



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1993

816

Olli Uusvaara

PYSTYKARSITUISTA MÄNNIKÖISTÄ VALMISTETUN SAHATAVARAN
LAATU JA ARVO

Quality and value of sawn goods from pruned Scots pine stands

FOLIA FORESTALIA

Julkaisija — *Publisher*

Metsäntutkimuslaitos
The Finnish Forest Research Institute

Toimitus — *Editors*

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

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

Toimituskunta — *Editorial Board*

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

Tavoitteet ja tarkoitus — *Aim and Scope*

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

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

Tilaukset — *Subscriptions*

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

FOLIA FORESTALIA 816

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1993

Olli Uusvaara

PYSTYKARSITUISTA MÄNNIKÖISTÄ VALMISTETUN SAHATAVARAN LAATU JA ARVO

Quality and value of sawn goods from pruned Scots pine stands

Approved on 11.11.1993

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
2	TUTKIMUSMENETELMÄ JA AINEISTO	4
3	TULOKSET	8
3.1	Sahatavaran laatujauma	8
3.2	Sahatavaran arvo	12
3.3	Sahatavaran yksikköarvoon vaikuttavat tekijät	17
4	TULOSTEN TARKASTELU	21
	KIRJALLISUUS – REFERENCES	23
	SUMMARY	25
	LIITTEET	26

Uusvaara, O. 1993. Pystykarsituista männiköistä valmistetun sahatavaran laatu ja arvo. Summary: Quality and value of sawn goods from pruned Scots pine stands. *Folia Forestalia* 816. 26 p.

Tutkimuksessa selvitettiin koesahausten avulla 45–20 vuotta sitten pystykarsituista männiköistä peräisin olevan sahatavaran laatu ja arvo sekä karsitun ja karsimattoman puuston arvoerot. Samoin tutkittiin kasvutekijöiden vaikutusta sahatavaran arvoon.

U/s-lautojen ja oksattomien lautojen osuus sahatavaran tilavuudesta oli karsituilla tyvitukeilla noin 30 % suurempi kuin karsimattomilla tukeilla. U/s-soirojen vastaava tilavuusero oli noin 20 %. Ero kasvoi jyrkästi karsinnasta sahaukseen kuluneen ajan lisääntyessä. Kun sahatavaran u/s-laatu jaettiin alaluokkiinsa, todettiin karsittujen puiden laatujauman keskittyvän erityisesti kolmeen parhaaseen laatuluokkaan. Parhaiden luokkien osuus oli karsituissa puissa 57 % ja karsimattomissa 22 %.

Sahatavaran yksikköarvo (sahatavaran suhteellinen hinta tilavuusyksikköä kohti) oli karsituilla puilla noin 20 % parempi kuin karsimattomilla vertailupuilla, kun karsinnasta oli kulunut vähintään 35 vuotta. Sahatavaran suhteellinen yksikköarvo oli karsituilla puilla 102 ja karsimattomilla puilla 89 yhtenäishinnoittelua käyttäen ja 103 sekä 85 erillishinnoittelua käyttäen, kun karsinnasta oli kulunut vähintään 35 vuotta. Hinta putosi karsituilla puilla jyrkästi, kun kyljestymisaika lyheni 35:stä 30 vuoteen. Lautojen yksikköarvo nousi selvästi tukin järetyessä, kun taas soiroilla riippuvuus oli heikko. Tukin kuorellista tilavuutta kohti lasketun sahatavaran suhteellinen arvo riippui karsinnan jälkeen syntyneen puuvaipan paksuudesta sitä selvemmin mitä vanhemmasta karsinnasta oli kysymys. Karsinta ei aiheuttanut laho- tai värivikoja karsittujen oksien ympäryspuuhun.

The purpose of the study was to determine, by test sawing, the quality and value of the sawn goods from old pruned pine stands. At the same time, the effect of growth factors on the value of sawn goods was analyzed.

The proportion of u/s-boards and knot-free boards for pruned trees was about 30 % better than for unpruned trees. The corresponding volume difference between u/s-battens was about 20 %, and the difference grew steeply as the time between pruning and sawing lengthened. When the u/s- quality was further divided in to subclasses, it was noted that the quality distribution of pruned trees was centered particularly in the best three quality classes. The proportion of these classes in pruned and unpruned trees was 57 % and 22 %.

The unit price for the sawn goods (relative price of sawn goods per volume unit) from pruned trees was about 20 % better than from unpruned trees when at least 35 years had elapsed since pruning. The unit price for sawn goods was 102 for pruned trees and 89 for unpruned trees at undivided prices, and 103 and 85 when using the subdivisions and when pruning was done at least 35 years previously. The price fell steeply for pruned trees when the healing over period dropped from 35 to 30 years. The unit price of boards increased significantly when the log diameter grew, but for battens the price correlation was weak. The relative value of the sawn goods as calculated per log volume with bark depended on the thickness of the wood mantel developed after pruning the more clearly the longer a time had elapsed since pruning. Pruning had not resulted in decay or color defects in the wood surrounding the branch tap.

Keywords: Scots pine, pruning, testsawing, sawn goods, sawn goods value.
FDC 85 + 245

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Production, P.O. Box 18, FIN-01301 Vantaa, Finland.

ISBN 951-40-1332-8
ISSN 0015-5543

Tampere 1993. Tammer-Paino Oy

1 Johdanto

Puiden pystykarsinta on ollut tunnettu laatupuuden hoitomenetelmänä jo vuosisatojen ajan etenkin arvokkaan tammipuun kasvatuksessa. Vaikka karsinta keskiajalla keskittyikin etupäässä lehtipuihin, mainitsee von Carlowitz jo vuonna 1713: ”Jos runkoja tahdotaan kasvattaa rakennushirsiksi tai lautapuiksi, ne saadaan karsimalla kasvamaan korkeiksi ja suoriksi” (Huuuri ym. 1989). 1700- ja varsinkin 1800-luvulla pystykarsinta oli yleisesti tunnettu metsänhoitokeino Keski-Euroopassa. Karsinnan käytöstä, menetelmistä ja hyödyllisyydestä käytiin paljon oppiriitoja, mutta ennen 1800-luvun loppua karsintaan liittyvissä kysymyksissä päästiin jo lähelle nykyisiä käsityksiä (Huuuri & Huuuri 1987).

Blomqvist (1879) toi laatupuun kasvatusmenetelmäksi tarkoitetun pystykarsinnan Suomeen julkaisemalla sitä koskevan opaskirjaisen. Hän ehdotti myös pystykarsintakeiden järjestämistä. Hannikainen (1919) piti tärkeänä, että karsimalla voidaan estää lahon syntyminen puuhun kuivien oksantynkien kautta. Hän totesi myös, että karsimalla puun runko saadaan lähestymään lieriön muotoa.

Pystypuiden karsintainnostus heräsi Suomessa laajassa mitassa 1930-luvulla. Karsintatietoutta levitti silloin useissa kirjoituksissaan Heikinheimo (1935a, 1935b, 1936, 1938). Karsinta taantui välillä, mutta 1960-luvun alussa oli muutaman vuoden kestänyt nousukausi. Heiskanen & Taipale (1963) tutkivat karsimisen vaikutusta puun laatuun ja tekivät teoreettisia laskelmia karsimisen vaikutuksesta sahaustulokseen. Karsittujen mäntytukkien koesahauksista Suomessa ovat julkaisseet tutkimuksia tähän mennessä vain Kärkkäinen (1982) sekä Miettinen & Uusvaara (1983). Puun rungon luontaista karsitumista on tutkinut Heikinheimo (1953).

Männiköiden pystykarsinta lisääntyi maassamme voimakkaimmin 1980-luvulla. Vuosien 1935–1965 aikana karsittiin etupäässä männiköitä yhteensä noin 7000–8000 ha, mutta vuonna 1988 pystykarsittiin yksityismailla sekä valtion ja teollisuusyhtiöiden alueilla yhden vuoden aikana yhteensä lähes 13 000 ha (Metsätalastollinen... 1986, 1990). Karsintametsiköiden määrän kasvuun vaikutti osittain työllisyysvarojen hyväksikäyttömahdollisuus ja työmuodon tulo metsänparannuslainsäädännön piiriin.

Karsintaintoa on lisännyt huoli metsien puun

laadun heikkenemisestä erityisesti sahateollisuuden raaka-aineena sekä yksityismetsätalouden organisaatioiden voimakas valistus- ja tiedotustyö. Parhaat sahatavaralaadut, joita käytännön metsätaloudessa saadaan vain niukasti ilman karsintaa, ovat menneet hyvin kaupaksi lama-aikoinakin. Kuivaoksisesta rungonosasta tehdyllä sahatavaralla on sen sijaan yhä vähemmän kysyntää, ja tällainen puuraaka-aine ohjautuu usein kuiduttavalle teollisuudelle.

Suomen Sahanomistajayhdistys julkaisi v. 1982 käytäntöä varten laaditut pystykarsintasuositukset, joista korjauksien ja tarkennusten jälkeen ilmestyi uusi laitos v. 1986 (Pystykarsintaopas 1986). Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto julkaisi vastaavan oppaan v. 1992 (Pystykarsinta 1992).

Kiinnostuksen karsintaan lisääntyttyä uudestaan julkaistiin runsaasti sitä koskevia tutkimusraportteja ja kirjallisuutta, useimmiten tosin vain lehtiartikkeleita (Saranpää 1984). Karsinnan merkitystä perusteltiin monissa artikkeleissa nimenomaan sillä, että männystä saadaan ilman karsintaa hyvin niukasti korkealaatuista puutavaraa (mm. Vuokila 1979, 1981a, b). Pietilä (1989) selvitti karsittujen mäntyjen oksien kyljestymistä ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Toisissa kirjoituksissa toisaalta varoitettiin liiallisen karsintainnostuksen mukanaan tuomista haitoista (Takalo 1980, Tuimala 1981, 1983). Myös Ruotsissa on karsinnan kehitys ja karsintaa koskeva tutkimus ollut samankaltaista kuin Suomessa (Ericson 1985).

Vanhoja pystykarsintoja tutkittaessa ei ole ilmennyt karsinnasta aiheutuneita puuaineen vikoja. Jos karsinta tehdään syksyllä tai alkutalvesta tai karsitaan paksuoksisia runkoja ja poistetaan liikaa puun eläviä oksia, saattaa seurauksena kuitenkin olla paitsi teknisiä vikoja myös hyönteis- ja sienituhoja (Räisänen ym. 1986, Uotila 1990). Karsiminen puiden talvilevon aikana myöhään syksyllä ja alkutalvella on pohjoismaisten tutkimusten mukaan altistanut puut syysshaavakasta (ent. havupuunsyövästä, *Phacidium coniferarum*) johtuvalle sienitaudille (Ericson & Beyer-Ericson 1984, Uotila 1990). Uotilan (1990) mukaan turvallinen karsintakausi päättyy syksyllä, kun viiden vuorokauden keskilämpötila laskee alle +7 °C:n. Altis karsinta-aika taas päättyy, kun lämpötila on jatkuvasti

< 0 °C:n. Myös neuvostoliittolaisten pystykarsintakokemusten mukaan paksujen oksien ja runsas elävien oksien karsinta on uskaliaista (Sairanen 1985). Toisaalta huonojen karsintavälineiden käyttö tai väärä työmenetelmä saattaa aiheuttaa puuvaurioita (Arvidson 1985).

Empiirisiä tutkimuksia pystykarsinnan vaikutuksesta sahatavaran laatuun on tähän mennessä tehty niukasti. Aikaisemmat koesahaukset (Kärkkäinen 1982, Miettinen & Uusvaara 1983) ovat kohdistuneet vain yhteen koemetsikköön. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää useista, eri vuosikymmenillä karsituista metsiköistä peräisin olevista tukeista saatavan sahatavaran laatua ja arvoa, kyljestymisajan pituuden vaikutusta siihen sekä karsituista ja karsimattomista rungoista

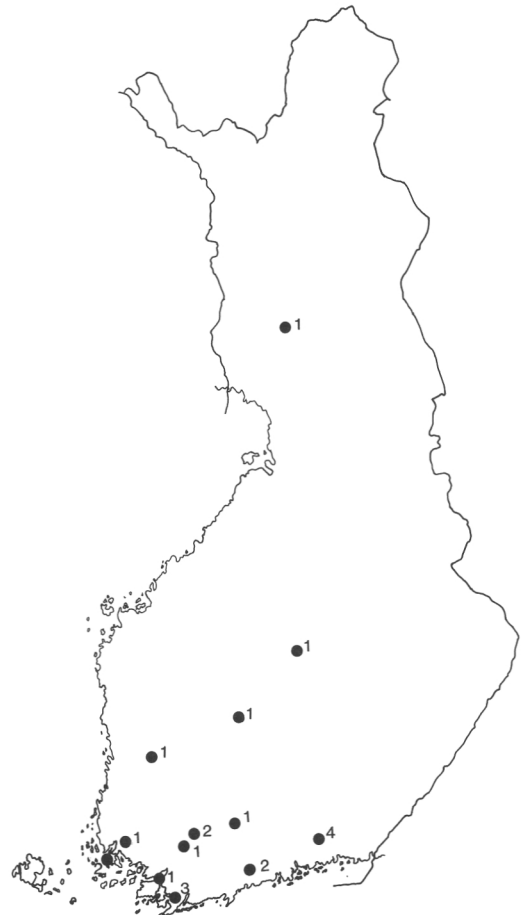
saatavan sahatavaran laatu- ja arvoerot. Samoin tutkitaan puiden kasvutekijöiden vaikutusta oksien kyljestymiseen ja sahaustuloksen arvoon.

Tutkimuksen kenttätöistä ja koesahauksista huolehti Tauno Oittinen työryhmineen, laboratoriotöistä Kaarina Taivainen, atk-käsittelystä vastasi Hannu Aaltio, tekstinkäsittelystä Maija Tuuri ja Essi Puranen, kuvien piirtämisestä Tuula Nurmi ja Essi Puranen sekä käsikirjoituksen viimeistelystä Pirkko Kinanen. Sahatavaran lajitteli Jorma Moberg VTT:n puulaboratoriosta. Käsikirjoituksen ovat lukeneet tutkimusjohtaja Jari Parviainen, professorit Erkki Annala ja Kari Mielikäinen sekä tutkija Aili Tuimala. Heille, sekä monille muille, jotka avustivat kenttätöiden onnistumisessa, lausun parhaat kiitokseni.

