

# ERÄISTÄ OJITETUILLA SOILLA KASVANEEN PUUN FYSIIKKAALISISTA OMINAISUUKSISTA

PAAVO J. OLLINMAA

## SUMMARY:

ON CERTAIN PHYSICAL PROPERTIES OF WOOD GROWN ON DRAINED SWAMPS

Saapunut toimitukselle 1981-02-18

## 1. JOHDANTO

Nyt käsillä oleva tutkimus on jatkoa kirjoittajan kahdelle aikaisemmalle tutkimukselle (1959 ja 1960). Pian viimeksi mainitun ilmentymisen jälkeen aloin koota uutta koepuuaineistoa mainittujen tutkimusten laajentamiseksi eräitä aikaisemmin käsittelemättömiä puun lujuusominaisuuksia koskevaksi, mutta työ keskeytyi ja tutkimustulosten julkaiseminen on viivästynyt lähes kaksi vuosikymmentä toiselle toimialalle siirtymiseni vuoksi. Nyt eläkepäivien koitettua katson velvollisuudekseni saattaa nämä vähäisyydestään huolimatta julkisuuteen.

Tutkimuksen tarkoituksena on aikaisemmin ilmestyneen täydennykseksi lähinnä selvittää, onko ja millaisia eroja ennen ojitusta ja sen jälkeen muodostuneen virheettömän puun tiheydessä ja lujuudessa. Samalla tutkimus kohdistuu erikoisesti ennen ojitusta muodostuneen ohut- ja sen jälkeisen vahvistetun puun rajavyöhykkeen vaikutuksen selvittämiseen puun lujuuteen, mistä tutkimuksen aiheen selvittämiseksi aikanaan ehdotuksen tehnyt professori Leo Heikurainen ilmaisi olevansa erityisen kiinnostunut. Mainittu rajavyöhyke ei kuitenkaan vastaa

tarkoin ojitusvuotta, koska kuluu yleensä muutamia vuosia ennen kuin puu reagoi ojituksen jälkeisiin, parantuneisiin kasvuolosuhteisiin.

Tämän tutkimuksen lylypuuta käsittelevä osa on tarkoitettu kirjoittajan aikaisemman reaktiopuututkimuksen (1959) pieneksi täydennykseksi.

Tutkimukseen liittyvät kokeet saatiin aikanaan tehdä Yliopiston metsäteknologian laitoksen laboratoriossa, mistä olen kiitollinen laitoksen edesmenneelle esimiehelle, professori Theodor Wegeliukselle.

Metsähallitusta ja erityisesti sen Jämsän hoitoalueen silloista aluemetsänhoitajaa Olavi Saarikiveä kiitän siitä, että olen saanut kaataa koepuita sanotun hoitoalueen mailta samoin kuin asiantuntevasta ohjauksesta tutkimuskohteiden löytämiseksi. Samasta syystä esitän kiitokseni Kymin Osakeyhtiölle ja sen silloiselle aluemetsänhoitajalle Gunnar Dunckerille.

Professori Bror-Anton Granvik ansaitsee kiitoksen käsikirjoituksen tekemistään muutosesityksistä, samoin professori Kalle Putkisto sen lukemisesta.

Tutkimustyön tekivät taloudellisesti mahdolliseksi Valtion Maatalous-metsätieteellisen toimikunnan tutkijana saamani apurahat.

## 2. TUTKIMUSAINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄ

Tutkimusaineiston muodostaa 41 Jämsän, Jämsänkosken, Korpilahden ja Kuoreveden kuntien alueelta pääasiallisesti vuosina 1935–1940 ojitetuilta soilta kesinä 1961–1962 otettua koepuuta, joista mäntyjä 19 ja kuusia 22. Huomattavasti lylyä sisältäneitä puuta oli kuusista neljä ja männyistä yksi. Kuusien kasvupaikkana oli mustikkakorpi, mäntyjen isovarpuinen räme tai korpiräme.

Kuusikoepuiden rinnankorkeusläpimitta vaihteli 10–17 cm ja pituus 8–11 m, lylyä sisältäneiden puiden osalta 5–7 cm ja 4–6 m, mäntykoepuiden osalta vastaavasti 8–18 cm ja 6–13 m. Kuuset kuuluivat toiseen latvuskerrokseen lukuun ottamatta kolmannen kerroksen lylykoepuita, männyt samoin paitsi yhtä ylimmän kerroksen puuta.

Koepuiden kaatopaikat esitetään seuraavassa.

Jämsä,	maanomist. valtio	2 mäntyä
Iso-Palvia,		
Jämsänkoski,		
Läyliä,	—”— Kymn Oy	10 ”
Niinimäki,	—”— valtio	22 kuusta
Korpilahdi,		
Virolaistenmaa,	—”— ”	2 mäntyä
Kuorevesi,		
Autio,	maanomist. valtio	1 mänty
Komuri,	—”— ”	2 mäntyä
Peltola,	—”— Peltolan tila	2 ”

Koepuut pyrittiin ottamaan ojien läheisyydestä, jotta kuivatuksen vaikutus olisi näkynyt mahdollisimman selvästi niiden sädekasvussa. Varmennukseksi suoritettiin pystypuista ennakkokairauksia.

Kaadon sekä rinnankorkeusläpimitan ja pituuden mittauksen jälkeen koepuut päätettiin tyvestä alkaen metrin pituisiksi pölleiksi niin pitkälle kuin ennen ojitusta muodostunutta puuta riitti ja puun läpimitta oli niin suuri, että siitä katsottiin voitavan valmistaa tarvittavat koekappaleet. Pöllit numeroitiin juoksevasti ja niistä valmistettiin sirkkelissä koekappaleet tutkimuksia varten.

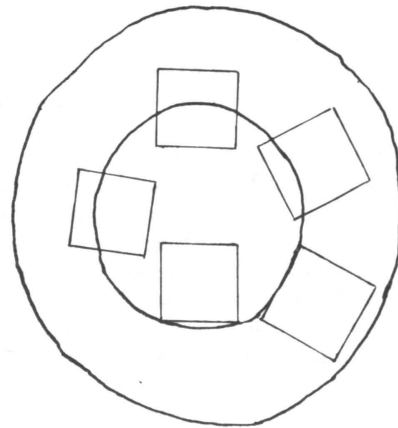
Lujuusominaisuuksien osalta rajoitettiin puusuiden suuntaiseen puristuslujuuteen ja tasaiseen taivutuslujuuteen, jota silmällä pitäen valmistettiin huonekuivasta puusta 2×2×5 cm ja 2×2×30 cm suuruisia koekappa-

leita. Tiheyden määrityskappaleet, joiden koko oli 2×2×2 cm, otettiin taivutuskoe-kappaleiden päistä.

Ojituksen jälkeen syntyneistä pienistä, runsaasti lylyä sisältäneistä puista suoritettiin puristus- ja taivutuslujuuskokeita sekä pituuden suuntaista kutistumista koskevia kokeita, joita varten otettiin koekappaleita normaali-puun ja lylypuun rajalta siten, että mainittujen puulaatujen osuus riittävästi vaihteli. Pituuden suuntaisen kutistumisen koekappaleiden poikkileikkaus oli 1×1 cm ja pituus 15–25 cm. Koekappaleiden valmistustapa ilmenee kuvasta 1.

Lujuus- ja tiheyskoekappaleista olis siis osa sellaisia, jotka sisälsivät vain etupäässä ennen ojitusta muodostunutta ohutlustoista puuta, osa sellaisia, joissa oli vain pelkästään ojituksen jälkeen muodostunutta vahvalustoista puuta ja lopuksi myös sellaisia, jotka mainittujen vyöhykkeiden rajalta otettuina sisälsivät vaihtelevassa määrässä näitä kahta erilaista puulaatua. Suoritettujen kokeiden määrä esitetään taulukossa 1.

