen oksikkuus on suomalaisella lehtikuusella todennäköisesti huono sisäisen oksaisuuden kuvaaja (Tuimala 1984). Oksattomalta näyttävässä rungonosassa voi pintapuukin olla kauttaaltaan kuivaoksa; toisaalta varsinkin pienehköt kuivilta näyttävät oksat voivat olla eläviä jo varsin lähellä pintaa, ts. ne ovat kiinni ympäröivässä puuaineessa. Täten ulkoisella oksikkuudella ei ehkä ole samanlaista ennustearvoa lehtikuusen laadun ja siitä saatavien mekaanisen metsäteollisuuden tuotteiden arvon kuvaaja-

jana kuin esim. männyllä. Tämä johtopäätös voi kuitenkin johtua suomalaisten lehtikuusten alhaisesta iästä. Siperiassa on sikäläisillä järeillä ja iältään yleisesti yli 120-vuotiailla lehtikuusilla havaittu selvä ja suoraviivainen riippuvuusuhde ulkoisen ja sisäisen oksikkuuden välillä (Bokschanin 1982).

Lehtikuusitukkipuut erosivat oksikkuudeltaan selvästi männyistä ja kuusista (taulukko 1). Runkotukkimusten piiriin saatujen leimikoiden lehtikuusista hakattiin tukkia keskimäärin 17,2 m:n pituudelta. Tästä oli oksatonta tyveä 2 m, kun sitä Rikkosen (1987) männyissä oli 4–5 m mutta kuusissa kuitenkin vain yksi metri. Kuivaoksaista osaa oli vastaavasti 9 m, kun sitä Rikkosen (1987) männyissä oli 5 m ja kuusissa 3 m. Hakkilan ym. (1972) valtakunnan metsien inventoinnin traktiverkoston ja Hakkilan (1991) käytännön hakkuutyömaa-aineiston perustella saadut männyn ja kuusen oksaisuusvyöhykkeiden pituudet olivat päätehakkuuleimikoissa puun pienemmästä koosta huolimatta samaa suuruusluokkaa kuin Rikkosen (1987) vastaavat tulokset. Puulajien ikäerojen perusteella voidaan arvioida, että lehtikuusen oksattoman tukkiosan pituus mitä todennäköisimmin aliarvioitiin suhteessa mäntyyn ja kuuseen, kuten mahdollisesti myös kuivaoksaisten osan pituus. Lehtikuusen oksikkuusvyöhykkeiden pituudet myös vaihtelivat huomattavan paljon mäntyyn ja kuuseen verrattuna.

Pelkästään tuoreita oksia käsittävän rungon osan pituutta ei tässä tutkimuksessa selvitetty. Tuoreoksarajan yläpuolelta hakattiin keskimäärin 6,2 m tukkia, jossa saattoi siis olla sekä eläviä että kuivia oksia. Lehtikuusirungon tukkiosan pituudesta oli oksatonta osaa keskimäärin 13 %, kuivaoksaista 52 % ja elävä- ja mahdollisesti kuivaoksaista osaa 35 %.

Tulokset kuvastavat esim. Lähteen ym. (1984) ja Tuimalan (1984) raportoimaa lehtikuusen huonoa luontaista karsiutumista ja Kiellanderin (1966), Milerin & Sedeckin (1975) ja Tuimalan (1984, 1991, 1993a) päättelimiä vaikeuksia kasvattaa oksatonta lehtikuusta ilman pystykarsintaa. Toisaalta päinvastaisia päätelmiä voitaisiin tehdä Ilvessalon (1923) mittaamista Raivolän lehtikuusimetsän 110–183-vuotiaista, noin puoleen väliin karsiutuneista rungoista, Timofeevin (1944) tuloksista 80-vuotiaiden Moskovon seudun lehtikuusten hyvästä karsiutumisesta ja Vuokilan (1960b) havainnoista lehtikuusen oksien ohuudesta, herkästä kuolemista ja helposta irtoamisesta.

Oksien herkkä kuoleminen näkyy siinä, että lehtikuusirungon tuoreoksaraja oli keskimää-

Taulukko 1. Lehtikuusitukkkipuiden oksikkuustunnukset ja vertailu Rikkosen (1987) keskimääräisiin ja Hakkilan ym. (1972) lehtikuusten läpimittaisiin mänty- ja kuusitukkkipuihin Etelä-Suomessa.

Table 1. Branchiness factors of larch trees compared with average Scots pine and Norway spruce in southern Finland (saw timber trees of Rikkonen (1987) and the trees of Hakkila et al. 1972) with an equal DBH to the average DBH of larch trees in this study.

Puulaji Species	Alin kuiva oksa Lowest dead branch		Kuivaoksaraja Lower limit of dead crown		Tuoreoksaraja Lower limit of live crown	
	Korkeus, m – Height, m					
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Lehtikuusi – Larch	2,2	2,4	7,8	5,1	11,0	6,3
Mänty – Scots pine						
Rikkonen (1987)	4,4	...	...	...	9,4	...
Hakkila ym. (1972)	4,8	2,9	...	...	9,7	2,9
Kuusi – Norway spruce						
Rikkonen (1987)	1,2	...	...	...	4,3	...
Hakkila ym. (1972)	1,3	1,0	...	...	4,4	2,4

rin 11 m:n korkeudella, ts. 1–2 m korkeammalla kuin Rikkosen (1987), Hakkilan ym. (1972) ja Hakkilan (1991) mäntyjä koskeneissa tutkimuksissa ja 7 m korkeammalla, kuin kuusia koskeneissa tutkimuksissa. Puulajien ikäerojen huomioon ottaminen johtaa tuoreoksarajassa havaitujen erojen kasvuun. Tässä tutkimuksessa ei voitu ottaa huomioon metsikön kasvatustiheyden vaikutusta rungon karsiutumiseen. Kasvatustiheyden merkitys lienee lehtikuusella tässä suhteessa vielä suurempi kuin männynllä (Tuimala 1993a). Vertailu viljelymäntyihin ja -kuusiin olisi edullinen lehtikuuselle rungon oksattoman ja kuivaoksaisten osan pituuden osalta, mutta tuoreoksarajan osalta tulokset eivät juuri muuttuisi (Uusvaara 1974, 1981, Vuokila 1975).

Siperiassa on lehtikuusirungon käyttöosan pituus keskimäärin noin 20 m (Bokschanin 1982). Tukkipuun osuus vaihtelee 55–90 % ja terveoksaista rungonosasta saadaan tukkipuiksi 1/3–1/2 (Tihomirov & Falalejev 1960). Bokschanin (1982) on tullut lehtikuusen ja männyn oksikkuutta vertaileissa tutkimuksissa päinvastaisiin johtopäätöksiin kuin tässä tutkimuksessa. Mahdollisia syitä ovat puustojen erilainen ikäluokkarakenne, syntyta ja tiheys sekä erilaiset kasvu- paikat.

Oksikkuustunnusten vaihtelu leimikoiden välillä oli rungon koon ja ilmeisesti metsikköolosuhteiden erojen vuoksi erittäin suuri:

Oksikkuustunnus	Etäisyys kantoleikkauksesta, m		
	\bar{x}	s	Vaihteluväli
Alin kuiva oksa	3,6	3,0	0,4–10,6
Kuivaoksaraja	9,2	4,8	3,3–20,0
Tuoreoksaraja	11,8	5,6	3,8–21,3

Myös geneettisillä syillä oli ilmeisesti osuutta oksikkuustunnusten suureen leimikkokohtaiseen vaihteluun. Geeniperimän merkitystä lehtikuusen rungon ja puuaineen laadun vaihtelun lähteenä ovat korostaneet mm. Schreiber (1944) ja Hakkila & Winter (1973). Tätä tukee edelleen oksikkuustunnusten selvästi suurempi vaihtelu leimikoiden välillä kuin niiden sisällä:

Oksikkuustunnus	Leimikoiden välinen vaihtelu	Leimikoiden sisäinen vaihtelu
	Variaatiokerroin, %	
Alimman kuivan oksan korkeus	83,3	46,5
Kuivaoksaraja	52,2	40,7
Tuoreoksaraja	47,5	27,8

Tulokset askeltavista regressioanalyseistä oksikkuustunnusten rungoittaisen vaihtelun selittämiseksi viittaavat kuitenkin lehtikuusen oksien korkealle etenevään kuolemiseen ja huonoon itse-karsiutumiskykyyn metsikköolosuhteista riippumatta. Oksikkuustunnusten selitysasteet (R^2) olivat vain 0,108–0,194. Mikään tutkittu tekijä ei osoittautunut hyväksi selittäjäksi:

Oksikkuustunnus	Selittävä tekijä		
	d _{1,3}	Kasvupaikan viljavuus	Ikä
	r		
Alimman kuivan oksan korkeus	+0,016	+0,096	+0,202
Kuivaoksaraja	-0,209	+0,202	
Tuoreoksaraja		+0,157	+0,237

Oksikkuustunnusten heikko riippuvuus erityisesti rinnankorkeusläpimitasta ja iästä oli huomionarvoista. Myöskään kasvupaikan viljavuus ei vaikuttanut selvästi oksikkuuteen. Tukeyn testin mukaan oksien karsiutuminen oli OMT:llä edennyt korkeammalle ($p = 0,002$) mutta kuoleminen jäänyt matalammalle ($p = 0,018$) kuin MT:llä. VT:llä tulokset olivat muihin kasvupaikkoihin verrattuna epäselviä puiden suuremmasta iästä mutta pienemmästä järeystä johtuen:

Kasvupaikka	Oksikk. uustunnus		
	Alimman kuivan oksan korkeus, m	Kuivaoksaraja, m	Tuoreoksaraja, m
OMT	2,6	8,4	11,0
MT	1,7	7,7	13,3
VT	3,0	5,5	6,0

Koko aineistossa oksaton osa oli siperianlehtikuusilla Kruskal-Wallis-testin mukaan hieman euroopanlehtikuusia pidempi ($p = 0,000$). Pelkästään alle 50-vuotiaita puita tarkasteltaessa havaittiin samansuuntainen mutta pieni ero sekä oksattoman osan pituudessa ($p = 0,000$), kuivaoksarajassa ($p = 0,083$) että latvusrajassa ($p = 0,052$):

Aineisto	Oksikkuustunnus		
	Alimman kuivan oksan korkeus, m	Kuivaoksaraja, m	Tuoreoksaraja, m
Koko aineisto			
Siperianlehtikuusi	2,3	7,7	11,0
Euroopanlehtikuusi	1,4	8,5	10,6
Alle 50-vuotiaat			
Siperianlehtikuusi	1,8	11,1	11,2
Euroopanlehtikuusi	1,4	8,5	10,6

Siperian- ja euroopanlehtikuusirunkojen oksikkuussuhteet olivat tässä samansuuntaiset kuin Timofeevillä (1944) ja Lähteellä ym. (1984).

3.2 Tukin ulkoinen laatu

3.2.1 Järeys

Lehtikuusitukit olivat sekä läpimitaltaan että tilavuudeltaan selvästi mänty- ja kuusitukkeja järeämpiä (taulukko 2). Tulos oli runkojen järeyserojen (luku 3.1.1) mukaisesti sama sekä tyviettä muilla tukeilla. Keskipituudeltaan lehtikuusitukit vastasivat kuusitukkeja mutta olivat toisaalta jonkin verran pidempiä kuin mäntytukit. Lehtikuusirunkojen suuren järeiden vuoksi niitä saatiin keskimäärin useampia tukkeja ja enemmän tukkitilavuutta pituusyksikköä kohti kuin männystä ja kuusista.

Lehtikuusitukkien latvaläpimittaluokkaja-kauma sekä läpimittaluokittaiset tyvitukkiosuudet Rikkosen (1987) Etelä-Suomen mänty- ja kuusiaineistoon verrattuna ilmenevät taulukosta 3. Tyvitukkien osuus kasvoi luonnollisesti läpimittaluokan kasvaessa. Pienimmissä läpimittaluokissa oli enemmän ja keskiuurissa ja suurissa läpimittaluokissa vähemmän tyvitukkeja kuin mänty- ja kuusiaineistoissa. Tukeista oli 80 % mänty- ja kuusitukkien vallitsevissa läpimittaluokissa 17–33 cm. Näitä pienemmissä ja suuremmissa luokissa oli kummassakin 10 %.

