

FOLIA FORESTALIA³⁴⁴

METSÄNTUTKIMUSLAITOS·INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE·HELSINKI 1978

IRJA LEHTONEN, OSMO PEKKALA JA
OLLI UUSVAARA

TERVELEPÄN (*ALNUS GLUTINOSA* (L.)
GAERTN.) JA RAIDAN (*SALIX CAPREA* L.)
PUU- JA MASSATEKNISIÄ OMINAISUUKSIA

TECHNICAL PROPERTIES OF BLACK ALDER
(*ALNUS GLUTINOSA* (L.) GAERTN.) AND
GREAT SALLOW (*SALIX CAPREA* L.)
WOOD AND PULP

- 1976
- No 275 L. Runeberg: Driftsresultat från Skogsforskningsinstitutets företagekonomiska forskningskogar åren 1945—74.
The business economics result from the Forest Research Institute's research forests 1945—74.
- No 276 Pentti Iisalo, Jukka Sorsa ja Paavo Tiihonen: Suomen metsien rakenteen seuranta-menetelmä.
Eine methode zur laufenden Überprüfung der Struktur der Wälder Finnlands.
- No 277 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase vuosina 1973—75.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1973—75.
- No 278 Heikki Juslin: Metsäalan toimihenkilöiden täydennyskoulutustarve.
The need for future education in forestry.
- No 279 Jyrki Raulo ja Erkki Lähde: Ennakkotuloksia rauduskoivun kylvökokeista Lapissa.
Preliminary results on sowing experiments with *Betula pendula* Roth in Finnish Lap-land.
- No 280 Veijo Heiskanen: Havusahatukkien kuorelliset keskusmuotoluvut.
Middle form factors of pine and spruce sawlogs.
- No 281 Yrjö Vuokila: Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan.
Effect of green pruning on the health of pine and birch.
- No 282 Yrjö Vuokila: Pystypuun kairaus vikojen aiheuttajana.
The boring of standing trees as a source of defects.
- No 283 Leevi Pajunen: Metsurin työvälinekustannukset 1975—1976.
Forest worker's equipment costs 1975—1976
- No 284 Paavo Juutinen, Timo Kurkela ja Sakari Lilja: Ruohokaskas, *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun vioittajana sekä vioitusten sienisaastunta.
Cicadella viridis (L.) as a wounder of hardwood saplings and infection of wounds by pathogenic fungi.
- No 285 Timo Nyrhinen: Kaksivaiheisen metsän inventoinnin koe Lounais-Suomessa.
A test of two-step forest inventory in South-West Finland.
- No 286 Matti Kärkkäinen: Pohjoissuomalaisen koivukuitupuun tilavuusmittauksia.
Volume measurement of birch pulpwood in Northern Finland.
- No 287 Veijo Heiskanen ja Juhani Salmi: Koivutukkien latvamuotoluvut ja yksikkökuutiot.
Top form factors and unit volumes of birch logs.
- No 288 Matti Leikola: Taimitarhamaan lämpöolot muovihuoneessa ja avomaalla.
Soil temperature conditions in plastic greenhouse and in open nursery.
- No 289 Lehikoinen, Tapio: Pohjois- ja Etelä-Suomen väliset kantohintaerot.
Stumpage price differences between Northern and Southern Finland.
- No 290 Heiskanen, Veijo: Tarkistetut havusahatukkien kuorelliset yksikkökuutioluvut.
The checked unit volumes for pine and spruce sawlogs.
- No 291 Uusitalo, Matti: Puun kasvatuksen kulut vuosina 1972—74.
Costs of timber production in Finland in 1972—74.
- No 292 Hakkila, Pentti: Kantopuu metsäteollisuuden raaka-aineena.
Stumpwood as industrial raw material.
- No 293 Lehtonen, Irja: Puu polttoaineena. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu.
Wood as a fuel. A study based on literature.
- No 294 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Männyn taimikon ja riukuasteen metsikön korjuun tuotos ja ergonomia.
Work output and ergonomical aspects in harvesting of sapling and pole-stage stands (Scots pine).
- 1977
- No 295 Metsätalastollinen vuosikirja 1975.
Yearbook of Forest Statistics 1975.
- No 296 Heiskanen, Veijo: Etelä-Suomen ja Pohjois-Suomen puutavaran laaturot.
Quality differences of timber between Southern and Northern Finland.
- No 297 Paavilainen, Eero & Virtanen, Jaakko: Metsänlannoituksen vaikutuksen riippuvuus levitysmenetelmästä.
Effect of spreading method on forest fertilization results.
- No 298 Vuokila, Yrjö: Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä.
Selective thinning from above as a factor of growth and yield.
- No 299 Vuokila, Yrjö: Hyvän kasvupaikan haavikoiden kasvukyvystä.
On the growth capacity of aspen stands on good sites.
- No 300 Paavilainen, Eero: Helppoliukoisten lannoitteiden vaikutuksen riippuvuus levitysjan-kohdasta turvemaalla.
Effect of application time on growth response to easily dissolving fertilizers on peatlands.
- No 301 Tiihonen, Paavo: Männyn ja kuusen tukkipuutaulukot. Tukkien minimiläpimittaluokka männyllä 13 cm ja kuusella 13 ja 15 cm.
Massentafeln für Kiefern- und Fichtenblochholz. Mindestdurchmesserklassen der Blöcher für Kiefer 13 cm und für Fichte 13 und 15 cm.
- No 302 Simola, Paavo: Pienikokoisen lehtipuuston biomassa.
The biomass of small-sized hardwood trees.
- No 303 Vuokila, Yrjö: Talvikkityypin puuntuotannollinen asema metsätyyppijärjestelmässä.
Position of the *Pyrola* type in the forest site type system of Cajander.

FOLIA FORESTALIA 344

Metsäntutkimuslaitos . Institutum Forestale Fenniae . Helsinki 1978

Irja Lehtonen, Osmo Pekkala ja Olli Uusvaara

TERVALEPÄN (*ALNUS GLUTINOSA* (L.) GAERTN.) JA RAIDAN
(*SALIX CAPREA* L.) PUU- JA MASSATEKNISIÄ
OMINAISUUKSIA

Technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great
sallow (*Salix caprea* L.) wood and pulp

LEHTONEN, I., PEKKALA, O. & UUSVAARA, O. 1978. Tervalepän (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ja raidan (*Salix caprea* L.) puu- ja massateknisiä ominaisuuksia. Summary: Technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great sallow (*Salix caprea* L.) wood and pulp. Folia For. 344:1—19.

Tutkimuksessa tarkastellaan eräitä tervalepän ja raidan puuaineen ja kuoren ominaisuuksia sekä puusta keitetyn massan saantoa ja laatua. Raidan runkopuun kosteussuhde pieni tyvestä latvaa kohti, kun taas tervalepällä kosteus kohosi lievästi rungon pituussuunnassa. Tervalepän ja raidan kosteussuhde oli runkopuussa keskimäärin 86,8 ja 73,2 % sekä kuoressa 106,2 ja 100,3 %. Muista tarkastelluista ominaisuuksista kuori- ja oksaprocentti sekä kuiva-tuoretiheys kasvoivat ja raidan sydänpuuprocentti pieni tyvestä latvaa kohti siirryttäessä. Runгон kuorioprocentti painosta laskettuna oli tervalepällä 16,4 ja raidalla 15,6. Oksien kuorioprocentit olivat runkopuuta korkeampia ja kuoren osuus kasvoi oksissa tyvestä kärkeä kohti.

Tervalepän ja raidan runkopuun kuiva-tuoretiheydet olivat keskimäärin 415 ja 480 kg/m³. Oksien kuiva-tuoretiheys oli raidalla hieman pienempi ja tervalepällä likimain yhtä suuri kuin runkopuun tiheys.

Sekä raita että tervaleppä sisältävät enemmän ligniiniä kuin koivu, josta johtuen niistä keitetyn sulfaattimassan saanto jäi koivumassan saantoa alhaisemmaksi. Tervalepystä keitetyn massan uutepitoisuus oli pienempi kuin raita- tai koivumassan. Pienemmän keskimääräisen kuidunpituuden vuoksi raita- ja tervaleppämassan lujuusominaisuudet todettiin koivumassaa huonommiksi.

A number of different properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great sallow (*Salix caprea* L.) wood and bark, as well as the yield and quality of pulp made from the wood of these trees, are examined in the study. The moisture content of sallow stemwood decreased on moving from the butt up to the crown. That of alder remained constant. The moisture content of alder and sallow stemwood was, on average, 86,8 and 73,2 % respectively, and of the bark 106,2 and 100,3 %. As regards the other properties examined, the bark- and branch percentage and basic density increased and the heartwood percentage of sallow decreased on moving from the butt up to the crown. The bark percentage of the stem, calculated by weight, was 16,4 for alder and 15,6 for sallow. The moisture content of the bark was higher than that of the stemwood. The bark percentages of the branches were higher than those of the stemwood and the proportion of bark in the branches increased from the base to the tip.

The basic densities of alder and sallow stemwood were, on average, 415 and 480 kg/m³. The basic density of the sallow branches was slightly lower than that of the stemwood and for alder almost the same.

Both sallow and alder contain more lignin than birch, the yields of sulphate pulp made from such wood are thus lower than the yield of birch pulp. The extractives content of pulp made from alder wood was lower than that of either sallow or birch pulp. Since the mean fiber length of sallow and alder pulp were smaller, the strength properties of sallow and alder pulp were inferior to that of the birch pulp.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO.....	4
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ.....	5
3. TULOKSET.....	6
31. Kosteussuhde.....	6
32. Kuoripitoisuus.....	8
33. Oksaprocentti.....	9
34. Sydänpuuprocentti.....	9
35. Kuiva-tuoretiheys.....	11
36. Puuaineen koostumus ja massatekniset ominaisuudet.....	11
4. TULOSTEN TARKASTELU.....	14
5. YHDISTELMÄ.....	16
6. KIRJALLISUUSLUETTELO.....	17
SUMMARY.....	19

1. JOHDANTO

Tervaleppää (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ja raitaa (*Salix caprea* L.) voidaan pitää Lappia lukuunottamatta varsin yleisinä puulajeina Suomessa. Tervalepän runsaimmat esiintymät keskittyvät etenkin vesistöjen varsillem. Myös raita esiintyy tietyissä osissa maata muita osia runsaampana (Kujala 1964).

Tervaleppä ja raita kuuluvat vähämerkityksiin puulajeihin, sillä niiden osuus maan kokonaispuustosta on vaatimaton. Valtakunnan metsien kolmannen inventoinnin mukaan Suomen metsissä oli 15 miljoonaa kuoretonta kuutiometriä leppää, suurin osa siitä harmaaleppää (Ilvessaalo 1956). Raita esiintyy metsissä tavallisesti vain harvalukuisena sekapuuna, kun taas tervaleppä muodostaa sille ekologisesti soveltuvilla kasvupaikoilla metsiköitäkin. Kasvupaikkaansa nähden raita on varsin vaatimaton, kun taas tervaleppä menestyy vain verraten runsasravinteisella kasvualustalla (Kujala 1964).

Suhteellisen vähäisestä taloudellisesta merkityksestä huolimatta on näilläkin puulajeilla paikallista merkitystä. Nimenomaan tervaleppä, jonka varsinainen esiintymisalue on Keski-Euroopan alangoilla ja tasangoilla, on siellä suuren kokonsa sekä teknisesti hyvälaatuisen ja kookkaan runkonsa vuoksi arvokas puulaji (Cajander 1917, Salmi 1977). Toisin kuin tervaleppä raita jää usein varsinkin aukeilla kasvupaikoilla lyhyeksi, pensasmaiseksi ja muodostaa pyöreän latvuksen sekä runsaasti haaroittuneen ja lyhyen ja teknisesti heikkolaatuisen rungon.

Puun käyttöarvo riippuu suurella määrällä sen eliniästä, joka kyseisillä puulajeilla jää kokemusten mukaan useimpia muita Suomessa esiintyviä puulajeja alhaisemmaksi. Tervalepän ja raidan ikää ei meillä ole kuitenkaan tutkittu. Keski-Euroopan olosuhteissa arvioidaan lepän ja raidan maksimi-ikäksi 100—150 a ja talousiäksi eli hakku-kierron pituudeksi lepällä 60—100 a ja raidalla 60—80 a (Rohmeder 1972).