Lujuudet määritettiin abs. kuivasta puusta, samoin tiheys veteen upottamalla. Koekappale punnittiin parafinoimattomana, mutta tilavuus laskettiin vähentämällä edelli-



Kuva 1. Koekappaleiden ottaminen lujuus- ja tiheystutkimuksia varten. Ohut- ja vahvalustoisen puun raja merkitty näkyviin.

Fig. 1. The taking of specimens for the investigation of the strength and density of wood. Boundary between close- and wide-ringed wood marked visible.

Taulukko 1. Suoritettujen kokeiden määrä.

Table 1. Number of tests.

Puulaji	Tiheys	Puristus-lujuus	Taivutus-lujuus	Lylypuuta koskevia kokeita yhteensä
Species of tree	Density	Compressive strength	Bending strength	Tests concerning compression wood, total
Kokeiden lukumäärä, kpl. — Number of tests				
Mänty—Pine	—	480	800	183
Kuusi—Spruce	187	1.343	598	203
Yhteensä—Total	187	1.823	1.398	386

sestä painosta paino parafinoituna vedessä. Painon määrityksissä käytettiin 10 mg:n tarkkuutta.

Mainitussa tiheyden määrittymenettel-mässä, joka vaatii vain kaksi punnitusta, ei parafiini pääse vaikuttamaan sanottavasti tulokseen, koska sen tiheys on verrattain lähellä veden tiheyttä, joten menetelmää on pidettävä sangen tarkkana (OLLINMAA 1957, menetelmä n:o 4).

Kutistumiskokeet suoritettiin tuoreesta absoluuttisen kuivaan tilaan siirryttäessä ja kutistumisprosentit laskettiin tuoreista mitoista.

Mittaukset suoritettiin noniuksella varus-

tetulla työntömitalla 0,05 mm:n tarkkuudella.

Puusuiden suuntainen puristuslujuus ja taivutuslujuus määritettiin murtolujuutena Amsler & Co:n aineenkoetuskoneella kuormitusnopeuden ollessa noin 250 kg/cm<sup>2</sup> minuutissa, jolloin nopeuden vaikutus on häviävän pieni (KOLLMANN 1951).

Taivutuslujuus määritettiin erikseen säteen ja tangentin suuntaan sekä näiden väli-muotoiseen kuormituskohdan ollessa koekappaleen keskellä ja tukipisteiden välin ollessa 24 cm. Sen laskentakaavana käytettiin tunnettua Navierin kaavaa.

## 3. TUTKIMUSTULOKSET

### 31. Tiheys

Tiheyskoekappaleiden poikkileikkauspinnasta määritettiin silmävaraisesti pääasiallisesti ennen ojitusta muodostuneen ohutlustoisen puun tilavuusosuus 5 %:n tarkkuudella. Aineiston pienuuden vuoksi ja tulosten selvemmin esille saamiseksi jaettiin koekappaleet mainitun tunnuksen perusteella vain neljään ryhmään pitäen eri korkeuksilta otettuja koekappaleet erossa toisistaan. Tutkimus tehtiin vain kuusen osalta. Männyin osalta viitataan kirjoittajan aikaisempaan tutkimukseen (1960). Tiheyttä koskevat tulokset esitetään taulukossa 2.

Tiheydessä rungon eri korkeuksilla ei todettu selvää eroa kuten ei kirjoittajan aikai-

semmassakaan tutkimuksessa (1960). On ilmeistä, että aineiston pienuus ja väljä ohutlustoisen puun runsausluokitus vaikeuttavat tällaisten erojen ilmi tuloa. Kuusen tiheyden verrattain säännöttömän vaihtelun erin korkeuksilla on todennut myös JALAVA (1945). HAKKILA ja UUSVAARA (1968) ovat KÄRKKÄISEN (1977) mukaan todenneet sanotun tiheyden kohoavan tyvestä noin kahden metrin korkeudelle ja laskevan sitten heikosti latvaan päin.

Ennen ojitusta muodostuneen puun voidaan todeta olevan jonkin verran raskaampaa kuin sen jälkeen muodostuneen vahvalustoisen puun. Kuitenkaan korrelaatio ohutlustoisen puun osuuden ja vastaavan tiheyden välillä ei näytä olevan eri tapauksissa aina

Taulukko 2. Kuusen tiheys absoluuttisen kuivana.  
Table 2. Density of spruce, absolutely dry.

Korkeus maasta m Height above ground m	Ohutlustoisen puun osuus - Proportion of close-ringed wood, %								Kaikki Total	
	0 g/cm <sup>3</sup>	kpl No.	5-50 g/cm <sup>3</sup>	kpl No.	55-95 g/cm <sup>3</sup>	kpl No.	100 g/cm <sup>3</sup>	kpl No.	g/cm <sup>3</sup>	kpl No.
0.0-1.0	0.40	35	0.44	20	0.47	12	-	-	0.42	67
1.1-2.0	0.40	32	0.45	17	0.47	10	0.49	2	0.43	61
2.1-3.0	0.41	21	0.43	17	0.44	5	-	-	0.43	43
3.1-4.0	0.39	10	0.46	2	0.43	2	0.52	2	0.42	16
Kaikki Total	0.40	98	0.44	56	0.46	29	0.50	4	0.43	187
Tekijä Author v. 1960	0.41	66	0.45	38	0.48	14	0.45	9	0.43	127

selvä ilmeisesti havaintojen niukkuuden vuoksi, vaan heilahteluja puoleen ja toiseen ilmenee.

Ratkaiseva merkitys onkin sillä, miten ohuista vuosilustoista on kulloinkin kysymys. On otettava myös huomioon se, että nimenomaan pienissä kuusissa sataprosenttisesti ohutlustoista puuta sisältäneet koekappaleet on otettu verrattain läheltä ydintä, jopa aivan sen vierestäkin, ja että mm. TRENDELENBURG (1939) on todennut kuusen tiheyden kohoavan ytimeistä pintaan päin tultaessa. Ilman mainittujen seikkojen vaikutusta olisi siis ennen ojitusta muodostuneen ohutlustoisen puun tiheys selvemmin ojituksen jälkeen muodostuneen vahvalustoisen puun tiheyttä suurempi kuin mitä nyt saadut tulokset osoittavat. Pääsääntöhän on, että vuosiluston ohentua ainakin määrättyyn rajaan saakka havupuiden tiheys kasvaa lähinnä kesäpuun suhteellisen osuuden kohoamisen seurauksena (mm. SIIMES 1938, WEGELIUS 1939, TRENDELENBURG 1939). Samoin on todettu lannoituksen yhteydessä tapahtuvaan puun kasvun paranemiseen liittyvän puuaineen tiheyden alenemisen (KÄRKKÄINEN 1977).

Vuosiluston vahvuuden vaikutuksen selvittämiseksi kuusen tiheyteen määritettiin pelkäästään ohut- tai vahvalustoista puuta sisältäneistä koekappaleista vuosilustojen lukumäärä senttimetriä kohden (puhdas aineisto).

Koekappaleista, jotka sisälsivät sekä ohut- että vahvalustoista puuta, määritettiin näiden tilavuusosuuksilla punnittu keskimääräinen lustojen lukumäärä (seka-aineisto).

