

Pystykarsittujen viljelymänniköiden oksikkuus, oksien kyljestyminen ja rungon laatu

Pysyvien koealojen väliraportti

Olli Uusvaara



METSÄNTUTKIMUSLAITOS

Selkälähtöä 2000

PL 18

01301 Vantaa 30

Pystykarsittujen viljelymänniköiden oksikkuus, oksien kyljestyminen ja rungon laatu

Pysyvien koealojen väliraportti

Olli Uusvaara

Metsäntutkimuslaitos - Vantaan tutkimuskeskus

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 584
Vantaa 1995

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
2000

Uusvaara, O. 1995. Pystykarsittujen viljelymänniköiden oksikkuus, oksien kyljestyminen ja rungon laatu. Pysyvien koealojen väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 584. 25 s. ISBN 951-40-1492-8, ISSN 0358-4283.

Raportissa tarkastellaan viljelymäntyjen kasvua, rungon laatua, oksikkuutta ja oksien kyljestymistä pystykarsinnan jälkeen kolmella eri kokeella. Puut olivat karsittaessa 19—25 vuotiaita. Ravinteisuudeltaan erilaisilla kasvupaikoilla sijainneet männiköt oli mitattu ja karsittu kahteen kertaan viiden vuoden välein. Yksi kokeista oli istutettu rämemännikkö, yksi mustikkatyyppin istutus- ja yksi puolukkatyyppin kylvömännikkö. Puut karsittiin ensimmäisen mittauksen yhteydessä rämekoealalla 31 dm:n ja muilla koealoilla 31—43 dm:n korkeuteen. Latvusraja nousi viiden kasvukauden aikana rämemännikössä noin yhden metrin ja muilla koealoilla noin kaksi metriä ensimmäisestä mittauksesta. Lukuun ottamatta rämemännikköä, jossa lopulliseksi karsintakorkeudeksi jäi 4,0—4,5 m, rungot voitiin toisella mittauksella karsia normaaliin 5 metrin korkeuteen.

Heikkolaatuisilla räme- ja mustikkatyyppin koealoilla mutkaisia tai lenkoja runkoja oli kokeen alussa 71 ja 58 % runkoluvusta. Mutkien mittaukset osoittivat, että rungon muotoviat olivat lähinnä lenkoutta. Mutkien syvyys ei sanottavasti pienentynyt 5 vuoden aikana. Oksat karsiutuivat koemetsiköissä korkeintaan kolmen kiehkuran eli noin 0,5 m:in korkeudelle tutkittuna ajanjaksona. Oksien keskipaksuus oli kasvanut rämemännikössä 1—2 mm, VT-männikössä 3 mm ja MT-männikössä 5—6 mm riippuen tarkasteltavasta korkeudesta rungolla.

Oksat kyljestyivät parhaiten suhteellisen nopeakasvuissa mutta ohutoksaissa puolukkatyyppin männikössä ja heikoimmin hidaskasvuissa mutta varsin huonolaatuisissa rämemännikössä. Edellisessä oli oksien poikkileikkauspinta-alasta kyljestynyt tarkastelujakson aikana keskimäärin 66 % ja jälkimmäisessä 33 %. Täysin umpeen kyljestyneitä oksia oli vastaavasti 32 ja 14 %. Kyljestyminen oli nopeinta lähellä karsintarajaa sekä puun tyvellä. Kyljestymiskehitys näyttäisi viittaavan siihen, että heikkolaatuisilla koealoilla saatava pystykarsintahyöty tulee rajoittumaan vain sahattuihin pintalautoihin, vaikka kasvu olisikin nopeaa.

Oheinen julkaisu on pysyvien karsintakokeiden väliraportti. Tarkastellun ajan puitteissa ei voida tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä kyseisten metsiköiden lopullisesta tuotoksesta ja sen laadusta. Sen vuoksi koealojen kehityksen seuranta tulisi jatkaa myöhemmin tehtävillä mittauksilla ja näytteenotolla.

