

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
TIEDONANTOJA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

ALUSTUSASEMA
01590 MAISAARI

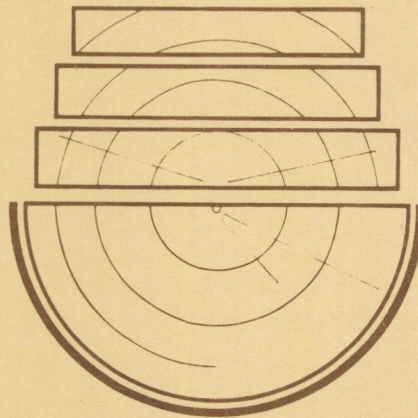
72

METSÄTEKNOLOGIAN TUTKIMUSOSASTO
PUUNTUTKIMUSSUUNTA



Pentti Sairanen

LEHTIKUUSEN OMINAISUUDET JA KÄYTTÖ NEUVOSTOLIITON MEKAA- NISSESSA METSÄTEOLLISUUDESSA



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 72

METSÄTEKNOLOGIAN TUTKIMUSOSASTO

PUUNTUTKIMUSSUUNTA

PENTTI SAIRANEN

LEHTIKUUSEN OMINAISUUDET JA KÄYTTÖ

NEUVOSTOLIITON MEKAANISESSA METSÄTEOLLISUUDESSA

ISSN 0358-4283

HELSINKI 1982

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. LEHTIKUUSEN KÄYTTÖ JA OMINAISUUDET	6
3. LEHTIKUUSEN KÄYTTÖ MEKAANISESSA METSÄTEOLLISUUDESSA ..	9
31. Yleistilanne	9
32. Lehtikuusipuun käyttö sahateollisuudessa	9
33. Lehtikuusipuun käyttö vaneriteollisuudessa	13
34. Lehtikuusipuun käyttö muussa mekaanisessa puuteollisuudessa	15
4. PÄÄTELMIÄ	19
KIRJALLISUUTTA	21

1. JOHDANTO

Huolimatta hyvästä sopeutumisestaan Suomen ilmastoon ja korkeasta puuntuotoskyvystään ei lehtikuusi ole kuitenkaan saavuttanut suurta suosiota teollisuudessa, mikä johtunee niukoista lehtikuusivaroistamme ja näin ollen pienestä tarjonnasta. Myös lehtikuusipuun ominaisuuksien tuntemattomuus sekä tästä johtuvat tuotanto-ongelmat osaltaan haittaavat lehtikuusen teollista jalostamista. Tämän takia on katsottu aiheelliseksi tutkia kirjallisuuden avulla lehtikuusen käyttöä mekaanisessa metsäteollisuudessa ja siihen liittyviä ongelmia Neuvostoliitossa, missä tämän puun hyödyntäminen on perinteistä. Lehtikuusen käyttöön massan valmistuksessa ei ole puututtu, koska siitä on riittäviä tietoja (Saukkonen 1971, Saukkonen ja Arvela 1973, Hakkila ja Winter 1973).

Lehtikuusi on Neuvostoliiton laajimmalle levinneitä puulajeja. Metsäpinta-alasta on lehtikuusimetsiä 38 % eli 269 milj. ha (Bukštynov 1981), josta yli 65 % on hakkuukypsiä metsiä (Lesnaja industrija...1980). Kaikista Neuvostoliiton metsävaroista on lehtikuusta 28,5 mrd. m³ eli 34,7 % (Lesnoje hozjaistvo... 1977). Neuvostoliitossa kasvavien lehtikuusilajien määrästä on vaihtelevia käsityksiä. Eri lähteiden mukaan on mm. seuraavia tietoja lajimäärästä: 5 (Ponomarev 1934), 20 (Timofejev 1961), 14 (Čudinov ym. 1965, Byvših 1977), 11 (Arealy... 1977). Suuret eroavuudet johtuvat tutkijoiden erimielisyyksistä siitä, mitä voidaan pitää itsenäisenä lajina, mitä taas alalajina tai muotona.

Taloudellisesti tärkeitä lajeja on kuitenkin vain neljä: *Larix sibirica* Ledb., *L. sukaczewii* Djil., *L. dahurica* Turcz. ja *L. decidua* Mill. (Ponomarev 1934, Čudinov ym. 1965). Näistäkin *L. sukaczewii* on todennäköisesti sama kuin *L. sibirica*, kun taas *L. dahurica* käsittää nykytietämyksen mukaan kaksi itsenäistä lajia: *L. gmelinii* Rupr. ja *L. Cajanderi* Mayr. (Bobrov 1972).

Käytännön kirjallisuudessa esiintyy yleensä vain kaksi lajia: *L. sibirica* (siperianlehtikuusi) ja *L. dahurica* (dahurianlehtikuusi), joista edellinen käsittää myös *L. sukaczewii*'n ja jälkimmäinen *L. gmelinii*'n ja *L. Cajanderi*'n.

Suomen kannalta kiinnostus kohdistuu erityisesti siperianlehtikuuseen. Venäläisessä kirjallisuudessa on kuitenkin harvoin ilmoitettu, mistä lehtikuusilajista on kyse, joskin tutkimus- ja julkaisupaikan perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä siitä, onko kyseessä siperianlehtikuusi vai dahurianlehtikuusi. Toisaalta näiden kahden lajin väliset erot ovat käytön kannalta usein pienempiä kuin saman lajin ominaisuuksien vaihtelu kasvialueen sisällä (esim. Ponomarev 1934, Čudinov 1965b).