2 Tutkimusmenetelmä ja aineisto

Tutkimusaineisto on peräisin 21 metsiköstä etupäässä Etelä- ja Keski-Suomesta (kuva 1). Yksi koeala on Pohjois-Suomesta läheltä Rovaniemeä. Aineistoon sisältyy myös yksi kontorta-männikkö (*Pinus contorta*). Sitä koskevat tutkimustulokset esitetään muun aineiston yhteydessä. Tutkimusaineisto koostuu etupäässä vanhoista, 30–45 vuotta sitten karsituista puista, mutta vertailun vuoksi mukaan otettiin myös joitakin 1960-luvulla karsittuja metsiköitä. Useimmat metsiköt olivat syntyneet luontaisesti. Kuitenkin neljä vanhimpiin kuuluvaa metsikköä oli perustettu vuosisadan alkupuolella peltomaalle. Koska uudistamistapana oli kylvö, nämä metsiköt eivät luonteeltaan poikkea paljon muusta aineistosta. Neljä männikköä oli lannoitettu. Joissakin metsiköissä puita oli karsittu usean vuoden aikana. Tällaisissa tapauksissa koepuiksi valittiin rungot, jotka edustivat metsikön varhaisinta karsintavaihetta. Metsiköistä 6 sijaitsi Metsäntutkimuslaitoksen alueilla, 8 yksityisten, 6 yhtiöitten ja 1 ammattikasvatushallituksen mailla.

Tutkittaviksi pystykarsintakohteiksi otettiin karsinnan jälkeen säännöllisesti hoidettuja metsiköitä, joista on olemassa varmat alkuperä- ja käsittelytiedot. Edellytyksenä metsikön hyväksymiselle aineistoon oli mahdollisuus kaataa ja



Kuva 1. Tutkimusmetsiköiden sijainti. Numerot osoittavat koemetsiköiden lukumäärää.

Fig. 1. Location of the plantations studied. The numbers indicate the number of sample stands.

Taulukko 1. Koealojen yleiskuvaus.
Table 1. General description of the study areas.

Koe- ala Sample plot	Metä- tyyppi Site type	Pohja- pinta-ala, m ² Basal area, m ²	Ikä, v Age, a	Karsimisvuosi Pruning year	D _{1,3} , cm		Keskipoitus, m		Latvusraja, m		Kapeneminen, mm		Sijainti Location
					Karsittu Pruned	Ei karsittu Unpruned	Karsittu Pruned	Ei karsittu Unpruned	Karsittu Pruned	Ei karsittu Unpruned	Karsittu Pruned	Ei karsittu Unpruned	
1	MT	28	60	1966	23	23	20,2	19,5	12,5	10,3	45	49	Tuusula
2	MT	25	77	1952	28	28	23,5	22,6	14,7	13,0	52	54	"
3	MT	28	64	1952	25	25	21,8	21,0	12,4	12,3	43	47	Tenhola
4	VT	16	97	1935	28	28	22,4	19,4	14,5	12,0	53	56	"
5	MT	19	85	1938	30	31	20,5	20,5	11,5	11,7	59	66	"
6	VT	23	95	1946-49	26	25	21,4	20,1	13,0	11,2	46	47	Vilppula
7	OMT	32	71	1937	28	28	24,7	24,5	17,6	17,7	49	52	Elimäki
8	MT	24	53	1955-58	25	24	23,3	22,8	12,6	12,7	31	30	"
9	VT	26	92	1939	27	27	23,7	22,5	14,5	14,4	49	53	Nousiainen
10	MT	20	82	1952	26	25	20,5	19,7	12,1	12,3	49	53	Taivassalo
11	MT	21	73	1952	23	23	18,4	18,2	10,4	9,8	49	52	"
12	VT	26	75	1936	29	29	21,7	21,7	13,7	13,4	52	58	Särkisalo
13	MT	26	55	1949	25	24	22,5	21,9	14,4	13,8	36	36	Elimäki
14	OMT	28	65	1946	27	26	24,4	23,5	15,8	14,1	46	48	"
15	VMT	11	53	1952-67	21	20	16,3	16,1	7,7	7,1	36	37	Rovaniemi
16	VT	18	80	1938-46	24	24	18,9	18,7	9,8	9,8	46	45	Janakkala
17	VT	25	100	1936	28	28	23,6	24,1	13,8	14,9	40	44	Konginkangas
18	VT	15	110	1952	28	28	19,4	17,9	9,7	8,6	55	58	Lavia
19	VT	21	68	1949	26	26	21,4	20,3	11,8	10,7	40	47	Tammela
20	VT	22	51	1962	23	23	21,0	20,5	12,4	10,8	37	39	"
21	VT	21	57	1954-60	23	23	19,6	18,8	10,5	10,0	39	43	Somero

Taulukko 2. Karsittujen tukkien tunnuksia.
Table 2. Properties of pruned logs.

Koeala Sample plot	Tukkeja, kpl Number of logs	Pituus Length cm	Kuorellinen läpimitta Diameter with bark mm			Vaihtelurajat, latva Range, top		Läpimitta kuoretta Diameter under bark mm	Laatuluokka ²⁾ Quality class		Lenkous Sweep mm
			Tyvi Butt	Keski Middle	Latva Top	Oksaisuus- laatu Branches only	Todellinen luokitus Real quality class				
1	21	421	300	215	194	149	240	185	1,7	1,9	15
2	20	470	359	258	235	170	278	223	1,1	1,4	22
3	20	461	319	234	213	184	270	203	1,9	1,9	25
4	20	503	361	258	248	186	281	222	1,1	1,4	20
5	20	476	396	280	254	212	329	242	1,3	1,5	22
6	20	469	343	237	218	187	262	310	1,0	1,1	18
7	25	462	346	257	234	198	291	223	1,0	1,1	17
8 ¹⁾	20	434	319	238	222	178	277	213	1,8	1,8	19
9	22	467	351	256	233	173	266	223	1,1	1,4	20
10	10	409	342	244	224	182	289	214	1,3	1,6	29
11	10	445	306	215	195	168	232	185	1,0	1,4	22
12	17	435	383	269	246	234	1,2	1,3	22
13	51	435	314	236	221	173	288	213	1,1	1,4	21
14	49	447	342	257	237	189	293	227	1,1	1,3	24
15	30	432	261	196	181	159	222	174	1,5	1,8	26
16	31	469	328	226	210	185	222	197	1,1	1,3	22
17	32	472	365	278	251	222	290	242	1,1	1,1	12
18	29	467	383	260	236	196	275	226	1,0	1,0	17
19	30	477	346	245	227	202	260	216	1,0	1,1	13
20	20	436	303	216	205	180	240	195	1,0	1,3	23
21	30	458	291	210	194	172	232	187	1,0	1,3	16

¹⁾ Kontortamänty – Lodgepole pine (*Pinus contorta*)

²⁾ Asteikko 1–4 – Scale 1–4 (Heiskanen & Siimes 1959)

sahata tietty vähimmäismäärä koepuita.

Karsintakorkeus oli koemetsiköissä yleensä suurempi kuin nykyisin suositeltu 5 m, ja korkeus vaihteli usein myös samassa metsikössä. Kaikkiaan karsintakorkeus vaihteli neljästä kahdeksaan metriin. Mikäli tarkkaa karsintakorkeutta rungossa ei voitu selvittää alimman oksakiehkuran perusteella, ylimmät karsitut oksat paikallistettiin sahaamalla ne esiin moottorisahalla tyvitukin latvaosasta.

Yleisimmin käytetty karsintaväline oli ollut oksasaha, mutta joissakin metsiköissä karsinta oli tehty oksaraudalla ja yhdessä tapauksessa pitkällä seipäällä.

Koepuiksi valittiin metsiköstä puuston ja maaston suhteen yhtenäiseltä alueelta mahdollisuuksien mukaan 20–50 karsittua, valtapuihin kuuluvaa runkoa sekä sama määrä karsimattomia vertailurunkoja. Jos karsinta oli kohdistunut vallittuihin puihin tai karsitut puut olivat taantuneet, niitä ei otettu koepuiksi. Koealalta mitattiin tai arvioitiin koealan yleistunnuksina metsätyyppi, sekä puustosta ikä, pohjapinta-ala ja runkotilavuus. Puut numeroitiin ja kaadon jälkeen niistä

mitattiin puuston kokoa, oksikkuutta sekä laatua kuvaavia tunnuksia. Tyvitukeista havainnoitiin myös tekniset viat kuten lenkous, mutkat, pystyoksat ja korot. Aineistoon ei hyväksytty hyönteis- ja sienivikaisia runkoja, mutta toisaalta niiden osuutta koealojen puustosta ei myöskään selvitetty. Erityisen tärkeänä pidettiin sitä, että karsitut ja vertailurungot vastasivat läpimittaluokajakajakaumaltaan toisiaan. Puuston tärkeimmät tunnuksot on esitetty aritmeettisina keskiarvoina taulukossa 1.

Karsittujen ja karsimattomien runkojen välillä ei ollut merkittävää eroa rinnankorkeusläpimitassa (taulukko 1). Karsitut puut olivat sen sijaan keskimäärin selvästi pidempiä, niiden elävän latvuksen raja oli korkeammalla ja kapeneminen oli pienempi kuin karsimattomilla puilla. Koska sekä latvusrajan korkeus että rungon solakkuus kuvastavat tiettyssä määrin puun laatua, karsitut rungot ovat ehkä alunperin olleet erityisesti oksaisuudeltaan karsimatta jätettyjä parempilaatuisia.

Koepuiden kaadon ja mittauksen jälkeen tyvet valmistettiin tukeiksi siten, että tukkiosuus si-

Taulukko 3. Karsimattomien tukkien tunnuksia.
Table 3. Properties of unpruned logs.

Koeala Sample plot	Tukkeja, kpl Number of logs	Pituus Length cm	Kuorellinen läpimitta Diameter with bark mm			Vaihtelurajat, latva Range, top		Läpimitta kuoretta Diameter under bark mm	Laatuluokka ²⁾ Quality class		Lenkous Sweep mm
			Tyvi Butt	Keski Middle	Latva Top	Oksaisuus- laatu Branches only	Todellinen luokitus Real quality class				
1	19	406	292	207	192	152	230	182	2,2	2,2	21
2	20	467	351	255	232	174	295	214	2,1	2,0	22
3	20	436	314	229	210	172	260	199	2,5	2,5	27
4	20	425	368	261	236	179	311	226	2,5	2,5	25
5	20	454	403	287	274	216	372	245	2,5	2,5	25
6	20	464	334	237	217	187	267	208	1,9	1,9	16
7	25	425	403	307	283	198	312	263	1,2	1,4	14
8 ¹⁾	20	428	319	233	235	178	276	212	2,3	2,5	22
9	23	439	357	254	231	177	263	220	1,8	2,0	20
10	10	415	318	238	213	180	268	201	2,0	2,0	15
11	10	415	298	216	195	161	246	176	2,0	2,1	28
12	13	460	390	285	259	245	2,4	2,5	24
13	49	432	305	248	218	175	250	209	2,2	2,3	23
14	51	434	331	246	222	173	291	212	1,9	2,1	26
15	30	418	254	194	179	144	222	171	2,2	2,3	28
16	29	455	330	229	209	182	231	200	1,8	1,9	19
17	28	470	365	271	253	210	281	243	1,9	1,9	19
18	30	450	360	256	232	195	265	221	1,7	1,8	17
19	30	463	347	247	227	198	261	216	1,9	1,9	19
20	20	430	294	218	202	184	233	194	2,2	2,3	24
21	30	456	298	212	193	172	221	186	2,0	2,0	19

¹⁾ Kontortamänty – Lodgepole pine (*Pinus contorta*)

²⁾ Asteikko 1–4 – Scale 1–4 (Heiskanen & Siimes 1959)

joittui rungon karsitulle osalle. Tyvitukista mitattiin pituus, kuorellinen läpimitta tyvestä, keskeltä ja latvasta sekä kuoreton latvaläpimitta. Samoin mitattiin lenkous tukin pituudelta ja laatu havainnoitiin sekä oksaisuuden mukaan (asteikko 1–4) että Heiskasen ja Siimesen (1959) luokituksella kaikkien laatuun vaikuttavien tekijöiden perusteella (taulukot 2–3).

Jotta saataisiin kuva myös rungon pituussuunnaisesta puuaineen laadun vaihtelusta otettiin yhden koemetsikön rungoista myös toinen tukki sahauksia varten. Toinen tukki sijoittui etupäässä rungon kuivaoksaosalle. Metsikkö oli 92-vuotias puolukkatyyppin männikkö (Koeala 12, taulukko 1). Karsittuja ja karsimattomia tukkeja sahattiin kaikkiaan 44 kpl.

Karsimattomista puista tehdyt tukit olivat lyhyempiä, ohuempia ja lengompia kuin karsittujen runkojen tukit (taulukot 2 ja 3). Erityisesti lenkous on saattanut heikentää karsimattomien tukkien sahatavarasaantoa ja laatua.

Männyn oksan kyljestyessä eli haavan kasvaessa umpeen, oksantynän päälle muodostuu kuoresta ja pihkasta puun pintaa kohti suuntautuva

pihkan ja kuoren sekainen pihkatappi. Tukin latvapäästä lähimpänä olevasta oksakiehkurasta etsittiin sahaamalla esiin paksuin karsittu oksa. Oksakiehkuran kohdalta sahattu lyhyt pölkky ja oksa halkaistiin sekä näin saadusta säteisleikkauksesta mitattiin oksan paksuus, pihkatapin pituus sekä karsimisen jälkeen muodostuneen puuvaipan paksuus (taulukko 11). Vastaavat mittaukset tehtiin myös karsimattomista puista, mikäli oksat olivat jo karsiutuneet ja kyljestyneet. Oksan läpimittaa ei voitu mitata yleisesti käytetyn mittaustavan mukaan eli kohtisuoraan rungon pituusakselia vastaan vaan akselin suuntaisesti. Näin saadut oksien paksuudet ovat jonkin verran suurempia kuin vertailtavien karsintatutkimusten mittauksissa.