Avainsanat: Mänty, pystykarsinta, oksikkuus, kyljestyminen

Kirjoittajan yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus, puh. (90) 857051, fax (90) 8570 5361

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos; hanke 3145. Hyväksynyt: Matti Kärkkäinen, tutkimusjohtaja 7.12.1995

Tilaukset: Metsäntutkimuslaitos, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki, puh. 90-857 051, fax (90) 625 308

Sisällys

	Sivu
Sisällys.....	3
1 Johdanto.....	5
2 Koealat.....	7
2.1 Koemetsiköiden alkuperätiedot.....	7
2.2 Koealojen perustaminen.....	7
2.3 Koealojen mittaukset.....	8
3 Tulokset.....	10
3.1 Puiden koko, kasvu ja tekninen laatu.....	10
3.2 Oksien paksuus.....	16
3.3 Oksakulma.....	20
3.4 Oksien kyljestyminen.....	20
4 Johtopäätöksiä.....	23
Kirjallisuus.....	24

*Etukansi: Istutetun, rehevän kasvupaikan männyn oksikkuutta. Koeala 6.
(Kuva H. Kalaja)*

*Takakansi: Yläkuva: Istuttamalla perustettu ja karsittu rämemännikkö
keväällä 1987. Koeala 3. (Kuva O. Uusvaara)
Alakuva: Karsittu puolukkatyypin kylvömännikkö keväällä 1987.
Koeala 5. (Kuva H. Kalaja).*



411 011

Kierrätykseen sopiva tuote
Alhaiset päästöt valmistuksessa

Hakapaino Oy, Helsinki 1996

ISBN 951-40-1492-8
ISSN 0358-4283

1 Johdanto

Erityisesti viljellyillä männyillä on esiintynyt runsaasti erilaisia laatuvikoja. Istuttaminen tai kylväminen harvaan kasvuasentoon, lehtipuiden tarkka poistaminen taimikoista ja taimien kuolleisuus ovat aiheuttaneet usein pahempia oksikkuusongelmia kuin mitä luonnonmänniköissä esiintyy (Kärkkäinen & Uusvaara 1982). Erityisesti istutetut männyt ovat myös rungoltaan mutkaisia, lenkoja ja voimakkaasti kapenevia varsinkin rehevillä maapohjilla (Uusvaara 1974).

Edellä kuvatut viat heikentävät oleellisesti männyn laatua ja käyttökelpoisuutta sahatavarana. Oksikkuushaittojen vähentämiseksi erityisesti mäntyä on pystykarsittu. Pystykarsinta on puun laadun ja arvon kannalta edullinen toimenpide myös luonnonmänniköissä, sillä oksaton, laadultaan tasainen puutavara on paljon arvokkaampaa kuin oksainen tavara. Erot eri sahatavaralaatujen välillä ovat suuret varsinkin karsituista ja karsimattomista tukeista sahatuissa pintalautoissa (Uusvaara 1993).

Viljelymänniköiden heikko laatu alkoi herättää huomiota 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa, jolloin mäntyä viljeltiin noin 130 000 hehtaaria vuodessa. Siihen asti vähäinen pystykarsinta lisäytyi voimakkaasti 1980-luvulla. Vuosina 1983–92 karsittiin mäntyä yhteensä noin 96 000 hehtaaria (Metsätilastollinen ...1993). Tämän jälkeen tämän metsänhoitotoimenpiteen vuotuiset pinta-alat ovat pienentyneet.

Karsinnasta on julkaistu runsaasti tutkimusraportteja ja kirjallisuutta (Saranpää 1984). Pietilä (1989) on selvittänyt karsittujen mäntyjen oksien kyljestymistä ja siihen vaikuttavia tekijöitä sorvauskokeiden avulla. Karsitun puun laatu riippuu kasvunopeudesta, johon vaikuttavat maapohjan viljavuus, metsikön käsittely, sekä puun laatu ennen karsintaa. Karsituista puista valmistettujen saheiden laatuun vaikuttaa myös karsinnasta sahaukseen kuluneen ajan pituus. Erityisesti paksujen oksien leikkauskohdat kyljestyvät hitaasti, ja oksien päihin syntyy pitkiä pihka-kuoritappeja. Pystykarsituista männyistä saadun sahatavaran arvo nousee jyrkästi, kun kyljestymisaika pitenee 30:stä 35 vuoteen (Uusvaara 1993).

Karsituista puista on tehty joitakin koesahauksia (Kärkkäinen 1982, Miettinen & Uusvaara 1983, Uusvaara 1993). On myös tutkittu koesorvauksin aikasarjana, miten karsittujen puiden oksat kyljestyvät, ja mitkä tekijät vaikuttavat kyljestymisnopeuteen (Pietilä 1989). Käytännön kokeita karsittujen männiköiden laatukehityksestä ja karsittujen ja karsimattomien puiden laatueroista ei sen sijaan ole tähän asti tehty. Tähänastisten sahauskokeiden aineistojen puutteena on ollut, että vertailupuusto on kasvanut samassa metsikössä sekaisin karsitun puuston kanssa. Tällöin aineistot eivät ehkä aina ole olleet kehityshistoriansa eroista johtuen laadun suhteen täysin vertailukelpoisia.