Tervaleppä on kyseisistä kahdesta puulajista käytön kannalta huomattavasti merkityksellisempi. Se soveltuu hyvin vesirakennukseen sekä sisäpuuksi vaneroiduissa kalusteissa huonekaluteollisuudessa. Lähinnä Keski-Euroopan olosuhteissa sitä käytetään myös lukuisiin erikoistarkoituksiin kuten sorvi- ja puuleikkausesineiksi, työkaluihin, muotteihin jne. (Salmi 1977). Merkityksellinen on myös lepän kyky sitoa ilmakehän tyyppä, jonka ansiosta sen karikkeilla on maaperän ravinteisuutta parantava vaikutus.

Suomen olosuhteissa on vain hyvälaatuisilla, kookkailla rungoilla erikoiskäyttöä. Normaalisti tervaleppä ohjautuu muiden lehtipuiden joukossa kuitu- ja lastulevyteollisuuden sekä selluteollisuuden raaka-aineeksi. Sekä harmaaleppää että tervaleppää selluteollisuuden raaka-aineena ovat tutkineet mm. Bruun ja Slungaard (1957), Bruun ym. (1958), Alestalo ja Hentola (1967) sekä Lönnberg (1975).

Raidan käyttö on vähäistä sen pienen koon vuoksi. Jossakin määrin raitapuuta käytetään ulkomailla pakkauslaatikoissa, työkaluissa, lippaissa ja huonekaluteollisuudessa, mutta Suomen oloissa pääasiassa massateollisuudessa (Salmi 1977).

Tervaleppää ja raitaa ei ole varsinkaan puuteknisten ominaisuuksien kannalta tutkittu paljoakaan, joskin niiden puuainetta, ominaisuuksia ja käyttömuotoja on esittänyt varsin laajasti Salmi (1977). Tervalepäästä, joka on puun käyttöä ajatellen raitaa arvokkaampi puulaji, on tehty joitakin puuteknisiä tutkimuksia etenkin Keski- ja Itä-Euroopassa. Berkel (1958) ja Nagoda (1969) ovat tutkineet tervalepän puuaineen kosteutta rungon eri osissa sekä Holmsgaard ja Jakobsen (1970) kuoriprosenttia. Puuaineen mekaanisia lujuusominaisuuksia on selvitetty Stinskä (1961). Tervalepän lähisukulaista, harmaaleppää, on Suomessa laajalti tutkinut Hakkiila (1970).

Tietyn puulajin metsätaloudellinen arvo riippuu myös sen metsänhoidollisista ominaisuuksista. Sekä raita että tervaleppä lisääntyvät helposti siementen lisäksi myös kantovesoista. Juurivesoja ne eivät sen sijaan muodosta. Näiden lyhytkiertoviljelyyn sopivien puulajien soveltuvuutta massateollisuuden raaka-aineeksi on kokeiltu eräiden muiden lajien ohella (Lönnberg 1975).

Tervaleppä on osoittautunut useissa jälkeläiskokeissa lupaavaksi sekä tuotoksen että jalostuksen kannalta. Ensisijaisesti on risteytetty tervaleppää harmaaleppän (*Alnus incana* (L.) Moench.) kanssa hybridien tuottamiseksi, mutta myös muita leppälajeja on kokeiltu risteytyksen kohteina pohjoismaisissa olosuhteissa (Larsen 1943, Ljunger 1959, Kiellander 1963, 1966). Mm. lajien levinneisyyttä ja kasvuolosuhteita ovat

kuvanneet Cajander (1917) ja Kujala (1964).

Käsillä olevan työn tarkoituksena on tutkia tervaleppän ja raidan eräitä puu- ja massateknisiä ominaisuuksia. Tutkimus liittyy osana tutkimusarjaan, jossa laajemmin selvitetään eräiden Suomessa kasvatettujen ulkomaisten puulajien sekä harvinaisempien kotimaisten puulajien puuaineen ominaisuuksia. Kyseisistä puulaajeista valmistetun massan ominaisuuksia koskevalta osalta toimittiin yhteistyössä Oy Keskuslaboratorion kanssa.

Tutkimus suoritettiin Metsäntutkimuslaitoksessa metsäteknologian osastolla yhteistyössä Oy Keskuslaboratorion kanssa. Tutkimuksen suunnitteli pääosin Olli Uusvaara, joka yhdessä Irja Lehtosen kanssa hoiti työn muut vaiheet sekä kirjoitti käsikirjoituksen sen puutekniseltä osalta. Osmo Pekkala johti massan keittokokeet Oy Keskuslaboratoriossa sekä selosti julkaisuun niitä koskevat tulokset. Metsäteknikko Pertti Laakso johti pääosan kentätöistä. Kirjoittajat lausuvat kiitokset kaikille, jotka auttoivat tutkimuksen eri vaiheiden toteuttamisessa.

2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄ

Aineisto kerättiin kolmelta eri paikkakunnalta: Bromarvista (N 60°2'; E 23 2'), Vihdistä (N 60°20'; E 24°12') ja Punkaharjulta (N 61°46'; E 29°18'). Aineistoon kuuluneista kahdesta tervaleppä- ja kolmesta raitametsästä kolmen koelan puut kaadettiin kesäaikana, yhden keväällä ja yhden talvella. Punkaharjulla sijaitseva tervaleppämetsä oli melkein pelkästään kyseisen puulajin vallitsema, kun taas Bromarvissa puustos-

ta huomattava osa oli koivua, kuusta ja raitaa.

Raitakoepuut kuuluivat vallittuun latvuserrokseen metsiköissä, joissa Bromarvissa oli sekapuuna pääasiasa koivua, Vihdissä kuusta ja mäntyä sekä Punkaharjulla harmaaleppää, mäntyä ja koivua. Raidan osuus kokonaisuustun kuutiomäärästä vaihteli 10—20 %:iin. Raitaa kasvavat metsiköt olivat raivaamattomia, tiheää vesakkoa ja alikasvosta käsittäviä.

Aineisto käsitti kaikkiaan 20 tervaleppärunkoa kahdesta metsiköstä ja 30 raitarunkoa kolmesta eri metsiköstä, joista näytekiekkoja kertyi yhteensä 520 kpl. Kymmenestä tervaleppä- ja raitarungosta otettuja oksanäytteitä käsiteltiin 405 kpl.

Tutkittuja runkoja koskevat mittaustulokset ja muut tiedot on esitetty taulukossa 1.

Kustakin koemetsiköstä otettiin näytepuiksi 10 runkoa, joista sahattiin n. 3 cm:n paksuiset kiekot 1 metrin välein kantoleikkauksesta noin 3 cm:n paksuiseen latvukseen asti. Raitarunkojen näytekiekkoihin piirrettiin sydänpuualuetta osoittava raja.

Jokaisesta rungosta otettiin lisäksi Bromarvin koemetsiköissä oksanäytteitä seuraavasti. Tyvestä lukien valittiin joka 5. oksa näyteoksaksi, josta leikattiin n. 5 cm:n pituisia kappaleita oksan tyvestä lukien 40 cm:n välein. Kuivat oksat hylättiin. Käytännössä koepalan minimipaksuus oli alle 0,5 cm.

Kosteuden haihtumisen estämiseksi sekä kiekot että oksanpalat pakattiin välittömästi muovipusseihin.

Kustakin koepuusta mitattiin lisäksi rungon kokoa ja oksaisuutta ym. kuvaavia tunnuksia (taulukko 1).

Näytteet punnittiin laboratoriossa tuoreena kuoriineen ja kuoretta sekä absoluuttisen kuiviksi kuivattuna. Puuaineen kuiva-tuoretilhuden määritystä varten kiekkojen tilavuus mitattiin veteen upottamalla. Oksien pinta-ala määritettiin kiekon poikkileikkauksesta planimetrillä ja näin saatu oksien osuus laskettiin suhteessa kiekon poikkipinta-alaan. Kiekoista havainnoitiin niissä mahdollisesti esiintyvä laho tai kiekon kyljessä olevat oksat.

Taulukko 1. Koeputten keskimääräisiä ominaisuuksia.

Table 1. Mean characteristics of the sample trees.

Ominaisuus Characteristic	Paikkakunta		Locality		
	Vihti	Punkaharju	Tammisaari	Tervaleppä	Tervaleppä
	Great sallow	Great sallow	Black alder	Great sallow	Black alder
Ikä, vuotta Age, years	23	23	49	31	36
Läpimitta, cm Diameter, cm	10,0	8,3	13,4	11,9	14,3
Pituus, m Height, m	9,8	9,2	12,6	14,4	15,4
Kapeneminen, cm Taper, cm	5,0	3,0	4,4	2,6	3,1
Alin elävä oksa, m Lowest living branch, m	3,5	2,5	3,7	..	..
Latvusraja, m Crown limit, m	4,4	4,0	6,2	..	..
Latvussuhde, % Crown proportion, %	56,7	57,3	50,7	..	..
Latvakasvain, cm Terminal shoot, cm	29,0	68,0	22,0	..	..
Metsätyyppi Forest site type	MT	OMT	MT	MT	OMT

Bromarvin alueella kummankin koemetsikön kolmesta satunnaisesti valitusta rungosta otettiin kustakin puun 1/4 korkeudelta noin 40 cm:n pituinen kappale massan saannon ja ominaisuuksien tutkimista varten. Pölkyt, joissa kiinnitettiin huomiota puuaineen virheetömyyteen, toimitettiin kuorittuina Oy Keskuslaboratorioon keittokokeita varten. Puunäytteet hakettiin Keskuslaboratoriossa laboratoriahakulla. Homogenoidusta hakenäytteestä analysoitiin puun ligniinipitoisuus, uutepitoisuus, tuhka, tyyppipitoisuus, suhteellinen hiilihydraattikoostumus, tiheys ja kuidunpituus. Ilmakuiviksi kuivatuista näytteistä keitettiin sulfaattimassaa 15 l:n vastuslämmitteisissä pyörivissä autoklaaveissa seuraavissa oloissa:

Hakeannos	2000 g (abs. kuivaksi laskettuna)
Vaikuttava alkaliannos	16 % (Na ₂ O:ta puusta)
Sulfiditeetti	30 %
Neste-puu suhde	3,5:1
Lämpötilan nosto	
20°—80°	0,5 h
80°—170°	2 h
Maksimilämpötila	170°C
Keitto-aika 170°:ssa	1,5 h

Keiton jälkeen massa pestiin, lajiteltiin ja määritettiin saanto, tikut, kappaluku, dikloorimetaaniuute, viskositeetti sekä paperitekniset ominaisuudet massan Valley-jauhituksen jälkeen. Keiton mustalipeästä määritettiin pH, NaOH ja Na₂S.