Tyvitukit sahattiin normaalia sahaustapaa käyttäen (pelkkasahaus) siten, että tukista pyrittiin sahaamaan kaksi vähintään 50 mm:n mutta mieluummin 63 mm:n paksuista asetteen mukaista kappaletta. Tavoitteena oli näin varmistaa, että sahatavarakappaleen toinen lape olisi oksaton ja mahdollisesti myös pihkatappi jäisi sahatavarakappaleen sisälle. Asete riippui tukin latvaläpi-

mitasta ja se oli sekä karsituilla että karsimattomilla tukeilla sama. Edellä mainittuja periaatteita noudattaen käytettiin seuraavia asetteita:

Kuoreton latvaläpimitta, mm	Asete, mm
150–164	2 × 50 × 100
165–179	2 × 50 × 100
180–194	2 × 63 × 100
195–209	2 × 63 × 125
210–224	2 × 63 × 150
225–239	2 × 75 × 150
240–254	2 × 63 × 175
255 +	2 × 75 × 175

Järeämissä läpimittaluokissa asetteet vaihtelivat hieman mm. tukin muodosta riippuen. Pinta- ja sivulautojen paksuus oli 19 mm. Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen lajittelija laatuluokiteli jokaisen sahatavarakappaleen Vientisahatavaran lajitteluohjeiden (1981) mukaan soveltuvin osin siten, että u/s-laatu jaettiin myös alalautuihin I–IV. Sahaustuloksen arvovertailussa käytettiin sahatavaran pitkän ajan keskihintojen perusteella laskettuja arvosuhteita (Pystykarsinnan hyötylaskelmat 1984), jolloin perusarvona 100 oli u/s-soiron hinta (liite 1). Toisaalta tulokset laskettiin myös hinnoitteleamalla sahatavara Kärkäisen (1982, s. 5) käyttämällä hintasuhteilla, joissa u/s-soirojen hintaa merkittiin luvulla 72 ja u/s-lautojen luvulla 100. Tulokset laskettiin sekä hinnoitellen u/s yhtenä ryhmänä (yhtenäishinnoittelu) että jakaen se osiinsa alalautojen mukaan (erillishinnoittelu). Tulokset ovat sovellettavissa myös nykyisin vallitsevaan tilanteeseen, sillä sahatavaran laadut ja arvosuhteet ovat pysyneet laskelmien suorittamisen jälkeen kutakuinkin samoina (Markku Paavilainen, Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys ry., Helsinki, suull. tied.).

Hinnoittelussa otettiin huomioon myös leveyslisä. Vähintään kvinttialaata olevien, 200 mm leveiden soirojen yksikköhintaa korotettiin 4,5 % ja lautojen 3,6 %. Mikäli kappaleiden leveys oli vähintään 225 mm, korotukset olivat vastavasti 9,1 ja 7,3 %.

Hinnoittelussa otettiin huomioon myös leveyslisä. Vähintään kvinttialaata olevien, 200 mm leveiden soirojen yksikköhintaa korotettiin 4,5 % ja lautojen 3,6 %. Mikäli kappaleiden leveys oli vähintään 225 mm, korotukset olivat vastavasti 9,1 ja 7,3 %.

3 Tulokset

3.1 Sahatavaran laatujaakauma

Tulokset laskettiin sekä pitäen u/s-sahatavara yhtenä ryhmänä (yhtenäishinnoittelu) että jakaen se alaryhmiin I–IV (erillishinnoittelu). Kun u/s-osuutta ei jaettu alaryhmiin I–IV saatiin karsituista ja karsimattomista männyistä sahattujen u/s-soirojen ja -lautojen osuus karsinnasta sahaukseen kuluneen ajan mukaan ryhmitellen taulukon 4 mukaiseksi. U/s-laatausta vastaavien oksattomien pintalautojen ja höylävajaasärmien osuudet on lisätty lautoihin.

Erityisesti lautojen osalta oli karsitun ja karsimattoman aineiston laatuero huomattava karsitujen eduksi, vaikka kyljestymisaika oli 35 vuotta tai lyhempi. Karsinnasta kuluneen ajan pidentyminen 35 vuodesta 45 vuoteen ei enää parantanut karsituista tukeista sahattujen lautojen laatujaakaamaa, vaan kehitys on joissakin metsiköissä jopa mennyt päinvastaiseen suuntaan. Karsimattomassa vertaluaaineistossa lautojen laatujaakama sen sijaan parani edelleen, koska niissä myöhemmin alkanut oksattoman puuvaipan vahvistuminen alkaa näkyä laadun parantumisenä vastaan. Soirojen laatu heikkeni vastaavana ajanjaksona. Karsituista ja karsimattomista rungoista sahattujen soirojen välinen laatuero sen sijaan

kasvoi vielä kyljestymisajan lisääntyessä 45 vuoteen. Tuloksen tarkastelua vaikeuttaa hieman se, että 35 vuotta sitten karsittujen puiden vertailupuut olivat erittäin hyvälaatuisia. Kyljestymisajan lyhetyssä edelleen 30 vuoteen, laatujaakauma heikkeni voimakkaasti karsituista rungoista sahatuilla soiroilla mutta etenkin laudoilla, eli kyljestymisprosessi oli vielä kesken.

Taulukko 4. U/s-laatuisten sahatavaran osuus tilavuudesta karsinnasta kuluneen ajan mukaan.

Table 4. Share of u/s-quality of sawn goods volume according to the time after pruning.

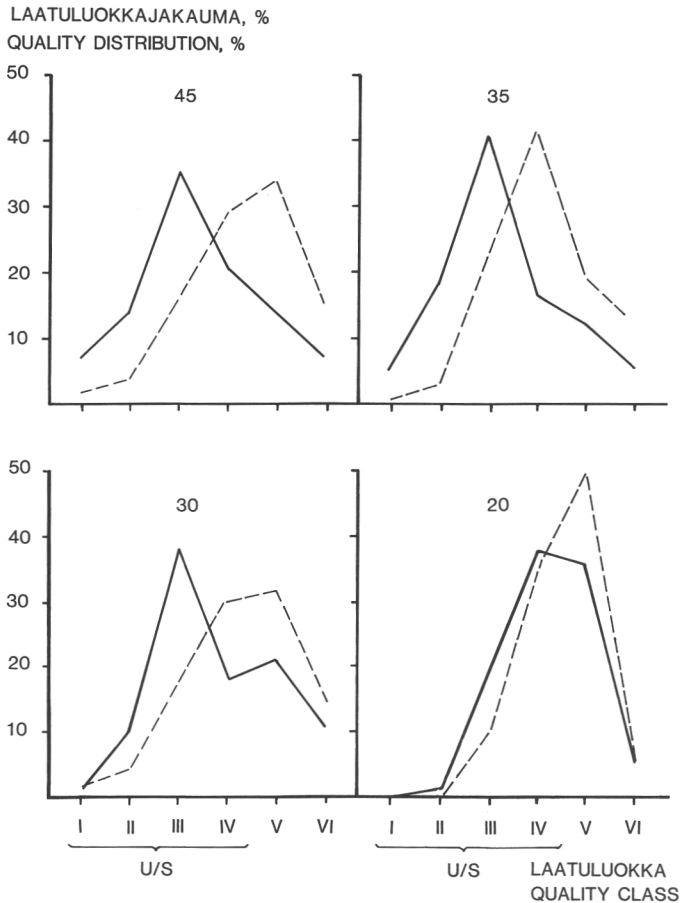
	Karsinnasta kulunut aika, v Time after pruning, years			
	45	35	30	20
	Karsitut – Pruned			
Soirot – Battens	78,0	82,1	67,8	58,4
Laudat – Boards	66,5	66,4	44,6	19,0
	Karsimattomat – Unpruned			
Soirot – Battens	51,0	68,6	53,2	44,0
Laudat – Boards	32,9	21,8	17,5	4,2

Karsituista männyistä sahattiin soiroja 40,5 m³ ja lautoja 20,6 m³ eli yhteensä 61,0 m³. Vastavat tulokset karsimattomista puista olivat 37,3, 18,4 ja 55,8 m³. Sahaus oli siten vanhempien karsintojen osalta melko soirovoittoista, mutta nuorimmista karsinnoista peräisin olevissa tukeissa lautojen suhteellinen tilavuusosuus oli suurempi.

Aineisto on niin laaja, että siitä voidaan perustellusti tutkia myös u/s-sahatavaran jakautumista alaluokkiin. Karsituista puista sahattujen soirojen laatujauma keskittyi erityisesti kolmeen parhaaseen laatuiluokkaan (kuva 3). Karsimattomista tukeista peräisin olevien soirojen yleisimmät laatuiluokat olivat u/s:n IV ja V (kvintta) karsinta-ajankohdasta riippumatta:

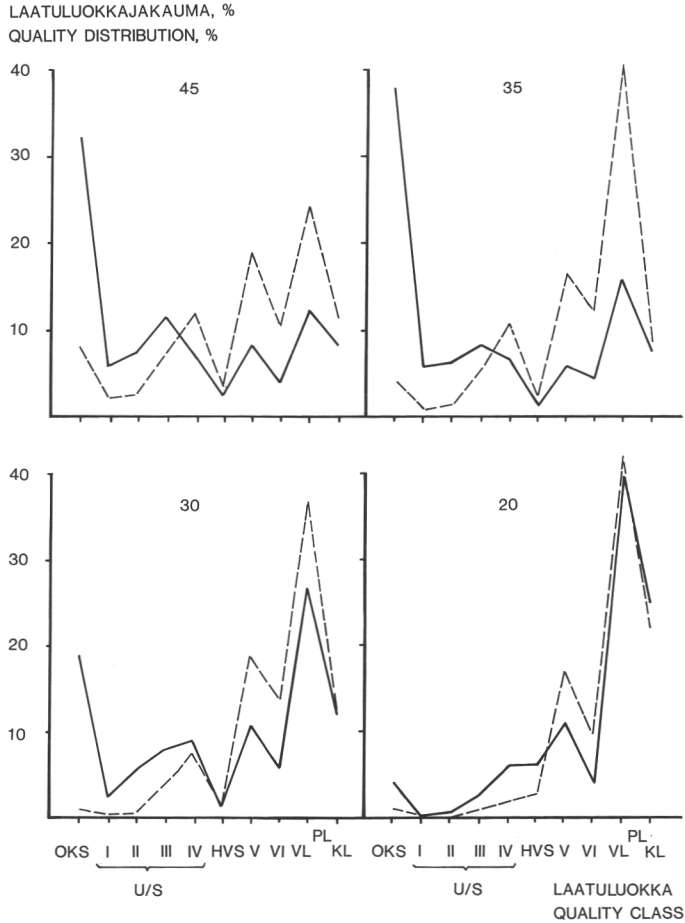
Karsinnasta kulunut aika, v	U/s-laadun alaluokkien I–III osuus, %	
	Karsitut	Karsimattomat
45	57,1	21,6
35	64,6	26,5
30	49,6	23,3
20	20,2	9,4

Tärkein sahatavaran laadun määräävä tekijä on oksaisuus. Oksikkuuden laatuunnuksia ovat mm. oksan laatu (terve-, kuiva- ja laho-oks), oksan koko ja oksakulma, jotka vaikuttavat myös oksan peittävyteen saheessa sekä oksan sijoittuminen sahatavarakappaleen lappeella tai syrjässä. Karsinta ja toisaalta karsittujen puiden jälkihoito eivät olleet aina onnistuneet niin hyvin,



Kuva 2. Sydäntavaran laatuiluokkien osuudet sahatavaratilavuudesta karsinnasta kuluneen ajan mukaan (vuotta). — = karsitut, - - - - = karsimattomat.

Fig. 2. Share of quality classes of battens of sawn goods volume according to the time after pruning (years). — = pruned, - - - - = unpruned.



Kuva 3. Lautojen laatuluokkien osuudet sahatavaratilavuudesta karsinnasta kuluneen ajan mukaan (vuotta). — = karsitut, - - - - = karsimattomat, OKS = oksaton pintalauta, HVS = höyläväjaasärmä, PL/VL = pintalauta/vientilaatu, PL/KL = pintalauta/kotimaan laatu.

Fig. 3. Share of quality classes of boards of sawn goods volume according to the time after pruning (years). — = pruned, - - - - = unpruned, OKS = clear wane, HVS = plane wane, PL/VL = side board export quality, PL/KL = side board domestic quality.

että saheet olisi saatu oksattomina. Karsittujen tukkien sahatavarassa oli laatuluokkien I–II osuus lähes sama kuin luokkien V–VI osuus. Laatuluokan alenemisen syytä ei tutkittu kappaleittain. On kuitenkin ilmeistä, että laadun aleneminen näin alas vanhojen karsintojen tukeilla ei johtunut oksikkuudesta vaan pikemminkin muista teknisistä vioista kuten vinosyisyydestä, lyllystä ja useiden vikojen yhteisvaikutuksesta. Sahaustulos heikkeni selvästi karsinnasta sahaukseen kuluneen ajan lyhentyessä. 20 vuotta sitten karsittujen puiden heikko tulos johtuu oksien vaillinaisesta kyl-

jestyisestä sekä siitä, että tukkien muita pienemmät läpimitat ovat johtaneet karsinnan hyödyntämisen kannalta epäedullisten asetteiden käyttöön.

Keskimäärin saatiin u/s-soiroja kaikki u/s-luokat huomioiden karsituista puista 74,7 % ja karsimattomista 56,4 %, mutta parhaimmillaan hyvän, puusepäneläatuisen sahatavaran osuus oli karsituilla tukeilla kaksi ja puolikertainen karsimattomiin verrattuna. Kahdenkymmenen vuoden kyljestymissaika karsinnan jälkeen ei vielä riittänyt sanottavasti kohottamaan sahatavaran

laatua. Neljäkymmentäviisi vuotta sitten karsittu metsikön heikohko puuston laatu tulee edellä esitetyssä asetelmassa hyvin esille.

Lautojen osalta tulokset olivat samankaltaiset, erityisesti, kun vertailtiin u/s-laadun lisäksi laadullisesti u/s-laudan kaltaisia oksattomia vajasärmälautoja (kuva 3). U/s-laatuisten lautojen osuus pieni ja heikkolaatuisten osuus kasvoi karsinnasta sahaukseen kuluneen ajan lyhentyessä.