Leimikoiden aritmeettisena keskiarvona lasketuna lehtikuusitukkien latvaläpimitta oli keskimäärin peräti 25,6 cm (vaihteluväli 17,5–50,0 cm). Tukkien latvaläpimitan vaihtelu oli leimikoiden välillä vain jonkin verran suurempi kuin niiden sisällä: variaatiokertoimet olivat 28,3 ja 21,8.

Lehtikuusitukit olivat runkojen lailla sitä paksumpia ja tilavuudeltaan sitä suurempia mitä viljavammalta kasvupaikalta ne olivat peräisin – siitäkin huolimatta, että erot tukkien keskipituudessa ja puiden keski-ässä olisivat viitanneet pikemminkin päinvastaisiin eroihin:

	OMT	MT	VT
Tukkeja, kpl	1045	694	78
Latvaläpimitta, cm			
Tyvitukit	26,1	24,6	21,7
Muut tukit	22,8	21,5	18,1
Kaikki tukit	24,1	22,7	19,7
Tilavuus, dm ³			
Tyvitukit	386	343	235
Muut tukit	260	242	173
Kaikki tukit	311	280	201
Pituus, cm			
Tyvitukit	491	500	487
Muut tukit	465	485	503
Kaikki tukit	476	491	496

Tukkien paksuus- ja tilavuuserot olivat varianssianalyysin mukaan merkitseviä kaikkien kasvupaikkaluokkien välillä ja tukin asemasta riippumatta ($p = 0,000-0,047$).

Euroopanlehtikuusiaineiston suppeus vaikutti tukkien lehtikuusilajeittaista järeysvertailua. Koko aineistossa siperianlehtikuusitukit olivat Kruskal-Wallis-testin mukaan keskimäärin euroopanlehtikuusia suurempia sekä läpimitaltaan että tilavuudeltaan ($p = 0,000$). Keskipituuksissa ei sen sijaan ollut merkitseviä eroja ($p = 0,354-0,785$):

	Siperianlehtikuusi	Euroopanlehtikuusi
Tukkeja, kpl	1727	90
Latvaläpimitta, cm		
Tyvitukit	25,6	20,9
Muut tukit	22,3	18,9
Kaikki tukit	23,6	19,7

Tilavuus, dm ³		
Tyvitukit	370	235
Muut tukit	254	161
Kaikki tukit	300	191
Pituus, cm		
Tyvitukit	494	498
Muut tukit	475	458
Kaikki tukit	483	474

Kaksi kolmasosaa euroopanlehtikuusitukeista hakattiin kuitenkin alle 15 cm:n ja joka kuudes siperianlehtikuusitukki yli 17 cm:n minimiläpimittoja noudattaen. Tukkerillä, jotka oli hakattu tavanomaisella 15–17 cm:n minimiläpimitalla, ei lehtikuusilajien välillä ollut keskimäärin eroa latvaläpimitassa, mutta siperianlehtikuusitukit olivat ilmeisesti runkojen paremman laadun vuoksi selvästi euroopanlehtikuusitukkeja pidempiä. Koska keskitilavuuksien ero lehtikuusilajien välillä oli suhteellisesti suurempi kuin keskipituuk-

Taulukko 2. Lehtikuusitukkien keskimääräiset dimensiot ja vertailu Rikkosen (1987) mänty- ja kuusitukkiaineistoon Etelä-Suomessa.

Table 2. Mean dimensions of larch logs compared with Scots pine and Norway spruce logs of Rikkonen (1987) in southern Finland.

Ominaisuus Property	Puulaji – Species		
	Lehtikuusi Larch	Mänty Scots pine	Kuusi Norway spruce
Tukkeja, kpl # logs	1817	5472	5635
Tukkeja/runko, kpl # logs per stem	2,5	2,3	2,0
Tyvitukkeja, % Proportion of butt logs, %	39	44	51
Keskimääräinen latvaläpimitta kuorineen, cm Mean top diameter (o.b.), cm			
Tyvitukit – Butt logs	25,5	22,3	22,7
Muut tukit – Other logs	22,2	18,8	19,6
Kaikki tukit – All logs	23,5	20,3	21,1
Keskipituus, cm Mean length, cm			
Tyvitukit – Butt logs	494	486	499
Muut tukit – Other logs	474	460	467
Kaikki tukit – All logs	482	471	483
Keskitilavuus, dm ³ Mean volume, dm ³			
Tyvitukit – Butt logs	363	241	249
Muut tukit – Other logs	250	166	179
Kaikki tukit – All logs	294	203	214
Keskitilavuus/pituusyksikkö, dm ³ /m Mean volume per unit length, dm ³ /m			
Tyvitukit – Butt logs	73,5	49,6	49,9
Muut tukit – Other logs	52,7	36,1	38,3
Kaikki tukit – All logs	61,0	43,1	44,3

Taulukko 3. Lehtikuusitukkien latvaläpimittaluokkajakauma ja luokitaiset tyvitukkiosuudet ja vertailu Rikkosen (1987) mänty- ja kuusitukkiaineistoon Etelä-Suomessa.

Table 3. Top diameter distribution and percentage of butt logs by top diameter class of larch logs compared with Scots pine and Norway spruce logs of Rikkonen (1987) in southern Finland.

Kuorellinen latvaläpimittaluokka, cm Top diameter class (o.b.), cm	Lehtikuusi Larch		Mänty Scots pine	Kuusi Norway spruce
	Tukkeja, kpl # Logs	Tyviä, % Butts, %	Tyviä, % Butts, %	Tyviä, % Butts, %
11	2	0		
13	60	13	5	4
15	134	18	21	15
17	280	30	28	35
19	248	38	45	46
21	228	45	49	62
23	181	40	57	60
25	138	41	62	66
27	134	43	71	70
29	75	49	73	68
31	89	43	76	67
33	60	55	80	88
35	55	44	90	80
37	34	44	100	88
39	32	59	100	94
41	22	64	100	100
43	11	73		100
45	14	57		100
47	7	86		
49	6	100		
51	3	100		
53	2	50		
55				
57				
59	2	100		
Yhteensä – Total	1817	39	44	51

sien ero, oli keskitilavuuksien ero pituusyksikköä kohti myös selvästi suurempi:

	Siperian-lehtikuusi	Euroopan-lehtikuusi
Tukkeja, kpl	1303	33
Latvaläpimita, cm	23,3	23,4
Tilavuus, dm ³	298	209
Pituus, cm	489	400
Tilavuus/pituusyksikkö, dm ³ /m	60,9	52,2

Lehtikuusitukkien järeydestä on vain vähän tutkimustietoa. Siperiassa lehtikuusitukit ovat kypsien ja yli-ikäisten lehtikuusikoiden suuren osuuden vuoksi varsin järeitä (Mineev 1976, Sairanen 1982). Bokschaninin (1982) mukaan tukkien keskiläpimitta vaihtelee 28–33 cm ja keskipi-

tuus 5,5–6,1 m kasvualueesta riippuen. Kolmeneljäsosaa tukeista sijoittuu yli 24 cm:n läpimitaluokkiin. Valtaosa tukeista on välitukkeja.

3.2.2 Suoruus

Tukin muoto laatutekijänä käsittää suoruuteen, läpimitan kapenemiseen ja kapenemisen tasaisuuteen, soikeuteen sekä pinnan tasaisuuteen liittyviä tekijöitä (Kärkkäinen 1984). Käsillä olevassa tutkimuksessa keskitytään suoruuteen liittyviin seikkoihin niiden ensisijaisuuden vuoksi.

Tukin suoruus on lehtikuusella todellinen laatuongelma, sillä vain 53 % tukeista voitiin luokitella suoriksi (kuva 3). Vakavia muotovikoja, monivääryyttä ja keski- ja latvamutkia, oli joka

Taulukko 4. Siperianlehtikuusitukkien suoruusluokkajakauma kasvupaikkaluokittain ja vertailu kaikkien siperian- ja euroopanlehtikuusitukkien välillä.
 Table 4. Distribution of Siberian larch logs by straightness by soil fertility, and a comparison between all Siberian and European larch logs.

Suoruusluokka <i>Straightness class</i>	Siperianlehtikuusi <i>Siberian larch</i>			Euroopanlehtikuusi <i>European larch</i>	
	OMT	MT	VT	Kaikki <i>All</i>	Kaikki <i>All</i>
Osuus, % – Proportion, %					
Suora – <i>Straight</i>	56,7	54,5	41,0	55,1	7,8
Lenko – <i>Sweep</i>	10,6	9,8	10,3	10,3	14,4
Tyvimutkainen <i>Butt crook</i>	10,5	15,0	12,8	12,4	7,8
Keski- tai latva- mutkainen <i>Mid- or top crook</i>	15,0	11,0	20,5	13,6	5,6
Monivääriä <i>Twisted</i>	7,3	9,8	15,4	8,7	64,4

neljännessä tukissa, vaikka lengot ja mutkaiset rungot oli pyritty katkomaan jopa alle 3 m:n pituisiksi tukeiksi. Toisaalta lenkouteen ja mutkaisuuteen ei oltu kiinnitetty yhtä paljon huomiota kuin normaalissa havutukin hakkuussa, koska tukkien osuus hakkuukertymästä pyrittiin saamaan mahdollisimman suureksi. Tyvitukeista oli suoria jopa hieman vähemmän kuin muista tukeista, joskin monivääryyttä ja keski- ja latvamutkia oli tyvitukeissa selvästi vähemmän kuin muissa tukeissa ($\chi^2 = 19,7$, $p = 0,001$).

Sipin (1988) pienessä aineistossa lehtikuusitukeista oli suoria vain 34 % ja pahasti lenkoja ja mutkaisia 46 %. Tyvitukit olivat yleensä lenkoja, välitukit monivääriä ja latvatukit pääasiassa suoria.

Suomalaisten mänty- ja kuusitukkien suoruudesta on saatavissa vain vähän tuloksia. Lähinnä on tutkittu muotovikojen merkitystä sahatukin lopullisen laatuokan määrääjänä, kun kaikkien vikojen vaikutus otetaan huomioon (Heiskanen 1954, 1968). Uusvaaran (1981) aineistossa sekä luonnon- että viljelymänniköiden tyvitukeista oli selvästi pienempi osuus mutkaisia tai monivääriä mutta suurempi osuus lenkoja kuin lehtikuusen tyvitukeista fässä aineistossa.

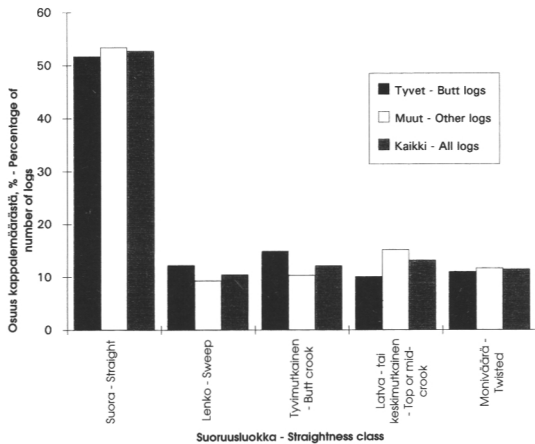
Lehtikuusitukin suoruus oli voimakkaasti sidoksissa leimikkokohtaisiin tekijöihin. Suorien tukkien osuus oli 0–90 %, lenkojen ja tyvimutkaisten 5–53 % ja moniväärien ja keski- ja latvamutkaisten osuus 0–75 %. Geneettisillä tekijöillä on ilmeistä vaikutusta myös tukin muotovi-
koihin (Schreiber 1944, Hakkila & Winter 1973).