Koska puhtaasta ja seka-aineistosta saaduilla tuloksilla ei todettu olevan sanottavaa eikä suunnaltaan selvää eroa, ne voitiin yhdistää toisiinsa, kuten taulukossa 3 on tehty. Tämä voitaneen tulkita osoitukseksi siitä, että ennen ojitusta ja sen jälkeen muodostuneen puun tiheyksien ero toisistaan pohjautuu ensi sijassa niiden erilaiseen vuosilustojen vahvuuteen, mihin edellä jo viitattiin. Myös Jalava (1945) on todennut nuoruudessaan hitaasti kasvaneen kuusen puuaineksen olevan suhteellisen raskasta verrattuna myöhemmin puun kasvun nopeutuessa muodostuneeseen puuhun.

Taulukosta 3, jossa esitetyt luvut sopivat hyvin yhteen tekijän aikaisempien tutkimusten kanssa (1960), nähdään kuusen tiheydessä alkavan ilmetä heilahtelua eri suuntiin lustojen lukumäärän noustessa yli 15 kpl./cm. Näinhän on todettu asian olevan myös männynllä vaihdospisteen ollessa jo jonkin verran vahvemman vuosiluston kohdalla (SIIMES 1938, TRENDELENBURG 1939, OLLINMAA 1960).

Koekappaleiden keskimääräiset lustojen lukumäärät senttimetriä kohden esitetään seuraavassa asetelmassa erikseen ennen oji-

Taulukko 3. Kuusen tiheyden riippuvuus vuosiluston vahvuudesta.  
Table 3. Dependence of density upon the width of the growth ring, spruce.

Lustoja kpl./cm - No. of growth rings per cm										Kokeita kpl. No. of tests
2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-	
Tiheys g/cm <sup>3</sup> - Density g/cm <sup>3</sup>										
0.38	0.41	0.43	0.45	0.47	0.49	0.52	0.47	0.55	0.53	187

tusta (a) ja sen jälkeen (b) muodostuneen puun osalta. Koekappaleiden lukumäärät ovat sulkeissa.

	Lustoja kpl./cm - No. of growth rings per cm	
	a	b
Mänty - Pine	11,3 (57)	2.6 (158)
Kuusi - Spruce	20.0 (159)	5.3 (746)

Asetelmasta, johon sisältyvät paitsi kaikki tiheyden määrittämiseen käytetyt koekappaleet, myös runsaasti lujuskokeissa käytettyjä koekappaleita, nähdään, että vuosiluston vahvuus on lähinnä ojituksen johdosta tullut keskimäärin nelinkertaiseksi.

### 32. Puusuiden suuntainen puristuslujuus

Lujuuskokeiden, jotka tehtiin oksattomista ja muutenkin virheettömistä koekappaleista, tulokset esitetään puulajeittain taulukossa 4. Sellaisille kokeille, joissa ohut- ja vahvalustoista puuta on ollut jokseenkin yhtäläiset määrät (40-60 %), on taulukossa varattu oma sarakeensa. Taulukkoon on käsillä olevan tutkimuksen kokonaistuloksien alle sekä männyn että kuusen osalta merkitty näkyviin keskiarvotulokset myös kirjoittajan aikaisemmat tutkimustulokset huomioon ottaen (1960).

Taulukosta käy ilmi kuusen osalta puristuslujuuden pääpiirteinen aleneminen tyvestä ylöspäin mentäessä, jota vastaavaan tulokseen tiheyden osalta nyt kyseessä olevan kokoisten kuusien ollessa kyseessä on tullut mm. JALAVA (1945 ja 1952, s. 177).

Verrattaessa toisiinsa ennen ojitusta ja sen jälkeen muodostuneen puun puristuslujuutta voidaan todeta, että sekä männyn että kuusen lujuus on tiheyttä vastaavasti pienin pelkäästään ojituksen jälkeen muodostunutta vahvalustoista puuta sisältävän puun osalta ja että lujuus kohoaa ohutlustoisen puun osuuden kasvaessa. Kuten tiheyden yhteydessä jo mainittiin, on ratkaiseva merkitys sillä, miten ohuista vuosilustoista on kulloinkin kysymys ja miten läheltä ydintä koekappaleet joudutaan ottamaan.

Kun taulukosta 4 verrataan sellaisen tutkimusaineiston, jossa ohutlustoisen puun osuus on 40-60 % koekappaleiden tilavuudesta, puusuiden suuntaista puristuslujuutta muihin prosenttisesti ilmaistuihin ryhmiin, voidaan todeta, että ensiksi mainitun ryhmän koekappaleiden lujuus asettuu suuruudeltaan yleensä 5-50 %:in ja 55-95 %:n aineistojen väliin, jopa usein jokseenkin niiden puolivälin seuduille. Tämä voitaneen katsoa osoitukseksi siitä, ettei ennen ojitusta ja sen jälkeen muodostuvan, toisistaan hyvinkin selvästi erottuvan puuaineksen rajavyöhykkeellä ole sinänsä ainakaan huomattavaa vaikutusta puun puristuslujuuteen.

Vuosiluston vahvuuden vaikutus puusuiden suuntaiseen puristuslujuuteen nähdään taulukosta 5, jolloin aikaisemmin puheena olleet puhdas ja seka-aineisto on yhdistetty samoihin keskiarvoihin, koska sanottavia ja suunnaltaan selviä eroja ei näistä aineistoista saatujen tulosten välillä ollut.

Taulukosta 5 ilmenee yleispiirteinä, että sekä männyn että kuusen puusuiden suuntainen puristuslujuus kasvaa vuosilustojen ohentua. Kuten tiheydenkin ollessa kyseessä tämä voidaan tulkita osoitukseksi siitä, että ennen ojitusta ja sen jälkeen muodostuneen

Taulukko 4. Puusyiden suuntainen puristuslujuus murtorajalla abs. kuivana.

Table 4. Compressive strength of wood parallel to the grain at limit of rupture in absolutely dry condition.

Korkeus maasta Height above ground m	Ohutlustoisen puun osuus %—Proportion of close-ringed wood										Kaikki Total			
	0		5-50		55-95		100		40-60		kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.		
	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.				
0.0-2.0 +Author 1960	Mänty—Pine										598	480		
	514	158	592	108	669	157	650	57	604	93				
	612	294	667	208	677	222	678	96	641	151	651	820		
0.0-1.0 1.1-2.0 2.1-3.0 3.1-4.0	Kuusi—Spruce										732	599		
	697	267	716	160	771	100	841	72	727	58				
	670	165	694	98	747	54	763	25	713	38			696	342
	662	122	672	81	735	31	716	24	692	31			679	258
	649	68	689	37	730	24	752	15	701	23			682	144
Kaikki Total Tekijä +Author 1960	678	622	698	376	755	209	795	136	712	150	707	1.343		
	656	739	683	468	744	247	771	155	695	197	689	1.609		

Taulukko 5. Puusyiden suuntaisen puristuslujuuden riippuvuus vuosiluston vahvuudesta.

Table 5. Dependence of compressive strength parallel to the grain upon the width of the growth ring.

Lustoja kpl./cm — No. of growth rings per cm										Kokeita kpl. No. of tests
2-3	4-5	6-7	8-9	10-11	12-13	14-15	16-17	18-19	20-	
Puristuslujuus kg/cm <sup>2</sup> — Compressive strength kg/cm <sup>2</sup>										480
Mänty — Pine										
516	568	588	612	664	671	716	746	739	760	480
166	36	96	62	26	22	36	14	12	10	
Kuusi — Spruce										1.294
553	660	713	685	746	737	772	765	734	783	
84	328	336	137	117	45	48	45	27	127	

puun puristuslujuuksien eroavaisuus toisistaan pohjautuu niiden erilaiseen vuosilustojen vahvuuteen ja sen kanssa yhteydessä ole-

viin seikkoihin, kuten mm. kesäpuupitoisuuteen.