Pintalautoista saatiin kolmea parasta u/s-luokan lauta ja oksatonta vajasärmälautaa seuraavasti:

Karsinnasta kulunut aika, v	U/s-laadun alaluokkien I–III ja oksattoman vajasärmäisen laudan osuus, %	
	Karsitut	Karsimattomat
45	56,7	20,7
35	58,8	10,7
30	34,1	9,3
20	7,1	4,2

Asetelma osoittaa, että parhaita lautalaatujia saatiin lähes yksinomaan vain karsittujen mäntyjen sahauksesta. Esimerkiksi puusepänelautoja saatiin karsituista puista parhaimmillaan yli viisinkertainen määrä karsimattomiin puihin verrattuna.

U/s-lautoja ja oksattomia pintalautoja saatiin kaikkiaan karsituista tukeista 52,7 % ja karsimattomista tukeista 21,7 %. Sivu- ja pintalautojen pienin leveys oli 100 mm. Mikäli hyvälaatui-

set laudat olisi tehty 75 mm leveiksi, täyssärmäisten hyvien lautojen osuus olisi kasvanut edelleen merkittävästi ja ero karsittujen ja karsimattomien runkojen välillä lisääntynyt.

Kun sahatavara luokitettiin pelkästään oksaisuuden perusteella jättäen huomioimatta rakenne- ja valmistusviat, saatiin seuraava lautojen laatujaakuma:

	Laatuluokka							
	u/s-I	u/s-II	u/s-III	u/s-IV	V	VI	PL/VL	PL/KL
Karsitut	5,5	7,7	12,4	10,6	11,8	6,3	30,6	14,9
Karsimatt.	0,8	1,5	5,2	9,9	19,8	12,0	38,0	12,8

Karsimattomista tukeista saatujen lautojen laatu keskittyi V-laatuun ja pintalautojen ventilaatuun. Koealojen välillä oli huomattavaa puiden ja sen vuoksi myös sahatavaran laadun vaihtelua. Esimerkiksi u/s-prosentti vaihteli välillä 3,9–66,8 prosenttiyksikköä.

Rungon toisen tukin sahaustulosta tutkittiin ja verrattiin tyvitukin antamaan tulokseen siksi, että saataisiin kuva laadun luontaisesta kehityksestä rungon pituussuunnassa ilman karsintaa. Toisesta tukista saadun sahatavaran laatujaakumaa on verrattu sekä karsitun että karsimattoman tyvitukin jakaumaan (taulukko 5). Jakaumassa on yhdistetty karsittujen ja karsimattomien tukkien tulokset toisen tukin mukaan.

Toisen tukin sahaustulos muistutti paljon karsimattoman tyvitukin tulosta, ja rungon pituus-

Taulukko 5. Tyvitukin ja rungon järjestyksessä toisen tukin sahatavaran laatuluokkien osuudet saheiden lukumäärästä.

Table 5. Share of quality classes of sawn goods from buttlog and the second log of the stem of the number of sawn goods pieces.

Laatu Quality	Tyvitukki, karsittu Buttlog, pruned		Tyvitukki, karsimaton Buttlog, unpruned		Toinen tukki Second log	
	Soirot Battens	Laudat Boards	Soirot Battens	Laudat Boards	Soirot Battens	Laudat Boards
%						
U/s-I	3	13	1	2	-	2
U/s-II	13	2	3	2	1	3
U/s-III	34	21	20	4	17	4
U/s-IV	23	6	30	17	33	12
V	19	10	27	21	31	24
VI	8	6	20	17	17	8
HVS		5		9		-
PL/VL		14		21		29
PL/KL		8		4		7
OKS		16		3		11

sunnassa oli tapahtunut vain heikko laadun paraneminen. Luontainen kyljestyminen on siis hyvin hidasta, ja huomattava rungon pituussuuntaisten laatuerojen syntyminen vaatisi paljon esimerkkimetsikköä pidemmän kyljestymisajan.

Karsituista kontortamännystä saatiin sekä sydäntavarasta että pintalautoista yhtä hyvä sahaustulos kuin tutkimuksessa keskimäärin tai vastaavista kotimaisista mäntymetsiköistä. Karsimattomista tukeista saatujen saheiden laatu oli sen sijaan erityisesti sivu- ja pintalautojen osalta hyvin heikko (u/s-osuus karsituilla 38,7 % ja karsimattomilla 5,2 %), mikä aiheutti huomattavan arvoeron karsittujen ja karsimattomien runkojen välillä. Tulos osoittaa kontortamännyn hidasta luontaista karsitumista ja puoltaa niiden karsinnan tarpeellisuutta. Tämän puulajin karsintateknikka ja -menetelmä eivät suuresti eroa tavallisen männyn karsinnasta. Eroina mäntyyn voidaan kuitenkin mainita vioittumille arempi kuori ja suuremmiksi kehittyvät oksakyhmyt (Arvidson 1985). Myös kontortamännyn synty helposti sienivikoja, mikäli karsinta tehdään syksyllä tai alkutalvella (Karlman 1985).

3.2 Sahatavaran arvo

Karsinnasta saatava hyöty riippuu puuston läpimitasta karsintahetkellä, kasvusta karsinnan jälkeen sekä karsinnasta käyttöön kuluneen ajan pituudesta. Karsittavan puuston läpimitan on oltava riittävän pieni, jotta oksantyngät jäävät saheiden sisälle, kasvun mahdollisimman nopeaa ja kyljestymisajan riittävän pitkä. Runkojen karsintahetken rinnankorkeusläpimitat eivät yleensä olleet tiedossa. Karsinnan jälkeen kehittyneen vaipan paksuus, mikäli karsinnassa syntyvää oksatappia ei oteta lukuun, oli vanhimmissa karsinnoissa noin 45 mm tukin latvasta mitattuna. Näin ollen sädekasvu oli ollut keskimäärin vain noin 1,5 millimetriä. Koska myös vanhimmista karsimattomista rungoista valmistetut tyvitukit olivat keskimäärin laadultaan hyviä (vrt. kuva 2), eivät erot karsittujen ja karsimattomien puiden välillä muodostuneet niin suuriksi kuin olisi voinut odottaa (taulukko 6).

Koska karsinta paransi enemmän lautojen kuin soirojen laatujaikamaa, lautojen arvo lisääntyi niissä selvemmin ja myös sahatavaran hintaerot olivat suuremmat (taulukko 7).

Kaikkea sahatavaraa koskevien tulosten rinnalla (taulukko 8) esitetään vertailuna vastaavat laskelmat Kärkkäisen (1982) käyttämällä hinnoilla (u/s-soiro = 72, u/s-lauta = 100).

Taulukko 6. Sydäntavaran suhteelliset yksikköarvot tilavuusyksikköä kohti.

Table 6. The relative unit prices of battens per volume unit.

Karsinnasta kulunut aika, v Time after pruning, years	Soirojen suhteellinen yksikköarvo Relative unit price of battens				Arvoero, % ¹⁾ Difference of value, %
	Yhtenäishinta U/s-quality undivided		Erillishinta U/s-quality divided		
	Karsitut Pruned	Karsimatt. Unpruned	Karsitut Pruned	Karsimatt. Unpruned	
45	95,9	90,1	96,9	86,8	11,6
35	96,4	93,3	98,1	87,6	12,0
30	93,2	91,0	91,7	87,8	4,4
20	92,6	90,1	87,1	84,9	2,6

¹⁾ Erillishinnan mukaan – According to the u/s-quality divided

Taulukko 7. Lautojen suhteelliset yksikköarvot tilavuusyksikköä kohti.

Table 7. The relative unit prices of boards per volume unit.

Karsinnasta kulunut aika, v Time after pruning, years	Lautojen suhteellinen yksikköarvo Relative unit price of boards				Arvoero, % ¹⁾ Difference of value, %
	Yhtenäishinta U/s-quality undivided		Erillishinta U/s-quality divided		
	Karsitut Pruned	Karsimatt. Unpruned	Karsitut Pruned	Karsimatt. Unpruned	
45	109,0	88,2	108,4	86,0	26,1
35	112,3	80,2	112,2	77,7	44,4
30	92,2	77,6	90,7	76,0	19,3
20	67,4	62,8	66,0	62,4	5,8

¹⁾ Erillishinnan mukaan – According to the u/s-quality divided

Karsituista tukeista saatujen soirojen suhteellinen arvo oli 45–35 vuotta vanhoissa karsinnoissa 12 % suurempi kuin karsimattomien soirojen arvo erillishinnoittelua käytettäessä. Vastaava arvoero oli vanhimmissa karsinnoissa lautojen osalta 26 ja 44 % ja kaiken sahatavaran osalta 16 ja 22 %. Karsinnan suurin hyöty saavutetaan siis sivu- ja pintalautoissa. Hyöty pieneni jyrkästi karsinnasta puuston hyödyntämiseen kuluneen ajan lyhetessä 35:stä vuodesta 30:een vuoteen. Soiroilla arvoero oli tällöin enää 4 % ja laudoilla vastaavasti 19 % karsituista ja karsimattomista tukeista peräisin olevien saheiden välillä.

Karsimattomista vertailutukeista valmistetun

Taulukko 8. Sahatavaran suhteelliset yksikköarvot tilavuusyksikköä kohti.
Table 8. The relative unit prices of battens per volume unit.

Karsinnasta kulunut aika, v Time after pruning, years	Sahatavaran yksikköarvo – Unit price of battens								Arvoero, % ¹⁾ Difference of value, %
	Yhtenäishinta U/s-quality undivided				Erillishinta U/s-quality divided				
	Karsitut Pruned	*	Karsimatt. Unpruned	*	Karsitut Pruned	*	Karsimatt. Unpruned	*	
45	100,3	71,7	89,4	61,8	100,7	80,5	86,6	63,3	16,4
35	101,6	72,1	89,2	62,1	102,7	82,0	84,5	61,6	21,5
30	92,9	65,1	86,7	59,8	91,3	68,6	83,9	60,7	9,1
20	82,9	57,6	79,7	54,5	79,0	56,6	76,4	53,2	3,4

* Kärkkäisen (1982) hinnat – Prices of Kärkkäinen (1982)

¹⁾ Erillishinnan mukaan – According to the u/s-quality divided

Taulukko 9. Tukkien tilavuutta kohti lasketun arvon riippuvuus karsinta-ajasta.
Table 9. Dependence of relative price of logs per log volume of time after pruning.

Karsinnasta kulunut aika, v Time after pruning, years	Tukkien suhteellinen arvo/m ³ – Relative price of logs/cu.m.							
	Yhtenäishinta U/s-quality undivided				Erillishinta U/s-quality divided			
	Karsitut Pruned	*	Karsimatt. Unpruned	*	Karsitut Pruned	*	Karsimatt. Unpruned	*
45	48,9	34,6	42,5	29,3	49,1	39,2	41,1	30,1
35	51,1	36,3	43,1	30,0	51,6	41,2	40,8	29,8
30	44,6	31,3	41,4	28,5	43,9	32,9	40,0	29,0
20	41,7	29,0	39,3	26,9	39,7	28,4	37,6	26,2

* Kärkkäisen (1982) hinnat – Prices of Kärkkäinen (1982)

sahatavaran yksikköarvo ei kohonnut sanottavasti vastaavan kyljestymisajan sekä puuston iän ja järeyden kasvaessa. Ilman karsintaa oksat kyljestyvät hitaasti, joten luonnonmänniköissä tarvitaan pitkä kiertoaika oksattoman sahatavaran tuottamiseksi.

Arvosuhteita voidaan tarkastella myös vertaamalla karsituille ja karsimattomille tyvitukeille laskettuja tukkiukuutiometrin arvoja (taulukko 9). Oheisena arvot esitetään jälleen karsinnasta kuluneen ajan mukaan ryhmitellen sekä verraten tuloksia Kärkkäisen (1982) saamiin arvoihin.

Arvoerot ovat erillishinnoilla huomattavasti suuremmat kuin yhtenäishinnoilla, sekä Kärkkäisen käyttämällä arvoilla korkeammat kuin käytetyillä pitkänajan keskihinnoilla. Karsittujen ja karsimattomien tukkien suhteelliset arvoerot olivat taulukon 10 mukaiset.

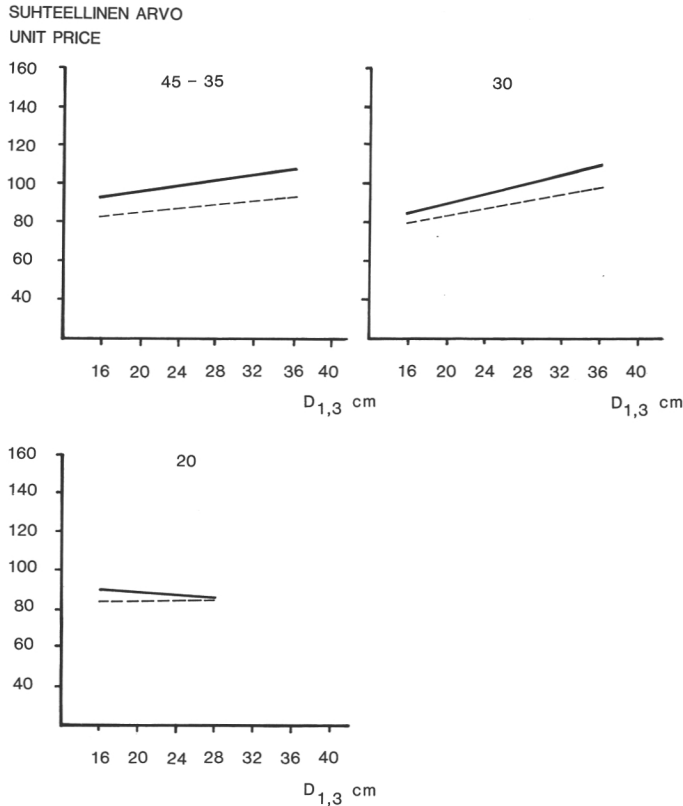
Arvoerot olivat korkeimmat Kärkkäisen (1982) käyttämällä hinnoilla, joissa eri laatuisten väliset

Taulukko 10. Tukkien tilavuutta kohti lasketun arvoeron riippuvuus karsinta-ajasta.