Kun jäljempänä puhutaan yksinomaan lehtikuusesta, asia koskee yhtä lailla molempia edellä mainittuja lajeja. Mikäli kyse on tarkemmasta ominaisuuksien kuvaamisesta, on tekstissä pyritty selvittämään, kumpaa lajia tarkoitetaan.

Kirjallisuuslähteet on saatu käyttöön omista, Helsingin

yliopiston metsäkirjaston ja metsäntutkimuslaitoksen kirjaston kokoelmista. Mainittakoon, että tietokonehakua hyväksikäyttäen ei eri tietojärjestelmistä löytynyt ainuttakaan lehtikuusen mekaanista jalostusta ja käyttöä käsittelevää venäläistä kirjoitusta. Sama koskee myös Teknillisen Korkeakoulun ja Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen kirjastoja.

Puhtaaksikirjoituksesta huolehti Aune Rytönen. Käsikirjoituksen ovat lukeneet ja antaneet neuvoja professori Matti Kärkkäinen, metsänhoitajat Juhani Salmi ja Aili Tuimala.

Kiitän kaikkia edellä mainittuja saamastani avusta ja mielenkiinnosta.

2. LEHTIKUUSEN KÄYTTÖ JA OMINAISUUDET

Huolimatta suurista lehtikuusivaroista ja puun hyvistä fysikaalis-mekaanisista ominaisuuksista, on sen käyttö ollut varoihin nähden vähäistä. Jo vuosikymmenien ajan on tähän seikkaan kiinnitetty huomiota, mutta yhä on ongelmana lehtikuusivarojen alhainen hyödyntäminen (Ponomarev 1934, Čudinov ym. 1965, Černenko ja Fadejev 1982). Pääsyyinä tähän mainitaan mm. hankintavaikeudet, mitkä johtuvat hakkuukohteiden kaukaisesta sijainnista ja kuljetusreittien puutteellisuudesta (Černenko ja Fadejev 1982). Osaltaan käyttöä hankaloittavat myös jäljempänä käsiteltävät tekniset vaikeudet lehtikuusipuun työstössä ja kuivauksessa. Nämä eivät ole kuitenkaan ylipääsemättömiä, mitä osoittaa sekin, että esimerkiksi Itä-Siperian sahoilla lehtikuusen osuus on jo 30 % kaikkesta raaka-aineesta (Kislyi 1967). Baikalin-Amurin rautatien odotetaan mahdollistavan lehtikuusen osuuden nostamisen yli 40%:iin (Bacenko 1976).

Lehtikuusipuun on verrattain lujaa ja kestävä. Se on tunnettu kyvystään säilyä pitkiä aikoja lahoamatta vedessä ja kosteassa maassa. Näiden ominaisuuksiensa johdosta sitä on kautta aikojen käytetty rakennelmissa, joilta vaaditaan suurta lujuuutta ja säänkestävyyttä, kuten laivoissa, silloissa, myllyissä, asuntojen ja karjatilojen lattioissa jne. Vaikka betoni, metallit ym. ovat korvanneet nykyään osan lehtikuusiraaka-ainetarpeesta, on sen käyttö nykyään kuitenkin aikaisempaa laajempaa. Kiinnostus lehtikuusen käyttöön eri aloilla on johtanut siihen, ettei Neuvostoliitossa kyetä tyydyttämään kotimaan kysyntää (Černenko ja Fa-

dejev 1982).

Tämänhetkisiä lehtikuusen käyttökohteita ovat mm. puutalot, pakkaus- ja tynnyrilaudat, huonekalut, parketti, vaneri, lastulevy (Černenko ja Fadejev 1982), ratapölkkyt, sähköpylväät, sillat, laiturit (Bukštynov 1981), kairospuu (Byvših 1977), sementti- ja puulastusekoitteet (Akodus ja Buharkin 1980). Lehtikuusipuusta valmistettuja tynnyreitä käytetään erilaisten elintarvikkeiden ja muiden tuotteiden, niin kuivien kuin nesteidenkin säilytykseen ja kuljetukseen. On mainittu mm. seuraavia käyttökohteita: kalatuotteiden, kemikaalien, mineraaliöljyjen, viinin, konjakin, oluen, soseiden, maitotuotteiden, margariinin jne. säilytys ja kuljetus (esim. Byvših 1977). Tämän lisäksi lehtikuusta käyttävät sellu- ja paperiteollisuus (Šapiro ym. 1971, Bukštynov 1981) sekä kemiallinen puunjalostusteollisuus, jonka tuotteita ovat mm. venetsiantärpätti (lehtikuusitärpätti) ja hartsit, joita käyttävät maali- ja elektroniikkateollisuus (Bukštynov 1981), muut uuteaineet (apteekki- ja elintarviketeollisuus), puukaasu ja -hiili (Tverdohlebova ja Levin 1975), joista viimeksi mainittua on kokeiltu menestyksellisesti puolijohdetekniikassa pelkistäjänä (Sorokina ja Petrov 1981). Lehtikuusen kuorta käytetään lisäksi puubetonilevyissä sekä parkkiaineiden valmistuksessa (Karger ym. 1978).