### 33. Taivutuslujuus

Puusyiden suuntaista puristuslujuutta käsiteltäessä mainittuja periaatteita noudattaen valmistetuista koekappaleista määritettiin tasainen taivutuslujuus ja tulokset luokiteltiin ohutlustoisen puun tilavuusosuuden mukaan viiteen ryhmään.

Lujuuskokeiden tulokset esitetään puulajeittain taulukoissa 6 ja 7.

Taulukoista 6 ja 7 nähdään, että ojituksen jälkeen muodostunut vahvalustoinen puu on sekä männynsä että kuusessa jonkin verran heikompaa taivutuslujuudeltaan kuin ennen ojitusta muodostunut puu. Ero tuli männyn osalta ilmi selvempänä kuin kuusen.

Taivutuslujuuden aleneminen tyvestä ylöspäin mentäessä on jokseenkin selvä männyllä tiheyden muuttumista vastaavasti. Kuusen osalta ei mainitussa suhteessa tullut ilmi sanottavia eroja lukuun ottamatta kahden metrin pituisia tyvikappaleita, jossa alenemi-

nen oli jonkinmoinen kaikissa kuormitus-suunnissa. Lujuuksien keskiarvoksi saatiin tyvestä metrin korkeudelle otetuista koekappaleista 930 kg/cm<sup>2</sup> (258 koetta) ja metrillä kahden metrin korkeudelle otetuista 886/cm<sup>2</sup> (128 koetta). Tulokset ovat siis tässä suhteessa yhtä pitävät puristuslujuudesta saatujen tulosten kanssa.

Mitä tulee taivutuslujuuteen eri suunnissa, se näyttää ainakin männyn osalta kuormituksen ollessa tangentin suuntainen olevan suurempi kuin sen ollessa säteen suuntainen.

Kuusen osalta ei lujuuksissa näissä pääsuunnissa näy olevan selvää eroa. Vastaavanlaisiin tuloksiin on tullut männyn ja kuusen kovuudesta JALAVA (1933, 1945 ja 1952). Kun koekappaleet oli valmistettu niin, että kuormituksen suunnaksi tuli tangentin ja säteen suuntaisen välimuoto, saatiin taivutuslujuuden arvoksi kuusen osalta kaikkein alhaimmat arvot. Männyllä nämä arvot ovat verrattain lähellä säteen suuntaista kuormi-

Taulukko 6. Männyn taivutuslujuus murtorajalla absoluuttisen kuivana.

Table 6. Bending strength of pine wood at limit of rupture in absolutely dry condition.

Korkeus maasta m Height above ground m	Ohutlustoisen puun osuus—Proportion of close-ringed wood, %										Kaikki Total	
	0		5-50		55-95		100		40-60		kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.
	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.		
0.0-2.0 R T R/T	761	145	765	44	809	33	987	20	774	19	787	242
	860	117	831	17	895	26	1.088	20	1.248	14	888	180
	779	139	782	65	819	40	820	22	753	29	789	266
Kaikki Total	796	401	783	126	836	99	960	62	871	62	814	688
2.1-4.0 R T R/T	756	16	765	6	759	7	852	6	668	3	775	35
	868	12	738	4	1.062	2	1.074	5	822	2	907	23
	604	20	699	12	801	11	827	11	742	10	711	54
Kaikki Total	721	48	724	22	812	20	890	22	738	15	771	112
Kaikki R Total T R/T	760	161	765	50	800	40	956	26	760	22	785	277
	861	129	813	21	907	28	1.085	25	1.195	16	890	203
	757	159	769	77	815	51	822	33	750	39	776	320
Kaikki Total	788	449	774	148	832	119	941	84	845	77	808	800

Taulukko 7. Kuusen taivutuslujuus murtorajalla absoluuttisen kuivana.  
Table 7. Bending strength at limit of rupture in absolutely dry condition, spruce.

Korkeus maasta m Height above ground m	Ohutlustoisen puun osuus—Proportion of close-ringed wood, %										Kaikki Total	
	0		5–50		55–95		100		40–60		kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.
	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.	kg/cm <sup>2</sup>	kpl No.		
0.0–2.0 R	912	52	986	29	974	16	992	9	1.039	14	948	106
T	906	57	945	38	1.003	19	993	6	934	20	938	120
R/T	844	65	888	55	914	27	927	13	896	22	878	160
Kaikki Total	885	174	929	122	957	62	959	28	945	56	915	386
2.1–4.0 R	926	33	1.005	12	912	12	1.044	2	770	9	943	59
T	935	35	886	23	898	9	1.051	3	924	12	919	70
R/T	865	36	912	29	912	13	890	5	914	13	892	83
Kaikki Total	908	104	922	64	908	34	969	10	879	34	915	212
Kaikki R	917	85	992	41	947	28	1.001	11	934	23	946	165
Total T	917	92	923	61	969	28	1.003	9	930	32	931	190
R/T	851	101	898	84	913	40	917	18	903	35	883	243
Kaikki Total	893	278	927	186	939	96	962	38	921	90	916	598

Taulukko 8. Taivutuslujuuden riippuvuus vuosiluston vahvuudesta.  
Table 8. Dependence of bending strength upon the width of the growth ring.

Lustoja kpl./cm – No. of growth rings per cm										Kokeita kpl. No. of tests
2–3	4–5	6–7	8–9	10–11	12–13	14–15	16–17	18–19	20–	
Taivutuslujuus kg/cm <sup>2</sup> – Bending strength kg/cm <sup>2</sup>										345
Mänty – Pine										
663	814	845	854	904	991	954	–	–	–	345
57	116	82	32	22	23	13				
Kuusi – Spruce										583
693	879	934	929	930	931	1001	956	1021	994	
41	154	151	60	51	28	27	14	3	54	

Taulukko 9. Lylypuuta koskevat tutkimustulokset.  
Table 9. Investigations concerning compression wood.

Puulaji Species of tree	Lylypuuprosentti – Compression wood content, %						Kokeita kpl. No. of tests
	0–5	10–30	30–50	50–70	70–90	90–100	
	Pituuden suuntainen kutistuminen – Longitudinal shrinkage, %						
Kuusi- Spruce	0.32 12	1.43 14	2.64 10	2.20 7	3.60 8	5.00 12	63
Mänty- Pine Kuusi- Spruce	Puusyiden suuntainen puristuslujuus kg/cm <sup>2</sup> – Compressive strength parallel to the grain kg/cm <sup>2</sup>						121
	824 29	861 12	880 10	827 7	860 32	888 31	
	627 8	686 17	697 6	732 6	811 5	840 3	
Mänty Pine Kuusi Spruce	Taivutuslujuus kg/cm <sup>2</sup> – Bending strength kg/cm <sup>2</sup>						62
	847 18	718 5	884 6	694 5	801 11	796 17	
	900 43	820 12	637 8	498 8	443 10	581 14	
							95

tusta käytettäessä saatuja arvoja, joskin silloinkin yleensä viimeksi mainittuja alhaisempia (myös VORREITER 1949, s. 262).

Ohutlustoista puuta 40–60 % sisältävistä koekappaleista saadut lujuusarvot osoittavat, ettei ohut- ja vahvalustoisen puun rajavyöhykkeellä sinänsä ole sanottavaa vaikutusta puun taivutuslujuuteen, mikä todettiin puristuslujuudenkin osalta.

Vuosiluston vahvuuden vaikutus taivutuslujuuteen ilmenee taulukosta 8, josta nähdään lujuuden pääpiirtein kasvavan sekä männynllä että kuusella vuosilustojen ohentuessa ainakin määrättyyn lustovahvuuteen saakka. Kuormituksen suunta ei taulukossa ole näkyvissä, vaan kaikki taivutuslujuuskokeet on yhdistetty samoihin keskiarvoihin.