Lehtikuusitukien poikkeamat suoruudesta ovat myös tavallisesti sitä suuremmat mitä karumpi on kasvupaikka (Schober 1939). Tässä tutkimuksessa ero lehtikuusen pääasiallisten kasvupaikkojen, OMT:n ja MT:n välillä oli varsin pieni ($\chi^2 = 24,8$, $p = 0,002$) (taulukko 4).

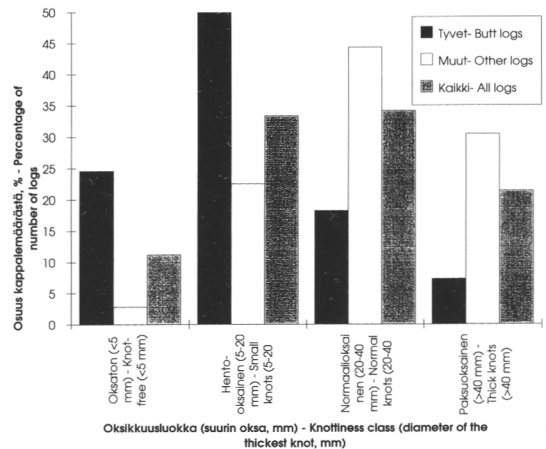
Siperianlehtikuusitukit olivat selvästi suurempia kuin euroopanlehtikuusitukit ($\chi^2 = 275,7$, $p = 0,000$) (taulukko 4). Euroopanlehtikuusitukeista ei yksikään ollut suoria, mutta monivääriä oli sen sijaan kaksi kolmasosaa.

Useimpien kotimaisten (Tuimala 1991, Lähde ym. 1984), venäläisten (Sairanen 1982) ja keski-eurooppalaisten (Kiellander 1966) tulosten valossa siperianlehtikuusen suoruusongelmat olivat suuria. Toisaalta Bockschaninin (1982) mukaan niiden lehtikuusitukien osuus, joilla on lenkoutta tai mutkia alle 1 cm/m, on Siperiassakin kuitenkin vain 14 %. Vuokilan (1960b) aineistossa täysin suoria runkoja oli vain 38 % ja teknisen laadun suhteen tyydyttäviä 74 %. Tukkipuuikäisissä lehtikuusikoissa hyvämuotoisten runkojen osuus oli näitä keskiarvolukuja suurempi. – Huomattakoon, että teknisen laadun kriteerit ovat nykyisin selvästi ankarammat kuin 1960-luvulla.

Euroopanlehtikuusen rungon huomattavasta mutkaisuudesta on aikaisempia tietoja Keski-Euroopan vuoristoseudulta, mm. Saksasta (Schober 1939, Zieger 1956), Puolasta (Götz 1951) ja Italiasta (Corona 1964). Toisaalta erityisesti Tshekkoslovakiassa euroopanlehtikuusten on siperianlehtikuusien tapaan arvioitu olevan suora-



Kuva 3. Lehtikuusitukkien suoruusluokkajakauma tukkilajeittain.
Fig. 3. Distribution of larch logs by straightness, by log type.



Kuva 4. Lehtikuusitukkien jakauma suurimman oksan paksuuden mukaan tukkilajeittain.
Fig. 4. Distribution of larch logs by the diameter of the thickest knot, by log type.

runkoisia (Kiellander 1966). Valtaosa euroopanlehtikuusista on Pohjoismaissa skotlantilaista alkuperää. Sen arvellaan olevan geneettisesti parempimuotoista kuin alpiinisen alkuperän (Kiellander 1966), mutta silti tyypillisesti täynnä pieniä mutkia (Lähde ym. 1984).

3.2.3 Oksat

Lehtikuusirunkojen oksikkuus näkyi selvästi tuloksissa tukkien oksikkuudesta. Kaikista tukeista vain 11 % voitiin luokitella oksattomiksi, ja joka viides tukki oli paksuoksainen (yli 4 cm:n oksa) (kuva 4). Tyvitukitkin olivat varsin oksikkaita, tosin luonnollisesti muita tukkeja oksattomampia. Oksien laadun perusteella tarkastellen halutuimpien lehtikuusitukkiläätien osuus oli pieni. Oksattomia tukkeja oli 11 % ja tukkeja, joissa oli pelkästään eläviä oksia, oli vain 1 % (kuva 5). Tukeista oli 40 % pelkästään kuivia oksia ja 48 % sekä kuivia että eläviä oksia sisältäneitä, ns. sekaoksaisia tukkeja. Tyvitukeissa oli pelkästään kuivia oksia sisältäneitä odotetusti enemmän ja sekaoksaisia vastaavasti vähemmän kuin muissa tukeissa. Pelkästään eläviä oksia sisältäneitä tukkeja sisältyi tyvitukkeihin jopa hieman enemmän kuin muihin tukkeihin. Aineiston tukkirunkojen apterauksessa pyrittiin paitsi oksattoman myös terveoksaisten rungon osan erottamiseen kuivaoksaisten osasta, joten terveoksaisten latvatukin saaminen lehtikuusesta näyttää käytännössä vaikealta.

Sipin (1988) suppeassa aineistossa oli oksattomia lehtikuusitukkeja peräti 67 % ja hieno-oksaisia tukkeja 9 %.

Tyvitukit olivat yleensä oksattomia. Välitukeissa oli oksia kohtalaisesti, kun taas latvatukeissa oli paljon isoja, eläviä oksia.

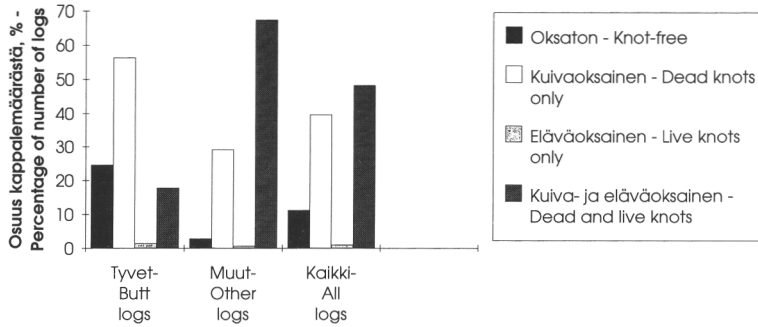
Bokschaninin (1982) selvitysten perusteella lehtikuusitukkien oksikkuuslaatu näyttää olevan Siperiassa olennaisesti parempi kuin Suomessa. Kaikista tukeista oli Siperiassa oksattomia 35 % (tyvitukeista 55 %, muista tukeista 12 %). Lisäksi oksattomien tukkien osuus oli lehtikuusella yli kaksinkertainen mäntyyn verrattuna. Terveitä oksia lehtikuusitukeissa oli hyvin vähän.

Lehtikuusitukin oksikkuus riippui suoruuden tapaan voimakkaasti leimikkokohtaisista tekijöistä: oksattomien tukkien osuus vaihteli työmaittain 0–63 % ja paksuoksaisten osuus 0–74 %. Geneettiset tekijät ovat ilmeisesti vaikuttaneet tähänkin asiaan (Schreiber 1944, Hakkila & Winter 1973).

Oksikkuus oli paksuoksaisten tukkien osuuden perusteella arvioituna sitä vakavampaa mitä viljavampi oli kasvupaikka (taulukko 5). Ero lehtikuusen pääasiallisten kasvupaikkojen, OMT:n ja MT:n välillä oli oksattomien ja hento-oksaisien tukkien osuuden perusteella arvioituna kuitenkin päinvastainen ($\chi^2 = 58,6$, $p = 0,000$).

Siperianlehtikuusitukeista kuului selvästi suurempi osuus parhaisiin oksikkuusluokkiin kuin euroopanlehtikuusitukeista, joskin paksuoksaisten tukkeja oli siperianlehtikuusista enemmän ($\chi^2 = 15,0$, $p = 0,002$) (taulukko 5). Tukeissa, jotka oli hakattu tavanomaista 15–17 cm:n minimiläpimittaa käyttäen, lehtikuusilajien väliset erot oksikkuusluokkajakaumassa olivat jonkin verran pienemmät.

Paksuimman elävän ja kuivan oksan läpimitat



Kuva 5. Lehtikuusitukkien jakauma oksien esiintymisen ja laadun mukaan tukkilajeittain.
 Fig. 5. Distribution of larch logs by the occurrence and quality of knots, by log type.

Taulukko 5. Siperianlehtikuusitukkien jakauma suurimman oksan paksuuden mukaan kasvupaikkaluokittain ja vertailu kaikkien siperian- ja euroopanlehtikuusitukkien välillä.

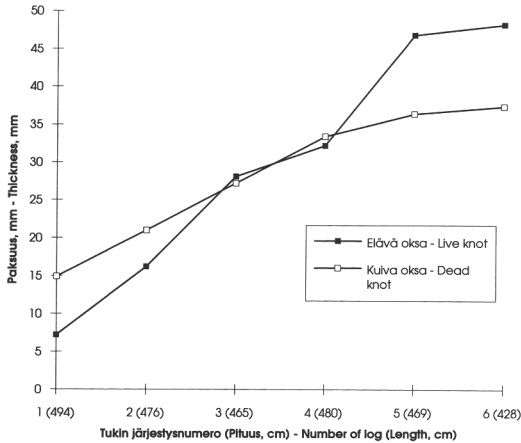
Table 5. Distribution of Siberian larch logs by the diameter of the thickest knot by soil fertility, and comparison between all Siberian and European larch logs.

Oksikkuusluokka (paksuin oksa) Knottiness class (diameter of the thickest knot)	Siperianlehtikuusi Siberian larch			Euroopanlehtikuusi European larch	
	OMT	MT	VT	Kaikki All	Kaikki All
Osuus, % – Proportion, %					
Oksaton (< 5 mm) Knot-free (< 5 mm)	11,3	3,9	12,8	8,4	2,2
Hento-oksainen (5–20 mm) Fine knots (5–20 mm)	37,5	35,3	43,6	36,9	27,8
Normaalioksainen (20–40 mm) Normal knots (20–40 mm)	27,5	41,0	32,1	33,2	51,1
Paksuoksainen (> 40 mm) Thick knots (> 40 mm)	23,7	19,7	11,5	21,5	18,9

Taulukko 6. Lehtikuusitukkien paksuin elävä ja kuiva oksa ja oksattomien tukkien osuus tukkilajeittain.

Table 6. The thickest live and dead knots in a larch log and percentage of knotfree logs by log type.

Tukkilaji Log type	Paksuin elävä oksa, mm Thickest live knot, mm			Paksuin kuiva oksa, mm Thickest dead knot, mm		
	\bar{x}	s	Ei eläviä oksia, % No live knots, %	\bar{x}	s	Ei kuivia oksia, % No dead knots, %
Tyvutikit – Butt logs	7,2	17,7	80,1	14,9	11,8	25,2
Muut tukit – Other logs	23,9	22,0	33,1	26,0	11,2	4,0
Kaikki tukit – All logs	17,4	22,0	51,7	21,7	12,6	12,3



Kuva 6. Lehtikuusitukin suurimman elävän ja kuivan oksan paksuuden riippuvuus tukin asemasta.

Fig. 6. Relationships between the diameter of the thickest live and dead knots in a larch log, and the position of the log in the tree.

olivat lehtikuusitukeissa keskimäärin 17 ja 22 mm (taulukko 6). Paksuimman kuivan oksan läpimitta oli tyvitukissa keskimäärin suurempi kuin paksuimman elävän oksan läpimitta. Väli- ja latvatukeissa ero oli odottamattomasti samansuuntainen. Tämä johtui siitä, että lähes kaikissa tukeissa oli kuivia oksia, mutta eläviä oksia oli vain kahdessa kolmasosassa. Elävät oksat olivat kahdessa ensimmäisessä tukissa, eli noin 10 metrin korkeudelle asti, selvästi kuivia oksia ohuempia, kolmannessa ja neljännessä tukissa, eli 10–19 m:n välillä, suunnilleen kuivien oksien paksuisia ja viidennessä ja kuudennessä tukissa, eli 19–28 m:n välillä, selvästi kuivia oksia paksumpia (kuva 6).