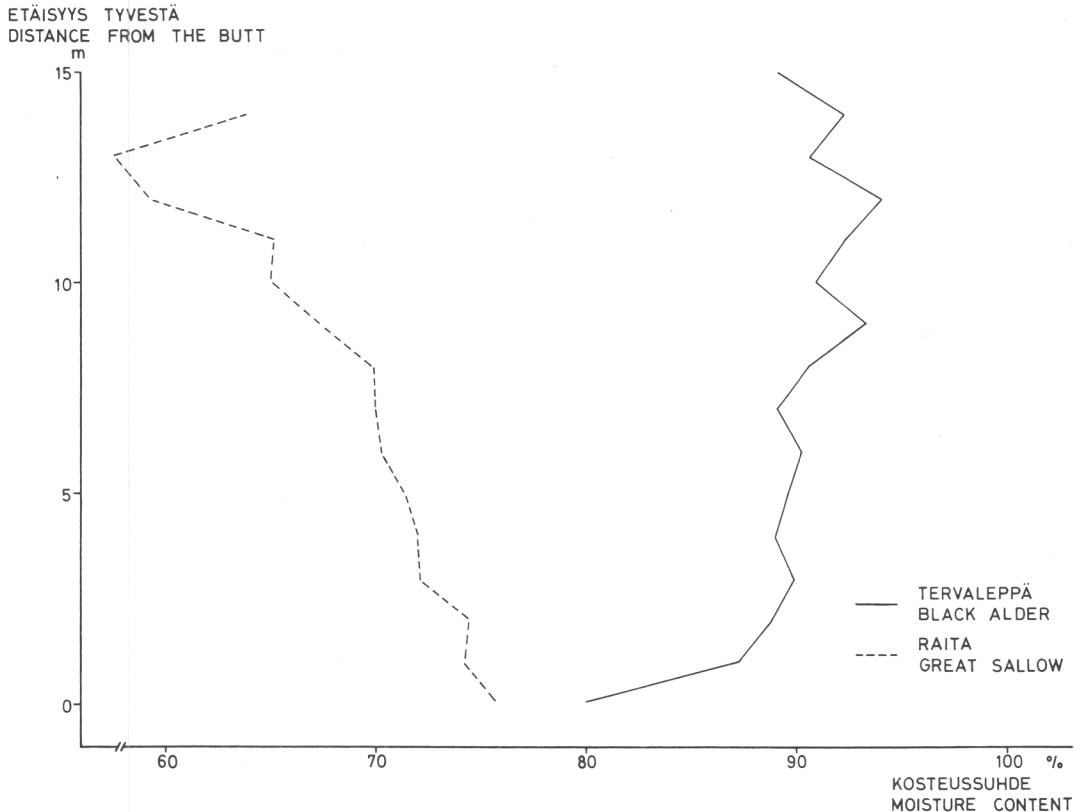
3. TULOKSET

31. Kosteussuhde

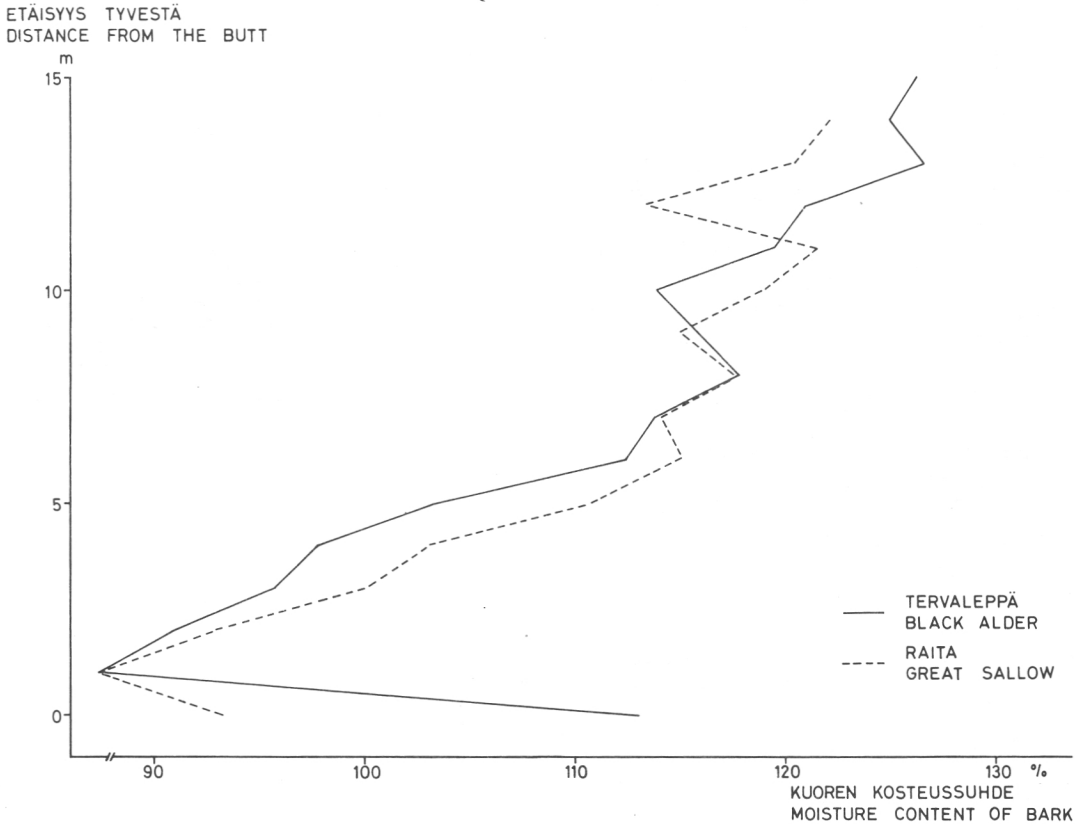
Runkopuun kosteussuhteen vaihtelu tervaleppärunkojen pituussuunnassa oli kannonkorkeuden poikkeuksellisen alhaista kosteutta lukuunottamatta varsin vähäinen, joskin kohosi lievästi latvaa kohti. Raidalla

rungon kosteussuhde pieneni selvästi rungon tyvestä latvuksen yläosaan päin (kuva 1). Tervaleppän rungon kosteussuhde oli keskimäärin suurempi kuin raidan. Taulukosta 4 nähdään kosteussuhteen sekä muiden puuaineen ja kuoren keskimääräisten ominaisuuksien rungon eri korkeuksien läpimitoil-

Kuva 1. Tervaleppän ja raidan puuaineen kosteussuhteen vaihtelu rungon pituussuunnassa.
Fig. 1. Variation in the moisture content of alder and sallow wood throughout the length of the stem.



Kuva 2. Tervalepän ja raidan kuoren kosteussuhteen vaihtelu rungon pituussuunnassa.
 Fig. 2. Variation in the moisture content of alder and willow bark throughout the length of the stem.



la punnitut keskiarvot.

Kuoren kosteussuhde oli sekä tervalepällä että raidalla selvästi suurempi kuin rungon (kuva 2). Tyven lähetyvillä, jossa kuori isoimmilla puilla saattaa olla kaarnainen, kosteussuhde oli alle 90 %, mutta kasvoi voimakkaasti latvuksen yläosassa. Raidan kuoriossa oli keskimäärin hieman tervalepän kuorta kosteampaa, mutta ero oli pieni.

Oksapuun ominaisuuksista oli tuloksia laskettavissa vain osasta aineistoa, nimittäin Bromarvin koemetsiköistä. Oksapuun kosteussuhde nousi sekä tervalepän että raidan oksissa noin 10 prosenttiyksikköä siirryttäessä oksan tyvestä oksan kärkeen. Kun sen sijaan tarkasteltiin oksapuun kosteussuhdetta rungon pituussuunnassa, todettiin sen laskevan tervalepällä rungon alaoksista yläoksiin päin noin 10 prosenttiyksikköä (taulukko 2). Raidan oksapuun kosteussuhde taas kasvoi latvuksen yläosassa noin 20 prosenttiyksikköä alimpiin oksiiin verrattuna. Tervalepän oksien puuaine oli keskimäärin jonkin verran kosteampaa kuin raidan.

Taulukko 2. Puun ja kuoren kosteussuhteen vaihtelu tervalepän ja raidan oksissa.

Table 2. Moisture content of branchwood and bark of branches in black alder and great willow.

Näytteen- ottokohta Sampling point	Oksapuun kosteussuhde, % Moisture content of branch wood, %	Kuoren kosteus- suhde, % Moisture content of bark, %
	Terva- leppä Black alder	Raita Great Sallow
Oksan tyvi Base of the branch	78,5	62,4
Oksan kärki Tip of the branch	90,0	74,5
Alin näyteoksa Lowest sampling branch	87,9	61,4
Ylin näyteoksa Topmost sampling branch	77,8	80,0

Oksien kuoren kosteussuhde kohosi oksan kärkeen päin vain raidan oksissa. Tervalepän oksissa kuoren kosteussuhde näytti

vaihtelevan melko epäsäännöllisesti ja pikemminkin hieman laskevan oksan kärkeä kohti (taulukko 2). Huomattavaa on, että oksien kuoren kosteussuhde oli raidalla keskimäärin hieman suurempi kuin tervalepällä, ja ero kasvoi edelleen oksan tyvestä kärkiosaa kohti. Sekä tervalepän että raidan oksien kuoren kosteus oli selvästi puuaineen kosteutta suurempi, ja kuoren kosteussuhde laski molemmilla puulajeilla alaoksista yläoksiin siirryttäessä. Oksapuun ja kuoren kosteussuhteita puulajeittain vertailtaessa osoittautui edellinen suuremmaksi tervalepällä ja jälkimmäinen raidalla.

32. Kuoripitoisuus

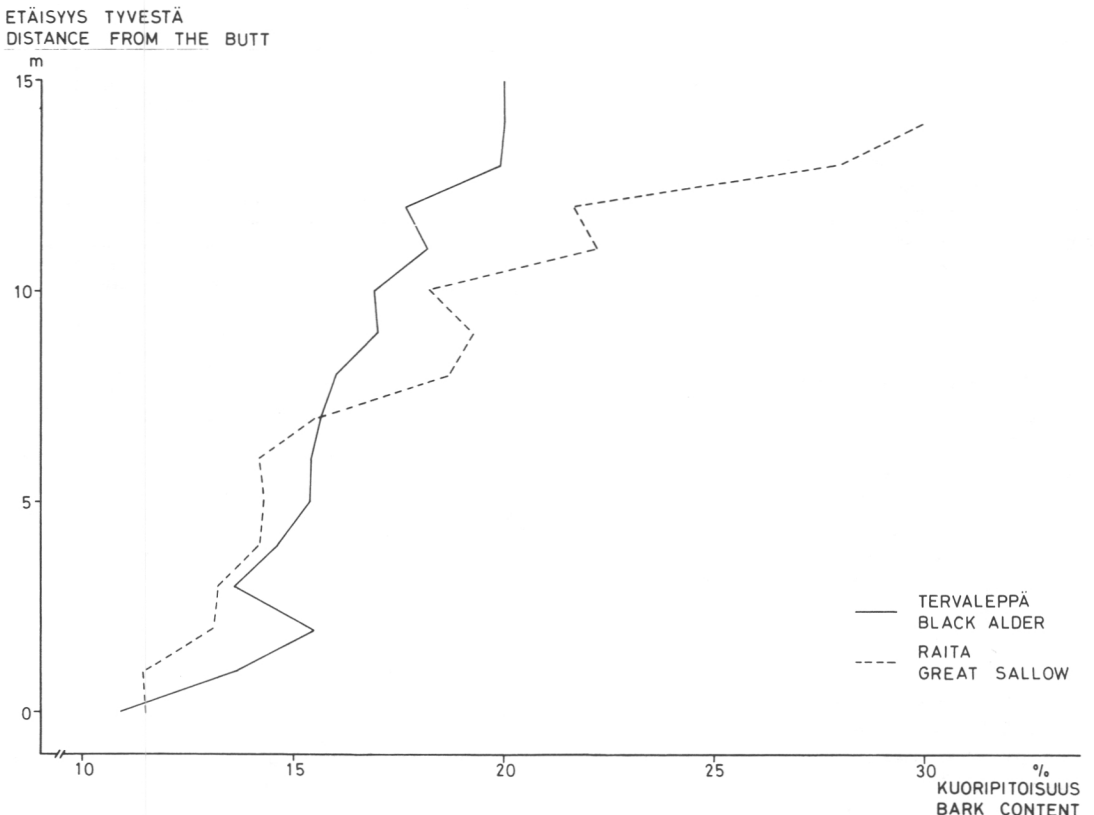
Kuoripitoisuus kasvoi rungon tyvestä latvaan siirryttäessä ja läpimitan pienentyessä (kuva 3). Rungon alaosassa tervalepän painoprosentteina ilmoitettu kuoripitoisuus oli noin prosenttiyksikön suurempi kuin raidan. Rungon puolivälin jälkeen raidan

kuoripitoisuus alkoi kuitenkin kasvaa voimakkaasti, ja oli latvassa 10 prosenttiyksiköä suurempi kuin tervalepällä. Runkojen keskimääräiset kuoriprosentit tervalepällä ja raidalla olivat 16,4, ja 15,2 %, joista edellinen sijoittuu rungoissa noin 60:n ja jälkim-

Taulukko 3. Kuoren painoprosentti tervalepän ja raidan oksissa.
Table 3. Bark percentage by weight in branches of black alder and great willow.