Table 10. Dependence of relative difference of value of logs per log volume of time after pruning.

Karsinnasta kulunut aika, v Time after pruning, years	Tukkien suhteellinen arvoero/m ³ , % Relative difference of value of logs/cu.m.			
	Yhtenäishinta U/s-quality undivided	*	Erillishinta U/s-quality divided	*
45	15,1	18,1	19,5	30,2
35	18,2	21,0	26,5	38,3
30	7,0	9,8	9,8	13,4
20	6,1	7,8	5,6	8,4

* Kärkkäisen (1982) hinnat – Prices of Kärkkäinen (1982)



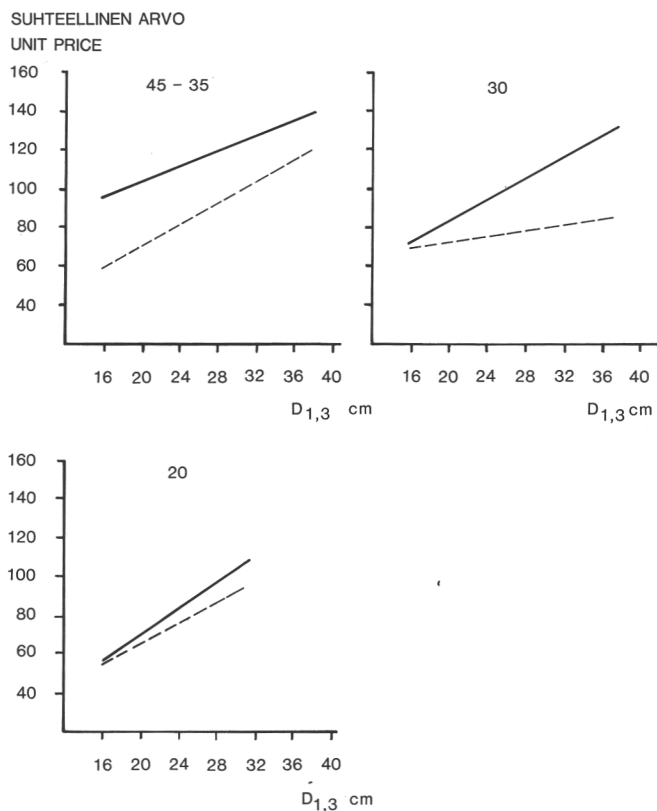
Kuva 4. Sydäntavaran suhteellisen arvon riippuvuus tukin järeydestä kyljestymisajan mukaan.
 Fig. 4. Unit price of battens according to the topdiameter of logs and time of healing over.

hintaerot ovat suurimmat. Karsittujen ja karsimattomien puiden väliset suhteelliset arvoerot muistuttivat Miettisen & Uusvaaran (1983) saamia arvoja. Arvoeroja laskettaessa on tärkeätä käyttää erillishinnoittelua, sillä vain siten saadaan esiin karsittujen puiden tuottamien parhaiden laatuojen todellinen vaikutus sahatavaran arvoon.

Kuvassa 4 esitetään soirojen ja kuvassa 5 lautojen erillishinnoittelua käyttäen lasketun yksikköarvon riippuvuus tukin järeydestä, jota tässä kuvataan puun rinnankorkeusläpimitalla. Lautojen yksikköarvo nousi selvästi tukin järeytyessä, kun taas soiroilla riippuvuus tukin järeydestä oli heikompi sekä karsituilla että karsimattomilla puilla. Karsimattomilla puilla korrelaatiot olivat karsittuja selvempiä. Nuorimmissa karsinnoissa korrelaatio ei ollut yhtä merkitsevää. Koska kyljestymiskehitys oli vasta alussa, muut tekijät kuin

tukin koko vaikuttivat sahatavaran arvoon voimakkaammin. Miettinen & Uusvaara (1983) totesivat, että merkittävin yksikköhintaan vaikuttava tunnus oli rinnankorkeusläpimita, joka selitti 69 % yksikköhinnan kokonaisvaihtelusta. Haapanen ym. (1992) totesivat, että oksatunnukset selittivät tukkien rahallista arvoa heikosti verrattuna rungon tilavuuteen ja suoruteen noin 30-vuotiaasta männyn jälkeläiskokeesta sahatussa aineistossa. Yksittäisissä metsiköissä riippuvuus voi olla myös negatiivinen, kuten mm. Kärkkäinen (1982) on todennut. Tämä johtuu siitä, että metsikön suurimmat, etukasvuiset puut ovat usein laadultaan heikompia kuin metsikön keskikokoiset puut (esim. Heiskanen 1965, Uusvaara 1974).

Kuvissa 4 ja 5 esitettyjen käyrien regressioyhtälöt korrelaatiokertoimiseen olivat seuraavat. Regressioyhtälöitä laskettaessa 1930- ja 1940-lukujen karsintojen tulokset on yhdistetty.



Kuva 5. Lautojen suhteellisen arvon riippuvuus tukin järeydestä kyljetymisajan mukaan.

Fig. 5. Unit price of boards according to the top diameter of logs and time of healing over.

Karsinnasta
kulunut
aika, v

Soirot, karsitut

45-35	$y = 0,716 + 80,413 \cdot x$	$r = 0,168^*$	$y = 96,97$	$N = 314$
30	$y = 1,225 + 63,886 \cdot x$	$r = 0,401^{***}$	$y = 90,37$	$N = 125$
20	$y = -0,312 + 93,361 \cdot x$	$r = -0,101$	$y = 87,23$	$N = 70$

Soirot, karsimattomat

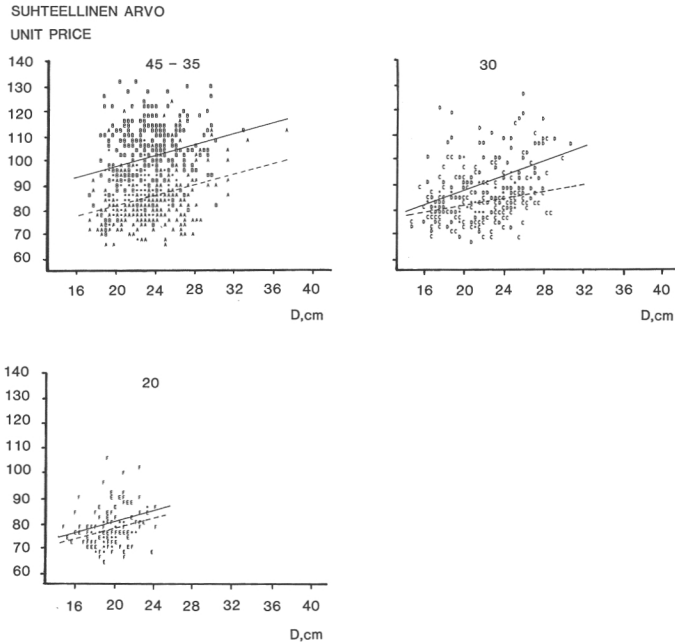
45-35	$y = 0,339 + 79,065 \cdot x$	$r = 0,115$	$y = 86,87$	$N = 286$
30	$y = 0,876 + 67,989 \cdot x$	$r = 0,331^{***}$	$y = 86,83$	$N = 134$
20	$y = 0,045 + 84,092 \cdot x$	$r = 0,017^*$	$y = 84,97$	$N = 70$

Laudat, karsitut

45-35	$y = 1,724 + 68,910 \cdot x$	$r = 0,204^{**}$	$y = 108,74$
30	$y = 2,526 + 31,799 \cdot x$	$r = 0,324^{***}$	$y = 86,41$
20	$y = 4,003 - 12,709 \cdot x$	$r = 0,401^{**}$	$y = 66,05$

Laudat, karsimattomat

45-35	$y = 2,670 + 18,196 \cdot x$	$r = 0,422^{***}$	$y = 79,67$
30	$y = 0,730 + 58,461 \cdot x$	$r = 0,151$	$y = 74,17$
20	$y = 2,989 + 3,917 \cdot x$	$r = 0,422^{***}$	$y = 62,51$



Kuva 6. Sahatavaran suhteellisen arvon riippuvuus tukin järeydestä kyljestymisajan mukaan.

Fig. 6. Unit price of sawn goods according to the top diameter of logs and time of healing over.

Koska sekä soirojen että lautojen yksikköarvon riippuvuus tukin koosta oli positiivinen, myös kaiken sahatavaran yksikköarvon ja tukin järeyden välillä oli positiivinen riippuvuus (kuva 6). Tukin läpimitta kuvasi yksikköarvoa paremmin kuin tilavuus.

Kuvassa 6 regressioyhtälöt korrelaatiokertoimien olivat seuraavat. Regressioyhtälöitä laskehtaessa 1930- ja 1940-lukujen karsintojen tulokset on yhdistetty.

Karsinnasta
kulunut
aika, v

Karsitut tukit

45-35	$y = 1,050 + 76,562 \cdot x$	$r = 0,230^{**}$	$y = 100,83$	$N = 314$
30	$y = 1,529 + 56,190 \cdot x$	$r = 0,418^{***}$	$y = 89,247$	$N = 125$
20	$y = 1,188 + 55,369 \cdot x$	$r = 0,276^*$	$y = 78,747$	$N = 70$

Karsimattomat tukit

45-35	$y = 1,157 + 57,886 \cdot x$	$r = 0,341^{***}$	$y = 84,510$	$N = 286$
30	$y = 1,529 + 56,190 \cdot x$	$r = 0,282^{***}$	$y = 82,940$	$N = 134$
20	$y = 1,188 + 55,369 \cdot x$	$r = 0,311^{**}$	$y = 76,341$	$N = 70$

Sisempien ja ulompien sivulautojen välisten arvoerojen tarkastelu osoitti, että ulompien lautojen arvo oli jonkin verran alhaisempi kuin sisempien arvo. Tämä ei johtunut laadun heikkenemisestä, vaan siitä, että toista täyssärmälautaa ei tukista aina saatu. Karsituista tukeista valmistetun sahatavaran, erityisesti lautojen, suhteelliset

arvot vaihtelivat paljon, mutta karsimattomalla tavaramalla vaihtelu oli vähäisempää. Suhteelliset arvot vaihtelivat metsäkoittain kaikella karsitulla sahatavaramalla välillä 74,3–114,8 ja karsittujen sekä karsimattomien puiden väliset arvoerot vaihtelivat välillä 1,5–29,3 % (liite 2).

3.3 Sahatavaran yksikköarvoon vaikuttavat tekijät

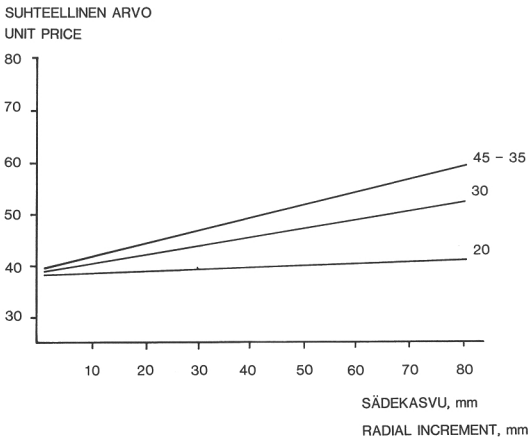
Karsinnan vaikutus sahatavaran laatujakauman paranemiseen riippuu karsittavan puuston ominaisuuksista ja laadusta, kasvunopeudesta karsinnan jälkeen, karsintatyön onnistumisesta sekä karsinnasta puiden hyötykäyttöön kuluneesta ajasta. Karsintahyötyä osoittavat tulokset ovat ymmärrettävissä taulukon 11 runko- ja laboratoriomittausten esittämien tulosten perusteella.

Kolmekymmentä vuotta sitten karsitut puut olivat mitattaessa kooltaan pienempiä ja laadultaan heikompia kuin vanhempien karsintojen rungot. Pihkatapin pituus ei eronnut eri-ikäisten karsintojen välillä, mutta karsinnan jälkeen kehittyneen vaipan paksuus oli 35-vuotiaissa karsinnoissa merkittävästi suurempi kuin 30-vuotiaissa karsinnoissa. Karsinnan jälkeen syntyneen vaipan paksuus, jossa on mukana pihkatapin ja oksatapin pituus, oli vanhimmissa karsinnoissa noin 50 mm. Tukin latvasta mitattu puuvaipan pak-

Taulukko 11. Koerunkojen tunnuksia kyljestymisajan mukaan.
Table 11. Properties of sample stems according to the time of healing over.

Tunnus – Property	Karsinnasta kulunut aika, v – Overhealing time, a								
	45		35		30		20		
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
Karsitut puut – Pruned stems									
D _{1,3} , cm	27,6	3,5	26,0	3,1	25,2	4,1	22,6	2,0	
Dbh, cm									
Alin kuiva oksa, m	7,0	1,4	5,9	1,2	6,0	1,0	6,0	1,3	
Lowest dry branch, m									
Kuiva latvus, m	8,6	2,1	7,1	1,9	6,5	1,5	6,3	7,8	
Dry top, m									
Elävä latvus, m	13,6	3,3	14,1	2,1	11,1	2,9	11,6	1,9	
Green top, m									
Puun pituus, m	22,2	2,7	22,7	1,8	20,4	3,0	20,2	2,9	
Length, m									
Paksuin oksa, mm	19,4	6,7	19,6	7,1	22,4	9,4	23,9	9,3	
Thickest branch, mm									
Pihkatapin pituus, mm	8,6	5,3	10,0	6,9	10,1	6,9	9,1	5,6	
Resin tap length, mm									
Puuvaipan paksuus, mm ¹⁾	32,0	12,6	33,8	10,8	21,1	12,9	16,5	8,0	
Wood mantle, mm									
Karsimattomat puut – Unpruned stems									
D _{1,3} , cm	27,7	3,9	25,5	2,8	25,0	4,1	22,9	2,2	
Dbh, cm									
Alin kuiva oksa, m	2,8	1,9	2,0	1,3	1,9	1,5	1,4	0,9	
Lowest dry branch, m									
Kuiva latvus, m	6,5	2,7	5,5	2,5	4,1	2,4	3,7	1,5	
Dry crown, m									
Elävä latvus, m	13,4	3,4	12,9	2,5	10,8	3,2	10,3	1,9	
Green crown, m									
Puun pituus, m	21,5	2,9	21,8	1,9	19,9	3,3	19,5	1,5	
Length, m									
Paksuin oksa, mm	20,8	5,7	20,4	8,1	20,4	7,0	22,5	6,0	
Thickest branch, mm									
Pihkatapin pituus, mm	10,0	7,0	7,6	4,1	4,4	2,7	-	-	
Resin tap length, mm									
Puuvaipan paksuus, mm ¹⁾	13,5	7,5	12,9	8,2	11,6	-	-	-	
Wood mantle, mm									

¹⁾ Oksatön puuvaippa pihkatapin ulkopuolella – Wood mantle outside the resin tap



Kuva 7. Sahatavaran tukin tilavuutta kohti lasketun suhteellisen arvon riippuvuus sädekasvusta karsinnan jälkeen kyljestymisajan mukaan.