Paksuimman elävän ja kuivan oksan läpimitan vaihtelu oli suuri sekä leimikoiden välillä että niiden sisällä. Ainoastaan tyvitukeilla leimikoiden välinen vaihtelu oli leimikoiden sisäistä vaihtelua suurempi:

Oksatunnus	Leimikoiden välinen vaihtelu	Leimikoiden sisäinen vaihtelu	Variaatiokerroin, %	
Paksuin elävä oksa				
Tyvitukit	211,9	129,4		
Muut tukit	63,0	76,0		
Kaikki tukit	76,3	105,1		
Paksuin kuiva oksa				
Tyvitukit	75,2	57,2		
Muut tukit	30,4	37,2		
Kaikki tukit	30,8	55,6		

Suomalaisten mänty- ja kuusitukkien oksien paksuudesta on saatavissa vain vähän tutkimustuloksia. Heiskasen (1954) yli 80-vuotiaista Etelä-Suomen männyistä hakatuissa tukeissa suurin oksa oli tyvitukeissa pienempi (12 mm), mutta muissa tukeissa tuntuvasti suurempi (36 mm) kuin tämän tutkimuksen lehtikuusitukeissa. Kärkkäisen (1972) pienessä, keskimäärin 111-vuotiaana, tiheänä kasvaneen kuusen aineistossa oksan keskimääräinen paksuus oli tyvitukkiosassa yleensä alle 15 mm, minkä jälkeen se kasvoi välitukkiosassa 15–20 mm:iin ja aleni latvatukkiosassa tyvitukkiosan tasolle.

Tukin paksuimman elävän ja kuivan oksan läpimitan vaihtelun selityksasteet (R^2) olivat askeltavissa regressioanalyseissä vain 0,317 ja 0,325. Tyydyttäviä selittäjiä olivat tukin asemaan rungossa liittyvät järjestysnumero ja tukin kapeneminen puolivälistä latvaan:

Selittävä muuttuja

Selitetty muuttuja

Paksuin elävä oksa Paksuin kuiva oksa

r
(Selittävän muuttujan F-arvon mukainen järjestys lopullisessa mallissa)

Latvakapeneminen	+0,418 (1)	+0,343 (3)
Järjestysnumero	+0,419 (2)	+0,456 (1)
Kasvupaikkaluokka	+0,015 (3)	+0,035 (4)
Kokonaiskapeneminen	-0,042 (4)	
Suoruusluokka	+0,056 (5)	+0,062 (6)
Tilavuus		+0,164 (2)
Kuoriprosentti		-0,071 (5)

Tukin läpimitta ei liittynyt paksuimman elävän ja kuivan oksan läpimittaan. Niiden korrelaatiokertoimet latvaläpimitan kanssa olivat -0,017 ja 0,133 ja keskusläpimitan kanssa 0,060 ja 0,191. Oksan paksuus riippui siis selvästi enemmän tukin asemasta kuin sen paksuudesta. Bokschaninin (1982) Siperiassa tekemässä selvityksessä oksattomien ja paksuoksaisten tukkien osuus kasvoi ja hento-oksaisten tukkien osuus aleni läpimitan kasvaessa välillä 17–52 cm.

Mm. männyllä on todettu viitteitä tukin oksapaksuuden ja kapenemisen välisestä positiivisesta riippuvuussuhteesta (Uusvaara 1981), joskaan ei aina (Heiskanen 1954, Kärkkäinen 1980). Tässä tutkimuksessa paksuimman elävän ja kuivan oksan läpimitan ja kapenemisen väliset positiiviset korrelaatiot olivat voimakkaampia tukkilajeittain kuin koko aineistossa:

Oksatunnus Tukkilaji	Kokonais- kapeneminen	Latva- kapeneminen
Paksuin elävä oksa		
Tyvitukit	+0,178	+0,176
Muut tukit	+0,585	+0,539
Paksuin kuiva oksa		
Tyvitukit	+0,295	+0,241
Muut tukit	+0,399	+0,370

Tyvitukkien kapenemisen ja oksapaksuuden väliset heikot korrelaatiot johtuivat osaksi siitä, että tyvitukeista oli osa kokonaan oksattomia. Kun oksattomat tukit poistettiin laskennasta, korrelaatiokertoimet paksuimman elävän ja kuivan oksan ja kokonaiskapenemisen välillä olivat tyvitukeilla 0,637 ja 0,581 ja muilla tukeilla 0,561 ja 0,379.

Tukin paksuin kuiva oksa oli MT:llä varianssi-analyysin mukaan merkitsevästi suurempi kuin OMT:llä ($p = 0,004$), mikä tulos johtui itse asiassa tyvitukeista ($p = 0,000$):

Oksatunnus	OMT	MT	VT
Tukkeja, kpl	955	694	78
Paksuin elävä oksa, mm			
Tyvitukit	6,8	6,5	16,5
Muut tukit	24,4	22,6	28,6
Kaikki tukit	17,7	16,6	23,2
Paksuin kuiva oksa, mm			
Tyvitukit	13,3	17,7	13,8
Muut tukit	26,1	25,9	24,9
Kaikki tukit	20,7	22,8	19,9

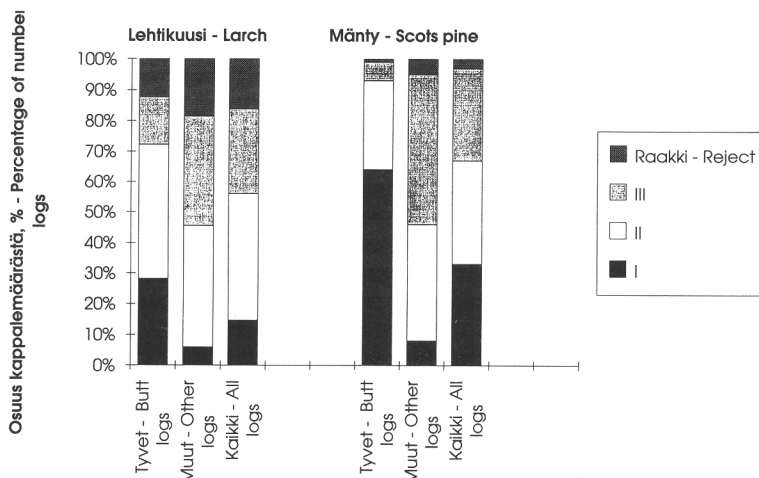
Paksuin elävä oksa oli siperianlehtikuusituokeissa Kruskal-Wallis testin mukaan merkitsevästi suurempi kuin euroopanlehtikuusituokeissa ($p = 0,000$), kun taas paksuimmalla kuivalla oksalla ero oli päinvastainen ($p = 0,000$):

Oksatunnus	Siperian- lehtikuusi	Euroopan- lehtikuusi
Paksuin elävä oksa, mm	17,5	14,3
Paksuin kuiva oksa, mm	21,5	24,8

Vuokilan (1960b) ja Kiellanderin (1966) tutkimuksissa siperianlehtikuusi mainitaan muihin lehtikuusilajeihin verrattuna hento-oksaiseksi. Lähteen ym. (1984) aineistossa tyvitukin paksuin oksa oli siperianlehtikuusilla tyypillisesti 2 cm ja euroopanlehtikuusilla 4 cm.

3.2.4 Laatuluokkajakauma

Lehtikuusituokeista vain 15 % täytti männyn I-laatuluokan vaatimukset, kun vastaava osuus oli Rikkosen (1987) Etelä-Suomen mäntytukkiaineistossa 32 % (kuva 7). Minimilaatuvaatimukset alittaneiden tukkien osuus oli lehtikuusella 16 % ja mäntytuokeilla 3 %. Lehtikuusen tyvitukit olivat suhteellisen heikkolaatuisia, kun taas muut tukit olivat laadultaan lähes männyn luokkaa.



Kuva 7. Lehtikuusitukkien laatuluokkajakauma tukkilajeittain verrattuna Rikkosen (1987) mäntytukkeihin Etelä-Suomessa. Molemmilla puulajeilla käytetty Heiskanen & Siimeksen (1960) mäntytukkien laatuluokitusta.

Fig. 7. Grade distribution of larch logs by log type compared with the Scots pine logs of Rikkonen (1987) in southern Finland. The grading of pine logs by Heiskanen & Siimes (1960) was applied for both species.

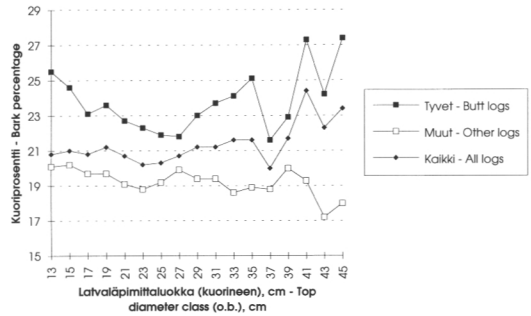
Luonnollisena seurauksena tukin suoruden ja oksikkuuden suuresta leimikoiden välisestä vaihtelusta myös laatuluokkajakauma vaihteli huomattavasti. I-laatuluokan tukkien osuus vaihteli välillä 0–62 % ja minimilaatuvaatimukset alittaneiden tukkien osuus välillä 0–67 %. Koska tukin laatu tavallisesti heikkenee tyvestä latvaan, lehtikuusileimikoilla käytetyn, mänty- ja kuusi-leimikoista poikkeavan minimiläpimitan ja apteeraustavan voisi odottaa vaikuttaneen havaittuun eroon lehtikuusen ja muiden puulajien laatuluokkajakaumassa. Tämän tutkimuksen leimikoilla, joilla tukin minimiläpimitana oli männylle ja kuuselle tavanomainen 15–17 cm, laatuluokkajakauma oli kuitenkin jopa hieman huonompi kuin koko aineistossa.

Mäntytukkien laatuluokkajakauma on Rikkosen (1987) aineistossa ilmeisesti ollut keskimääräistä parempi. Asikaisen & Heiskanen (1970) mukaan sahoille tulevista mäntytukeista kuuluu I luokkaan vain 5–15 %, kun taas III luokan tukkien osuus on aina yli 50 %. Kärkkäisen (1980) edustavuudeltaan edellistä heikommassa aineistossa I-luokan osuus oli niinkään vain 19 %. Täten lehtikuusitukkien todellinen laatu mäntytukeihin verrattuna voi käytännössä olla tässä esitettyä parempi. Toisaalta Sipin (1988) suppeassa lehtikuusitukkiaineistossa laatuluokkajakauma oli männyn laatuvaatimusten mukaan arvosteltuna jopa huonompi kuin tässä tutkimuksessa. Bokschaninin (1982) Siperiassa tekemien selvitysten mukaan lehtikuusitukeista saadaan u/s-sahatavaraa 10 % enemmän kuin mäntytukeista.

3.3 Tukin kuoriprosentti

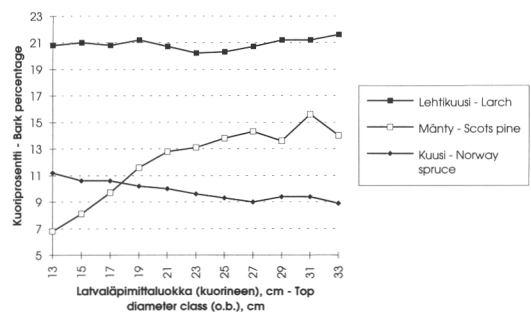
Lehtikuusitukkien kuoriprosentin keskiarvo oli 20,9 % (s = 4,1 %), tyvitukeilla 23,2 % (s = 4,1 %) ja muilla tukeilla 19,5 % (s = 3,3 %). Leimikoiden kuoriprosentin keskiarvo oli puolestaan 20,5 %, keskihajonta 2,0 % ja vaihteluväli 16,4–24,5 %. Kuoriprosentin vaihtelu oli huomattavasti pienempi leimikoiden välillä kuin niiden sisällä: variaatiokertoimet olivat 9,7 ja 18,5. Kuoriprosentti riippui siis enemmän tukin asemasta kuin leimikkokohtaisista tekijöistä. Schreiber (1944) ja Hakkila & Winter (1973) ovat päätelleet nimenomaan geneettisten tekijöiden vaikuttavan lehtikuusen kuoriprosenttiin kuten ne vaikuttavat myös muihin laatutekijöihin.