Aloilla, joilla puun jalostusaste on matala, kuten ratapölkky-, pylväs-, hirsi-, ym. tuotannossa, ovat lehtikuusen ominaisuuksien hyvät puolet, kuten lujuus ja säänkestävyys tulleet korostetusti esille. Niinpä valtaosa puun

käytöstä onkin suuntautunut näille aloille. Pitemmälle ja-
lostettaessa tulevatkin yhä useammin eteen lehtikuusipuun
ominaisuuksien haittapuolet, mitkä ovat olleet omiaan jättä-
mään tämän puulajin muiden havupuulajien varjoon.

Seuraavassa taulukossa esitetään joitakin tärkeimpiä
lehtikuusen puuaineen ominaisuuksia.

Taulukko 1. Lehtikuusen ja tärkeimpien suomalaisten talous-
puulajien tiheydet ja lujuusominaisuudet.

Puulaji	Lähde	Tiheys kg/m ³	Kimmo- moduuli MPa	Taivutus- lujuus MPa	Puristus- lujuus MPa	Kovuus, N
Siperian- lehtikuusi	(1)	490-560	12000-14800	96-101	47-61	3730- 4710
Dahurian- lehtikuusi	"	-	-	130 ^{*)}	46-68	
Mänty	(2)	427	12500	84	47	2700
Kuusi	"	390	13400	84	44	2280
Koivu	"	495	14800	105	53	4310

*) Maksimiarvo
Lähteet:
(1) Čudinov 1965c
(2) Kärkkäinen 1977

Taulukosta ilmenee, että lehtikuusi on lujuusominaisuuksiltaan verrattavissa koivuun. Lajista ja kasvuolosuhteista riippuen ominaisuudet kuitenkin vaihtelevat huomattavasti. Lvovin ja Klimovin (1971) mukaan mm. lehtikuusipuun tiheys ja puristuskestävyys pienenevät kasvuolosuhteiden huonotessa.

Muita ominaisuuksia käsitellään jäljempänä eri yhteyksissä.

3. LEHTIKUUSEN KÄYTTÖ MEKAANISESSA METSÄTEOLLISUUDESSA

31. Yleistilanne

Käyttöalueensa laajuudesta huolimatta ei lehtikuusi ole saavuttanut puuvaroja vastaavaa käyttöastetta (Černenko ja Fadejev 1982). Lehtikuusipuun monipuolista käyttöä hankaloittavina tekijöinä mainitaan mm. mekaanista jalostusta haittaava puun kovuus, puun suuresta tiheydestä johtuva valmistesten raskaus, pintakäsittelyä vaikeuttava vuosiluston sisäinen tiheyden vaihtelu (kevät- ja kesäpuun tiheyden suhde on Čudinovin (1965b) mukaan 1:2,9), lämpötilan ja ilmankosteuden aiheuttamat puun muodon ja mittojen voimakkaat vaihtelut, sahausta haittaavat uuteaineet sekä sahatavaran kuivausta vaikeuttava taipumus halkeiluun (Ponomarev 1934, Čudinov 1965c, Byvših 1977).

Lehtikuusen erityisominaisuuksista johtuen jalostusmenetelmissä on tiettyjä ominaispiirteitä, joita tarkastellaan jäljempänä.

32. Lehtikuusipuun käyttö sahateollisuudessa

Neuvostoliiton metsätalousalueista ovat suurimmat sahatavaran tuottajat luoteinen - (18 milj. m³/a) ja Itä-Siperian (17,7 milj. m³/a) metsätalousalue (Ekonomičeskaja ... 1979). Lehtikuusen osuuden Itä-Siperian sahoilla tiedetään olevan n. 30 % (Kislyi 1967), mikä merkitsee n. 5,3 milj. m³ vuotuista tuotosta. Osuudesta muiden alueiden sahatavaran tuotannossa ei käytettävissä olleissa lähteissä

ole ollut mainintoja. Todenäköistä kuitenkin on, että mainittu osuus näillä alueilla jää huomattavasti pienemmäksi kuin Itä-Siperian alueella, missä lehtikuusen osuus on n. 47 % alueen havupuuvaroista. Länsi-Siperian alueella vastaava luku on ainoastaan 7,6 % ja Neuvostoliiton Euroopan puoleisilla alueilla 0,1-0,6 % (Ekonomičeskaja ... 1979). Näin ollen koko maan vuosittainen lehtikuusisahatavaran tuotanto tuskin ylittää 7 milj. m³, mikä on n. 6,7 % maan sahatavaruotannosta. Lehtikuusta sahataan siis selvästi vähemmän kuin osuus puuvaroista edellyttäisi.

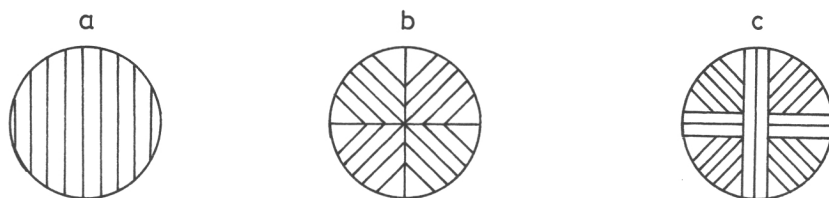
Kypsien ja yli-ikäisten lehtikuusikoiden suuresta osuudesta johtuen lehtikuusitukit ovat varsin järeitä. Noin 75 % niistä sijoittuu läpimittaluokkiin 28-42 cm valtaosan ollessa välitukkeja (Bokščanin 1962). Lehtikuusella on sahatavaran laatua heikentäviä halkeamia enemmän kuin muilla havupuilla (Kislyi 1967). Myös kapeneminen on jonkin verran muita havupuita suurempaa (Bokščanin 1962). Nämä tekijät tietenkin pienentävät sahaustulosta.