### 34. Lylypuuta koskevat tutkimukset

Kirjoittajan aikaisempien lylypuuta koskevien tutkimusten vähäiseksi täydennykseksi suoritettiin tämän tutkimuksen yhteydessä neljästä kuusesta ja yhdestä männystä puusyi-

den suuntaista puristuslujuutta, taivutuslujuutta ja pituuden suuntaista kutistumista koskevia kokeita. Kuuset ovat mustikkakorvesta ja mänty isovarpuiselta rämeeltä.

Tutkimustulokset esitetään lylypuun prosenttisen osuuden mukaan järjestettynä taulukossa 9.

Pituuden suuntaisen kutistumisen osalta nähdään, että kuusen kutistuminen kasvaa selvästi sen lylypuupitoisuuden noustessa, joten tulokset sopivat hyvin yhteen kirjoittajan aikaisempien tulosten kanssa (1959).

Puusyiden suuntainen puristuslujuus absoluuttisen kuivana murtorajalla näyttää olevan sekä männyn että kuusen lylypuulla normaalia suurempi, joskin ero on männyn osalta verrattain pieni, prosenteissa ilmaistuna suunnilleen samaa suuruusluokkaa kuin kirjoittajan aikaisemmin tulokseksi saama.

Taivutuslujuuden osalta näyttää siltä, että absoluuttisen kuivan lylypuun taivutuslujuus murtorajalla on varsinkin kuusen ollessa kyseessä normaalia pienempi. Männyn luku-sarja on horjuva, mikä johtunee suurelta osalta aineiston pienyydestä. Kokonaisuu-

Taulukko 10. Janka laatuosamäärä, kuusi.

Table 10. Janka's quality quotient, spruce.

Lylypuuprosentti — Compression wood content, %					
—5	10—30	30—50	50—70	70—90	90—100
Janka laatuosamäärä murtorajalla — Janka's quality quotient at limit of rupture, $k_0/s_0$					
Puristuslujuus — Compressive strength					
1.254	1.089	982	963	1.014	1.012
Taivutuslujuus — Bending strength					
1.800	1.302	897	655	554	700
$s_0$ 0.50	0.63	0.71	0.76	0.80	0.83

tena ottaen männynkin kaikkien lylyä sisältäneiden koekappaleiden taivutuslujuus on pienempi kuin niiden, joissa ei lylyä sanottavasti ollut. Jälkimmäisiä koskeva lujuuskeskiarvo on  $847 \text{ kg/cm}^2$  ja edellisten  $789 \text{ kg/cm}^2$ . Edellisen kaltaiseen tulokseen kuusen taivutuslujuudesta kuivana on tullut KÄRKKÄISEN ja RAIVOSEN (1977) mukaan BERNHART (1966). Tässä tutkimuksessa on ero normaalipuun hyväksi vain suurempi kuin edellä mainituksa.

Taivutuslujuus on yhdistelmä puristus- ja vetolujuudesta siten, että koesauvan yläpuoli on puristuksen, alapuoli vedon alainen koetta suoritettaessa. Neutraali taso on jokseenkin sauvan keskellä. Koska lylypuun puusuiden suuntainen puristuslujuus on kuivana normaalia jonkin verran korkeampi, mutta vetolujuus päinvastoin sitä huomattavasti alhaisempi (mm. PILLOW ja LUXFORD 1937, BERNHART 1966 KÄRKKÄISEN ja RAIVOSEN mukaan), tuntuu käsitettävältä, että sen taivutuslujuus on normaalia pienempi (myös WANGAARD 1950), varsinkin silloin kun lylyä on nimen omaan koekappaleen vetopuolella esim. säteen suuntaisessa taivutuskokeessa. Taivutuslujuuskokeissa todettiin koekappaleiden usein halkeavan, minkä voitaneen katsoa johtuvan puristus- ja vetopuolen lylyn kokeessa esiintyvien rasitusten erilaisesta sietokyvystä (myös WANGAARD 1950).

Lylypuun normaalia poikkeavat ominaisuudet puristuksessa ja taivutuksessa johtuvat

pohjimmaltaan sen trakeidien seinämän erikoisesta rakenteesta ja kemiallisesta koostumuksesta (mm. KNIGGE ja SCHULZ 1966). Samoin on lehtipuiden vetopuun laita (OLLINMAA 1955).

Lylypuun puristus- ja taivutuslujuuden selvemmin esille saamiseksi laskettiin kuusesta saatuja lujuusarvoja vastaavat Janka laatuosamäärät. Lylyä sisältäneiden koekappaleiden tiheytenä käytettiin kirjoittajan aikaisemmin (1959) tulokseksi saamia arvoja graafisesti tasoitettuna. Laatuosamäärät esitetään taulukossa 10.

Taulukosta nähdään, että Janka laatuosamäärä alenee sekä puristus- että taivutuslujuuden osalta puun lylypitoisuuden kasvaessa. Erikoisen selvästi tämä tulee ilmi taivutuslujuudessa. Näin ollen lylypuu on abs. kuivana ko. lujuusominaisuuksiltaan selvästi normaalia heikompaa, kun sen tiheys otetaan huomioon.

Kaikkien lylyä huomattavasti, yli 10 %, sisältäneiden koekappaleiden puristus- ja taivutuslujuutta vastaaviksi laatuosamääriksi saatiin 1 035 ja 834. Edellinen on 82,5 % ja jälkimmäinen 46,3 % tavallisen kuusen arvoista. Aineiston pienuudella lieenee vaikutuksensa näin jyrkkään eroon taivutuslujuudessa. Lylypuuvyöhykkeen sijainnilla koekappaleissa voi myös olla ratkaiseva merkitys, mihin edellä jo viitattiin.

## 4. YHDISTELMÄ

Todettiin ojituksen jälkeen muodostuneen vahvalustoisen kuusen puuaineksen olevan yleensä jonkin verran keveämpää kuin sitä ennen muodostuneen ohutlustoisen puun, mikä ilmeisesti johtuu vastaavista kesäpuusuhteista. Ratkaiseva merkitys on tällöin kuitenkin sillä, miten ohuista vuosilustoista on kysymys ja miten läheltä ydintä koekappale on otettu. Kuusen tiheyden todettiin kohoavan vuosilustojen ohentuessa määrättyyn rajaan saakka, minkä jälkeen suhde käy epävarmaksi tai tiheys alenee.

Puusuiden suuntaisen puristuslujuuden sekä taivutuslujuuden todettiin noudattavan pääpiirteissään tiheyden vaihtelua rungon eri korkeuksilla. Vastaavasti ojituksen jälkeen muodostunut vahvalustoinen puu osoittautui yleensä ennen ojitusta muodostunutta puuta heikommaksi. Tässäkin on ratkaiseva merkitys vuosilustojen vahvuudella ja koekappaleen sijainnilla ytimeen nähden. Kuusesta tehty vertailu osoitti, että sen lujuus kasvaa vuosilustojen ohentuessa ainakin määrättyyn rajaan saakka tiheyden vaihtelua vastaavasti. Männyn tiheyden vaihtelun perusteella voidaan asian päätellä olevan sen osalta samoin (OLLINMAA 1960). Tangetin suuntaisen tai-

vutuslujuuden todettiin yleensä olevan suuremman kuin säteen suuntaisen ja lujuus oli pienin kuormitussuunnan ollessa näiden väliltä. Ennen ojitusta ja sen jälkeen muodostuvan puuaineksen rajavyöhykkeellä ei sinänsä ole ainakaan huomattavaa vaikutusta puun lujuuteen.