Etelä-Suomen mänty- ja kuusitukeilla kuoriprosentin leimikkokohtaiset keskiarvot ovat lehtikuusituksia oleellisesti pienemmät, 12,2 ja 10,1



Kuva 8. Lehtikuusitukkien tilavuuskuoriprosentti tukkilajeittain ja kuorellisin latvaläpimittaluokin.

Fig. 8. Volume-based bark percentage of larch logs by log type and top diameter class (over bark).



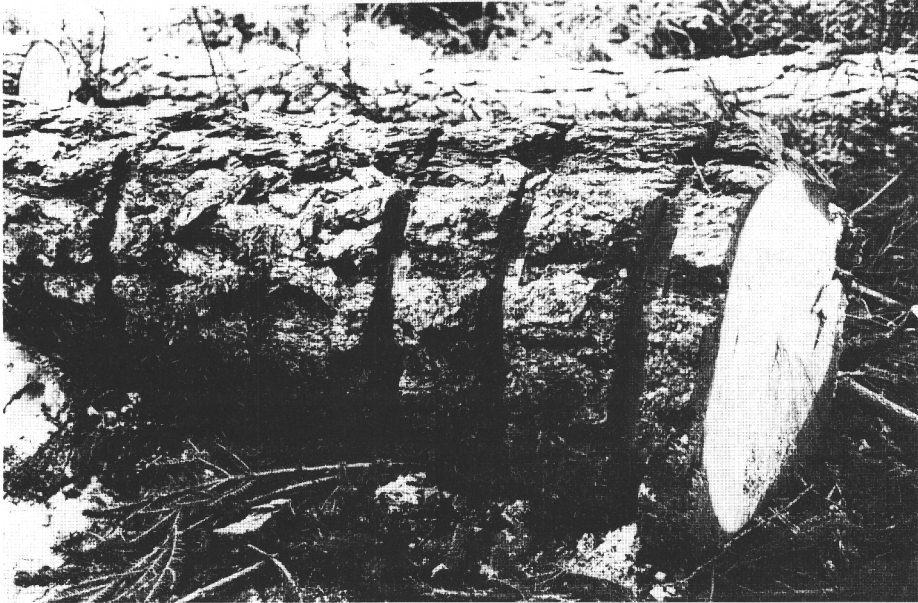
Kuva 9. Lehtikuusitukkien tilavuuskuoriprosentti kuorellisin latvaläpimittaluokin verrattuna Etelä-Suomen mänty- ja kuusituksien (Heiskanen & Rikkonen 1976).

Fig. 9. Volume-based bark percentage of larch logs by top diameter class (over bark) compared with Scots pine and Norway spruce logs in southern Finland (Heiskanen & Rikkonen 1976).

%, ja keskihajonnat hieman pienemmät, 1,8 ja 1,4 % (Heiskanen & Rikkonen 1976). Tyvitukien ja muiden tukkien kuoriprosentin ero oli lehtikuusituksilla huomattavasti pienempi kuin mäntytuksilla. Kuusituksilla taas tukkilaji ei vaikuta kuoriprosenttiin.

Lehtikuusen korkeasta kuoriprosentista on runsaasti mainintoja aikaisemmissakin tutkimuksissa. Vuokila (1960b) mittasi siperianlehtikuusikon kuorisadannekseen 23–25 % 40 vuoden iässä ja 22 % 70–90 vuoden iässä. Mattson (1917), Schotte (1917), Lappi-Seppälä (1927), Schober (1939) ja Lähde ym. (1984) ovat päätyneet suunnilleen samanlaisiin kuoriprosentin arvoihin.

Lehtikuusen tyvitukien ja muiden tukkien



Kuva 10. Lehtikuusitukeilla on tyypillisesti korkea kuoriprosentti ja voimakas tyvilaaientuma. Valok. Tauno Oittinen.

Fig. 10. Larch logs have typically a large bark percentage and a strong butt swelling. Photo: Tauno Oittinen.

kuoriprosentin ero oli latvaläpimittaluokittain tarkasteltuna keskimääräistä suurempi alle 17 cm:n ja yli 29 cm:n luokissa (kuva 8). Tyvitukkien kuoriprosentti aleni jyrkästi 27 cm:n luokkaan asti, minkä jälkeen se taas kasvoi selvästi. Koska väli- ja latvatukkien kuoriprosentti oli suunnilleen vakio koko läpimittajakauman alueella ja tyvitukkiosuus kasvoi läpimittaluokan kasvaessa, kaikkien tukkien kuoriprosentti oli lähes riippumaton tukin läpimitasta.

Läpimitan vaikutus kuoriprosenttiin oli lehtikuusitukeilla oleellisesti erilainen kuin mäntytukeilla, joiden kuoriprosentti kasvaa koko ajan hidastuvalla nopeudella läpimitan kasvaessa ja kuusitukeilla, joilla kuoriprosentti vastaavasti alenee lievästi (kuva 9). Lehtikuusitukkien kuoriprosentti oli erityisen suuri mäntytukkeihin verrattuna pienissä läpimittaluokissa ja kuusitukkeihin verrattuna suurissa läpimittaluokissa.

Kuoriprosentin tukeittaisen vaihtelun selityksaste (R^2) oli askeltavassa regressioanalyysissä vain 0,306. Tutkituista tekijöistä tyydyttäviä selittäjiä olivat tukin asemaan liittyvät kokonaiskapeneminen, latvaläpimita ja tukin asema. Lopullinen malli sisälsi seuraavat selittävät muuttujat F-arvon mukaisessa järjestyksessä:

Selittävä muuttuja	r
Kokonaiskapeneminen	+0,500
Latvaläpimita	+0,084
Asema	-0,445
Tilavuus	+0,162
Suoruusluokka	+0,098
Lehtikuusilaji	-0,006

Siperian- ja euroopanlehtikuusitukien keskimääräiset kuoriprosentit eivät eronneet toisistaan. Edellisillä tosin tyvitukit olivat hieman vähäkuorisempia ja muut tukit runsaskuorisempia kuin jälkimmäisillä:

Tukkilaji	Siperianlehtikuusi	Euroopanlehtikuusi
	Kuoriprosentti, %	
Tyvitukit	23,2	24,0
Muut tukit	19,5	19,2
Kaikki tukit	20,9	21,0

Siperian- ja euroopanlehtikuusen kuoriprosentin yhtäsuuruuden ovat todenneet mm. Hakkila & Winter (1973): 50 vuoden iässä molempien lehtikuusilajien rungon käyttöosan kuivamassasta oli kuorta 14,2 %.

Kasvupaikan viljavuudella ei varianssianalyysin mukaan ollut vaikutusta lehtikuusitukkien kuoriprosenttiin ($F = 0,015$, $p = 0,892$). Vuokilan (1960b) mukaan nuoren lehtikuusikon kuorisadannes on MT:llä korkeampi kuin OMT:llä,

mutta ero tasoittuu 70 vuoden ikään mennessä. Schreiberin (1944) ja Quartesanin (1956) mukaan läpimitaltaan samankokoisten euroopanlehtikuusten kuoriprosentti on Keski- ja Etelä-Euroopassa riippumaton kasvupaikasta.



Kuva 11. Tavanomainen lehtikuusitukkileimikko: rungot järeitä ja solakoita, mutta kuivaoksaisia ja usein lenkoja ja mutkaisia. Valok. Tauno Oittinen.
Fig. 11. Conventional logging site for larch logs: stems have large dimensions and small taper, but a lot of dead knots and often sweeps and crooks. Photo: Tauno Oittinen.

4 Johtopäätökset

Suomessa nykyisin hakattavissa olevat lehtikuusitukit eroavat ulkoiselta laadultaan oleellisesti mänty- ja kuusitukeista. Varsinkin viljavien kasvupaikkojen väljennys- ja päätehakkuissa tukit ovat järeitä, minkä ansiosta tilavuuteen perustuvat korjuu-, kuljetus-, sahaus- ja viulun sorvaus- ja leikkauskustannukset ovat suhteellisen alhaiset. Toisaalta aikaisemmissa lehtikuusitukimuk- sissa todetut puuaineen painavuus, kovuus, pih- kaisuus, kasvujännitykset ja kovat kuivat oksat nostavat tuotantokustannuksia, koska ne hidasta- vat sahausta, sorvausta, leikkausta ja kuivausta ja lisäävät terähuollon ja muun kunnossapidon tarvetta.

Tukkien järeiden ansiosta myös sahaus- ja sor- vausaanto on korkea. Tätä etua kaventavat tai sen kumoavat tukkien yleinen lenkous, mutkai- suus ja tyvekkyyys sekä korkea kuoriprosentti. Tukin poikkeamat suorudesta ovat usein niin pahoja, että käyräsahauksellakaan ei voida pa- rantaa sahatavaran saantoa.

Sahatavaran ja viulun laadun kannalta lehti- kuusitukkien haitallisin piirre on kuivaoksaisuus. Tämän tutkimuksen aineiston perusteella kasva- tustiheydellä ja oikea-aikaisilla harvennuksilla- kaan ei ilmeisesti voida olennaisesti vaikuttaa oksikkuuteen. Täten nuorten lehtikuusten pysty- karsinta lienee käytännössä ainoa keino tuottaa oksatonta lehtikuusitukkaa. Myös vain terveitä oksia sisältävän latvatukin saanti näyttää vaike- alta, koska rungon tyvitukin yläpuolinen tukki- osa on varsin korkealle kuivaoksainen ja sen jälkeen rungossa on sekaisin sekä kuivia että eläviä oksia.

Rungon ulkoinen oksikkuus on todettu varsin epävarmaksi suomalaisen lehtikuusen sisäisen oksaisuuden kuvaajaksi. Oksattomalta näyttävä ty- viosa voi olla jo pintapuusta lähtien kauttaaltaan kuivaoksainen mutta pienehköjä kuivia oksia si- sältävä keski- tai latvaosa taas terveoksainen. Täten lehtikuusirunkojen apteraus oksaisuudel- taan haluttua sahatavaraa ja viilua tuottaviksi tukeiksi sekä tukkien oikea laatuluokittelu ja so- pivan loppukäyttökohteen valinta on poikkeuk- sellisen vaikeaa.

Oikea leimikkovalinta on oleellinen tekijä laa-

dukkaan lehtikuusitukin hankinnassa. Kuorip- senttia lukuunottamatta lehtikuusitukkien laatu- tekijät vaihtelivat selvästi enemmän metsiköiden välillä kuin niiden sisällä. Tämä viittasi genee- tisten syiden ja metsänhoidon suureen merkityk- seen lehtikuusen laadun muodostumisessa. Toi- saalta myös leimiköiden sisäinen laatuvaihtelu saattaa olla seurausta geneettisten tekijöiden vaih- telusta siemenalkuperän puitteissa. Kasvupaikan viljavuudella ja rungon läpimitalla on vain vä- häinen vaikutus lehtikuusen ulkoiseen laatuun. Siperianlehtikuusi on varsinkin tukin suoruden ja oksikkuuden puolesta selvästi euroopanlehti- kuusta laadukkaampaa.

Lehtikuusesta saatavien sahatuotteiden mer- kittävimpiä haittapuolia (oksaisuus, käyristymi- nen, halkeilu, vuosilustojen irtoaminen) voidaan lieventää sahaamalla erityisillä sahausaseteilla (segmenttisahaus) mahdollisimman paljon radi- aalista sahatavaraa. Uusia ratkaisuja tarvitaan myös halkeilun estämiseksi ruuvi- ja naulaliitos- ten yhteydessä.