Näytteenotto kohta Sampling point	Kuoren painoprosentti Bark percentage by weight	
	Tervaleppä Black alder	Raita Great willow
Oksan tyvi Base of the branch	30,7	38,6
Oksan kärki Tip of the branch	43,3	43,3
Alin näyteoksa Lowest sampling branch	32,0	31,5
Ylin näyteoksa Topmost sampling branch	35,0	52,4

Kuva 3. Tervalepän ja raidan kuoren painoprosentin vaihtelu rungon pituussuunnassa.
Fig. 3. Variation in the weight percentage of alder and willow bark throughout the length of the stem.



mäinen noin 45 %:n suhteelliselle korkeudelle.

Oksien painoprosentteina ilmoitettu kuoripitoisuus kasvoi oksan tyvestä oksan kärkeen. Tervalepällä kuoripitoisuuden vaihteluväli oli 12,7 ja raidalla 4,7 prosenttiyksikköä (taulukko 3). Raidan oksien kuoripitoisuus oli hieman suurempi kuin tervalepän. Molemmilla puulajeilla kuoripitoisuus oli oksissa selvästi suurempi kuin rungossa.

Oksien kuoripitoisuus kasvoi alimmasta näyteoksasta ylimpään siirryttäessä ja oksan läpimitan pienentyessä. Raidalla kuoripitoisuuden nousu oli 20 prosenttiyksikköä, mutta tervalepällä vain muutama prosenttiyksikkö. Tervalepän oksien kuoripitoisuuden vaihtelusta ei kuitenkaan saa oikeaa kuvaa tarkastelemalla vain ylimmän ja alimman oksan arvoja. Latvuksen puolivälissä oksien kuoripitoisuus näet kasvoi jyrkästi aina 40 %:iin ja laski sen jälkeen latvuksen yläosan oksissa.

33. Oksaprosentti

Raidan ja tervalepän rungon sisäinen oksaprosentti laskettiin kullakin korkeudella rungon poikkileikkauspinta-alasta. Pienimmillään oksaisuus oli rungon tyviosassa ja

kasvoi latvuksen alueella seuraavan asetelman mukaan.

	Oksapinta-ala, %		
	Tyvi	Latva	\bar{x}
Tervaleppä	0,3	2,2	1,5
Raita	0,4	3,3	1,4

Asetelmasta ilmenevät vain latvan ja tyvi-osan väliset erot, sillä oksaprosentin vaihtelu oli suuri rungon pituussuunnassa. Tästä vaihtelusta johtuen tervaleppä oli, päinvastoin kuin keskiarvoluvut osoittavat, rungoltaan oksaisempaa kuin raita.

34. Sydänpuuprosentti

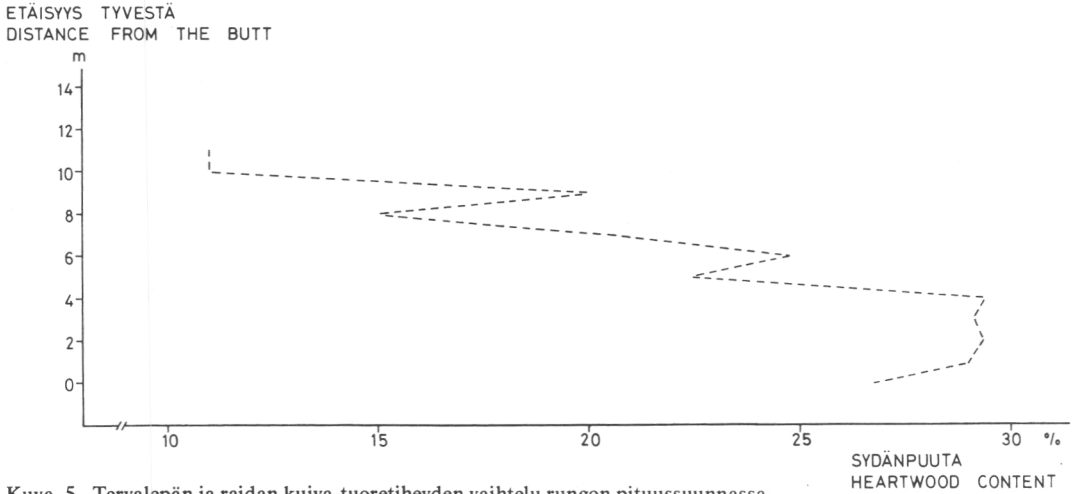
Raidalla todettiin ruskeahko varsin selvärajainen sydänpuuvyöhyke (Salmi 1977). Tervalepällä sen sijaan ei esiinny lainkaan värjäytynyttä sydänpuuta (Kärkkäinen 1977 s. 107). Raidan keskimääräinen sydänpuuprosentti iältään 23-vuotiaassa metsikössä oli 26,6 % (taulukko 4). Koska puut olivat tasaikäisiä eikä sanottavia pituuserojakaan esiintynyt, näiden tekijöiden vaikutusta sydänpuuhun ei voitu selvittää.

Raidan sydänpuuprosentti runkojen eri korkeuksilla on esitetty kuvassa 4. Sydänpuun suhteellinen osuus rungossa on suu-

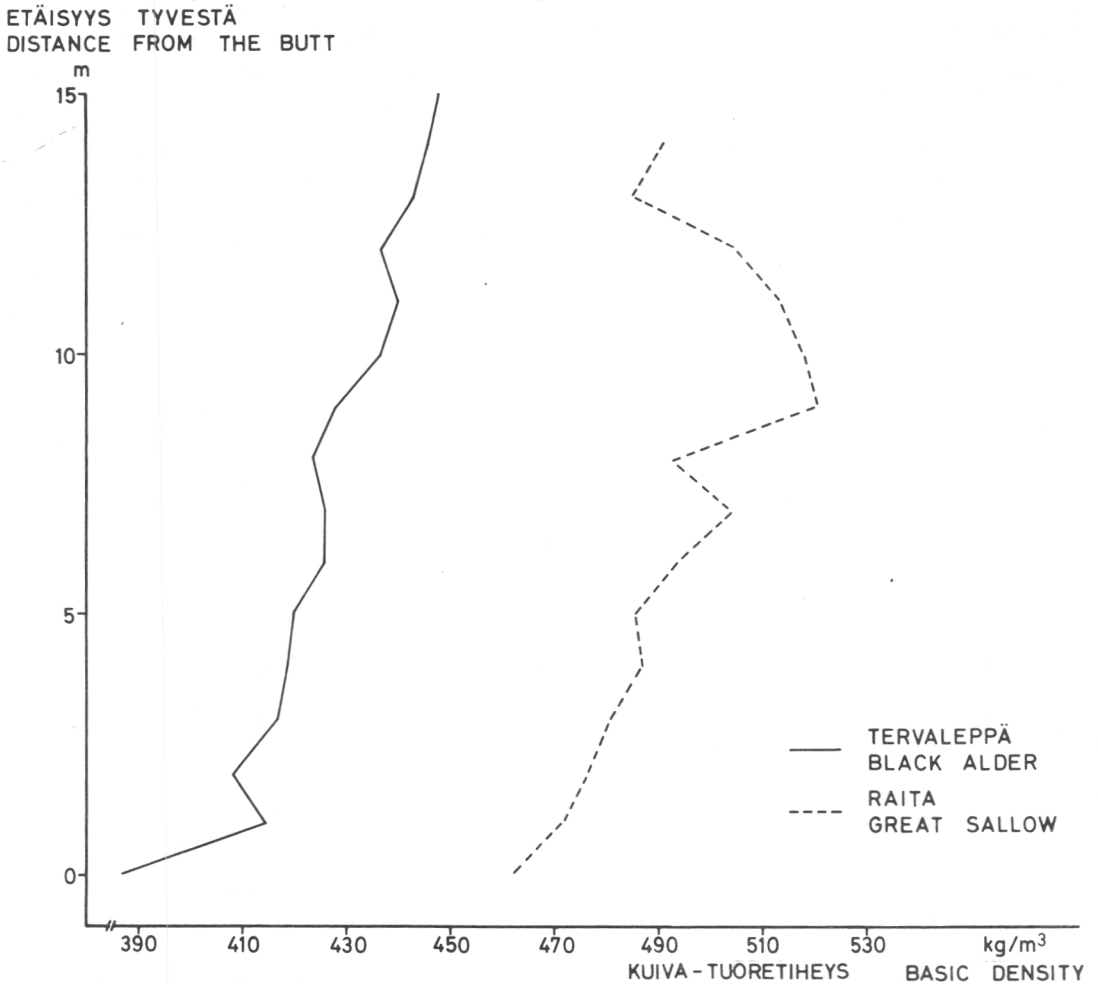
Taulukko 4. Tervalepän ja raidan puuaineen ja kuoren keskimääräisiä ominaisuuksia.
Table 4. Average properties of black alder and great willow wood and bark.

Ominaisuus Property	Tervaleppä Black alder		Raita Great willow	
	\bar{x}	s	\bar{x}	s
Sydänpuuta, % Heartwood content, per cent	..	..	26,6	..
Vaihteluväli Range	..	..	17,1—40,9	
Kosteussuhde, % Moisture content, per cent	86,8	6,24	73,2	11,63
Vaihteluväli Range	77,0—99,4		50,0—93,1	
Tiheys, kg/m ³ Basic density, kg/cu.m.	415	28,88	480	30,75
Vaihteluväli Range	371—460		407—527	
Kuorta, % Bark, per cent	16,4	2,48	15,2	2,56
Vaihteluväli Range	13,4—21,3		10,5—20,7	
Kuoren kosteussuhde, % Moisture content of bark, per cent	106,2	11,88	100,3	15,57
Vaihteluväli Range	74,5—127,9		82,5—133,7	
Oksia, % Branches, per cent	1,3		1,2	

Kuva 4. Raidan sydänpuuprosentin vaihtelu rungon pituussuunnassa.
 Fig. 4. Variation in the heart-wood percentage of sallow throughout the length of the stem.



Kuva 5. Tervaleppän ja raidan kuiva-tuoretiheyden vaihtelu rungon pituussuunnassa.
 Fig. 5. Variation in the basic density of alder and sallow wood throughout the length of the stem.



rimmillaan noin 20—40 %:n suhteellisella korkeudella (29 %) ja laskee sitten jyrkästi latvaa kohti. Rungon keskimääräinen, rungon eri korkeuksien läpimitoilla punnittu sydänpuuprosentti vaihteli 17—41 %:n välillä korkeimman yksittäisen näytteestä havaitun arvon ollessa 50 %. Sydänpuuta esiintyi kaikissa tapauksissa vielä latvuksen viimeisessä, noin kolmen cm:n läpimitaan asti otetussa näytteessä.

35. Kuiva-tuoretiheys

Raidan ja tervalepän runkojen kuiva-tuoretiheyden vaihtelu rungon pituussuunnassa on esitetty kuvassa 5. Tervalepän tiheys oli selvästi pienempi kuin raidan ja oli tyven ja latvuksen välisellä alueella keskimäärin välillä 387—448 kg/m³. Raidan puuaineen kuiva-tuoretiheys vaihteli välillä 462—520 kg/m³. Tervalepän ja raidan runkojen puuaineen keskimääräiset kuiva-tuoretiheydet olivat 415 ja 480 kg/m³ (taulukko 4). Tervalepän tiheys kasvoi loivasti latvuksen yläosaan päin. Myös raidan runkopuun kuiva-tuoretiheys näytti kasvavan tyvestä latvaan, mutta latvuksen yläosassa tiheys jälleen hieman laski.

Vikojen vaikutus tervalepän ja raidan puuaineen kuiva-tuoretiheyteen nähdään kuvasta 6. Terveen, oksattoman ja lahotoman puuaineen kuiva-tuoretiheys oli tervalepällä 418 kg/m³ ja raidalla 484 kg/m³. Oksaisuus nosti tervalepän puuaineen tiheyttä 5 % ja raidan puuaineen tiheyttä 3 %. Pienimmillään tiheys oli lahossa puussa. Laho laski tervalepän tiheyttä noin 6 % ja raidan tiheyttä 2 %. Oksaisen, hieman lahon puuaineen tiheys näytti olevan jonkin verran suurempi kuin terveen: tervalepällä ero oli tosin vain 0,5 % ja raidalla 2,7 %. Tämä johtuu oksien lahoa suuremmasta vaikutuksesta puuaineen kuiva-tuoretiheyteen.