Lylypuun pituuden suuntainen kutistuminen on monin verroin suurempi kuin tavallisen puun, ja lylypuupitoisuuden ja mainitun ominaisuuden välillä vallitsee selvä positiivinen riippuvuus.

Lylypuun puusuiden suuntainen puristuslujuus on abs. kuivana normaalia suurempi, joskin ero on paljon pienempi kuin tuoreesta puusta tulokseksi saatu, mutta taivutuslujuus normaalia pienempi. Kuusen osalta tämä tuli ilmi mäntyä selvemmin, mikä johtunee osittain aineiston pienuudesta ainakin taivutuksen ollessa kyseessä.

Erittäin selvästi lylypuun heikkous normaalipuuhun verrattuna näkyy lasketuista Janka laatuosamäärästä varsinkin taivutuslujuuden osalta.

Lylyä sisältäneillä koekappaleilla oli huomattava taipumus halkeamiseen tasaisessa taivutuksessa.

## KIRJALLISUUSLUETTELO

- JALAVA, MATTI 1933. Suomalaisen männyn lujuusominaisuuksista. — Metsätiet. tutk. lait. julk. 18.7.
- " — 1945. Suomalaisen männyn, kuusen, koivun ja haavan lujuusominaisuuksista. Summary: Strength properties of Finnish pine, spruce, birch and aspen. — Metsätiet. tutk. lait. julk. 33.3.
- " — 1952. Puun rakenne ja ominaisuudet. Helsinki.
- KNIGGE, WOLFGANG & SCHULZ, HORST 1966. Grundriss der Forstbenutzung. Göttingen.
- KOLLMANN, FRANZ 1951. Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe I, 2. Aufl. Nördlingen.
- KÄRKKÄINEN, MATTI 1977. Puu, sen rakenne ja ominaisuudet. Helsinki.
- " — & RAIVONEN, MARJUT 1977. Reaktiipuun mekaaninen lujuus. Summary: Mechanical strength of reaction wood. — Silva Fennica 11.2.
- LUKKALA, O. J. 1940. Metsämiehen suo-oppi. Helsinki.
- OLLINMAA, Paavo J. 1955. Koivun vetopuun anatomisesta rakenteesta ja ominaisuuksista. Summary: On the anatomic structure and properties of the tension wood in birch. — Acta Forest. Fenn. 64. 3.
- " — 1957. Puun tilavuuspainon määrittämisestä veteenupotusmenetelmää käyttäen. Summary: Determining of the volume-weight of wood when using the method of submerging in water. — Erip. Paperi ja Puu n:o 11.
- " — 1959. Reaktiipuututkimuksia. Summary: Study on reaction wood. — Acta Forest. Fenn. 72.1.
- " — 1960. Eräistä ojitetuilla soilla kasvavan puun fyysikaalisista ominaisuuksista. Summary: On certain physical properties of wood growing on drained swamps. Acta Forest. Fenn. 72.2.
- PANSHIN, A. J., de ZEEUW, CARL & BROWN, H. P. 1964. Textbook of wood technology, Vol. 1, sec. ed. USA.
- PILLOW, MAXON Y. and LUXFORD, R. F. 1937. Structure, occurrence, and properties of compression wood. — U. S. Dep. Agric. Techn. Bull. 546.
- SIIMES, F. E. 1938. Suomalaisen männyn rakenteellisista ja fyysikaalisista ominaisuuksista. Summary: On the structural and physical properties of Finnish pine wood. — Puutekn. Tutk. Kann.yhd. julk. n:o 29.
- TRENDELENBURG, REINHARD 1939. Das Holz als Rohstoff. München.
- WANGAARD, FREDERICK 1950. The mechanical properties of wood. USA.
- WEGELIUS, TH. 1939. The presence and properties of knots in Finnish spruce. — Acta Forest. Fenn. 48.1.
- VORREITER, LEOPOLD 1949. Holztechnologisches Handbuch I. Wien.

## SUMMARY

### ON CERTAIN PHYSICAL PROPERTIES OF WOOD GROWING ON DRAINED SWAMPS SUPPLEMENT

This paper is as a sequel to author's earlier investigation (1960) concerning the same theme.

The objective of the investigation was, in the first place, to determine the differences, if any, between faultless timber grown on swamp before and after draining, in respect of compressive strength parallel to the grain, static bending strength, and density. At the same time, the investigation particularly aims at elucidation of the influence which the boundary zone between the close-ringed wood formed before draining and the wide-ringed wood produced after draining has on the strength of the timber.

The material of investigation consists of 41 test trees, comprising 19 of the pine (*Pinus silvestris*) and 22 spruce (*Picea excelsa*) species. The best effort was made to obtain trees growing close to ditches. Four test trees of spruces and one of pines consisted considerable amounts of compression wood.

Fig. 1 shows the manner in which the test samples were taken from the trees. The compressive strength test specimens had the size 2×2×5 cm, and bending strength 2×2×30 cm.

The number of tests carried out altogether can be seen from Table 1. The compressive strength was determined as strength at rupture from absolutely dry wood, as was also the density by submersion in water (OLLINMAA 1957, Method No. 4). The rate of load increase was 250 kg/cm<sup>2</sup> per minute.

The results of the density investigations are shown in Table 2. The density of pine usually decreases from the butt end upwards (AUTHOR 1960), while no definite trend is revealed for spruce in this respect.

In the instance of the coniferous trees, the wide-ringed wood formed subsequent to draining is slightly lighter as a rule than the close-ringed wood produced prior to draining. This is obviously attributable to the summer wood proportions.

In order to determine the effect of the growth ring width upon density in spruce, the number of growth rings per centimetre was determined in the test specimens containing exclusively close-ringed or wide-ringed wood (*pure series*). For the specimens containing both close-ringed and wide-ringed wood, the average number of growth rings weighed with the relative contribution of the two wood qualities to the total volume was determined (*compound series*). The total results have been entered in Table 3, while the average numbers of growth rings per centimetre, separately for the wood formed prior to draining (a) and after draining (b), can be found in the compilation on page 9. The number of test specimens involved is given in brackets.

As a general trend, it can be stated that the density of pine (1960) as well as spruce increases with decreasing width of the growth rings up to certain limit.

The results relating to compressive strength parallel to the grain and bending strength are presented in Tables 4 and 6. The figures in these tables are found to follow the volume weights in Table 2 on the whole (also in 1960).

The strength of the different kinds of wood seems to decrease from the butt end upwards. The increase of the compressive strength of pine timber up to the height of 2 metres in contrast with the change of its volume weight is thought to be caused by the high resin content of its butt portion (KOLLMANN 1951).

In spruce and pine timber, the compressive strength parallel to the grain and the bending strength are lowest for such wood which contains exclusively wide-ringed wood formed subsequent to draining, but they increase with increasing proportion of close-ringed wood, at least up to a certain limit. However, it is essential in this connection how close spaced the growth rings are and how close to the pith the specimen has been taken in each particular instance.

It can be noted that the boundary zone between the woods formed before and after draining, which are very clearly distinguishable from each other indeed, even if it runs rather exactly through the middle of the specimen cross section (40 to 60 per cent. shown in Tables 4, 6, and 7), has in itself no remarkable influence upon the compressive and bending strength.

The dependence of compressive and bending strength on the growth ring width, for pine and spruce, is shown in Tables 5 and 8. As a result, it can be said that the compressive and bending strength increase with decreasing width of the growth rings in pine and spruce, up to a certain limit at least.

Investigations concerning compression wood are shown in Table 9.

The longitudinal shrinkage of compression wood in spruce is several times that of normal wood and distinct positive correlation exists between the reaction wood content and the said shrinkage.