Aikaisemmat tutkimukset viittaavat selvästi siihen, että lehtikuusen edut nykyisin kiinnosta- via käyttökohteita ajatellen liittyvät nimenomaan puuaineen sisäisiin laatu-tekijöihin. Näitä ovat yleensä männyn sydänpuuta paremmin lahoa kes- tävän sydänpuun suuri osuus, pinta- ja sydän- puun ilmeikäs väri- ja värivaihtelu ja puuaineen koivuun verrattavissa oleva tiheys, kovuus ja lujuus. Lehti- kuusipuun laatua koskevat jatkotutkimukset oli- sikin suunnattava näihin ominaispiirteisiin sekä ominaisuuksien testaukseen tuotteiden todelli- sissa käyttöolosuhteissa. Lisäksi on syytä keskit- tyä siperianlehtikuuseen, koska euroopanlehti- kuusi vaikuttaa laadullisesti lähinnä puistopuulta Suomen oloissa.

Vertailu tämän ja eri puolilla Venäjää tehtyjen selvitysten välillä viittaa sikäläisen lehtikuusi- raaka-aineen selvään paremmuuteen Suomesta nykyisin saatavilla olevaan verrattuna, erityisesti oksikkuuden perusteella arvosteltuna. Tässä mie- lessä lehtikuusitukkien tuonti Venäjältä olisi pe- rusteltua, mikäli lehtikuusen mekaanista jalos- tusta halutaan laajentaa.

Kirjallisuus – References

- Altherr, E. 1953. Vereinfachung des Hohenadlschen Massenermittlungsverfahrens. Mitteilungen der Württembergischen Forstlichen Versuchsanstalt 10(2). 44 s.
- , Unfried, P., Hradetzky, J. & Hradetzky, V. 1975. Statistical bark relations (and tables) as an aid to assortment formation and measurement of unbarked stemwood. Part II. *Larix decidua*, *L. leptolepis*, *Pinus nigra*, *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Q. borealis*, *Acer platanoides*, and *Tilia* spp. Tiivistelmä julkaisussa: Forestry Abstracts 1976 037-030097.
- Anuchin, N.P. 1967. Opređenje ob'emov hlystov i sortimentov. Izdatel'stvo "Lesnaja Promyslennost", Moscow. 183 s. Tiivistelmä "Determining the volumes of tree-lengths and assortments" julkaisussa: Forestry Abstracts 1968 029-04311.
- Asikainen, K. & Heiskanen, V. 1970. Havusahatukkien laadun mukaiset arvosuhteet. Summary: The value relationships of coniferous saw logs on the basis of their grade. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 70(3). 77 s.
- Bokschanin, Ju. R. 1971. [Teollisuuden vaatimukset lehtikuusipuun ominaisuuksille]. Trebovanija promyslennosti k svoistvam drevesiny listvennicy. Teoksessa: Tesizy dokladov Vsesojuznoi konferenciipo sovremennym problemam drevesinovedenija. Sverdlovsk. s. 54–57. Venäjäksi.
- 1982. [Lehtikuusipuun jalostus ja käyttö]. Obrabotka i primeneniye drevesiny listvennicy. Lesnaja promyslennost. Sverdlovsk. 216 s. Venäjäksi.
- Burshall, S.W. 1958. Combined taper and volume tables for European larch – New Zealand 1956; all stands. New Zealand Forest Research Note 14. 22 s.
- Carbonnier, C. 1959. Funktioner för kubering av europeisk, sibirisk och japansk lärk. Moniste. Skogshögskolan, Institutionen för virkeslära, Uppsala.
- Cermak, V., Nociar, V. & Petras, R. 1988. [Tshekkoslovakian lehtikuusimetsien puutavara-lajittaulukot]. Konstrukcia porastovych sortimentnych tabuliek pre smrekovec. Lesnichy Casopis 34(2): 149–160. Slovakkiksi.
- Chernenko, S.A. & Tolpygin, P.P. 1964. [Siperianlehtikuusen käyttö huonekalujen tuotannossa]. Ob ispolzovanii listvennitsy sibirskoi v proizvodstve mebeli. Drevesnaja promyslennost 13(1): 9–11. Venäjäksi.
- Chudinov, B.S. 1965. [Lehtikuusen fyysikaaliset ominaisuudet]. Fiziceskije svoistva drevesiny listvennitsy. Teoksessa: Drevesina listvennitsy i jejo obrabotka. Izdatel'stvo "Lesnaja promyslennost". Moskova. s. 19–42. Venäjäksi.
- Cividini, R. 1962. Properties of *Larix decidua* wood from Mala Pisnica. Tiivistelmä julkaisussa: Forestry Abstracts 1963 024-01086.
- Corona, P. 1964. Sweep in larch woods of the Val Fersina (Trentino). Tiivistelmä julkaisussa: Forestry Abstracts 1965 026-01925.
- 1984. Anelli d'albumo in larice cisalpino. Summary: Sapwood rings in cisalpine larch. Dendrochronologia 2: 91–97.
- Disescu, R. 1952. Variatia indicelui de forma la molid in conditiunile de crestere din tara noastra. Revista Padurilor 6783): 15–18. Tiivistelmä "Form factors for larch growing in the conditions found in Rumania" julkaisussa: Forestry Abstracts 1953 014-02511.
- Eldlund, E. 1966. Den sibiriska lärken i Norrland och Dalarna som skogsträd och industriråvara. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 64(5–6): 461–560.
- Engstler, F. 1955. Abweichung und Berichtigung der Einzelstamm- und Bestandesmessung nach dem Verfahren "Hohenadl" gegenüber der Massenermittlung nach 2-m-Sektionen. Mitteilungen der Württembergischen Forstlichen Versuchsanstalt 12(1). 43 s.
- Filipovici, J., Brenndorfer, D. & Zlate, G. 1968. Properties of larch wood from Bukovina. Tiivistelmä julkaisussa: Forestry Abstracts 1969 030-06345.
- Florescu, I. 1964. Form quotients for larch in the upper Prahova basin, and their use in volume tables. Tiivistelmä julkaisussa: Forestry Abstracts 1965 026-05561.
- Ge den sibiriska lärken en chans. 1990. Skogsbruket 6: 8–10.
- Giordano, G. 1954. Tavola locale di cubatura del larice per le Alpe Occidentali. Italian Forestry Monthly 9(5): 254–258. Tiivistelmä "A local volume table for *Larix decidua* in the Western Alps (Province of Turin)" julkaisussa: Forestry Abstracts 1955 016-02033.
- Giurgiu, R. & Florescu, I. 1965. The woody volume and assortment structure of natural and plantation-grown larch in Rumania. Tiivistelmä julkaisussa: Forestry Abstracts 1966 027-06460.
- 1969. Cercetari privind productia si cresterea arboretelor de larice din R.S. Romania. Zusammenfassung: Studien über den Zuwachs und Ertrag der Lärchen in Rumänien. Institutul de Cercetari Forestiere, Bucharest. 59 s.
- Gordon, A. 1983. Comparison of compatible polynomial taper equations. New Zealand Journal of Forestry Science 13: 2, 146–155.
- Grundner, A. & Schwappach, L. 1952. Holzgehaltles Lärchenbäume und -bestände. Teoksessa: Schober, R. Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltles Waldbäume und Waldbestände. 10. Aufl. (Ern.). Paul Parey, Berlin. 216 s.
- Götz, J. 1951. Szablastosc modrzewia polskiego na Gorce Chelmowej. Summary: Curvature of *Larix decidua* var. *policnica* in Gora Chelmowo. Acta Soc. Bot. Pol. 21(1/2): 181–190.
- Hakkila, P. 1961. Lehtikuusipuun käyttömahdollisuuksista. Suomen Puutalous 2. Eripainos. 3 s.
- 1991. Hakuuipoistuman latvusmassa. Summary: Crown mass of trees at the harvesting phase. Folia Forestalia 773. 24 s.
- , Laasasena, J. & Oittinen, K. 1972. Korjuuteknisiä oksatietoja. Summary: Branch data for logging work. Folia Forestalia 147. 15 s.
- & Winter, A. 1973. On the properties of larch wood in Finland. Lyhennelmä: Suomessa kasvatetun lehtikuusipuun ominaisuuksista. Communicationes Insti-

- tuti *Forestalis Fenniae* 79(7). 45 s.
- Halvorsen, B. 1965. Properties of wood of some exotic tree species. Tiivistelmä julkaisussa: *Forestry Abstracts* 1966 027-02767.
- Heiskanen, V. 1954. Tutkimuksia mäntytukkipuiden laatu- ja kiintävyystavoista ja niiden tarkkuudesta. Summary: Investigations into pine tree grading methods and their accuracy. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 44(1). 132 s.
- 1968. Kuusitukkipuiden laatu- ja kiintävyystavoista Etelä-Suomessa. Summary: Grading distribution of spruce logs in southern Finland. *Silva Fennica* 2(1): 1–17.
- & Rikkinen, P. 1976. Havusahatukkipuiden kuoren määrä ja siihen vaikuttavat tekijät. Summary: Bark amount in coniferous sawlogs and factors affecting it. *Folia Forestalia* 250. 67 s.
- & Siimes, F.E. 1960. Ehdotus mänty- ja kuusisahatukkipuiden laatu- ja kiintävyystavoiksi. *Suomen Puutalous* 10: 385–389.
- Hokajärvi, T. 1993. Lehtikuusi Metsähallituksen mailla. Julkaisussa: Moilanen, M. & Murtovaara, I. (toim.). *Metsäntutkimuspäivä Kajaaniassa 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 464: 4–8.
- Hummel, F.C., Irvine, T.W., Jeffers, J. 1950. General volume tables for European larch in Great Britain. *For. Rec. For. Comm.* 9. 24 s.
- Hutorschikov, I.S. 1959. The physical properties and chemical composition of the wood of *Larix sibirica*. Tiivistelmä julkaisussa: *Forestry Abstracts* 1961 022-03599.
- , Bujnickaja, M.I. & Zorina, G.A. 1967. The chemical composition and physical properties of *Larix sibirica* from the Irkutsk region. Tiivistelmä julkaisussa: *Forestry Abstracts* 1968 029-04573.
- Iivessalo, L. 1916. Ulkomaisten puulajien viljelemismahdollisuudet Suomen oloja silmälläpitäen. Referat: Über die Anbaumöglichkeit ausländischer Holzarten mit spezieller Hinsicht auf die finnischen Verhältnisse. *Acta Forestalia Fennica* 17(2). 112 s.
- 1923. Raivolan lehtikuusimetsä. Referat: Der Lärchenwald bei Raivola. *Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisu* 5(3). 87 s.
- Irmes, I. 1985. Magyarországi vorosfenyők muszaki tulajdonságai. *Faipar* 35(10): 297–298. Tiivistelmä ”Technical properties of larches in Hungary” julkaisussa: *Forest Products Abstracts* 1988 011-00469.
- Juvonen, R., Sipii, M. & Kotilahti, T. 1986. Lehtikuusen tuotanto- ja käyttöominaisuudet mekaanisessa metsäteollisuudessa. Kirjallisuustutkimus. Teknillinen korkeakoulu, puun mekaanisen teknologian laboratorio, tiedonanto 35. 32 s.
- Kalinin, V.I. 1961. Polnodrevesnost’ listvennicy proizrastajushej v smeshannyh nasazhdenijah Pleseckogo rajona, Arhangel’skoj oblasti. *Lesnoi-Zhurnal, Arhangel’sk* 4(6): 16–19. Tiivistelmä ”The taper of larch growing in mixed stands in the Plesetsk part of the Archangel region” julkaisussa: *Forestry Abstracts* 1962 023-05649.
- Keith, C.T. & Chauret, G. 1988. Basic wood properties of European larch from fast-grown plantations in Eastern Canada. *Canadian Journal of Forest Research* 18: 10, 1325–1331.
- Kiellander, C.L. 1966. Om lärkrädens egenskaper och användning med särskild hänsyn till europeisk och japansk lärk. *Föreningen Skogsträdsförädling Årsbok* 1965: 65–106. Uppsala.
- Kislyi, V.V. 1967. [Lehtikuusen sahaus]. *Raspilovka listvennitsy. Lesnaja promyslennost* 46(12): 28–29. Venäjäksi.
- Kärkkäinen, M. 1972. Havaintoja kuusen oksaisuudesta. Summary: Observations on the branchiness of Norway spruce. *Silva Fennica* 6(2): 90–115.
- 1978. Havaintoja iän vaikutuksesta lehtikuusen puuaineen tiheyteen. Summary: Observations on the effect of age on the basic density of larch wood. *Silva Fennica* 12(1): 56–64.
- 1980. Mäntytukkirunkojen laatu- ja kiintävyystavoista. Summary: Grading of pine sawlog stems. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 96(5). 152 s.
- 1984. Puutavaran mittauksen perusteet. Helsingin yliopiston monistuspalvelu. 252 s.
- Lahtinen, A. & Laasasenaho, J. 1979. On the construction of taper curves by using spline functions. Seloste: Runkokäyrän muodostaminen splini-funktiolla. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 95(8). 63 s.
- Langner, W. & Reck, S. 1966. Vergleichende Untersuchungen über das Holz von *Larix decidua* Mill., *Larix leptolepis* Gord. und deren Hybriden. *Holzfor-schung* 20(6): 192–199.
- Lappi-Seppälä, M. 1927. Tutkimuksia siperialaisen lehtikuusen kasvusta Suomessa. Referat: Untersuchungen über den Zuwuchs der sibirischen Lärche in Finnland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 12. 46 s.
- Leibundgut, H. 1983. Investigations on *Larix decidua* of various provenances. 3. Heartwood formation in young larches. Tiivistelmä julkaisussa: *Forestry Abstracts* 1983 044-04944.
- Lenz, O. 1979. Le bois des conifères d’une station secharde du pied du Jura (Chassagne). Summary: The wood of conifers from a dry site in the Jura foothills (Chassagne). *Mitteilungen Eidgenössische Anstalt für das Forstliche Versuchswesen* 55(3): 235–295.
- Lähde, E., Werren, M., Etholen, K. & Silander, V. 1984. Ulkomaisten puulajien varttuneista viljelmistä Suomessa. Summary: Older forest trials of exotic conifer species in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 125. 87 s.
- Mattson, L. 1917. Form och formvariationer hos lärken. *Studier över trädens stambyggnad. MSS:* 841–922.
- Miler, Z. & Sedecki, A. 1975. Rate of occlusion of knots in *Larix decidua* as a basis for prediction of wood quality by assortments. Tiivistelmä julkaisussa: *Forestry Abstracts* 1976 037-07420.
- Mineev, A.V. 1976. Nekotorye razmerno-kachestvennye kharakteristiki krupnomernogo listvennichnogo syr’ya raionov vostochnoi Sibiri. *Lesnoi-Zhurnal* 6: 115–118. Tiivistelmä ”Some dimensional and qualitative characteristics of large larch roundwood in E. Siberia” julkaisussa: *Forestry Abstracts* 1977 038-06822.
- Nekhaichuk, O.G. & Bryantseva, Z.E. 1984. Effects of planting density and plantation age on anatomical structure of the wood of *Larix sibirica*. Tiivistelmä. *Forestry Abstracts* 1985 046-00255.
- & Moskaleva, V.E. 1979. Vliyanie lesokhozyaistvennykh faktorov na anatomicheskoe stroenie drevesiny