Sahausta pääasiallisesti hankaloittava tekijä on sahanterien tahriutumisen uuteaineista. Sahausprosessissa terään kasaantuu pihka- (1 %) ja muista uuteaineista (33 %) sekä sahanpurusta (66 %) kovia paakkuja, jotka estävät sahan normaalin toiminnan ja aiheuttavat sahauspinnan laadun huononemista sekä tuotteiden muotovikoja (Tjurikov 1965a, Žernokui 1982). Tämä luonnollisesti alentaa tuottavuutta.

Sahanterien pihkoittumisen estämiseksi niitä kastellaan

kylmällä vedellä, mikä jäädyttää teriä ja vähentää uuteaineiden tartuntaa. Samaan tulokseen päästään myös sahaamalla yksi mäntytukki joka 5-7:nneen lehtikuusitukin jälkeen (Tjurikov 1965a). Sahausjäljen parantamiseksi ja tuottavuuden nostamiseksi käytetään nykyään stelliittipäällysteisiä, leveäharitteisia teriä (Černenko ja Fadejev 1982).

Sahatavaralle kuivauksessa aiheutuvaa käyristymistä ja halkeilua voidaan välttää segmenttisahauskella, koska tällöin saatava sahatavara on säteensuuntaista eikä siis niin paljon kutistuvaa kuin tangentin suuntaan sahattu tavara. Tällöin saanto on kuitenkin pienempi kuin läpi- tai nelisahauksessa, joskin yhdistetyllä läpi-segmenttisahauskella (kuva 1) saantoa voidaan hieman nostaa (Minejev 1975).



Kuva 1. a -läpisahaus

b -segmenttisahaus

c -yhdistetty läpi-segmenttisahaus

Kuivauksessa lehtikuusisahatavara saa herkemmin pinta- ja päänhalkeamia kuin muu havupuusahatavara. Tämä johtunee muita havupuulajeja voimakkaammasta tangentiaalisesta kutistumisesta, tangentiaalisen ja säteensuuntaisen kutistumisen suuresta erosta sekä alhaisesta kuitujen suuntaisesta kosteuden johtokyvystä (Čudinov 1965b). Lehtikuusipuun tangentiaalinen kutistuma on 2-2,5 kertaa säteensuuntaista

suurempi ja 25-30 % suurempi kuin männyllä (Zuban 1965a) (ks. taulukko 2). Näin ollen kuivatuksen aiheuttamat tangentin ja säteen suuntaiset jännitykset ovat lehtikuusella suurempia kuin muilla havupuilla.

Halkeilua lisää myös kevät- ja kesäpuun kutistumiserot tangentin suunnassa. Kevät- ja kesäpuun ollessa tiukasti sidoksissa toisiinsa, edellinen estää jälkimmäisen tangentiaalista kutistumista, jolloin kesäpuussa syntyy vetojännitystä kevätpuun päinvastoin puristuessa (Čudinov 1965b). Sisäiset halkeamat ovat lehtikuusen kamarikuivauksessa kuitenkin harvinaisempia kuin muilla havupuilla (Zuban 1965a).

Parhaat tulokset lehtikuusisahatavaran kuivauksessa on saavutettu kertakuivaamoilla poikittaista ilmankiertoa käyttäen (Zuban 1965a). Varsinkin kuivauksen alkuvaiheessa on korkealla ilman suhteellisella kosteudella (= 100 %) halkeilua estävä vaikutus. Se estää puun pintakerrosten liian nopean kuivumisen ja edistää kosteuden siirtymistä puun sisäosista pintaan (Zuban 1965a). Lehtikuusipuun kosteudenjohtokerroin on 100°C lämpötilassa n. 3 kertaa suurempi ($8,5 \times 10^6 \text{ cm}^2/\text{s}$) kuin 60°C:ssa (Čudinov 1965b). Männyllä tämä suhde on suunnilleen sama, mutta johtokerroin on suurempi: 100°C:ssa $22 \times 10^6 \text{ cm}^2/\text{s}$ (Isomäki ym. 1964). Lehtikuusipuun kuumakuivauksella ja höyrytyksellä onkin kuivausaikaa saatu lyhenemään puun silti halkeilematta (Zuban 1965a).

33. Lehtikuusipuun käyttö vaneriteollisuudessa

Vaneriteollisuudessa lehtikuusta käytetään pääasiassa pinnoitusmateriaaliksi tarkoitettua leikatun viilun tuotantoa. Vuotuinen lehtikuusiviilun tuotanto on n. 6 milj. m², josta Krasnojarskin puunjalostuskombinaatti tuottaa yli puolet (Černenko ja Fadejev 1982). Lehtikuusiviilun pääkäyttäjä on puusepänteollisuus. Fysikaalis-mekaanisilta ominaisuuksiltaan ja kuvioltaan lehtikuusiviilun katsotaan olevan verrattavissa parhaimpiin sikäläisiin jalopuuviiluihin, kuten tammi-, saarni-, pyökki- ja jalavaviiluihin (Zuban 1965b).