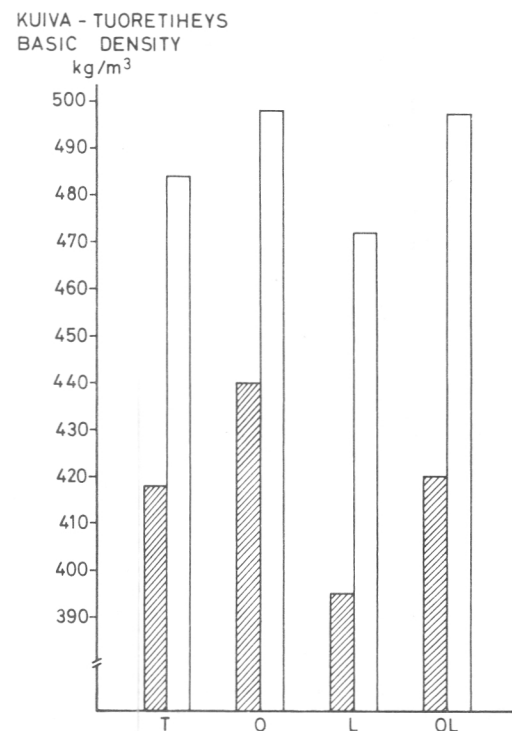
Kuiva-tuoretiheyden vaihtelu oksan pituussuunnassa on esitetty kuvassa 7 ja rungon eri korkeuksilta otetuissa oksissa kuvassa 8. Oksan tyvestä oksan kärkeen siirryttäessä tervalepän kuiva-tuoretiheys laski ja raidan kuiva-tuoretiheys nousi loivasti. Rungon tyvestä latvaan siirryttäessä tervalepän oksapuun tiheys kasvoi melko voimakkaasti, kun taas raidan oksapuun tiheys laski. Oksapuun kuiva-tuoretiheys oli tervalepällä keskimäärin 427 kg/m³ ja raidalla 440 kg/m³. Terveeseen, oksattomaan runkopuu-

hun verrattuna tervalepän oksat olivat 2,1 % tiheämpiä kuin runkopuu ja raidan oksat 10,0 % runkopuuta keveämpiä. Raidan oksapuun oli tiheämpää kuin tervalepän.

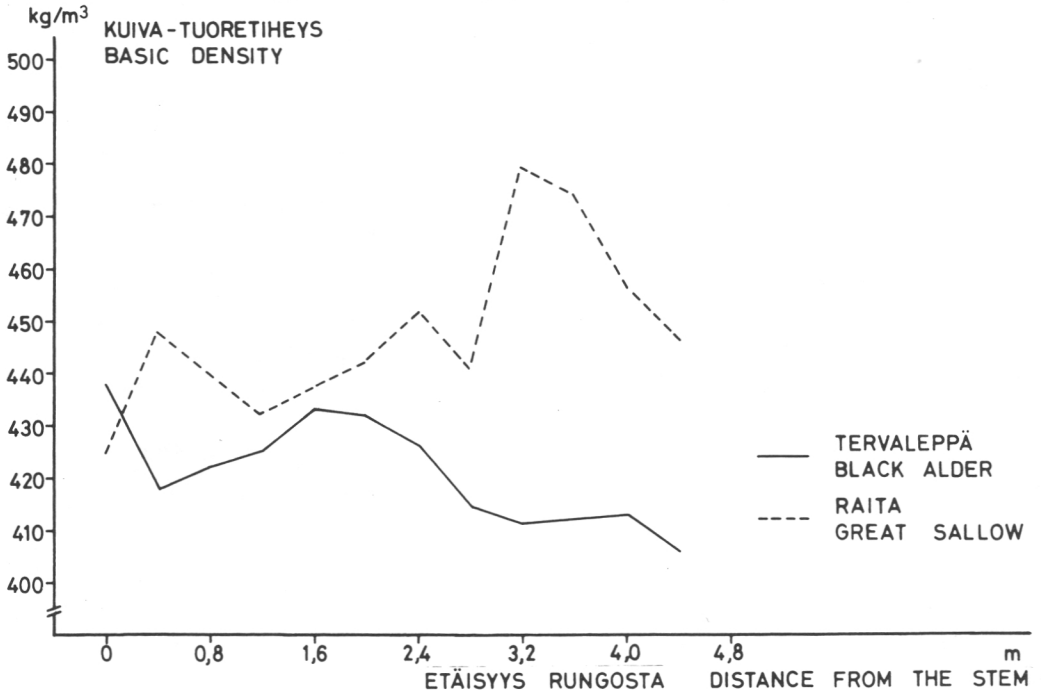
36. Puuaineen koostumus ja massatekniset ominaisuudet

Taulukoissa 5 ja 6 esitetään tervalepän ja raidan puuaineen koostumus sekä niistä keitettyjen sulfaattimassojen ominaisuudet. Molempien puulajien kuidunpituudet olivat 20—30 % pienempiä kuin tässä yhteydessä vertailuna käytetyllä 20—25-vuotiaalla koi-

Kuva 6. Vikojen vaikutus tervalepän ja raidan puuaineen kuiva-tuoretiheyteen.
Viivoitettu alue = tervaleppä
Viivoittamaton alue = raita
T = oksaton, terve puuaine
O = oksainen puuaine
L = puuaineesa esiintyy lahoa
OL = oksainen ja laho puuaine
Fig. 6. Effect of defects on the basic density of alder and sawlow wood.
Shaded area = alder
Unshaded area = sawlow
T = knot-free, sound wood
O = knotty wood
L = decay in the wood
OL = knotty and decayed wood

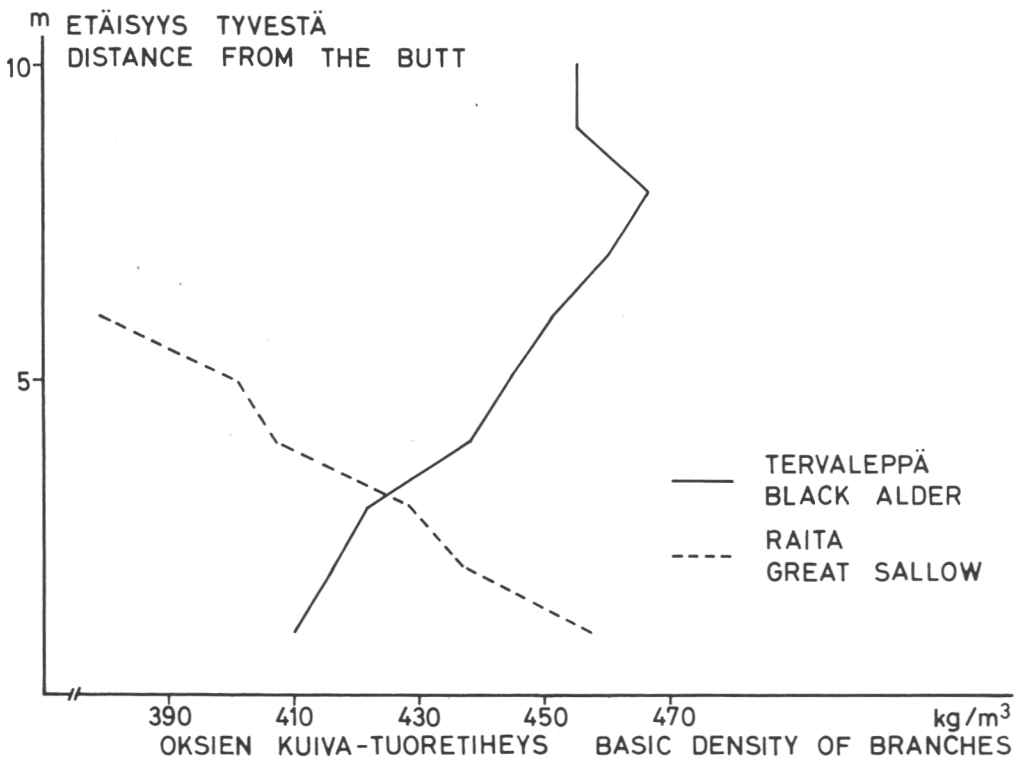


Kuva 7. Kuiva-tuoretiheyden vaihtelu oksan tyvestä oksan kärkeen.
 Fig. 7. Variation in the basic density from the base to the tip of the branches.



Kuva 8. Kuiva-tuoretiheyden vaihtelu rungon eri korkeuksilta otetuissa oksissa. Etäisyys tyvestä ilmaistu suhteellisi-na arvoina; näyteoksana tyvestä lukien joka viides oksa.

Fig. 8. Variation in the basic density of branch samples taken at different heights along the stem. Distance from the butt is given in relative values; every fifth branch starting from the butt taken as branch sample.



Taulukko 5. Puuaineen ominaisuudet
Table 5. Properties of wood raw material

	Tervaleppä Black alder	Raita Great willow	Koivu Birch
Tiheys, kg/m ³ Basic density	415	448	450
Keskimääräinen kuidunpituus, Average fibre length			
— aritmeettinen, mm arithmetic	0,75	0,68	0,96
— pituuden mukainen, mm length by length	0,88	0,80	1,10
Kemiallinen koostumus Chemical composition			
— kokonaisligniini, % total lignin	25,2	24,2	23,1
— asetoniuute, % acetone extractives	2,85	3,36	..
— dikloorimetaaniuute, % CH ₂ Cl ₂ extractives	0,64	1,23	1,7
— kuumavesiuute, % hot water extractives	3,7	2,6	2,1
— tuhka, % ash	0,27	0,44	0,25
— typpi, % nitrogen	0,17	0,077	0,08
Suhteellinen hiilihydraattikoostumus Relative composition of carbohydrates			
— galaktaani, % galactan	0,8	0,9	1,5
— mannaani, % mannan	2,4	2,4	0,5
— ksylaani, % xylan	26,9	27,7	39,0
— arabinaani, % arabianan	0,1	0,5	0,5
— glukaani, % glucan	69,9	68,5	58,5

vulla, raidan ollessa hieman lyhytkuituisempi kuin tervaleppä. Koivua koskevat tulokset on otettu L ö n n b e r g i n (1975) tutkimuksesta.

Tervaleppää lukuunottamatta taulukossa 5 esitetyt puuaineen tiheydet (kuivapaino/märkätilavuus) ovat alhaisemmat kuin tässä työssä aiemmin esitetyt arvot, mikä johtuu osin siitä, että Keskuslaboratoriossa tiheys on määritetty hakkeesta ja näyte on koostunut vain 1—3:sta lyhyestä pölkystä. Täten tiheysluvut koskevat vain kyseisiä Keskuslaboratoriossa tutkittuja näytteitä eivätkä ole yleistettävissä.