- eli, sosny i listvennitsy. Summary: Effect of forestry factors on the anatomical structure of the wood of spruce, pine and larch. *Lesovedenie* 4: 38–43. Moskva.
- Nevalainen, K. & Hosia, M. 1969a. The suitability of larch as fibre raw material. Part I. Tiivistelmä: Lehtikuusen soveltavuudesta kuituraaka-aineesiksi. Osa I. Paperi ja Puu 51(5): 433–438.
- 1969b. The suitability of larch as fibre raw material. Part II. Tiivistelmä: Lehtikuusen soveltavuudesta kuituraaka-aineesiksi. Osa II. Paperi ja Puu 51(6): 503–510.
- Niedzielska, B. 1985. Badania wybranych cech budowy makroskopowej oraz getosci wzglednej drewna modrzewi na plantacji doswiadczalnej w Kolanowie. Summary: Selected characteristics of the macroscopic structure and relative wood density of larches in an experimental plantation at Kolanow. *Acta Agraria et Silvestris, Silvestris* 24: 45–58.
- Ott, L. 1984. An introduction to statistical methods and data analysis. Third edition. PWS-Kent Publishing Company, Boston. 835 s.
- Palotay, I. 1965. Volume tables. Tiivistelmä julkaisussa: *Forestry Abstracts* 1966 027-04521.
- Patrone, G. 1960. Tavola cornometrica del larice di Vezza d'Oglio cresciuto in fustaia coetanea. Italian forest monthly 15(3): 125–126. Tiivistelmä "Volume table for even-aged larch of Vezza d'Oglio (Brescia) julkaisussa: *Forestry Abstracts* 1961 022-00870.
- Pearson, G.G.O. & Fielding, H.A. 1961. Some properties of individual growth rings in European larch and Japanese larch their influence upon specific gravity. *Holzforschung* 15(3): 82–89.
- Pollanschütz, J. 1974. Funktionen für die Stammformfaktoren der kommerziellen Hauptbaumarten in Österreich. *Allgemeine Forstzeitung* 85: 12, 341–343.
- Polyakov, V.S. 1974. Characteristics of the *Larix sibirica* forests of the Tuva ASSR, as exemplified by the Shagonar leskhov. Tiivistelmä julkaisussa: *Forestry Abstracts* 1975 036-06508.
- Quartesan, O. 1956. Ricerche sui lariceti puri della Val di Sole (Trentino). Summary: Studies in pure larch stands in the Val di Sole, Trentino. *Monti e Boschi* 7(3): 133–138.
- Rikkonen, P. 1987. Havutukien kuorelliseen läpimitaan perustuva tilavuuden määrittäminen. Summary: Volume of coniferous saw logs based on top diameter over bark. *Folia Forestalia* 684. 47 s.
- Sairanen, P. 1982. Lehtikuusen ominaisuudet ja käyttö mekaanisessa metsäteollisuudessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 72. 25 s.
- Salmi, J. 1972. Suomalaisia ja ulkomaisia puulajeja. Osa I: Havupuut. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos, tiedonantoja 17. 227 s.
- Schober, R. 1939. Standort, Form und Rinde der Lärche in Hessen. Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde der Forstlicher Fakultät Georg-August-Universität Göttingen, Mitteilungen von Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 10: 263–311.
- Schopfer, W. & Dauber, E. 1989. Bestandessortentafeln '82/85. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg 147. 33 + 18 s.
- Schotte, G. 1917. Lärken och dess betydelse för svensk hushållning. MSS: 529–840.
- Schreiber, M. 1944. Über Unterschiede in der Berindung und Verkernung bei Standortssrassen der europäischen Lärche. *Forstwissenschaftlicher Zentralblatt und Tharandt Forstlicher Jahrbuch* 2: 73–102.
- Shultze-Dewitz, H. & Götze, H. 1988. Splintbreite und Spätholzanteil bei ostsibirischer Kiefer, Lärche und Arve. Summary: Sapwood width and latewood percent in East Sibirian *Pinus sylvestris*, *Larix sibirica* and *Pinus cembra*. *Holztechnologie* 29(6): 296–298, 335.
- Sindelar, M. 1969. Colour of sudeten larch heartwood. *Communicationes Instituti Forestalis Ceskoslovensko* 6: 59–67.
- Sipi, M. 1988. Lehtikuusen tuotanto- ja käyttöominaisuudet mekaanisessa metsäteollisuudessa. Lehtikuusisa-hatavaran kuivaus- ja laatuominaisuuksia. Teknillinen korkeakoulu, puun mekaanisen teknologian laboratorio, tiedonanto 45. 41 s.
- Sopp, L. 1962. Results to date of bark, stem-form, and wood-volume analyses of larch. Tiivistelmä julkaisussa: *Forestry Abstracts* 1965 026-04056.
- Strand, L. 1963. Tillvekst og produktion af europeisk og sibirisk lårk. Summary: Growth and yield – European and Siberian larch. *Tidsskrift for skogsbruket* 71(3): 143–164.
- Tihomirov, B.N. & Falalejev, E.N. 1960. [Siperian ja Kauko-Idän lehtikuusimetsät]. *Listvennitchnye lesa Sibirii. Dalnego vostoka. Sverdlovsk.* s. 108–139.
- Tillman, H.J. 1957. Die natürliche Dauerhaftigkeit einiger Kernhölzer in Beziehung zur Lage im Stamm. Thesis. Forstliche Fakultät, Universität Göttingen. 101 s.
- Timofeev, V.P. 1944. Results of scientific work. Eightieth anniversary of the experimental forest of the Moscow Academy of Agriculture. Tiivistelmä julkaisussa: *Forestry Abstracts* 1945-46 007-01433.
- Tkachenko, M.E. 1944. Rational logging in the Ural in connexion with the defence of the country. Tiivistelmä julkaisussa: *Forestry Abstracts* 1945-46 007-01241.
- Tuimala, A. 1984. Lehtikuusi – tuttu, tuottoisa, vieras. *Metsäliiton viesti* 3: 12–13.
- 1991. Oksat pois lehtikuusesta? *Metsäliiton Viesti* 4: 22–34.
- 1993a. Lehtikuusen viljely Suomessa. *Julkaisussa: Myllynen, A.-M. & Sinkevich, S.M. (toim.). Venäläis-suomalainen harvennushakkuuseminaari Kauniassaissa* 9.–11.11.1992. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, tiedonantoja 7: 77–82.
- 1993b. Lehtikuusipuun ominaisuudet ja käyttö. *Julkaisussa: Moilanen, M. & Murtovaara, I. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 464: 79–90.
- Uusvaara, O. 1974. Wood quality in plantation-grown Scots pine. *Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 80(2). 105 s.
- 1981. Viljelymänniköistä saadun sahatavaran laatu ja arvo. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 27. 108 s.
- Vautherin, P. & Issartel, M. 1992. [Puutavaran tilavuuden määrittäminen: kohti keskimääräisiä kuoren paksuuksia]. *Cubage des bois ronds: vers des taux d'ecorce*

- moyens. CTBA Info 42: 2–5. Ranskaksi.
- Verkasalo, E. 1993. Lehtikuusen mittausta ja kauppaa. Julkaisussa: Moilanen, M. & Murtovaara, I. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 464: 91–98.
- & Aaltio, H. 1994. Lehtikuusitukien mittausta. Metsäntutkimuslaitos, metsänkasvatuksen tutkimusosasto. Folia Forestalia -artikkelin käsikirjoitus.
- Vetsheva, V.F., Itskovich, Ya.A., Frumlina, S.I. 1982. Reduction in the number of sawlog lengths for the major softwoods of the Angara-Yenisei region. Tiivistelmä julkaisussa: Forestry Abstracts 1984 045-00921.
- Vihrov, V.E. 1949. Stroenie i fizikomehanicheskie svoistva rannei i pozdnei drevesiny sibirskoi listvennicy. Trud. Inst. Les. 4: 174–194. Tiivistelmä ”Structure and physical and mechanical properties of Larix sibirica” julkaisussa: Forestry Abstracts 1954 015-00639.
- Vuokila, Y. 1960a. Lehtikuusen kuutioimisyyhtälöt ja -taulukot. Summary: Tree volume functions and tables for larch. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 51(10). 89 s.
- 1960b. Siperialaisten lehtikuusikoiden kehityksestä ja merkityksestä maamme metsätaloudessa. Summary: On development of Siberian larch stands and their importance to forestry in Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 52(5). 111 s.
- 1975. Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana. Summary: Thinning of young spruce plantations as a problem of timber production. Folia Forestalia 247. 24 s.
- Wiksten, Å. 1962. Några exemplar på den sibiriska lärkens (*Larix sibirica*, Ledeb.) produktionsförmåga i Sverige. Summary: Some examples of the yield for Siberian larch in Sweden. Meddelanden från statens skogsforskningsinstitut, Band 51(6). 43 s.
- Zaharov, V.K. 1965. Form heights of trees and stands. Tiivistelmä. Julkaisussa: Forestry Abstracts 1966 027-04512.
- Zieger, E. 1956. Grundlagen der Ausscheidung technologisch begründeter Produktionszieltypen. Archiv Forstwesen 5(5/6): 313–328.