Pinnoitusmateriaalina käytettävä viilu on yleensä säteensuuntaisesti leikattua, koska sen syidensuuntainen vetolujuus on suurempi kuin tangentiaalisella viilulla, joka on myös säteensuuntaista viilua alttiimpaa halkeilulle (Zuban 1965b). Lisäksi kevät- ja kesäpuun kovusero aiheuttaa hiottaessa pinnan epätasaisuutta, mikä tangentiaalisella viilulla tulee korostuneesti esille (Černenko ja Tolpygin 1964). Säteensuuntaisesti leikattu viilu luokitellaan parhaimmaksi niin fysikaalis-mekaanisten ominaisuuksiensa kuin värinsä ja kuvionsakin puolesta, minkä vuoksi sen osuus pyritään saamaan mahdollisimman suureksi. Sorvattu viilu puolestaan luokitellaan huonoimmaksi, koska tämä on poikkeuksesta tangentinsuuntaista (Zuban 1965b). Leikatun viilun raaka-aineena käytetään läpimitaltaan yli 35 cm tyvitukkeja.

Leikkausta edeltää tukkien haudonta, jolla pyritään puun kimmoisuus- ja muotoutuvuusominaisuuksien parantami-

seen, jotta leikkauksen jälki olisi mahdollisimman tasainen ja leikkausvastus pieni. Haudontamenetelmistä kuumavesikä-sittely on osoittautunut höyrytystä paremmaksi, koska höyry-tyksen on havaittu aiheuttavan halkeamia ja edistävän pihkan eritystä (Černenko ja Tolpygin 1964). Saman lähteen mu-kaan optimaalinen tukin leikkauslämpötila on 65-70°C. Pit-kaaikainen haudonta kuumassa vedessä heikentää kuitenkin puun kestävyyttä. Krasnojarskin puunjalostuskombinaatin saamien kokemusten perusteella leikkauslämpötilaksi suosi-tellaan 30-50°C (Zuban 1965b). Haudonnan jälkeen tukkien annetaan jäähtyä, jotta lämpötilaero tukin sisäosan ja pinnan välillä tasoittuisi. Käytännössä leikkaus tapahtuu usein yli kaksikin tuntia haudonnan jälkeen, jolloin tukin lämpötila on laskenut jo alle 35°C. Tämän on havaittu ai-heuttavan karkean leikkauspinnan, minkä vuoksi yli 2,5 tunnin jäähtymistä tulisi välttää (Komissarov 1970).

Lehtikuusiviilun kuivaukseen on käytetty kanava- ja te-lakuivaamoja (Černenko ja Tolpygin 1964, Zuban 1965b). Näistä viimeksi mainitut ovat tuotokseltaan huomattavasti ensimmäisiä parempia. Kanavakuivaamoissa kuivaus kestää n. 6 tuntia, mutta telakuivaamoilla alle 10 minuuttia (Zuban 1965b). Myös kuivatun viilun laatu on telakuivauskoneilla parempi, mutta näiden koneiden heikkoutena on telojen tah-riintuminen uuteaineisiin. Tämä ilmenee varsinkin koneen täyttöpäässä, missä telat on aika ajoin puhdistettava (Zuban 1965b). Saman lähteen mukaan Sverdlovskin puunjalostustut-kimuslaitoksen antamat lehtikuusiviilun kuivausolosuhteet ovat seuraavat: ilman kiertonopeus - 1,2-2 m/s, alkukosteus 80 % ja kuivalämpötila 80-100°C; purkauspäässä loppukos-

teus 10 % ja kuivalämpötila 100-120°C; ilman suhteellinen kosteus koneessa 15-25 %; kuivatusaika 1 mm viilulle 8,5 min.

Lehtikuusiviilun laatua alentavia tekijöitä ovat väri-
viat, pihkataskut ja oksat. Viimeksi mainittuja on kui-
tenkin vähemmän kuin muilla havupuilla (Zuban 1965b).

34. Lehtikuusipuun käyttö muussa mekaanisessa puuteollisuudessa

Tietoja lehtikuusen käyttömääristä mekaanisen puuteollisuuden eri aloilla, kuten talonrakennus-, rakennuspuusepän- ja huonekaluteollisuudessa ei ole saatavissa, koska asiaan on sikäläisessäkin kirjallisuudessa kiinnitetty huomiota (Černenko ja Fadejev 1982). Itä-Siperian osalta on kuitenkin aivan viime aikoina tehty tutkimus, jonka mukaan talonrakennus- ja puusepänteollisuudessa tällä alueella käytetään vuosittain n. 3 milj. m³ puuta, josta 0,5 milj. m³ on lehtikuusta. Kamčatkan alueen talonrakennusteollisuudessa käytetty puutavara on yksinomaan lehtikuusta. Čitinskin ja Amurin alueilla pakkaus- ja tynnyrilautatuotannossa ja Tuvinskin alueella talonrakennusteollisuudessa käytetystä puutavarasta 50 % on lehtikuusta. Krasnojarskin ja Irkutskin alueilla lehtikuusen käyttö on sitä vastoin melko vähäistä. Esimerkiksi Irkutskin alueella pakkaus- ja tynnyrilautatuotannossa vain 0,05 % käytetystä raaka-aineesta on lehtikuusta (Černenko ja Fadejev 1982). Huonekaluteollisuudessa lehtikuusta käytetään pääasiassa pintamateriaalina, koska tukirakenteissa se olisi

turhan painavaa (Tjurikov 1965b).

Puurakenteiden valmistusta lehtikuusesta hankaloittaa puun taipumus halkeiluun sitä naulattaessa tai kiinnitettäessä ruuvein (Tjurikov 1965b, Byvših 1977). Tämän vuoksi rakenteissa suositellaankin käytettäväksi mahdollisimman paljon liimaliitoksia, ja vain jos on välttämätöntä, ruuviliitoksia. Silloinkin on ruuvia varten porattava reikä (Tjurikov 1965). Naulan ja ruuvin pitokyvystä puussa ei ole ollut käytettävissä aineistoa.