Fig. 7. Unit price of sawn goods according to the radial growth after pruning and time of healing over.

suus ei ole koko tukin laatukehitystä tai arvoa ajatellen erityisen hyvä tunnus, sillä vaipan paksuus kasvaa tukin latvasta tyveä kohti. Karsinnasta jäävän oksatapin pituus vaihtelee Weslienin (1990) mukaan 4–8 mm:n rajoissa ja lisääntyy hieman oksan paksuuden ja karsintakorkeuden lisääntyessä. Oksan tyngän pituuteen ja katkaisupinnan sileyteen sekä leikkuujäljen paraneamiseen on vaikutusta myös käytetyllä karsintavälineellä. Nykyisin on pysty karsintatyöhön saatavissa jo joitakin koneellisia karsintamenetelmiä, joissa toimintaperiaate vaihtelee. Tähänastisista kehitelmistä nopein ja karsintajäljen suh-

teen parhain on polttomoottorin (tai akun), sähkömoottorin ja generaattorin yhdistelmä, joka on jo patentoitu ja jolle valmistajakin on löytynyt (Voutilainen 1991). Pyörösahtayppisellä koneella karsittaessa oksatyngät jäävät lyhyemmiksi kuin käisähällä karsittaessa, mutta tyngät ovat sitä pidempiä mitä paksumpia ovat karsittavat oksat (Mutikainen ym. 1990).

Karsittujen puiden yhtenäinen kuivaoksaraja oli ylempänä ja kuivaoksaainen rungonosa merkittävästi lyhyempi kuin karsimattomilla puilla (taulukko 11). Tuulen mekaaniset voimat saattavat karsinnan jälkeen nopeuttaa myös runkojen luontaista karsitumista. Taulukon 1 karsittujen ja vertailupuiden tulokset viittaavat siihen, että toimenpide on parantanut myös puiden kasvua ja runkomuotoa. Karsitut puut olivat nimittäin karsimattomia mutta saman ikäisiä puita pidempiä ja solakampia. Tätä havaintoa tukevat myös muualla saadut tulokset (Hannikainen 1919, Sairanen 1985). Karsinnan kohteeksi on tosin jo alunperinkin voitu valita metsikön pisimmät puut. On kuitenkin todennäköistä, että mahdolliset pituuserot ovat hävinneet metsikön ikääntyessä. Karsittujen ja karsimattomien puiden rinnankorkeuslähpimitassa ei myöskään ollut huomattavaa eroa.

Tyvitukin tilavuutta kohti lasketun sahatavaran suhteellinen arvo oli riippuvainen karsinnan jälkeisestä sädekasvusta (kuva 7). Sädekasvu on tässä tapauksessa sen puuvaipan paksuus, joka on syntynyt runkoon välittömästi tukin päättymiskorkeuden yläpuolelle karsinnasta sauhukseen kuluneena aikana. Yhtälöt korrelaatiokertoimien ovat seuraavat:

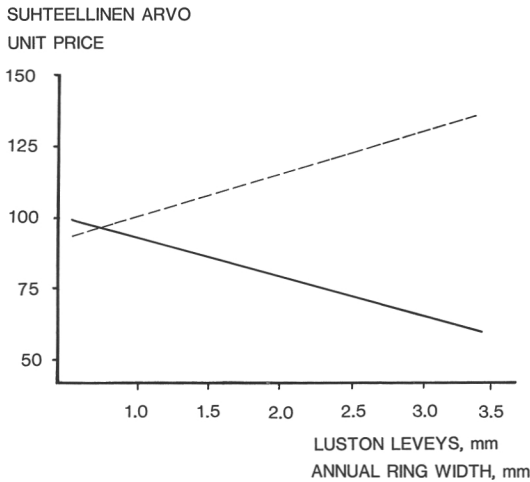
Karsinnasta
kulunut
aika, v

45–50	$y = 0,239 + 39,836 \cdot x$	$r = 0,339^{***}$	$x = 41,9$	$y = 49,871$	$N = 314$
30	$y = 0,157 + 38,650 \cdot x$	$r = 0,263^{***}$	$x = 27,5$	$y = 42,963$	$N = 125$
20	$y = 0,026 + 39,075 \cdot x$	$r = 0,061$	$x = 18,3$	$y = 39,559$	$N = 70$

Karsinnan jälkeen syntyneen vaipan paksuuteen vaikuttavat puun paksuuskasvunopeus ja karsinnasta kulunut aika. Kyljestymisen ja siten puun laadun kannalta on eduksi, että karsinnan jälkeinen kasvu on nopea eli vuosilustot leveitä. Toisaalta sahatavaran laatu ja arvo ovat sitä paremmat mitä kapeampia vuosilustot ovat ennen karsintaa, sillä oksien paksuus kytkeytyy kiinteästi männyn nuoruusajan paksuuskasvunopeuteen ja lustonleveyteen. Mitä paksummat oksat ovat, sitä pitempi pihkatappi yleensä muodostuu oksan pää-

hän, ja sitä hitaampaa on karsinnan yhteydessä syntyvien leikkaushaavojen parantuminen.

Kuvassa 8 esitetään karsimattomista vertailupuista saatujen soirojen suhteellisen arvon riippuvuus luston leveydestä ennen karsintaa (karsinnasta kulunut aika 35 vuotta) sekä karsituista puista saatujen lautojen arvon riippuvuus luston leveydestä karsinnan jälkeen (karsinnasta kulunut aika 45 vuotta). Kuva on esimerkki sahatavaran arvon riippuvuudesta vuosiluston leveydestä ennen ja jälkeen karsinnan. Karsimattomista puis-



Kuva 8. Sydäntavaran suhteellisen arvon riippuvuus luston leveydestä ennen karsintaa (yhtenäinen viiva) sekä lautojen arvon riippuvuus luston leveydestä karsinnan jälkeen (katkoviiva).

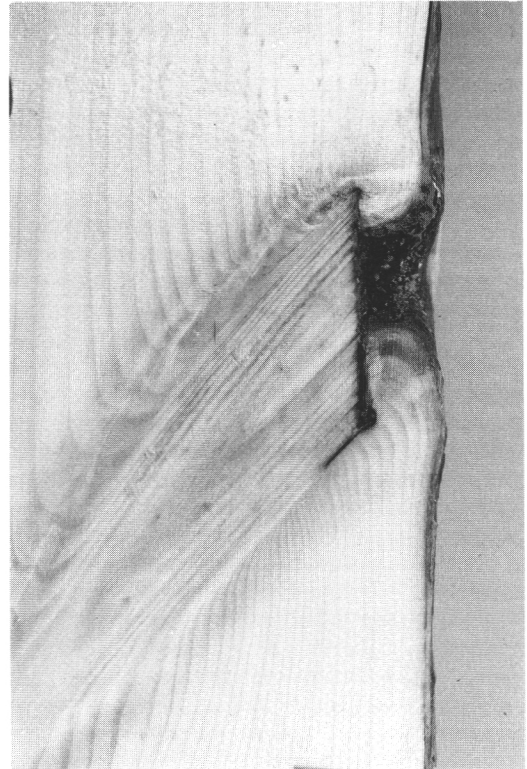
Fig. 8. Unit price of battens according to the width of annual rings before pruning (solid line) and price of boards according to the width of annual rings after pruning (broken line).

ta tehtyjen soirojen arvon ja ennen karsintaa syntyneiden lustojen leveyden välinen korrelaatio oli negatiivinen kaikissa tutkituissa aikaryhmissä. Riippumatta siitä, olivatko laudat karsituista vai karsimattomista rungoista, niiden arvon ja karsinta-ajankohdan jälkeen syntyneiden lustojen leveyden välinen korrelaatio sen sijaan oli aina positiivinen. Mikäli vuosilustot olisi mitattu kannonkorkeudelta, korrelaatio olisi ollut vielä selvempi. Karsinta-ajankohdan jälkeen muodostuneiden lustojen leveydellä ei ollut enää vaikutusta soirojen arvoon.

Vuosiluston leveydet ennen ja jälkeen karsinta-ajankohdan olivat keskimäärin seuraavat:

	Ennen karsintaa			Karsinnan jälkeen		
	\bar{x}	s	Vaihteluväli	\bar{x}	s	Vaihteluväli
Karsitut	2,0	0,6	1,1–2,8	1,7	0,6	1,1–2,2
Karsimatt.	2,1	0,6	1,0–3,0	1,6	0,7	0,9–2,4

Vuosilustojen leveyden koaloittainen tarkastelu osoitti, että luston leveys ennen karsintaa oli sekä karsituilla että karsimattomilla puilla alhainen verrattuna esimerkiksi istutusmänniköiden luston leveyteen (esim. Varmola 1989, Uusvaara 1991). Tämä selittää suurelta osin karsimattomienkin puiden hyvän laadun, sillä puun nuo-



Kuva 9. Oksan kyljestymiskehitys (kuva Hannu Kalaja).
Fig. 9. The healing-over process of the knot (photo Hannu Kalaja).

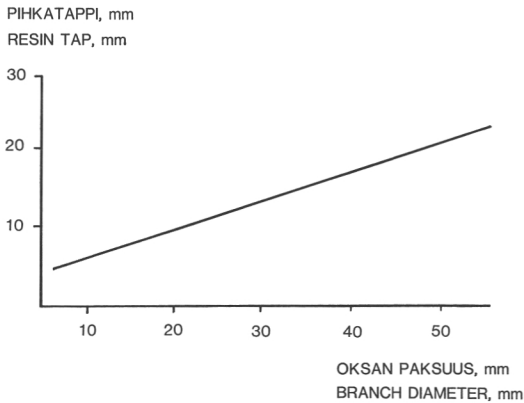
ruusajan kasvunopeuden ja teknisen laadun välillä on selvä riippuvuus (Uusvaara 1985). Mikäli lustot olivat kapeita ennen karsintaa, ne olivat useimmiten kepeät myös karsinnan jälkeen.

Karsinnan jälkeen oksan päähän muodostuvan pihkatapin pituus riippuu oksan laadusta, oksan sijainnista rungossa sekä oksan paksuudesta. Kyljestyminen tapahtuu sitä hitaammin mitä paksumpia oksat ovat (kuva 9). Pihkatapin pituuden ja tukin latvapään paksuimman oksan paksuuden välinen korrelaatio on selvä ja tilastollisesti merkitsevä (kuva 10). Kuvaan liittyvä regressioyhtälö korrelaatiokertoiminen on seuraava:

$$y = 0,368 + 1,982 \cdot x$$

$$r = 0,452^{***} \quad x = 20,3 \quad y = 9,4 \quad N = 556$$

Eri vuosikymmeninä karsittujen oksien päihin syntyneiden pihkatappien pituudet eivät eronneet paljon toisistaan. Nuorimmassa, vuonna 1966 karsitussa, paksuoksisessa männikössä eivät kaikki oksat olleet kuitenkaan vielä tutki-



Kuva 10. Pihkatappin pituuden riippuvuus oksan paksuudesta tukin latvapäässä. Karsitut rungot.

Fig. 10. Correlation between the resin tap length and branch diameter at the top end of the log. Pruned stems.

musajankohtana kyljestyneet, kun karsinnasta sahaukseen oli kulunut aikaa 16 vuotta.

Karsimattomien runkojen oksien päihin syntynyt pihkatappi oli keskimäärin 2 mm lyhyempi kuin karsituissa oksissa. Karsimattomien puiden osalta pihkatappin pituutta koskevat tulokset ovat vain suuntaa-antavia, sillä käytettävissä oleva aineisto oli verrattain suppea. Lähes kaikki vertailurunkojen tyvitukin latvasta havainnoiduista oksista olivat nimittäin vielä kyljestymättömiä.

Karsittuihin kuiviin oksiin syntyy yleensä pitempi pihkatappi kuin tuoreisiin oksiin. Tässä tapauksessa saatiin kuitenkin päinvastainen tulos ehkä siksi, että kuivien ja tuoreiden oksien välinen läpimittaero oli huomattava. Karsittujen oksien paksuudet ja niiden pihkatappien pituudet olivat seuraavat:

Oksan paksuus, mm			Pihkatappi, mm						
Tuoreoksa			Kuivaoksa		Tuoreoksa		Kuivaoksa		
\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	\bar{x}	s
23,9	8,1	175	17,5	6,8	222	12,7	7,5	9,6	4,7

Taulukko 12. Eri vikojen osuus karsituissa ja karsimattomissa rungoissa.

Table 12. Share of different defects in pruned and unpruned stems.

Vika Defect	Sijainti – Location			
	Tyvessä In butt	Rungossa In stem	Molemmissa Butt and stem	Ei vikaa No defect
	Karsitut – Pruned, %			
Pystyoksa Vertical branch	0,7	0,2	-	99,1
Koro Cancer	1,7	0,6	-	97,8
Mutka Crook	10,2	0,7	0,2	88,8
Lenkous Sweep	6,5	65,6	3,0	24,9
Muu Other	0,2	0,4	-	99,4
	Karsimattomat – Unpruned, %			
Pystyoksa Vertical branch	1,7	1,9	-	96,3
Koro Cancer	1,9	2,9	-	95,2
Mutka Crook	15,1	2,1	0,6	82,2
Lenkous Sweep	7,4	66,7	5,4	20,5
Muu Other	0,6	0,2	-	99,2

Karsittujen ja karsimattomien tukkien ja sahataran laatueroihin vaikuttavat myös erilaiset runkoviat. Vioista havainnoitiin pystyoksat, korot, mutkat, lenkous ja mahdolliset muut viat (taulukko 12).