Total of 105 references

Summary

Technical quality of larch saw logs in Finland

Introduction

Larches are a group of coniferous species for specialty and landscape purposes in Finland. The stands, which are estimated to cover a forest area of only 10 000 to 25 000 hectares, are exclusively plantations or direct-seeded stands. Siberian larch (*Larix sibirica*) comprises at least 80 % of these stands, the rest mainly consisting of European larch (*Larix decidua*). As most of the larch stands are seedling, sapling or pole stands, the annual harvest has been only 1000 to 2000 m³. The potential will increase in the 2000's. However, this will be able to satisfy the need for larch timber for a few specialized users only. Accordingly, a significant expansion of the larch industries would require the export of timber, primarily from Russia.

Larch timber is demanded for saw and veneer milling, but no market currently exists for pulpwood. Typical uses are for ground and water-contact construction, and shipbuilding, where the natural durability of larch heartwood is a definite advantage. Some larch is used for interiors and furniture, where the expressive colour variation of sapwood and heartwood is utilized.

Objectives

This study aims to present the results on the external quality of larch saw logs in Finland, based on the data of the Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Technology in studying scaling of larch timber. The following properties will be considered: DBH and knottiness of saw timber trees, and dimensions, form (straightness), knot diameter and quality, grade distribution and bark percentage of logs. Results on the internal quality of logs (heartwood percentage, annual ring width, basic density) will be published separately.

Materials and methods

The study material comprised 1817 larch saw logs from 24 commercial logging sites in the lake district of southern Finland (61 to 64 degrees northern latitude), cut in 1989–92. The recovery of saw logs was on average 80 % of the total timber volume of a site. Of the logs, 95 % were of Siberian larch and 5 % of European larch. The minimum

log diameter (o.b.) varied from 12 to 29 cm by site; it was 15 to 17 cm, as normal for pine and spruce logs at 15 sites. The minimum log length varied from 2.7 to 4.2 m.

At 14 logging sites, measurements were performed for DBH, height of the lowest dead branch, and the lower limits of dead and live crown. At all sites, butt logs and other logs were separated, and measured for length and diameter (o.b.) at fixed points for determining the volume by spline function. From the butt logs, DBH of trees was measured as well. At all points of diameter measurements, bark was removed for determining bark percentage. The diameters of the thickest dead (or rotten) and live knots were measured for each log. Logs were graded according to these measurements into four grades of knottiness, according to visual evaluation into four grades of log form (straightness), and finally into four grades of Scots pine by the Heiskanen & Siimes (1960) grading system. The results were compared with those from the earlier domestic and foreign studies on larch timber, and the extensive study on the logs of Scots pine and Norway spruce by Rikkonen (1987).

Results

The average DBH of the larch saw timber trees was 29.8 cm, at the average age of 61 yrs. This was, despite their lower age, considerably larger than that of the commercially cut Scots pine and Norway spruce in southern Finland. Of the average saw timber section of 17 m, only 2 m was knot-free, 9 m with dead knots, and 6 m with live and possibly dead knots (Table 1). The knot-free section was shorter and the section with dead knots longer for larch than for pine or spruce.

The average top diameters and volumes (o.b.) of larch logs were considerably larger than those of pine and spruce, whereas average length of larch logs approximately equalled that of spruce (Table 2). Only 53 % of the logs were straight, and every fourth log had severe crooks, although the swept and crooked trees were bucked into shorter than 3-m logs (Fig. 3). Butt logs did not have a better form than other logs. Log form was considerably better for Siberian than European larch, and better the more fertile the soil was.

Only 11 % of the logs were knot-free, and every fifth log had a knot of 4 cm or more (Fig. 4). Logs with dead knots only comprised 40 %, logs with both live and dead

knots 48 % and logs with live knots only 1 %. The average diameters of the thickest live and dead knots were 17 and 22 mm (Table 4). The log grade distribution for knottiness was much better for Siberian than European larch. The diameter of the thickest live knot was larger for Siberian than European larch, though the difference for the dead knot was the reverse. Only 15 % of the logs met the quality requirements of grade I for pine, while 16 % did not meet the minimum quality requirements (Fig. 7). Butt logs of larch were of relatively low quality, whereas the quality of other logs almost equalled that of pine.

The average bark percentage of logs was 20.9 % (butt logs 23.2 %, other logs 19.5 %). These figures were considerably larger than those of pine or spruce. No effect of larch species or soil fertility on bark percentage was observed.

Conclusions

The large dimensions of the larch saw timber trees from final cuts and later thinnings, especially in fertile soils, make possible relatively low volume-based costs for logging, transport, sawing, and rotary-cutting and slicing of veneer. On the other hand, high density, hardness, resin content, growth stresses, and frequent hard dead knots tend to slow down the cutting and drying processes and increase the need for the maintenance of equipment, thus increasing production cost. On account of the large dimensions, lumber and veneer recovery is high. However, this advantage is reduced, or even off-set, by the frequent sweeps and crooks, the large butt swelling and the high bark percentage.

For the quality of larch lumber and veneer, the frequent

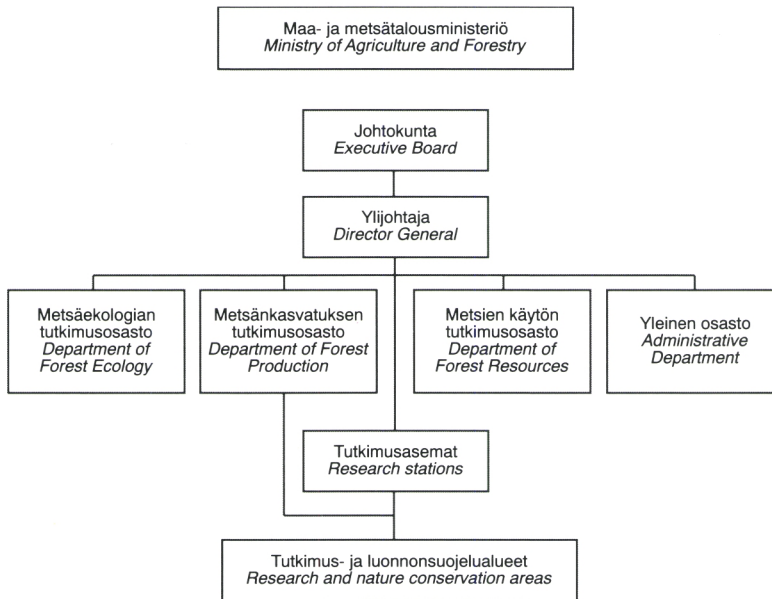
dry knots, due to the poor ability of trees in self-pruning, are most harmful. Accordingly, pruning of young larch trees is most desirable to allow a satisfactory recovery of knot-free timber. It seems difficult to recover timber with only live knots from the upper sections of larch trees. However, the correlation between internal and external knottiness is reported to be poor for the larch trees in Finland. Consequently, bucking larch into logs to produce the desired lumber or veneer quality for knottiness as well as log grading seem exceptionally difficult. The reportedly good correlation between the internal and external knottiness of the larch trees in Russia, probably due to the higher age and larger dimensions, should be noted.

Apart from bark percentage, external quality factors of larch logs vary much more between than within stands, indicating the great effect of genetics and forest management on the quality.

Earlier studies clearly indicated the association of the advantages of larch for mechanical forest industries with the internal characteristics of wood: high percentage of heartwood with a good natural durability, decorative variation in colour between sapwood and heartwood, and high density, strength and hardness. Further studies on larch quality should concentrate on Siberian larch, the level and variation of the above-mentioned wood characteristics, and their testing *in situ*.

This study and earlier Russian investigations indicate the superiority of the larch raw material from Siberia compared with the currently available material from Finland, especially as far as knottiness is concerned. Accordingly, the import of larch logs from Russia would be well advised if an expansion in the mechanical forest industries using larch is planned.

METSÄNTUTKIMUSLAITOS — *THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*



Metsäntutkimuslaitos — *The Finnish Forest Research Institute*

Unioninkatu 40 A, FIN-00170 Helsinki, Finland

tel. +358-0-857 051, fax +358-0-625 308, telex 121298 metla sf

Ylijohtaja — *Director General*

Eljas Pohtila

Hallintojohtaja — *Administrative Director*

Tero Oksa

Tiedotuspäällikkö — *Head of Information*

Marja Ruutu

Metsäekologian tutkimusosasto — *Department of Forest Ecology*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Eero Paavilainen

Metsänkasvatuksen tutkimusosasto — *Department of Forest Production*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Jari Parviainen

Metsien käytön tutkimusosasto — *Department of Forest Resources*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Risto Seppälä

Tutkimusasemat — *Research Stations*

Joensuu

Parkano

Kannus

Punkaharju

Kolari

Rovaniemi

Muhos

Suonenjoki



- No 813 Varmola, Martti: Viljelymänniköiden alkukehitystä kuvaava metsikkömalli.
A stand model for early development of Scots pine cultures.
- No 814 Nieminen, Mika & Ahti, Erkki: Talvilannoituksen vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen karulta suolta.
Leaching of nutrients from an ombrotrophic peatland area after fertilizer application on snow.
- No 815 Heikkilä, Risto: Ravinnon määrän ja puulajikoostumuksen vaikutus hirven ravinnonkäyttöön ja taimituhoihin mäntytaimikoissa.
Effects of food quantity and tree species composition on moose (*Alces alces*) browsing in Scots pine plantations.
- No 816 Uusvaara, Olli: Pystykarsituista männiköistä valmistetun sahatavaran laatu ja arvo.
Quality and value of sawn goods from pruned Scots pine stands.
- No 817 Kanninen, Kaija: Sisäisten mallien teoria hakkuutyötapaturmien selittäjänä.
Theory of internal models in explaining logging accidents.
- No 818 Mäkinen, Pekka: Metsäkoneyrittämisen menestystekijät.
Success factors for forest machine contractors.
- No 819 Tamminen, Pekka: Pituusboniteetin ennustaminen kasvupaikan ominaisuuksien avulla Etelä-Suomen kangasmetsissä.
Estimation of site index for Scots pine and Norway spruce stands in South Finland using site properties.
- No 820 Moilanen, Mikko: Lannoituksen vaikutus männyn ravinnetilaan ja kasvuun Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun ojitetuilla soilla.
Effect of fertilization on the nutrient status and growth of Scots pine on drained peatlands in northern Ostrobothnia and Kainuu.
- No 821 Rantala, Tapio & Moilanen, Mikko: Nuorten suomänniköiden lannoituksen kannattavuus Pohjois-Pohjanmaalla.
Summary: Profitability of fertilization of young pine stands in northern Ostrobothnia.
- No 822 Hytönen, Jyrki & Ekola, Elina: Maan ja puuston ravinnetila Keski-Pohjanmaan metsitetyillä pelloilla.
Summary: Soil nutrient regime and tree nutrition on afforested fields in central Ostrobothnia, western Finland.
- No 823 Verkasalo, Erkki: Lehtikuusitukkien laatu Suomessa.
Summary: Technical quality of larch saw logs in Finland.
- No 824 Sievänen, Tuija: Kaupunkiväestön ulkoilukäyttätyminen ja ulkoilualueiden käyttö. Hämeenlinnan ulkoilututkimus.
Summary: Outdoor recreation household survey in the City of Hämeenlinna.
- No 825 Salminen, Sakari: Eteläisimmän Suomen metsävarat 1986–1988.
Summary: Forest resources of southernmost Finland, 1986–1988.