Sekä raita että tervaleppä sisälsivät enemmän ligniiniä kuin koivu. Samoin niiden kuumavesiuute oli korkeampi kuin koivulla, kun sen sijaan varsinkin tervalepällä dikloorimetaaniuute oli selvästi alempi kuin koi-

Taulukko 6. Sulfaattimassojen ominaisuudet
Table 6. Properties of sulphate pulps

	Tervaleppä Black alder	Raita Great willow	Koivu Birch
Keitto n:o Cook n:o	8973	8972	
Kokonaissaanto, % Total yield	52,2	51,8	55,0
Lajiteltu saanto, % Screened yield	49,6	47,9	54,6
Tikut, % Screenings	2,6	3,8	0,4
Kappaluku Kappanumber	21,1	16,9	21,4
Vaaleus, SCAN, % Brightness, SCAN	26,0	28,4	26,8
CH ₂ Cl ₂ -uute, % CH ₂ Cl ₂ extractives	0,23	0,70	0,53
Viskositeetti, dm ³ /kg Viscosity, dm ³ /kg	1140	1190	..
Mustalipeä Black liguor			
— pH	12,7	12,5	13,2
— NaOH, g/l	5,4	5,4	6,5
— Na ₂ S, g/l	10,4	10,7	10,4
Paperitekniset ominaisuudet, (SR 30) Paper technical properties, (SR 30)			
Jauhatusaika, min Beating time, min	25	23	21
Vetoindeksi, B ₁ , N.m/g Tensile index, B ₁ , N.m/g	72,3	77,3	77,0
Puhkaisuindeksi, B ₂ , kPa.m ² /g Burst index, B ₂ , kPa.m ² /g	4,63	5,43	5,30
Repäisyindeksi, T, mN.m ² /g Tear index, T, mN.m ² /g	7,41	7,51	8,30
Taittoluku, log, MIT Fold, log, MIT	2,51	2,48	2,60
Venymä, % Stretch	4,1	4,1	3,4
Tiheys, kg/m ³ Density, kg/m ³	723	707	718
Imukyky, Klemm, mm Cap. rice, Klemm, mm	19	25	—
Huokoisuus, Gurley, s. Air. res., Gurley, s.	128	64	150
Lujuustulo, B ₁ T Beating product, B ₁ T	536	581	639
Lujuustulo, B ₂ T Beating product, B ₂ T	34,3	40,8	44,0

vulla. Raidan tuhkapitoisuus oli jonkin verran korkeampi kuin tervalepän ja vertailuna käytetyn koivun. Tervalepän typpipitoisuus oli yli kaksinkertainen verrattuna raitaan ja koivuun (L ö n n b e r g 1975). Lähinnä suuremmasta ligniinipitoisuudesta johtuen raita ja tervaleppä sisälsivät jonkin verran vähemmän hiilihydraatteja kuin koivu. Hiilihydraattikoostumukseltaan raita ja tervalep-

pä muistuttivat toisiaan, mutta erosivat koivusta suuremman glukoosipitoisuutensa ja pienemmän ksyloosipitoisuutensa vuoksi (Rydholm 1965, s. 97).

Puun suuremmasta ligniinipitoisuudesta johtuen raidasta ja tervalepistä keitetyn sulfaattisellun saanto puusta laskettuna oli pienempi kuin koivumassan saanto samassa massan ligniinipitoisuudessa verrattuna. Tervalepistä keitetyn massan uutepitoisuus oli pienempi kuin raitamassan tai vertailuna käytetyn koivumassan johtuen jo puussa ha-

vaitusta pienemmästä dikloorimetaaniuutepitoisuudesta. Koivua koskevat tulokset ovat Saukkosen ja Nikin (1972) tutkimuksesta. Raitamassan veto- ja puhkaisulujuudet olivat koivumassan luokkaa ja parempia kuin tervaleppämassan verrattaessa samassa jauhatusteasteessa. Sen sijaan niin raita- kuin tervaleppämassan repäisylujuudet ja myös lujuustulot olivat selvästi huonompia kuin koivumassan (Saukkonen ja Nikki 1972).

4. TULOSTEN TARKASTELU

Tervaleppä- ja raita-aineiston tuloksia ei tutkimuksen perusteella voi yleistää, koska ne perustuvat varsin suppeaan, vain kolmelta eri paikkakunnalta kerättyyn aineistoon. Aineiston niukkuus sekä se, että tuloksia ei kaikilta osin ole ollut mitattavissa koko aineistosta aiheuttaa edelleen varsin suurta hajontaa osassa tuloksia. Tulosten yhtenäistä tarkastelua on vaikeuttanut myös koepuiden koon sekä puuaineen kosteuteen vaikuttavan näytteenottoajan leimikoittainen vaihtelu. Keväällä puiden juuristo alkaa nimittäin toimia ennen lehtien puhkeamista, jolloin kosteus lisääntyy rungossa nousten korkeimmilleen toukokuun loppupuolella. Kun lehdet aloittavat täyden haihdutustoiminnan, puiden kosteus laskee alle talvisen tason (Hakkila 1970).

Tervalepän runkopuun kosteussuhde kohosi ja raidan runkopuun kosteussuhde laski tyvestä latvaan siirryttäessä. Runkopuun pituussuunnassa on tyvestä latvaan nouseva kosteussuhde todettu myös harmaalepällä (Nagoda 1969). Myös Berkel (1958) on havainnut, että tervalepän puuaineen kosteussuhde on pienimmillään rungon tyvässä, kohoa rungon keskiosassa, mutta laskee hieman rungon latvassa.

Raidan kosteussuhde väheni tyvestä latvaan ja poikkeaa näin ollen tavanomaisesta lehtipuiden rungon pituussuuntaisesta kosteusvaihtelusta. Hakkilan ym. (1970) tutkimuksessa vanerikoivujen kosteussuhde nousi 60:stä 85:een prosenttiyksikköön tyvestä latvaan ja rungon keskimääräinen kosteussuhde oli keväällä noin 10 % alhaisempi kuin syksyllä.

Kuoren kosteussuhteen lisääntyminen tyvestä latvaan noudatti yleisesti sekä lehtipuilla että havupuilla todettua suuntaa; kosteussuhde kasvoi voimakkaasti tyvestä latvaan (Tamminen 1970).

Oksien puuaineen kosteussuhde kasvoi oksan tyvestä kärkeen päin molemmilla puulajeilla. Samoin rungon alaoksien kosteussuhde oli raidalla alhaisempi kuin latvuksen yläoksien kosteussuhde. Esim. Gislerrud (1974) totesi, että kosteussuhde ei riippunut oksapalan läpimitasta, kun tutkittavana puulajina oli koivu. Päinvastaiseen tulokseen on tullut Kärrkäinen (1976), jonka mukaan oksapuun kosteussuhde kasvaa ainakin koivulla oksapalan läpimitan kasvaessa.

Kuoren painoprosentin vaihtelu rungon eri osissa riippuu osaksi kuoren ja sitä vastaavan puun painon vaihteluista sekä osaksi kuoren suhteellisesta osuudesta. Nyt tutkituissa rungoissa painoprosentteina ilmaistu kuoripitoisuus kasvoi tyvestä latvaan, raidalla kuitenkin tervaleppää jyrkemmin. Tyven ja latvuksen väliset kuoripitoisuuksien erot olivat tervalepällä samansuuruiset kuin Hakkilan (1970) esittämät harmaalepän kuoriprosenttitulokset. Eri pituisten runkojen kuoripitoisuus vaihteli siten, että pienissä puissa tyven ja latvuksen väliset erot olivat suuremmat kuin suurissa puissa. Samaan tulokseen on tullut myös Hakkila (1967). Tervalepällä tyven ja latvuksen väliset kuoripitoisuuden erot olivat pienemmät kuin raidalla ja pienemmät kuin Hakkilan (1976) toteamat kuusen, männyn ja koivun kuoripitoisuuserot. Rai-

dalla erot olivat erittäin selvät, H a k k i l a n esittämien mäntyä, kuusta ja koivua koskevien tulosten suuruusluokkaa. Kummallakaan puulajilla ei voitu todeta tästä aineistosta kuoripitoisuuden laskevan tyven yläpuolella ja nousevan jälleen latvassa niin kuin esim. koivulla (H a k k i l a 1967). Tervaleppäaineiston keskimääräinen kuoriprosentti, 16,4 on suurempi kuin H a k k i l a n (1970) esittämät tai L ö n n b e r g i n (1975) tuloksista lasketut harmaalepän rungon kuoriprosentit (myös H o l m s g a r d ja J a k o b s e n 1970). Raidan kuoriprosentti 15,2 oli selvästi pienempi kuin L ö n n b e r g i n (1975) aineistosta lasketun vastaavan ikäisen raidan kuoripitoisuus.

Oksien kuoripitoisuus oli raidalla suurempi ja tervalepällä pienempi kuin L ö n n b e r g i n (1975) aineistosta laskettu oksien kuoripitoisuus.

Suhteellisen pienestä aineistosta johtuen oksien osuus rungon poikkileikkauspinta-alasta näytti vaihtelevan melko voimakkaasti rungon pituussuunnassa, mutta keskimäärin oksaprosentti kasvoi rungon latvaosaa kohti. Pinta-alaprosenttina ilmaistu oksaisuus ei näytä suuresti eroavan yleisistä paino- tai tilavuusprosentteina ilmaistuista oksaisuusarvoista (H a k k i l a 1967).

Tutkittujen raitarunkojen keskimääräinen sydänpuuprosentti 26,6 oli runkojen alhaiseen ikään nähden korkea. Tiedetään esimerkiksi, että Etelä-Ruotsissa samoin kuin Etelä-Suomessa männyn sydänpuunmuodostus alkaa vasta noin 20 a iässä (H ä g g l u n d ym. 1935, U u s v a a r a 1974). Useilla lehtipuilla tiedetään kuitenkin sydänpuuta muodostuvan jo 3—9 a iässä (N e l s o n 1976). Runkojen kantoleikkauksessa havaittava alhainen sydänpuuosuus johtuu pääasiassa tyvilajantumasta. Rungon ja sydänpuualueen epäsäännöllinen muoto on myös saattanut aiheuttaa mittausvirheitä kannon korkeudelta otetuissa kiskoissa.

Puuaineen ominaisuudet riippuvat suurensa määrin puuaineen kuiva-tuoretiheydestä, jolla on monessa suhteessa merkitystä puun laadun kriteerinä. Esimerkiksi massateollisuudessa jotakin puulajia tarvitaan tilavuusmitoissa ilmaistuna sitä vähemmän, mitä tiheämpää se on.

Sekä tervalepän että raidan kuiva-tuoretiheys kasvoi tyvestä latvaa kohti, mutta vain tervalepällä tiheyden alenema oli tasainen,

ja rungon korkein tiheysarvo saatiin ylimässä näytteenottokohdassa (kuva 5). Raidalla suurin tiheys esiintyi rungon 70—80 %:n suhteellisilla korkeuksilla, eli latvuksen yläosassa. Raidan runkopuun tiheys kääntyi, päinvastoin kuin tervalepällä, laskuun latvuksen alueella, mihin on saattanut vaikuttaa oksapuun runkopuuta merkittävästi alhaisempi tiheys (kuva 8).

Tervalepän kaltainen tiheyden nousu latvaa kohti on todettu mm. sen sukulaislajilla, harmaalepällä (H a k k i l a 1970, N a g o d a 1969), sekä eräillä poppelilajeilla (O k k o n e n ym. 1972).

Myös useilla Suomessa kasvatetuilla ulkomaisilla ja harvinaisilla kotimaisilla puulajeilla voidaan havaita lievä tiheyden nousu puun latvaosaa kohti (U u s v a a r a 1976). Tärkeimmillä kotimaisilla puulajeilla tiheys kuitenkin laskee selvästi mainittuun suuntaan (H a k k i l a 1966, U u s v a a r a 1974).

Runkojen keskimääräinen kuiva-tuoretiheys oli tervalepällä 415 ja raidalla 480 kg/m³, ja tiheyden keskiarvo sijoittui rungossa edellisellä puulajilla noin 30 %:n ja jälkimmäisellä noin 20 %:n suhteelliselle korkeudelle. Kummallakin puulajilla kuiva-tuoretiheysarvot olivat varsin korkeat, jos tuloksia verrataan harmaalepän sekä meillä yleisimpinä esiintyvien puulajien vastaaviin arvoihin (H a k k i l a 1966, 1970). H a k k i l a n mukaan kyseisiä puulajeja koskevat keskimääräiset kuiva-tuoretiheysarvot ovat seuraavat.

	kg/m ³
Mänty	409
Kuusi	387
Rauduskoivu	497
Harmaaleppä	361

Pyrittäessä selittämään rungon keskimääräisen tiheyden vaihtelua ovat männyllä, kuusella ja koivulla osoittautuneet parhaiksi yksittäisiksi muuttujiksi ikä ja kasvunopeus (H a k k i l a 1966). Harmaalepällä taas paras yhtälö, jossa riippumattomina muuttujina olivat ikä ja latvusraja, selitti vain 11 % tiheyden vaihtelusta (H a k k i l a 1970). Käsillä olevan työn tuloksia tarkasteltaessa on otettava huomioon runkojen alhainen ikä ja varsin suuri kasvunopeus. Saatuihin tiheysarvoihin ovat vaikuttaneet myös puuaineessa olevat oksat ja laho, kun taas useissa vertailututkimuksissa on tarkasteltu ainoas-

taan virheetöntä puuainetta.