Karsimattomat tukit olivat hieman heikkolaausempia etenkin mutkien ja lenkouden osalta (vrt. taulukko 2). Laatuero on vaikuttanut jonkin verran myös karsituista ja karsimattomista tukeista valmistetun sahataran laatuun ja arvoon. Vaikutus on kuitenkin vähäinen oksikkuuden aiheuttamaan eroon verrattuna.

4 Tulosten tarkastelu

Sahattuja ja karsittuja tukkeja oli aineistossa 538 kpl ja karsimattomia tukkeja 517 kpl eli yhteensä 1055 kpl, joten tutkimusaineisto kokonaisuudessaan oli laaja. Tuloksia on tarkasteltu jakamalla aineisto karsinnasta sauhukseen kuluneen ajan mukaan viiden ja kymmenen vuoden jaksoihin. Kyljestymisajat olivat siten 45, 35, 30 ja 20 vuotta. Kussakin ryhmässä oli sekä karsittuja että karsimattomia tukkeja noin 150 kpl, viimeisintä 1960-luvulla kaadettua erää lukuun ottamatta, jossa tukkeja oli vain 70 kpl. Aineisto oli siis tässä ryhmässä suppeahko.

Karsittu ja karsimaton puusto olivat tukkien koon suhteen hyvin vertailukelpoisia, kun taas karsittujen tukkien laatu oli erilaisten vikaisuusien perusteella arvioituna jonkin verran karsimattomia parempi (taulukot 2–3). Lenkoutta oli karsimattomissa puissa noin 5 % ja mutkaisuutta noin 7 % enemmän kuin karsituissa rungoissa. Mainitut vikaisuudet saattoivat hieman laskea karsimattomista rungoista saadun puutavaran laatujaakamaa. Tyvitukin latvapäästä mitatun paksuimman oksan kuoreton läpimitta oli kummallakin ryhmällä sama, 20 mm.

Karsituiksi puiksi on ilmeisesti valittu runkomuodoltaan metsikön parhaat puut. On kuitenkin mahdollista, että karsinta on myös parantanut puiden runkomuotoa (vrt. Sairanen 1985). Oksan paksuuden perusteella arvioiden karsitut puut ovat olleet metsikön suurimpia runkoja. Nuoruusaikainen kasvunopeus oli karsituilla ja karsimattomilla puilla lähes sama.

Valittu sahausasete, joka on eräs yleisimmin käytetyistä, oli varsin soiro- ja lankkuvoittoinen. Lautavoittoisempi sahaus olisi antanut karsituille tukeille paremman tuloksen, koska lautalaatujen väliset hinta- ja arvoerot ovat suuremmat kuin soirolaatujen arvoerot. Käytetty sahaustapa antoi kuitenkin realistisen tuloksen eikä painottanut liikaa karsittujen ja karsimattomien tukkien välisiä laatu- ja arvoeroja.

Lähes kaikki karsinnat oli aikoinaan tehty metsiköissä, jotka ilman karsintaakin olisivat kehittyneet ajanmittaan suhteellisen hyvälaatuisiksi tukkipuustoiksi. Tämä näkyy erityisesti soirojen laatujaakauksissa, joissa u/s-laatuksia saheita saatiin karsituista tukeista 75 % ja karsimattomista tukeista 56 %. Karsinnan merkitys korostuu kuitenkin siinä, että vain karsituista tukeista saatiin oksattomia tai lähes oksattomia u/s-I- ja

u/s-II-laatuja, eli hyvää puusepänelaatuja. U/s-IV-laadussa sallitaan jo runsaasti oksia, kunhan ne ovat terveitä. Useimmat vanhimmat karsitut metsiköt lähentelivät kuitenkin jo hakkuukypsyyttä.

Karsimattomien tukkien hyvä laatu, soirovoittoinen sahaus ja eri laatujen välillä saheille käytetyt arvosuhteet selittävät sen, että karsittujen tukkien osoittamat tulokset eivät edes vanhimmissa koemetsiköissä olleet yhtä selkeästi karsimattomien tuloksia paremmat kuin tähänastisissa tutkimuksissa (Kärkkäinen 1982, Miettinen & Uusvaara 1983) on saatu. Käsillä olevassa työssä u/s-soiroja saatiin karsimattomista tukeista 56 %, mutta Kärkkäisen (1982) tutkimuksessa 43 % ja Miettisen & Uusvaaran (1983) tutkimuksessa 46 %. Vastaavasti u/s-lautojen osuus oli kyseisissä tutkimuksissa merkittävästi suurempi kuin käsillä olevassa tutkimuksessa. Tuloksia on kuitenkin osittain vaikea verrata, koska lajittelutavat erosivat toisistaan. Vertailututkimukset edustivat lisäksi vain yhtä metsikköä ja hyvin onnistunutta karsintaa, kun taas tähän työhön sisältyi kaikkiaan 11 yli 30 vuotta sitten karsittua metsikköä.

Tulos on kuitenkin karsittujen tukkien osalta vakuuttava, sillä 35 vuotta sitten karsituista tukeista sahatuille laudoille saatiin 44 % ja 45 vuotta vanhoista karsinnoista 26 % karsimattomia puita korkeampi suhteellinen arvo. Etupäässä vain karsituista tukeista saatiin parhaita u/s-I–u/s-III-laadun soiroja. Miettinen & Uusvaara (1983) saivat hyvin samankaltaisen tuloksen, sillä mainitut laadut kattoivat 92 % koko karsitun sahatavaran tilavuudesta. Karsittujen ja karsimattomien pintalautojen välinen laatuero oli vielä selvempi. U/s-lautoja ja oksattomia pintalautoja saatiin karsituista tukeista kaikkiaan 53 % sahatavaran määrästä ja karsimattomista tukeista vastaavasti 22 %. Parhaimmillaan tällaisen puusepänelaatuksen sahatavaran osuus oli karsituissa tukeissa viisi ja puolikertainen karsimattomiin verrattuna. Mikäli karsittu puu olisi käytetty tarkemmin kaventamalla kaikki laudat täyssärmäiseksi ja sahaamalla kukin tukki yksilöllisesti dimensioiden lukumäärää lisäämällä, ero karsittujen ja karsimattomien runkojen välillä olisi kasvanut entisestään.

Puut oli karsittu aina yhdessä vaiheessa lopulliseen karsintakorkeuteen. Omatoimisella karsintatavalla, jolloin puut karsittaisiin kahdessa nel-



Kuva 11. 1930-luvulla karsittu männikkö Särkisalossa (kuva Olli Uusvaara).
Fig. 11. A pine stand pruned at 1930's at Särkisalo (photo Olli Uusvaara).

jässä vaiheessa aloittaen silloin, kun puut ovat 2–3 metrin pituisia, saataisiin erityisesti soiroille merkittävästi suurempi arvonnousu.

Jotta karsinnasta saataisiin täysi hyöty, on kyljestymisajan oltava riittävän pitkä. Tulokset osoittavat, että vasta 35 vuoden kuluttua karsinnasta kyljestyneiden oksien päälle syntyneen puuvaipan paksuus on riittävä, jotta myös sivu- ja pinta-laudat saadaan sekä oksattomina että pääasiassa täyssärmäisinä (kuva 11). Parhaiden laatuluokkien soirojen ja erityisesti lautojen osuus oli huomattavasti alhaisempi, kun karsinnasta oli kulunut vasta 30 vuotta. Kaiken sahatavaran (soirot ja laudat yhteensä) keskimääräinen arvoero kohosi kyseisenä viitena vuotena yli kaksinkertaiseksi. Toisaalta karsitun puuston kasvattaminen karsinnan jälkeen pitempään kuin 35 vuotta ei enää nostanut sahatavaran arvoa. Itse asiassa pitemmällä kasvatustajalla saatu arvo erityisesti soiroilla oli alhaisempi kuin 35 vuodessa saatu, mikä osin johtui puuston alkulaadusta ja kasvuerosta karsinnan jälkeen. Karsinnan jälkeen kehittyneen puuvaipan paksuus oli nimittäin jälkimmäisessä ryhmässä jonkin verran suurempi kuin vanhimpien karsintojen rungoissa. Metsätyyppien mahdollisesti aiheuttamia laatueroja ei voitu tässä yhteydessä selvittää, sillä kasvupaikan viljavuuden lisäksi laatuun ja arvoon vaikuttivat myös eräät muut vaikeasti selvitettävät tekijät kuten

esimerkiksi puuston läpimitta karsinta-ajankohdasta sekä suoritettavat hakkuut. Rehevän kasvupaikan metsiköitä sisältyi kuitenkin molempiin aikaryhmiin samassa suhteessa.

Toisen tukan sahauskokeet osoittivat, että karsimattomien tyvitukkien ja muiden, rungon kuivaoksiselle osuudelle sijoittuvien tukkien laatu on hyvin samankaltainen.

Luston leveyttä, puuvaipan paksuutta ja latvuksen pituutta tarkasteltaessa on pääteltävissä, että puusto kasvoi karsituissa metsiköissä usein liian tiheänä. Tämä on osaltaan vaikuttanut pienentävästi karsituista ja karsimattomista tukeista saadun sahatavaran väliseen laatu- ja arvoeroon. Karsinnan jälkeen metsikköä on siis hoidettava riittävin harvennuksin ja hakkuut on tehtävä ajoissa karsittuja puita suosien. Karsinta on myös saatettu tehdä metsikössä liian myöhäisessä kehitysvaiheessa, jolloin puiden järeyskehitys on edennyt liian pitkälle. On pääteltävissä että metsien tehokkaammalla, erityisesti karsittuihin puihin kohdistuvalla hoidolla, myös karsinnasta olisi saatu parempi taloudellinen tulos.

Karsittuja oksia koskevat mittaukset osoittivat, että karsittaviksi valittujen metsiköiden puusto oli suurimmalta osin hyvälaatuista. Koska oksat olivat verrattain ohuita, jäivät myös pihkakatipit lyhyemmiksi kuin kirjallisuudessa yleensä esitetään (Pietilä 1989). Tämä johtui ilmeisesti

osittain myös tutkimusmenetelmästä. Pihkatapit otettiin esiin tukin latvapään jälkeen seuraavasta kiehkurasta sahaamalla, jolloin pihkatapin kapea loppupää on saattanut hioutua pois. Weslienin (1990) mukaan 5 mm ohuemman pihkatapin pituus on keskimäärin 9 mm. Tällä ohuella ja ka-

pealla tapin osalla on kuitenkin erittäin pieni merkitys sahatavaran laatua arvioitaessa. Karsinta ei ollut aiheuttanut laho- tai väriavioita karsittujen oksatappien ympärystyyn (vrt. Sairanen 1985).

Kirjallisuus – References

- Arvidson, A. 1985. Stamkvistning av Pinus contorta – teknik. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 6: 35–36.
- Blomqvist, A.G. 1879. Om uppqvistning af träd. Finska Forstföreningens ströskrifter. I. 18 s.
- Ericson, B. 1985. Stamkvistning. En översikt gällande främst tall. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 6: 3–14.
- & Beyer-Ericson, L. 1984. Fördömande svampskador på tall som stamkvistats under vinterhalvåret. Skogen 7: 24–26.
- Haapanen, M., Pöykkö, T. & Velling, P. 1992. Koesahauskilla tietoa männyn laadusta. Metsänjalostussäätiö 1992. s. 15–19.
- Hannikainen, P.W. 1919. Metsänkätöoppi. Helsinki. 286 s.
- Heikinheimo, O. 1935a. Metsäpuiden karsimisesta. Suomen metsänhoitoyhdistyksen vuosikirja V. s. 73–85.
- 1935b. Uusia puun karsimisvälineitä. Metsälehti 3(23). 4 s.
- 1936. Puiden karsimisesta. Metsätaloudellinen aikakauskirja 1936. s. 153–154.
- 1938. Metsäpuiden karsimisesta. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia 25. 16 s.
- 1953. Puun rungon luontaisesta karsiutumuksesta. Summary: On natural pruning of tree stems. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 41(5). 39 s.
- Heiskanen, V. 1965. Puiden paksuuden ja nuoruuden kehityksen sekä oksaisuuden ja sahapuulaadun välisistä suhteista männiköissä. Summary: On the relations between the development of the early age and thickness of trees and their branchiness in pine stands. Acta Forestalia Fennica 80(2). 62 s.
- & Siimes, F. 1959. Tutkimus mäntysahatukkien laatuokituksista. Paperi ja Puu 41(8): 359–368.
- & Taipale, A. 1963. Tutkimuksia männyn karsimisesta. Summary: Studies on the pruning of pines. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 57(1). 66 s.
- Huuri, O. & Huuri, L. 1987. Metsäpuiden pystykarsinnan varhaisvaiheet Keski-Euroopassa ja Suomessa. Summary: The early days of forest tree pruning in Central Europe and Finland. Folia Forestalia 704. 31 s.
- , Huuri, L. & Oja, S. 1989. Selostus vuonna 1713 julkaistuista Hanns Carl von Carlowitzin teoksesta Sylvicultura Oeconomica. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 323. 140 s.
- Karlman, M. 1985. Stamkvistning av Pinus contorta – skador. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 6: 25–33.
- Kärkkäinen, M. 1982. Tuloksia pystykarsittujen mäntyjen sahauksesta. Summary: Results on sawing pruned pines. Folia Forestalia 520. 19 s.
- Metsätalostollinen vuosikirja 1985. 1986. Yearbook of forest statistics 1985. Folia Forestalia 660. 238 s.
- Metsätalostollinen vuosikirja 1989. 1990. Yearbook of forest statistics 1989. Folia Forestalia 760. 246 s.
- Miettinen, R. & Uusvaara, O. 1983. Pystykarsitun männikön koesahaus. Summary: Test sawing of pruned pine stand. Folia Forestalia 566. 8 s.
- Mutikainen, A., Ryyänen, S. & Pietilä, J. 1990. Sähkösaaha pystykarsintaan. Työtehoseuran metsätiedote 12. 4 s.
- Pietilä, J. 1989. Factors affecting the healing-over of pruned Scots pine knots. Seloste: Pystykarsitun männyn oksien kyljestyminen. Silva Fennica 23(2): 125–158.
- Pystykarsinnan hyötylaskelmat. 1984. Suomen Sahanomistajayhdistys. 27 s.
- Pystykarsinta. 1992. Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto. Karprint Ky. 16 s.
- Pystykarsintaopas. 1986. Suomen Sahanomistajayhdistys. Länsi-Savo Oy. Mikkeli. 37 s.
- Räisänen, H., Laine, L., Kero, I. & Kaleva, T. 1986. Alustavia tutkimustuloksia hyönteis- ja sienituhoista pystykarsituissa männiköissä. Summary: Preliminary study on insect and fungal damage in pruned Scots pine stands. Folia Forestalia 663. 18 s.
- Sairanen, P. 1985. Pystykarsintakokemuksia Neuvostoliitossa. Summary: Long-term experience in pruning in the Soviet Union. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 201. 45 s.
- Saranpää, P. 1984. Annotated bibliography on the effect of pruning according to Finnish studies and articles. Department of logging and utilization of forest products. University of Helsinki. 17 s.
- Takalo, S. 1980. Karsinta tehtävä ajoissa. Maaseudun Tulevaisuus 62.
- Tuimala, A. 1981. Karsintako kansanliikkeeksi. Metsäliiton Viesti 32(5): 14–15.
- 1983. Pystykarsinnan vaaroista. Kasvinsuojeluseuran Julkaisuja 70: 58–60.
- Uotila, A. 1990. Infection of pruning wounds in Scots pine by *Phacidium coniferarum* and selection of pruning season. Seloste: Männyn pystykarsintavioitusten syysaavakkatartunta ja karsinta-ajan valinta. Acta Forestalia Fennica 215. 36 s.
- Uusvaara, O. 1974. Wood quality in plantation-grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. Communicationes Instituti Forestalis Fen-