Käytännön kannalta huomionarvoinen seikka on myös lehtikuusipuun muita havupuita voimakkaampi eläminen ja erityisesti käyristyminen, mikä johtuu tangentiaalisen ja säteen-suuntaisen kutistumisen (tai paisumisen) suuresta erosta. Siperian- ja dahurianlehtikuusia verrattaessa on edellisen todettu olevan hieman jälkimmäistä alttiimpi kutistumiselle (Tjurikov 1965b). Tämä ilmenee seuraavasta taulukosta.

Taulukko 2. Lehtikuusen kutistumis- (Tjurikov 1965b) ja paisumisprosentit (Byvših 1977), sekä vastaavat luvut männyllä, kuusella ja koivulla (Byvših 1977).

Puulaji	Kutistuminen ja paisuminen (sulkeissa), %			
	Pituus- suunnassa	Säteen- suunnassa	Tangentin- suunnassa	Tilavuu- desta
Siperian- lehtikuusi	0,4 (-)	5,4 (6,0)	12,0 (11,7)	19,8 (18,3)
Dahurian- lehtikuusi	0,4 (-)	5,4 (-)	11,1 (-)	16,5 (-)
Mänty	-	5,1 (5,4)	8,4 (9,3)	13,2 (15,3)
Kuusi	-	4,8 (5,1)	8,4 (9,3)	12,9 (15,0)
Koivu	-	7,8 (8,4)	9,3 (10,2)	16,2 (19,2)

Käytännössä puun elävyys on kuitenkin vähäisempää johtuen siitä, ettei se huoneilmassa saavuta absoluutista kuivuutta. Kuitenkin puun elävyys on otettava huomioon erilaisissa rakenteissa sekä liitoksissa, koska ilman kosteusvaihtelu aiheuttaa niiden vääristymistä ja heikentää niitä. Näin ollen suuriläpimittaiset ja laajat puurakennelmat valmistetaan usein liimapuusta. Lehtikuusen kyseessä ollen tämä on ilmeisen tärkeää johtuen sen suuresta anisotropisuudesta (Tjurikov 1965c).

Liimattavan puun kosteudella on suuri merkitys liimasauman kestävyYTEEN. Kokemuksen perusteella on todettu, että lujimmat saumat saadaan silloin, kun liimattavan puun kosteus on 7-15 % (Tjurikov 1965c). Kosteissa tiloissa käytettävien, lehtikuusesta valmistettujen puurakenteiden liimasaumat saattavat puun elämisen johdosta kuitenkin repeillä. Dudnikin ja Hrulevin (1979) suorittaman tutkimuksen mukaan resorsiiniliimoja käytettäessä saattavat kuivan (10-15 %) lehtikuusipuun liimasaumat heiketä 33-38 %, kun puun kosteus nousee 25 %:iin. Saman tutkimuksen mukaan kosteissa oloissa käytettävien lehtikuusipuorakenteiden liimasaumat saadaan kestävimiksi, kun liimattavan puun kosteus on 20-25 %. Tällöin myöhempi puun kostuminen ei aiheuta liimasauman heikkenemistä. Liima kuivuu kuitenkin hitaammin kuin edellä mainittua kuivemman puun liimauksessa (Dudnik ja Hrulev 1979).

Lastulevyteollisuuden käyttämistä lehtikuusimääristä ei kirjallisuudessa ole ollut mainintoja. Černenkon ja Fadejevin (1982) mukaan lehtikuusipuu soveltuu kuitenkin hyvin

tähän tarkoitukseen. Muuhun havupuuraaka-aineeseen nähden sen menekki on n. 18 % edellistä pienempi valmistettaessa tietyn tiheyden omaavaa lastulevyä (Černenko ja Fadejev 1982). Tämä johtuu ilmeisesti lehtikuusen suuremmasta tiheydestä, jolloin saantokin on suurempi. On kuitenkin todennäköistä, että lujuusominaisuuksiltaan se on huonompaa kuin vastaavan tilavuuspainon omaava, kevyemmästä raaka-aineesta valmistettu lastulevy, joka on voitu puristaa tiiviimmäksi (esim. Lastulevyn ... 1964). Painavalle puulle on ominaista suurempi liima-aineen menekki. Tämän olisi luullut olevan odotettavissa myös lehtikuusiraaka-ainetta kevyempiin havupuihin verrattaessa. Kuitenkin Černenkon ja Fadejevin (1982) mukaan liiman menekki on jopa 4 % pienempi kuin muilla havupuilla. Tämä saattaa johtua siitä, että lehtikuusipuun sisältää suuria määriä vesiliukoisia uuteaineita, joista valtaosa on arabinogalaktania, joka veden kanssa reagoidessaan muodostaa kolloidiliuoksen. Kuumennettaessa tämä muuttuu liima-aineeksi (Antonovskij ym. 1975, Vahruševa ja Petri 1963, Čudinov 1965a). Dahurianlehtikuusella arabinogalaktanin määrä saattaa nousta 33 %:iin uuteaineista. Siperian lehtikuusella sen osuus ei ylitä 19 %:a (Čudinov 1965a). Uralin metsäteknisen instituutin, Siperian teknologisen instituutin ja Neuvostoliiton tiedeakateman metsän- ja puuntutkimuslaitoksen suorittamien tutkimusten mukaan lehtikuusipuulastut liimautuvat toisiinsa kuumapuristuksessa ilman ulkopuolisiakin liima-aineita. On myös osoittautunut, että liimaavia uuteaineita on lehtikuusipuussa riittävästi, vaikka 50 % lastuista olisi mäntypuuta (Čudinov 1965a).