Runkopuun ohella havaittiin tervalepällä oksapuussa selvä tiheyden kohoaminen rungon tyvestä latvaa kohti. Raidalla sen sijaan oksien puuaineen tiheys pieneni rungon latvaosassa. Terveeseen, oksattomaan runkopuuhun verrattuna tervalepän oksat olivat vain vähän tiheämpiä kuin runkopuu, mutta raidan oksat huomattavasti runkopuuta keveämpiä. Myös pienikokoisella haavalla, hybridihaavalla, harmaalepällä ja hieskoivulla on havaittu oksien puuaine muutamia prosentteja runkopuuta tiheämmäksi. Kyseistä eroa ei ole voitu todeta raidalla (Lönnberg 1975).

Yleensä on havaittu, että tärkeimmillä suomalaisilla puulajeilla oksien kuiva-tuoretiheys on runkopuun tiheyttä suurempi, mutta vain kuusella ero on huomattava (Hakkila 1969, 1971, Kärkäinen 1976).

Tulosten perusteella raidasta ja tervalepistä voidaan valmistaa sulfaattisellua, mutta näiden puiden suuremmasta ligniinipitoisuudesta johtuen massan saanto on alhaisempi ja pienemmästä keskimääräisestä kuidunpituudesta johtuen massan lujuus on huonompi kuin koivusta valmistetun sulfaattimassan (Saukkonen ja Nikki 1972).

5. YHDISTELMÄ

Tutkimuksessa tarkastellaan eräitä tervalepän ja raidan puuteknisiä ominaisuuksia sekä niiden puuaineesta keitetyn sulfaattimassan saantoa ja laatua. Aineisto käsitti kolmelta eri paikkakunnalta 20 tervaleppärunkoa kahdesta metsiköstä ja 30 raitarunkoa kolmesta metsiköstä. Runkojen ominaisuuksia selvitettiin metrin välein otetuista näytekiekoista, joita kertyi yhteensä 520 kpl. Kymmenestä tervaleppä- ja raitarungosta otettuja oksanäytteitä käsiteltiin 405 kpl.

Tutkimuksen tärkeimmät tulokset olivat seuraavat.

1. Raidan runkopuun kosteussuhde pieneni tyvestä latvaa kohti, kun taas tervalepällä kosteussuhde pysyi rungon pituus-suunnassa tasaisena. Tervalepän ja raidan kosteussuhde oli runkopuussa keskimäärin 86,8 ja 73,2 % sekä kuoressa 106,2 ja 100,3 %. Oksapuun ja runkopuun kosteussuhteissa ei ollut merkittävää eroa.

2. Rungon kuoriprosentti oli tervalepällä

16,4 ja raidalla 15,6. Oksien kuoriprosentit oksan tyvässä ja kärjessä olivat tervalepällä 30,7 ja 43,3 sekä raidalla 38,6 ja 43,3.

3. Rungon sisäisten oksien määrä kasvoi tyvestä latvaan päin ja oli keskimäärin tervalepällä 1,5 ja raidalla 1,4 tilavuusprosenttia.

4. Sydänpuupitoisuus pieneni raidalla voimakkaasti tyvestä latvaa kohti runkojen keskiarvon ollessa 26,6 %.

5. Kuiva-tuoretiheys oli tervalepällä keskimäärin 415 ja raidalla 480 kg/m³, ja molemmilla puulajeilla tiheys nousi rungon yläosassa. Oksien kuiva-tuoretiheys oli raidalla hieman pienempi ja tervalepällä likimain yhtä suuri kuin runkopuun tiheys.

6. Raidasta ja tervalepistä voidaan valmistaa sulfaattisellua, mutta sen saanto laskettuna raaka-aineesta on alhaisempi ja massan lujuus huonompi kuin koivusta valmistetun sulfaattimassan.

6. KIRJALLISUUSLUETTELO

- ALESTALO, A. & HENTOLA, Y. 1967. Leppä sulfaatitikeitossa. Summary: Alder in sulphate pulping. Paperi ja Puu 50: 25—27.
- BERKEL, A. 1958. Belgrad ormanında meşe, kayın, gürgen, kestane, akasya ve kigilagaç gövdelerinde su mikrmlarları ve dağılışı hakkında arastirmalar. Zusammenfassung: Untersuchungen über die Verteilung des Wassergehalts auf querschnitten in verschiedenen Stammhöhen von einigen Laubhölzern. Istanbul Üniv. Orm. Fak. Derg. 8A (1): 49—68.
- BRUUN, H. & SLUNGAARD, S. 1957. Investigations on porous wood as pulp raw material. I. Fibre lengths of the species *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Alnus incana* (L.) Moench, *Betula verrucosa* Ehrn. and *Populus tremula* L. Paperi ja Puu 40: 521—525.
- BRUUN, H., AHLKOG, B. & PETERSSON-FERNHOLM, F. 1958. Investigations of porous wood as pulp raw material. 2. Sulphate pulps of aspen (*Populus tremula* L.) and black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). Paperi ja Puu 41: 35—43.
- CAJANDER, A. 1917. Metsänhoidon perusteet II. 652 s. Porvoo.
- GISLERUD, O. 1974. Heltreutnyttelse. II. Biomasse og biomasseegenskaper hos tynningsvirke av gran, furu, bjørk og or. Summary: Whole tree utilization. II. Biomass properties of trees from thinnings of spruce, pine, birch and alder. Rapp. Norsk Inst. Skogforsk. 6/74: 1—59.
- HAKKILA, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Lyhennelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. Commun. Inst. For. Fenn. 61 (5): 1—98.
- 1967. Vaihtelumalleja kuoren painosta ja painoprosentista. Summary: Variation patterns of bark weight and bark percentage by weight. Commun. Inst. For. Fenn. 62(5): 1—37.
- 1969. Weight and composition of the branches of large Scots pine and Norway spruce trees. Seloste: Järeitten mänty- ja kuusipuitten oksien paino ja koostumus. Commun. Inst. For. Fenn. 67(6): 1—47.
- 1970. Basic density, bark percentage and dry matter content of grey alder (*Alnus incana*). Seloste: Harmaalepän puuaineen tiheys, kuoriprosentti ja kuiva-ainesisältö. Commun. Inst. For. Fenn. 71(5): 1—33.
- 1971. Coniferous branches as a raw material source. Tiivistelmä: Havupuun oksat raaka-ainelähteenä. Commun. Inst. For. Fenn. 75(1): 1—60.
- HAKKILA, P., HEIKKILÄ, P. & MICHELSEN, P. 1970. Vanerikoivujen rasiinkaatoaika. Summary: Leaf-seasoning in veneer birch logging. Commun. Inst. For. Fenn. 70(2): 1—42.
- HOLMSGAARD, E. & JAKOBSEN, B. 1970. Barktykkelser og barkprocenter for lov- og nåletraer. Summary: Bark thickness and bark percentage for hardwoods and conifers. Forstl. Forsogsv. Danm. 32(3): 265—294.
- HÄGGGLUND, E., LJUNGGREN, S., NIHLÉN, H. & SANDELIN, O. 1935. Undersökningar över vedbeskaffenhetens inflytande på utbyte och kvalitet av sulfit- och sulfatmassa. II. Undersökningar av tallved. Svensk PappTidn. 38(14): 454—463.
- ILVESSALO, Y. 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Summary: The forests of Finland from 1921—24 to 1951—53. Commun. Inst. For. Fenn. 47(1): 1—227.
- KIELLANDER, C. 1963. Experiences and present situation of foreign tree species and provenances in Sweden. Proc. of the world consultation on forest genetics and tree improvement 1 (4/6): 1—19.
- 1966. Exoter i svenskt skogsbruk. Särtryck ur föreningens för dendrologi och parkvård årsbok Lustgården 1964—1965. Uppsala 1966: 194—220.
- KUJALA, V. 1964. Metsä- ja suokasvilajien levinneisyys- ja yleisyysuhteista Suomessa. Vuosina 1951—1953 suoritettun valtakunnan metsien III linja-arvioinnin tuloksia. Referat: Über die Frequenzverhältnisse der Wald- und Moorpflanzen in Finnland, Ergebnisse der III. Reichswaldabschätzung 1951—1953. Commun. Inst. For. Fenn. 59(1): 1—137.
- KÄRKKÄINEN, M. 1976. Puun ja kuoren tiheys ja kosteus sekä kuoren osuus koivun, kuusen ja männyn oksissa. Summary: Density and moisture content of wood and bark, and bark percentage in the branches of birch, Norway spruce and Scots pine. Silva Fenn. 10 (3): 212—236.
- 1977. Puu, sen rakenne ja ominaisuudet. 442 s. Helsinki.
- LARSEN, C. 1943. De enkelte arters anvendelse, proveniens og foraedling. Svenska Skogsvårdsföreningens tidskr. 41(2): 182—199.
- LJUNGER, Å. 1959. Al- och alförädling. Skogen 46(5): 115—117.
- LÖNNBERG, B. 1975. Short-rotation hardwood species as whole-tree raw material for pulp and paper. 2. Wood raw material. Tiivistelmä: Lyhytkiertopuiden käyttömahdollisuudet massa- ja paperiteollisuudessa. 2. Puuraaka-aine. Paperi ja Puu 57(8): 507—516.
- NAGODA, L. 1969. Vanninnholdets variasjon i stammetvernsnittet av bjørk (*Betula verrucosa*) og svartor (*Alnus glutinosa*). Summary: Water content variation in stem cross-sections of birch (*Betula verrucosa*) and black alder (*Alnus glutinosa*). Tidskr. Skogsbr. 77(3): 383—396.
- NELSON, N. 1976. Gross influences on heartwood formation in black walnut and black cherry trees. U.S. For. Serv. Res. Pap. U.S. For. Prod. Lab. 268.
- OKKONEN, A.E., WAHLGREN, M.E. & MAEGLIN, R. R. 1972. Relationships of specific gravity to tree height in commercially important species. For. Prod. J. 22(7): 37—42.
- ROHMEDER, E. 1972. Die Problematik sehr alte Bäume. Summary: Very old trees and their problems. Forstwiss. Cbl. 91(4/5): 201—222.

- RYDHOLM, S. 1965. Pulpig processes. 1269 s. New York—London—Sidney.
- SALMI, J. 1977. Suomalaisia ja ulkomaisia puulajeja. Osa II: Lehtipuut A—N. Helsingin yliopiston metsäteknologian laitos. Tiedonantoja 35: 1—282.
- SAUKKONEN, M. & NIKKI, M. 1972. Oy Keskuslaboratorio—Centrallaboratorium Ab. Sisäinen seloste: 1—48.
- STINSKA, C. 1961. Physical and mechanical properties of wood of *Abies glutinosa* grown in Lethuania. Lezn. Z. Arhangelsk 4(4):157—158.
- TAMMINEN, Z. 1970. Fuktighet, volymvikt m.m. hos ved och bark. III Björk. Summary: Moisture content, density and other properties of wood and bark. III Birch. Rapp. Instn. Virkeslära Skogshögsk. 63: 1—100.
- UUSVAARA, O. 1974. Wood quality in plantation-grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. Commun. Inst. For. Fenn. 80(2): 1—105.
- 1976. Eräiden Suomessa viljeltyjen ulkomaisten ja harvinaisten kotimaisten puulajien puuaineen ominaisuudet. Julkaisemattomia tietoja. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto.

6. SUMMARY

Some technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great willow (*Salix caprea* L.) wood, as well as the yield and quality of pulp made from their wood, were examined in the study. The material consisted of 20 alder stems from two stands and 30 willow stems from three different stands situated in three different localities. A total of 520 sample disks were cut from the stems at one-meter intervals along the stems. 405 branch samples were taken from 10 alder and 10 willow stems.

The main results of the study can be summarized as follows:

1. The moisture content of willow stemwood decreased on moving from the butt up to the crown, while that of alder remained constant throughout the length of the stem. The moisture contents of alder and willow stemwood were, on average, 86,8 and 72,2 %, and of the bark, 106,2 and 100,3 %. There was no significant difference between the moisture content of the branch- and stemwood.