The compressive strength of compression wood parallel to the grain in absolutely dry condition in pine and spruce was found to be higher than normal and positive correlation could be established between these strength properties and the compression wood content.

The bending strength of compression wood in absolutely dry condition was found to be clearly lower than normal particularly in case of spruce. Janka's quality quotient of normal wood is in this case much higher than that of compression wood (Table 10).

**MAKKONEN, OLLI**

O.D.C. 902+644.7

1981. Metsätöiden palkkauksen ja työolosuhteiden kehitys Suomessa ennen työehtosopimuskautta. Summary: Development of the payment of wages and work conditions in forest work in Finland prior to the age of agreements on the terms of working. — *Silva Fennica* Vol. 15 (3):237–255. Helsinki.

In Finland the first trade union in the fields of forest work and timber floating was founded in 1946 and the first formal collective agreement was achieved in 1962. Information about the development of wage payments and work conditions (lodging and food) in forest work prior to the formal agreements was dispersed in a number of different sources and is already partially in danger of being forgotten. The aim of this study was to bring together all available information concerning the matter in question.

Author's address: Department of Social Economics of Forestry, University of Helsinki, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

**KATAINEN<sup>1</sup>, HELJÄ-SISKO & KELLOMÄKI<sup>2</sup>, SEPPO**

O.D.C. 425.1

1981. Happaman veden vaikutus männyn taimiin. Summary: Effect of foliar application of dilute sulphuric acid on Scots pine seedlings. — *Silva Fennica* Vol. 15 (3):267–286. Helsinki.

Needle damages, transpiration, photosynthesis and needle and stem height growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings treated with dilute sulphuric acid were studied. The acidity of the solution was pH 3. Application of a dilute solution of sulphuric acid equivalent to the normal amount of precipitation occurring during the growing season damaged the surface of two-year-old needles but not that of the current-year needles. A reduction in the photosynthetic rate of 10–80 percent was observed compared with the untreated seedlings. Transpiration of the seedlings was not affected by the treatment. Needle growth and stem height growth of the seedlings growing on a substrate representing poor sandy soil were reduced. Increased needle growth and stem height growth were characteristic for the seedlings growing on substrate representing fertile morain.

Authors' address:

- 1) University of Helsinki, Department of Silviculture, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.
- 2) The Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Technology, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

**SMOLANDER, H., RÄSÄNEN, P. K. & KOSTAMO, J.**

O.D.C. 161.16+161.4+181.33

1981. Maan tiiviyden vaikutus männyntaimien haiduntaan ja pituuskasvuun istutuksen jälkeen. Summary: Effect of soil compaction on transpiration and height increment of planted Scots pine seedlings. *Silva Fennica* Vol. 15 (3):256–266. Helsinki.

The effect of soil compaction on transpiration and the height increment of Scots pine seedlings following planting out were investigated in a small-scale pot experiment. Compacted and loosley-packed fine sand and fine-sand moraine were used as the planting substrates. The compacted soils used corresponded to the normal type of soil to be found in the forest and the loosley-packed soils to the range of soil compaction values found in tilled forest soils. The effect of soil compaction on seedling transpiration during water stress was also studied in a separate experiment. Seedlings planted in compact soil had a higher rate of transpiration than those in loosley-packed soil. The recovery in transpiration, which started halfway through the growing season, was faster, however, in the seedlings planted in loosley-packed soil. Under conditions of water stress, the seedlings planted in compact fine-sand moraine started to reduce the transpiration rate at higher soil moisture values than those planted in loosley-packed soil. No corresponding difference was observed for fine sand. Compaction was not found to affect the overall height growth, but it did at certain time during the growing season.

Authors' addresses: University of Helsinki Department of Silviculture Unioninkatu 40 B SF-00170 Helsinki 17 Finland.

**HEIKURAINEN, LEO & JOENSUU, SAMULI**

O.D.C. 232.215+907.3

1981. Metsäojituksen hydrologiset seurausvaikutukset. Summary: The hydrological effects of forest drainage. *Silva Fennica* Vol 15 (3):285–305. Helsinki.

The present paper deals with the most important factors of peatland hydrology and the influence of forest drainage on the hydrology of peatland itself and its surroundings. Special attention is paid to the hydrological consequences of the maintenance of drained areas. Also ways and measures to minimize the negative environmental effects of these treatments are discussed.

Authors' address: University of Helsinki, Department of Peatland Forestry, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.



**GREIS<sup>1</sup>, ILPPO & KELLOMÄKI<sup>2</sup>, SEPPO**O.D.C. 181.62  
*Picea abies*

1981. Grown structure and stem growth of Norway spruce under varying shading. Seloste: Varjostuksen vaikutus alikasvoskuusien larvuksen rakenteseen ja rangan kasvuun. *Silva Fennica* Vol. 15 (3):306–322. Helsinki.

The crown structure and stem growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) undergrowth was studied in relation to the prevailing light conditions and potential photosynthesis. Shading decreased the stem height growth more than the length increment of laterals, producing a plate-shaped crown in deep shade. Needles responded to shading by adopting a horizontal inclination in deep shade. The needles were wide and thin respectively in shade. In the open the needle cross-section was almost square. Stem radial growth and height growth were both affected by shading exhibiting a linear response to the prevailing light conditions and the potential photosynthesis. Light conditions under dominating trees were closely correlated with the basal area the dominating trees.

Authors' address:

<sup>1</sup> University of Helsinki, Department of Silviculture, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.<sup>2</sup> The Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Technology, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.**KAILA, SIMO & PÄIVÄNEN, JUHANI**

O.D.C. 232.216+905.1

1981. Metsämaanuoikkauksen suoritemäärät ja konekalusto vuosina 1976–1979.

Summary: Forest soil cultivation areas and machinery in 1976–1979. *Silva Fennica* Vol. 15 (3):332–346. Helsinki.

The areas soil cultivation by different methods in 1976–1979 and the cultivation units in use in Finland in 1979 were studied by means of a questionnaire. Application of soil cultivation methods appears to have become strongly polarized: in South Finland disc plowing with wheel tractors whilst in North Finland wing plowing with crawler tractors is the most popular method, each being practically the only alternative in the respective area.

Authors' address: Metsäteho, Opastinsilta 8 B, SF-00520 Helsinki 52, Finland

**SAARILAHTI, MARTTI**

O.D.C. 375.9+39

1981. Koneiden uppoaminen suometsien puunkorjuussa. Summary: Sinkage of forest machines during harvesting operations on peatlands. *Silva Fennica* Vol. 15 (3):323–331. Helsinki.

Questionnaires were sent out to determine the volume of wood harvested from peatlands during 1978 and the harvesting problems encountered. In total there were 110 responses which accounted for 8 million m<sup>3</sup> of wood harvested, of which, 1.0 million m<sup>3</sup> was harvested from peatlands (14%). The largest share of wood harvested from peatlands was during the winter. Respondents indicated a total of 263 machines bogging down or, for 1978, a total for Finland of 750 to 1 000 machines.

Author's address: Department of Logging and Utilization of Forest Products, University of Helsinki, Unioninkatu 40 B, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

**OLLINMAA, PAAVO**

O.D.C. 812.31+812.71

1981. Eräistä ojitetuilla soilla kasvaneen puun fyysikaalisista ominaisuuksista. Summary: On certain physical properties of wood grown on drained swamps. *Silva Fennica* Vol. 15 (3):347–358. Helsinki.

Strength and density of wood grown before and after drainage were studied. The wood density was decreased due to drainage. The effect was, however, related to the ring width. Similarly, the wood strength was decreased due to drainage. Also in this case the effect was dependent on the ring width.