- niae 80(2). 105 s.
- Uusvaara, O. 1985. The quality and value of sawn goods from plantation-grown Scots pine. *Seloste: Viljelymänniköistä saadun sahatavaran laatu ja arvo. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 130. 53 s.
- 1991. Havaintoja nuorten istutusmänniköiden oksikkuudesta ja puuaineen laadusta. Summary: Observations about the branchiness and the wood quality of young plantation-grown Scots pine. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 377. 56 s.
- Varmola, M. 1989. Männyn istutustaimikoiden lustonleveysmalli. Summary: A model for ring width of planted Scots pine. *Silva Fennica* 23(4): 259–269.
- Weslien, H. 1990. Stamkvistning av tall. Övervallning, stockars inre struktur och sågutbytets kvalitet. Summary: Occlusion, internal structure of logs and quality of sawn goods. Dissertation. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för virkeslära, Uppsala. 168 s.
- Vientisahatavaran lajitteluohjeet. 1981. Suomen Sahateollisuusmiesten Yhdistys. Helsinki. 51 s.
- Voutilainen, J. 1991. Kipakkaa virtaa pystykarsintahassa. *Koneviesti* 11:34–35.
- Vuokila, Y. 1979. Karsinta tulee taas. *Metsänhoitaja* 29(6): 6–8.
- 1981a. Eräs tarkastelukulma männyn karsimisen kannattavuuteen. Suomen Metsäyhdistyksen kesäretkely 15–16.6.1981. s. 7.
- 1981b. Teknisestä laadusta tullut männynkasvatuksen pääongelma. *Metsälehti* 49(19). s. 9.

Total of 43 references

Summary

Quality and value of sawn goods from pruned Scots pine stands

Only very few studies have been carried out in Finland of the effects of pruning. Test sawing, furthermore, has only been carried out in one test stand for one pruning. The purpose of this study was to determine, using test sawing, the effect of the time lapse between pruning and sawing of sawlogs and the effect of factors on the quality and value of the sawn goods, and also the differences in value between the sawn goods from pruned and unpruned stems.

The material for the study consisted of 21 stands in various parts of Southern and Central Finland and one stand in Lapland. The test stands were old pruned stands; seven stands were pruned in the 1930s, four in the 1940s, eight in the 1950s and two in the 1960s. The time lapse from pruning to sawing, within a range of a few years, was 45, 35, 30 and 20 years.

In each test stand, ten to fifty pruned stems were chosen, as far as possible, from a homogeneous area (an average of 25 stems) and a corresponding number of unpruned stems. It was considered important that the diameter distribution of the pruned stems and unpruned stems would correspond to each other. In all, a total of 538 pruned stems and 517 unpruned stems were felled for testing.

Indicators describing the size and quality of the stems were measured and a butt log was cut from each stem from below the pruning limit. The pruned and the unpruned sawlogs corresponded in quality fairly well with each other, although the control logs had slightly more sweep and crook.

The thickest pruned branch was exposed from the pruned branch whorl closest to the top of the sawlog by sawing. A sample piece of wood has taken from the site of branch on the stem, and indicators describing the healing process over of the branch and growth of the tree were measured.

All sawlogs were sawn with a commonly used set-up according to the top diameter. The same professional sorter sorted the sawn goods at all locations. General export rules for sorting were followed; u/s-quality, however, was also sorted internally into its subclasses I to IV. A total of 61.0 m³ of sawn goods from pruned logs and

55.8 m³ from unpruned logs was sawn. The primary results of the study were as follows:

1. The proportion of u/s-battens of all sawn goods was 75 % from pruned trees and 56 % from unpruned trees. When the healing over time shortened from 35 years to 30 years, the proportion of u/s-quality diminished from 82 % to 68 %, and when the healing over time went to 20 years, the proportion of u/s-battens was only 58 %.
2. The proportion of u/s-boards was 27 % for pruned trees and 17 % for unpruned stems. If the knotless slabs and planing waness comparable to u/s-quality are added to u/s-boards, their added volume proportions for pruned and unpruned trees are 55 % and 24 %. The proportional volume of these qualities decreased for pruned trees from 66 % to 45 % and further to 19 % when the healing over period went down from 35 to 30 years and on to 20 years.
3. The undivided prices and subdivisions for pruned trees after a 20 year healing over period were 83 and 79. The differences in prices received from sawn goods from unpruned trees after various healing over periods were fairly small.
4. The relative value of the sawn goods calculated on the basis of sawlog volume also correlated with the thickness of the wood mantle developed after pruning the more clearly the longer the elapsed time since pruning.
5. The relative value of the battens diminished for unpruned trees as the width of the annual rings before pruning grew. No such correlation was noted for pruned trees. The relative value of the boards on the other hand grew as the width of the annual rings after pruning grew for both pruned and unpruned trees.
6. The length of the resin tap developed after pruning was clearly dependent on the thickness of the pruned branch.
7. The natural healing-over process is so slow that pruning is a useful measure also in naturally regenerated pine stands.

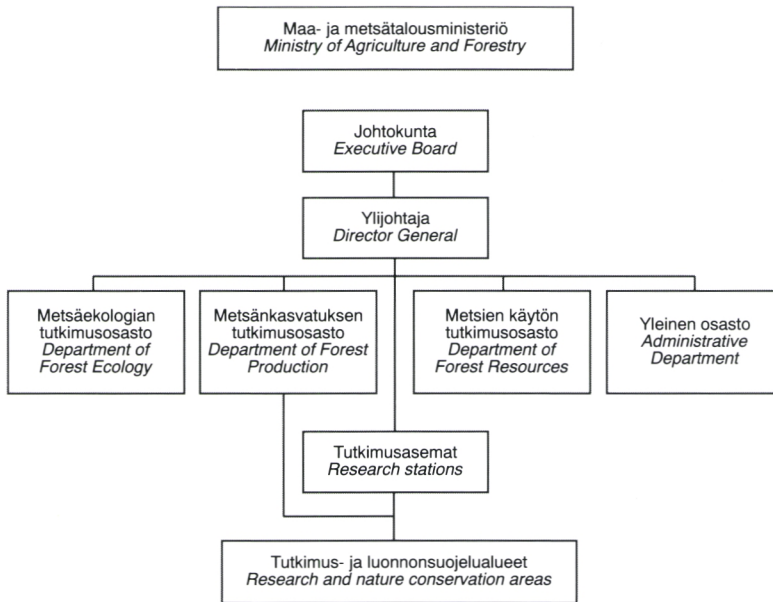
Liite 1. Eri laatuluokkien suhteelliset arvot.

U/s-soirot	100
U/s-laudat	143
V-soirot	84
V-laudat	91
VI-soirot ja -laudat	70
Oksaton vajaasärmä	138
Höylävajaasärmä	70
Vajaasärmä, ventilaatu	55
Vajaasärmä, kotimaan laatu	38
U/s-soirojen sisäinen arvo	
I	130
II	115
III	100
IV	85
U/s-lautojen sisäinen arvo	
I	164
II	154
III	136
IV	122

Liite 2. Sahatavaran suhteellinen arvo koelaittain. Erillishinnat.

Koelaita, n:o	Karsitut			Karsimattomat			Arvoero, %
	Soirot	Laudat	Kaikki	Soirot	Laudat	Kaikki	
1	87,5	70,3	81,3	85,7	62,7	77,5	4,9
2	96,7	110,5	101,3	89,4	74,8	84,4	20,0
3	80,8	83,7	81,6	83,6	69,0	79,7	2,4
4	94,6	102,5	97,0	82,8	84,4	83,2	16,6
5	93,2	113,5	99,6	90,1	91,6	90,6	9,9
6	107,4	128,0	114,8	97,6	82,2	92,2	24,5
7	100,4	121,2	107,0	89,6	103,4	94,4	13,3
8	94,4	112,1	100,0	84,2	71,9	80,5	24,2
9	94,5	123,3	104,6	88,3	95,7	90,8	15,2
10	96,9	104,7	99,9	90,9	90,4	90,7	10,1
11	90,4	112,1	99,3	88,2	82,9	86,3	15,1
12	106,2	113,3	108,9	86,9	84,2	85,9	26,8
13	95,3	118,8	102,9	82,7	71,4	79,6	29,3
14	93,9	106,0	97,4	88,5	83,2	86,9	12,1
15	83,1	70,3	79,2	79,7	72,1	77,6	2,1
16	91,0	94,4	92,2	82,0	68,0	77,2	19,4
17	96,0	91,7	94,6	88,2	74,8	83,8	12,9
18	99,0	81,2	92,5	91,3	73,9	85,3	8,4
19	103,9	102,4	103,4	87,2	73,7	82,7	25,0
20	85,5	80,9	83,8	84,1	73,1	80,2	4,5
21	88,0	55,1	74,3	85,0	56,1	73,2	1,5

METSÄNTUTKIMUSLAITOS — *THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*



Metsäntutkimuslaitos — *The Finnish Forest Research Institute*

Unioninkatu 40 A, FIN-00170 Helsinki, Finland

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

Ylijohtaja — *Director General*

Eljas Pohtila

Hallintojohtaja — *Administrative Director*

Tero Oksa

Tiedotuspäällikkö — *Head of Information*

Marja Ruutu

Metsäekologian tutkimusosasto — *Department of Forest Ecology*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Eero Paavilainen

Metsänkasvatuksen tutkimusosasto — *Department of Forest Production*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Jari Parviainen

Metsien käytön tutkimusosasto — *Department of Forest Resources*

Tutkimusjohtaja — *Research Director* Risto Seppälä

Tutkimusasemat — *Research Stations*

Joensuu

Parkano

Kannus

Punkaharju

Kolari

Rovaniemi

Muhos

Suonenjoki



- No 805 Salminen, Olli: Männikön ja kuusikon liiketaloudellinen vajaatuottoisuus. Profitability of growing understocked Scots pine and Norway spruce stands.
- No 806 Verkasalo, Erkki: Koivupuutavaran vikaantuminen pitkittyneessä metsävarastoinnissa ja sen vaikutus viulun saantoon, laatuun ja arvoon. Deterioration of birch timber during prolonged storage in the forest and its effect on the yield, quality and value of rotary-cut veneer.
- No 807 Rossi, Seppo, Varmola, Martti & Hyppönen, Mikko: Pellonmetsitysten onnistuminen Lapissa. Success of afforestation of old fields in Finnish Lapland.
- No 808 Juntunen, Marja-Liisa & Suomäki, Hanna-Leena: Ikääntyvät metsäkoneyrittäjät ja hakkuun koneellistuminen. Aging forest machine contractors and the mechanization of wood harvesting.
- No 809 Heikkilä, Risto, Lilja, Arja & Härkönen, Sauli: Rauduskoivuntaimien toipuminen latvan katkeamisen jälkeen. Recovery of young *Betula pendula* trees after stem breakage.
- No 810 Kaunisto, Seppo, Moilanen, Mikko & Issakainen, Jorma: Apatiitti ja flogopiitti fosfori- ja kaliumlannoitteina suomänniköissä. Apatite and phlogopite as phosphorus and potassium fertilizers in peatland pine forests.
- No 811 Kaitera, Juha & Jalkanen, Risto: Surmakka Rikkilehdon männikössä Sallassa. *Gremmeniella abietina* on Scots pine in Rikkilehto stand in Salla, northern Finland.
- No 812 Pesonen, Mauno & Hirvelä, Hannu: Harvennusemetsien määrä ja harvennushakkuiden liiketaloudellinen merkitys. Amount of thinning forests and profitability of thinnings in Finland.
- No 813 Varmola, Martti: Viljelymänniköiden alkukehitystä kuvaava metsikkömalli. A stand model for early development of Scots pine cultures.
- No 814 Nieminen, Mika & Ahti, Erkki: Talvilannoituksen vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen karulta suolta. Leaching of nutrients from an ombrotrophic peatland area after fertilizer application on snow.
- No 815 Heikkilä, Risto: Ravinnon määrän ja puulajikoostumuksen vaikutus hirven ravinnonkäyttöön ja taimituhoihin mäntytaimikoissa. Effects of food quantity and tree species composition on moose (*Alces alces*) browsing in Scots pine plantations.
- No 816 Uusvaara, Olli: Pystykarsituista männiköistä valmistetun sahatavaran laatu ja arvo. Quality and value of sawn goods from pruned Scots pine stands.