4. PÄÄTELMÄ

Kirjallisuutta tutkittaessa ilmeni, ettei Neuvostoliiton lehtikuusen teollista käyttöä koskevaa kirjallisuutta ole paljonkaan saatavissa. Varsinkin lehtikuusipuun mekaaninen jalostus on jäänyt hyvin vähälle huomiolle sikäläisessä kirjallisuudessa, mitä osoittanee sekin, ettei sarjajulkaisuistakaan löydy montaakaan artikkelia, jotka käsittelevät aihetta. Tähän viittaavat myös sikäläisessä kirjallisuudessa esitetyt kommentit tietojen puutteesta kyseisellä alalla. Näyttää siis siltä, ettei sikäläisessä kirjallisuudessa esitetyistä lukuisista kehotuksista huolimatta lehtikuusipuun käyttöä koskeviin tutkimuksiin ole kiinnitetty tarpeeksi huomiota. Saattaa olla, että nämä kysymykset ovat jääneet puun hankinnassa ilmenneiden ongelmien ratkaisemisen varjoon. Koska kirjallisuudessa on kuitenkin viitteitä myös siitä, että lehtikuusen käyttöön liittyviä ongelmia jatkuvasti tutkitaan eri laitoksissa, on myös mahdollista, ettei tutkimustuloksia pyritäkään julkaisemaan laajemmalti.

Tutkitun kirjallisuuden perusteella on kuitenkin ilmennyt, että lehtikuusen käyttö on melko laaja-alaista käyttömäärän vähäisyydestä huolimatta. Paikoittain alakohtainen käyttö saattaa nousta jopa sataan prosenttiin raaka-aineesta, kuten Kamtšatkan puutalo- ja pakkausmateriaalituotannossa. On siis todennäköistä, että eräillä tuotantoaloilla lehtikuusipuun käsittelyssä ilmenevät ongelmat on jo osittain tai kokonaan poistettu. Erityistoimet jalostuksessa saattavat kuitenkin aiheuttaa tuotantokustannusten nousua, mikä taas johtaa muiden havupuiden suosimiseen.

Tämä on puolestaan omiaan heikentämään kiinnostusta lehti-
kuusta kohtaan.

KIRJALLISUUTTA

- AKODUS, V. JA. & BUHARKIN, V.I. 1980. Arbolit iz listvennitsy. Lesn. prom. 61(6):21-22.
- ANTONOVSKIJ, S.D, ČOČIEVA, M.M., AVAKIAN, N.D. & BIČEVAJA, L.P. 1975. Vlijanie izbytočnogo gidravličeskogo davlenija na vyhod i sostav vorastvorimyh vešjestv izvlečennyh iz drevesiny listvennitsy. Lesn. ž. 18(5):116-121.
- Arealy derevjev i kustarnikov SSSR. 1977. Tom 1. Izdatelstvo "Nauka" Leningrad. 161 s.
- BACENKO, A.A. 1976. Osvojenije listvennitsy v zone BAMA. Lesn. prom. 55(7):10.
- BOBROV, E.G. 1972. Istorija i sistematika listvennits. Komarovskije čtenija 25. Izdatelstvo "Nauka" Leningrad. 96 s.
- BOKŠČANIN, JU.P. 1962. Puti rasširenija pererabotki i potreblenija listvennitsy. NTO BiDP. Sverdlovsk.
- BUKŠTYNOV, A.D. 1981. Priroda mira. Lesa Izdatelstvo "Mysl'". Moskva. 312 s.
- BYVŠIH, M.D. 1977. Drevesinovedenie i lesnoje tovarovedenije. "Vyšeišaja škola". Minsk. 280 s.
- ČERNENKO, S.A. & FADEJEV, M.G. 1982. Ispolzovanije listvennitsy v derevoobrabatyvajuščih proizvodstvah. Derev. prom. 31(4):3-4.
- & TOLPYGIN, P.P. 1964. Ob ispolzovanii listvennitsy sibirskoi v proizvodstve mebeli. Derev. prom. 13(1):9-11.
- ČUDINOV, B.S. 1965a. Pressovanije drevesiny listven-

- nitsy. Teoksessa: Drevesina listvennitsy i jejo obrabotka. Izdatelstvo "Lesnaja promyslennost" Moskva. s. 127-138.
- 1965b. Fizičeskije svoistva drevesiny listvennitsy. Teoksessa Drevesina listvennitsy i jejo obrabotka. Izdatelstvo "Lesnaja promyslennost". Moskva: 19-42.
- 1965c. Mehaničeskije svoistva drevesiny listvennitsy. Teoksessa: Drevesina listvennitsy i jejo obrabotka. Izdatelstvo "Lesnaja promyslennost". Moskva: 42-50.
- , TJURIKOV, F.T. & ZUBAN, P.E. 1965. Drevesina listvennitsy i jejo obrabotka. Izdatelstvo "Lesnaja promyslennost". Moskva. 142 s.
- DUDNIK, V.T. & HRULJEV, V.M. 1979. Vodostoikost klejevych sojedinenij drevesiny listvennitsy. Lesn. ž. 22(2):73-76.
- Ekonomičeskaja geografija lesnyh resursov SSSR. 1979. Izdatelstvo "Lesnaja promyslennost". Moskva. 406 s.
- HAKKILA, P. & WINTER, A. 1973. On the properties of larch wood in Finland. Metsäntutkimuslaitoksen julk. 79.7:45 s.
- ISOMÄKI, O., KAUKONEN, A., SALMINEN, K. & UIMONEN, M. 1964. Puutavaran keinokuivaus. Teoksessa: Mekaaninen puuteollisuus I. s. 301-387. Suomen Puuteollisuusinsinöörien Yhdistys.
- KARGER, L.G., KUČURK, E.L. & SOROKINA, L.I. 1978. Kova listvennitsy - cennoje syrja. Lesn. prom. 57(4):18.