Author's address: Ristinummentie 47 04420 Ristinummi, Finland.

## KIRJOITUSTEN LAATIMISOHJEET

Silva Fennica-sarjassa julkaistaan lyhyitä metsätieteellisiä tutkimuksia ja kirjoituksia kotimaisilla kielillä tai jollakin suurella tieteellisellä kielellä. Julkaistavaksi tarkoitettu käsikirjoitus on jätettävä Seuran sihteerille painatuskelpoisessa asussa. Seuran hallitus ratkaisee asiantuntijoita kuultuaan, hyväksytäänkö kirjoitus painettavaksi.

Kirjoitusten laadinnassa noudatetaan Silva Fennican numerossa Vol. 4, 1970, N:o 3 painettuja kansainvälisiä ohjeita. Suureissa, yksiköissä sekä symbolien ja kaavojen merkinnöissä noudatetaan ohjeita, jotka ovat suomalaisissa standardeissa SFS 2300, 3100 ja 3101. Oikoluvussa noudatetaan standardia SFS 2324.

Kirjoituksen alkuun tulee julkaisun kielellä lyhyt yhdistelmä tutkimuksen tuloksista. Samoin laaditaan tutkimuksen yhteyteen lyhyt englanninkielinen tiivistelmä, jonka lisäksi kunkin Silvan numeron loppuun painetaan irti leikattavan kortin muotoon kustakin tutkimuksesta englanninkielinen esittely. Sisällysluetteloa ei käytetä. Mahdolliset kiitokset esitetään lyhyesti johdannon lopussa ja merkitään painettavaksi peitillä.

Kuvien ja piirrosten viivapaksuudet ja tekstikoko on valittava siten, että ne sallivat painatuksen vaatiman pienennyksen. Kuvien ja piirrosten painatuskoosta on syytä neuvotella etukäteen toimittajan kanssa, sillä tarpeettomia kustannuksia aiheuttavaa painatuskokoa ei sallita. Valokuvien tulee olla teknisesti moitteettomia ja kiiltävälle valkealle paperille suurennettuja. Värikuvia ei yleensä hyväksytä painettavaksi. Kuvat ja taulukot numeroidaan kummatkin erikseen juoksevasti, ja niiden otsikoista laaditaan erillinen luettelo kirjapainoa varten.

Jos vieraskielisessä lyhennelmässä viitataan tiettyihin kuviin ja taulukoihin, on nämä varustettava vieraskielisin otsikoin ja selityksin. Muut kuvat ja taulukot voivat olla yksikielisiä.

Lähdeviitauksissa tekijännimet sijapääteineen kirjoitetaan isoin kirjaimin mikäli tekijännimen vartalo on muuttunut. Muutoin taivutuspäätte kirjoitetaan pienaakkosin. Esimerkkejä: KOSKISEN (1972) tutkimus . . . , YLI-VAKKURIN (1972) tutkimus . . . . Milloin tekijöitä on kolme tai useampia, mainitaan tekstissä vain ensimmäinen (esim. HEIKURAINEN ym. 1961). Vieraskielisessä tekstissä ym. korvataan merkinnällä et al. Jos julkaisulla on kaksi tekijää viitteessä, pannaan tekijöiden nimien väliin ja-sana painatuskielellä. Esimerkki: KELTIKANGAS ja SEPPÄLÄ (1973, s. 222) osoittivat . . .

Viitekirjallisuus luetteloidaan tekijännimien (kirjoitetaan isoin kirjaimin) mukaisessa aakkosjärjestyksessä. Jos tekijöitä on useampia, nimet erotetaan pilkulla, paitsi kaksi viimeistä jotka erotetaan &-merkillä. Tekijän etunimistä suositellaan käytettäväksi vain alkukirjaimia. Tutkimusten nimet kirjoitetaan lyhentämättä. Julkaisusarjoista käytetään niitä lyhenteitä, jotka on painettu Silva Fennican numerossa Vol. 5, 1971, N:o 2. Täydellisempi luettelo on nähtävissä Seuran toimistossa. Kirjoituksen löytämisen helpottamiseksi mainitaan aikakauslehdistä myös sivunumerot. Suomenkielisistä tutkimuksista otetaan mukaan vieraskielisen lyhennelmän nimi. Volyymi merkitään julkaisusarjan nimen jälkeen. Jos kyseessä on aikakauslehti tai vastaava, numero merkitään volyymin jälkeen suluissa. Sivunumerot erotetaan kaksoispisteellä volyymistä tai suluissa olevasta numerosta. Jos samalla kertaa ilmestynyt volyyymi sisältää useita tutkimuksia, merkinnässä sovelletaan ko. julkaisussa noudatettua tapaa. Esimerkkejä:

ILVESSALO, Y. 1952. Metsikön kasvun ja poistuman välisestä suhteesta. Summary: On the relation between growth and removal in forest stands. — Commun. Inst. For. Fenn. 40.1.  
WILCOX, W. W., PONG, W. Y. & PARMETER, J. R. 1972. Effects of mistletoe and other defects on lumber quality in white fir. Wood & Fiber 4 (4): 272-277.

Englanninkielisen lyhennelmän ja mahdollisten kuva- ja taulukkoketkien kääntämisestä ja pätevän kieliasiantuntijan tekemästä tarkastamisesta huolehtii kirjoittaja. Seura voi maksaa kustannukset valtiovarainministeriön antamien ohjeiden mukaan. Jos kääntäjän lasku on ohjeiden edellyttämää tasoa korkeampi, kirjoittaja vastaa ylittävistä osuudesta.

Lähempää tietoa antaa Seuran julkaisujen toimittaja.

## KANNATTAJAJÄSENET – UNDERSTÖDANDE MEDLEMMAR

CENTRALSKOGSNÄMNDEN SKOGSKULTUR  
SUOMEN METSÄTEOLLISUUDEN KESKUSLIITTO  
OSUUSKUNTA METSÄLIITTO  
KESKUSOSUUSLIIKE HANKKIJA  
SUNILA OSAKEYHTIÖ  
OY WILH. SCHAUMAN AB  
OY KAUKAS AB  
KEMIRA OY  
G. A. SERLACHIUS OY  
KYMI KYMMENE  
KESKUSMETSÄLAUTAKUNTA TAPIO  
KOIVUKESKUS  
A. AHLSTRÖM OSAKEYHTIÖ  
TEOLLISUUDEN PUUYHDISTYS  
OY TAMPELLA AB  
JOUTSENO-PULP OSAKEYHTIÖ  
KAJAANI OY  
KEMI OY  
MAATALOUSTUOTTAJAIN KESKUSLIITTO  
VAKUUTUSOSAKEYHTIÖ POHJOLA

VEITSILUOTO OSAKEYHTIÖ  
OSUUSPANKKIEN KESKUSPANKKI OY  
SUOMEN SAHANOMISTAJAYHDISTYS  
OY HACKMAN AB  
YHTYNEET PAPERITEHTAAT OSAKEYHTIÖ  
RAUMA REPOLA OY  
OY NOKIA AB, PUUNJALOSTUS  
JAAKKO PÖYRY CONSULTING OY  
KANSALLIS-OSAKE-PANKKI  
SOTKA OY  
THOMESTO OY  
SAASTAMOINEN YHTYMÄ OY  
OY KESKUSLABORATORIO  
METSÄNJALOSTUSSÄÄTIÖ  
SUOMEN METSÄNHOITAJALIITTO  
OY KYRO AB  
SUOMEN 4H-LIITTO  
SUOMEN PUULEVYTEOLLISUUSLIITTO R.Y.  
OULU OY  
OY W. ROSENLEW AB