2. The bark percentage in the stem of alder was 16,4 and in willow 15,6. The bark percentage in the base of alder branches was 30,7 and at the tip 43,3. The corresponding values for willow were 38,6 and 43,3.

3. The proportion of knots in the stemwood increased on moving from the butt up to the crown, being, on average, 1,5 volume per cent for alder and 1,4 for willow.

4. The heartwood content of willow wood decreased rapidly on moving from the butt up to the crown, the mean value for the whole stem being 26,6 %.

5. The mean basic stem density was 415 kg/m³ for alder and 480 kg/m³ for willow. The basic density increased in both tree species in the upper part of the stem. The basic density of the willow branches was slightly lower than that of the stemwood, and for alder branches almost the same.

6. Sulphate pulp can be made from willow and alder wood, but the yields of pulp for mass units of raw material are smaller and the strength of the pulp is poorer than that of birch sulphate pulp.

ODC 812
ISBN 951-40-0326-8
ISSN 0015-5543

LEHTONEN, I., PEKKALA, O. & UUSVAARA, O. 1978. Tervalepän (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ja raidan (*Salix caprea* L.) puu- ja massateknisiä ominaisuuksia. Summary: Technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great sallow (*Salix caprea* L.) wood and pulp. *Folia For.* 344: 1—19.

Variations in the moisture content, bark percentage, knottiness, heartwood percentage and basic density of the bark and wood at different points along the stem, as well as between stems, of alder and great sallow are examined in the study. The yields of sulphate pulp made from wood of these tree species are lower and the strength properties are poorer than those of birch sulphate pulp.

Authors' addresses:

Lehtonen & Uusvaara: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.
Pekkala: The Finnish Pulp and Paper Research Institute, P.O. Box 136, SF-00101 Helsinki 10, Finland.

ODC 812
ISBN 951-40-0326-8
ISSN 0015-5543

LEHTONEN, I., PEKKALA, O. & UUSVAARA, O. 1978. Tervalepän (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ja raidan (*Salix caprea* L.) puu- ja massateknisiä ominaisuuksia. Summary: Technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great sallow (*Salix caprea* L.) wood and pulp. *Folia For.* 344: 1—19.

Variations in the moisture content, bark percentage, knottiness, heartwood percentage and basic density of the bark and wood at different points along the stem, as well as between stems, of alder and great sallow are examined in the study. The yields of sulphate pulp made from wood of these tree species are lower and the strength properties are poorer than those of birch sulphate pulp.

Authors' addresses:

Lehtonen & Uusvaara: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.
Pekkala: The Finnish Pulp and Paper Research Institute, P.O. Box 136, SF-00101 Helsinki 10, Finland.

ODC 812
ISBN 951-40-0326-8
ISSN 0015-5543

LEHTONEN, I., PEKKALA, O. & UUSVAARA, O. 1978. Tervalepän (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ja raidan (*Salix caprea* L.) puu- ja massateknisiä ominaisuuksia. Summary: Technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great sallow (*Salix caprea* L.) wood and pulp. *Folia For.* 344: 1—19.

Variations in the moisture content, bark percentage, knottiness, heartwood percentage and basic density of the bark and wood at different points along the stem, as well as between stems, of alder and great sallow are examined in the study. The yields of sulphate pulp made from wood of these tree species are lower and the strength properties are poorer than those of birch sulphate pulp.

Authors' addresses:

Lehtonen & Uusvaara: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.
Pekkala: The Finnish Pulp and Paper Research Institute, P.O. Box 136, SF-00101 Helsinki 10, Finland.

ODC 812
ISBN 951-40-0326-8
ISSN 0015-5543

LEHTONEN, I., PEKKALA, O. & UUSVAARA, O. 1978. Tervalepän (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ja raidan (*Salix caprea* L.) puu- ja massateknisiä ominaisuuksia. Summary: Technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great sallow (*Salix caprea* L.) wood and pulp. *Folia For.* 344: 1—19.

Variations in the moisture content, bark percentage, knottiness, heartwood percentage and basic density of the bark and wood at different points along the stem, as well as between stems, of alder and great sallow are examined in the study. The yields of sulphate pulp made from wood of these tree species are lower and the strength properties are poorer than those of birch sulphate pulp.

Authors' addresses:

Lehtonen & Uusvaara: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.
Pekkala: The Finnish Pulp and Paper Research Institute, P.O. Box 136, SF-00101 Helsinki 10, Finland.

- No 304 Puro, Tiina: Operaatio metsänlannoitus II. Tuloksia uusintalannoituksesta.
Results of the second fertilization with nitrogen.
- No 305 Virtanen, Jaakko & Ylinen, Mikko: Ojitusalueiden lentolannoitus.
Aerial spreading of fertilizers on peatlands.
- No 306 Astorga S., Luis E.: Effectuating possibilities of waste wood utilization in Finland.
Step 1.
Jätepuun käytön tehostamismahdollisuudet Suomessa. Osa 1.
- No 307 Kilkki, Pekka, Kuusela, Kullervo & Siitonen, Markku: Puuntuotanto-ohjelmat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueille.
Timber production programs for the forestry board districts of Southern Finland.
- No 308 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1974—76.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1974—76.
- No 309 Mäkelä, Markku: Hakkuutähteen ominaisuuksien muuttuminen.
Changes in the quality of logging residues.
- No 310 Harstela, Pertti, Järvinen, Juhani, Tervo, Leo & Aholainen, Raimo: Tutkimus eräistä harvennushakkuumenetelmistä (Levälle teko ja LEKA-menetelmä).
The study of some short wood methods of cutting in thinnings (Cutting without bunching and SCAPE method).
- No 311 Takalo, Sauli & Sauvala, Kari: Havaintoja metsurin suojausten kestävydestä ja sen mittaamisesta.
Observations on the durability and testing of protective clothing for chain saw workers.
- No 312 Leikola, Matti, Metsämuuronen, Markku, Räsänen, Pentti K. & Taimisto, Erkki: Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa vv. 1967—1975.
The development of Scots pine plantations in south-western Finland in 1967—1975.
- No 313 Kolari, Kimmo, Paavilainen, Eero & Raitio, Hannu: Männyn juuristosuhteista Kivisuon kasvuhäiriöalueella.
Pine root condition and growth disturbances.
- No 314 Anttila, Tuula & Lähde, Erkki: Lannoituksen vaikutus paperikenoissa kasvatettujen männyn taimien kehitykseen taimitarhassa.
Effect of fertilization on the development of containerized pine seedlings in a nursery.
- No 315 Kanninen, Kaija: Palkkausmuodot ja niiden vaikutus metsätöissä.
Forms of remuneration and their influence on forest work.
- No 316 Mäkelä, Markku: Leimikoittainen metsätähdemäärä.
The amounts of logging residues and stump and root wood at certain work sites.
- No 317 Kaunisto, Seppo: Ojituksen tehokkuuden ja lannoituksen vaikutus männyn viljelytaimistojen kehitykseen karuilla avosoilla.
Effect of drainage intensity and fertilization on the development of pine plantations on oligotrophic treeless Sphagnum bogs.
- No 318 Kinnunen, Kaarlo: Istutuksen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Länsi-Suomen yksityismetsissä.
The survival and initial development of plants in private forests in western Finland.
- No 319 Ferm, Ari & Pohtila, Eljas: Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoittuminen auratuilla metsänuodistusalajoilla Lapissa.
Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland.
- No 320 Kuusela, Kullervo: Suomen metsien kasvu ja puutavaralajirakenne sekä niiden alueellisuus vuosina 1970—1976.
Increment and timber assortment structure and their regionality of the forests of Finland in 1970—1976.
- No 321 Heikinheimo, Lauri, Jaatinen, Esko, Kellomäki, Seppo, Lovén, Lasse & Saastamoinen, Olli: Metsien virkistyskäyttö Suomessa. Esitutkimusraportti.
Forest recreation in Finland. Pilot study.
- No 322 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1973 (1970).
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1973 (1970) by districts.
- No 323 Erkkilä, Pentti, Silander, Soini, Tiihonen, Paavo & Örn, Jouko: Pystymittaus ja runkojen luku hakkuupalkan laskentaperusteina työvaikeuspalstalla.
Massenermittlung am stehenden Holz und Stammzahl als Unterlage für die Berechnung des Arbeitslohns auf grösseren Schlaglosen mit gleichmässigen Arbeitsbedingungen.
- No 324 Vuokila, Yrjö: Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana.
Vaccinium type as a spruce site.
- No 325 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun istutustuloksia Lapissa.
Reforestation results with *Betula pendula* Roth in Finnish Lapland.
- No 326 Paavilainen, Eero: Männyn istutus suopeltojen metsityksessä.
Planting of Scots pine in afforestation of abandoned swampy fields.
- No 327 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus vähäravinteisillä rämeillä. Ennakkotuloksia.
Refertilization on oligotrophic pine swamps. Preliminary results.
- No 328 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Moottorisahavinturin käytöstä pienten puiden ja tukkien esijuonnossa.
Preliminary skidding of small trees and sawlogs by power saw winch.

- No 329 Kinnunen, Kaarlo & Linnimäki, Jorma: Metsänuudistamisen onnistuminen ja taimistojen alkukehitys Pohjois-Karjalassa.
Success of forest regeneration and initial development of sapling stands in northern Karelia.
- No 330 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1975—77.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1975—77.
- No 331 Gustavsen, Hans G.: Valtakunnalliset kuutiokasvuyhtälöt.
Finnish volume increment functions
- No 332 Helander, Matti & Simula, Anna-Leena: Metsäalan toimihenkilöiden kysyntä ja tarjonta vuoteen 1985.
Demand and supply of professional forestry staff by 1985.
- No 333 Hakkila, Pentti, Kalaja, Hannu, Salakari, Martti & Valonen, Paavo: Whole-tree harvesting in the early thinning of pine.
Kokopuuna korjuu männikön ensiharvennuksessa.
- 1978 No 334 Järveläinen, Veli-Pekka: Mielipiteet yksityismetsätaloudessa. Metsänomistajien ja metsäammattimiesten käsityksiä metsätaloudesta ja sen edistämisestä.
Opinions in Finnish private forestry. On the opinions of the private forest owners and the forestry experts concerning forestry and its promotion.
- No 335 Juutinen, Paavo: Kuitupuupinot pystynävertäjän (*Tomicus piniperda* L.) lisääntymispaikkoina Pohjois-Suomessa.
Pulpwood stacks as breeding sites for pine shoot beetle (*Tomicus piniperda* L.) in northern Finland.
- No 336 Kärkkäinen, Matti: Menetelmiä likipituisten kuitupuupölkkyjen keskipituuden mittaamiseksi.
Methods for measuring the average length of pulpwood bolts estimated during logging by eye.
- No 337 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Koillis-Suomen metsävarat vuonna 1976 ja Lapin metsävarat vuosina 1970 ja 1974—76.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Koillis-Suomi in 1976 and Lappi in 1970 and 1974—76.
- No 338 Lähde, Erkki: Välivarastoinnin vaikutus männyn paakkutaimien viljelyn onnistumiseen.
Effect of intermediate storage of containerized Scots pine planting stock on reforestation success.
- No 339 Teivainen, Terttu: Eräiden poppelikloonien myyrätuhoalttius ruokintakokeiden mukaan.
Resistance of some poplar clones to vole damage through feeding experiments.
- No 340 Laitinen, Jorma & Takalo, Sauli: Kantokäsittelylaittein varustettujen raivaussahojen vertailua.
Comparison of clearing saws equipped with stump spraying devices.
- No 341 Uusvaara, Olli: Teollisuushakkeen ja purun painomittaus.
Weight scaling of industrial chips and sawdust.
- No 342 Hakkila, Pentti: Pienpuun korjuu polttoaineksi.
Harvesting small-sized wood for fuel.
- No 343 Paavilainen, Eero: PK-lannoitus Lapin ojitetuilla rämeillä. Ennakkotuloksia.
PK-fertilization on drained pine swamps in Lapland. Preliminary results.
- No 344 Lehtonen, Irja, Pekkala, Osmo & Uusvaara, Olli: Tervalepän (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) ja raidan (*Salix caprea* L.) puu- ja massateknisiä ominaisuuksia.
Technical properties of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) and great sallow (*Salix caprea* L.) wood and pulp.