- KISLYI, V.V. 1967. Raspilovka listvennitsy. Lesn. prom. 46(12):28-29.
- KOMISSAROV, A.P. 1970. Temperaturnoje pole po sečeniju progrevajemyh listveničnyh brusjev. Derev. prom. 19(8):12-14.
- KÄRKKÄINEN, M. 1977. Puu. Sen rakenne ja ominaisuudet. Helsinki.
- Lastulevyn ominaisuuksiin vaikuttavista tekijöistä. 1964. Teoksessa: Mekaaninen puuteollisuus II. s. 1243-1247. Suomen Puuteollisuusinsinöörien Yhdistys. Joensuu.
- Lesnaja industrija SSSR. 1980. Izdatelstvo "Lesnaja promyslennost". Moskva. 407 s.
- Lesnoje hozjaistvo SSSR. 1977. Izdatelstvo "Lesnaja promyslennost". Moskva. 366 s.
- LVOV, P.N. & KLIMOV, R.N. 1971. O kačestve drevesiny jeli i listvennitsy krainego severo-vostoka Komi-ASSR. Lesn. ž. 14(4):124-125.
- MINEJEV, A.V. 1975. Ispolzovanije uveličennoj zony radialnosti pri raspilovke listvennitsy kombinirovannym razvalno-Segmentnym Sposobom. Lesn. ž. 18(5):104-106.
- PONOMAREV, N.A. 1934. Listvennitsy SSSR. Gosudarstvennoje lesnoje tehničeskoje izdatelstvo. Moskva. 245 s.
- ŠAPIRO, I.L., BAŠKIRTSEVA, Z.M., MENČER, E.M., IOFFE G.M. & PEN, R.Z. 1971. Celluloza iz drevesiny listvennitsy. Lesn. ž. 14(4):77-81.
- SAUKKONEN, M. 1971. Eri puolilla Suomea kasvaneen lehtikuusen sopivuus massan raaka-aineeksi. Oy Keskusla-

- boratorio Ab. Seloste 1068. Julkaise-
maton.
- & ARVELA, P. 1973. Puolivalkaistu lehtikuusisul-
faattimassa sanomalehtipaperin sellukomponenttina.
Oy Keskuslaboratorio Ab. Seloste 1118. Julkaise-
maton.
- SOROKINA, G.I. & PETROV, V.S. 1981. Razrabotka optimal-
nogo režima polučeniya iz lesosečnyh ot-
hodov listvennitsy sibirskoi vosstanovitelja dlja
proizvodstva kristalličeskogo kremnija. Lesn.
Ž. 24(6):90-93.
- TIMOFEJEV, V.P. 1961. Rol listvennitsy v podnjatii produk-
tivnosti lesov. Izdatelstvo Akademii nauk SSSR.
Moskva. 159 s.
- TJURIKOV, F.T. 1965a. Pilenije listvenničnogo syrja.
Teoksessa: Drevesina listvennitsy i jejo obrabotka.
Izdatelstvo "Lesnaja promyslennost" Moskva: 52-63
s.
- 1965b. Izgotovlenije detalei iz drevesiny listven-
nitsy. Teoksessa: Drevesina listvennitsy i jejo
obrabotka. Izdatelstvo "Lesnaja promyslennost"
M:95-107.
- 1965c. Skleivaniye drevesiny listvennitsy. Teok-
sessa: Drevesina listvennitsy i jejo obrabotka.
Izdattelstvo "Lesnaja promyslennost" Moskva.
107-113.
- TVERDOHLEBOVA, V.N. & LEVIN, E.D. 1975. Sostav nadsmolnoi
vody, polučajemoi pri dvuhstadiinom pirdize ot-
hodov drevesiny listvennitsy sibirskoi. Lesn.
Ž. 18(3):110-113.
- VAHRUŠEVA, I.A. & PETRI, V.N. 1963. Primenenije raz-

melčenni listvenničnoj drevesiny dlja izgotovljenija plastikov bez dobavlenija svjazujuščih. Lesn. Ž. 6(6):100-105.

ŽERNOKUI, M.A. 1982. Režimy pilenija listvennitsy na lentočnopilnyh stankah. Derev. prom. 31(7):4-6.

ZUBAN, P.E. 1965a. Suška listvenničnyh pilomaterialov. Teoksessa: Drevesina listvennitsy i jejo obrabotka. Izdatelstvo "Lesnaja promyslennost". Moskva: 81-95.

----- 1965b. Stroganaja fanera iz drevesiny listvennitsy. Teoksessa: Drevesina listvennitsy i jejo obrabotka. Izdatelstvo "Lesnaja promyslennost". M:63-81.