Vuonna 1986 Metsäntutkimuslaitoksen silloisen metsäteknologian tutkimusosaston puuntutkimusuunnalla alettiin perustaa männyn pitkäaikaisia karsintakokeita erilaisille kasvupaikoille. Asko Oy:n maille Forssan ympäristöön perustettiin kolmen kokeen sarja, joista yksi käsitti kaksi koalaa, ja kaksi muuta olivat paripuukokeita. Käsillä

oleva julkaisu dokumentoi kokeiden perustiedot, käsittelyt ja kehityksen ensimmäisenä viisivuotiskautena. Kokeet ovat kestokokeita, joissa on tarkoituksena tutkia pitkällä aikavälillä (30—50 vuotta) karsittujen puiden kyljestymisnopeutta ja -tapaa, sekä oksikkuuden, vikojen ja runkomuodon kehitystä erilaisilla kasvupaikoilla ja eri laatuissa puustoissa. Kokeiden perusteella voidaan tutkia karsittujen ja karsimattomien puiden välisiä laatueroja ja saada kuva myös siitä millaisiksi tutkittavat metsiköt olisivat kehittyneet ilman pystykarsintaa. Kokeista voidaan myös aikanaan tutkia sahaamalla tai sorvaamalla millaiseksi puutavaran laatu kehitty materiaalissa, jossa puiden alkuperä ja käsittely tunnetaan yksilökohtaisesti. Käsillä oleva tutkimus on pysyvän kokeen väliraportti. Tässä vaiheessa metsiköiden kehitysjakson pituus oli viisi vuotta, joka on oksien kyljestymisen kannalta lyhyt aika. Tutkimus antaa kuitenkin kuvan karsittujen metsiköiden alkukehityksestä ja vertailee runkojen ja oksiston laatua kahden mittauksen pohjalta.

Tutkimuksen kenttätöistä huolehtivat Tauno Oittinen, Jukka Lehtimäki sekä Erkki ja Veijo Salo, atk-käsittelystä MMK Simo Tikakoski, tekstinkäsittelystä, kuvien muokkauksesta ja käsikirjoituksen taittamistyöstä Maija Heino ja Essi Puranen sekä käsikirjoituksen viimeistelystä Pirkko Kinanen. Käsikirjoitusta on kommentoinut MMK Erkki Verkasalo. Käsikirjoituksen ovat lukeneet myös professorit Eero Paavilainen ja Matti Kärkkäinen, joka myös hyväksyi tutkimuksen julkaisemisen. Heille kaikille lausun parhaat kiitokseni. Haluan kiittää myös johtaja Matti Haapalaa, joka yhdyshenkilönä Asko Oy:n puolelta on mahdollistanut kokeiden perustamisen ja monin tavoin auttanut tutkimuksen toteuttamisessa. Hän on myös kommentoinut tutkimustuloksia.

Vantaalla 7.12.1995

Olli Uusvaara

2 Koealat

2.1 Koemetsiköiden alkuperätiedot

Koealat 3 ja 4

Kokeen tunnus Metsäntutkimuslaitoksen koerekisterissä on TAM-3. Alue on Helsingin Yliopiston vanha Haukivahon suolle perustettu istutusaika- ja lannoituskoe (Heikurainen ja Mannerkoski 1982).

- Sijainti: Renko, Lietsankoukunkylä, tila Ylitalo 3:13, Kuvio 622.
- Metsätyyppi: räme ojikko, ojitettu vv. 1962—63
- Istutus v. 1964, puristusistutus, taimet 2+1 v.
- Lannoitus istutuksen yhteydessä, suon Y-lannos 30 g/taimi. Uusintalannoitus v. 1976
 . oulusalpietari 273 kg/ha, PK-lannos 526 kg/ha.
- Kehitysluokka: taimikko (T1)
- Perkaus v. 1986

Koeala 5, paripuukoe

Kokeen tunnus Metsäntutkimuslaitoksen koerekisterissä on TAM-5

- Sijainti: Somero, Salkola, metsätalouskartta 8 kuvio 746
- Metsätyyppi: VT, vähäkivinen
- Kylvö v. 1961
- Taimikon hoito v. 1972

Koeala 6, paripuukoe

Kokeen tunnus Metsäntutkimuslaitoksen koerekisterissä on TAM-4

- Sijainti: Tammela, Hykkilä, Metsäkönnö, tila 2:77, kuvio 34
- Istutus v. 1969, kouruluokkaistutus, taimet 2 + 1 vuotta
- Metsätyyppi: MT vähäkivinen

2.2 Koealojen perustaminen

Koealat 3 (karsittu männikkö) ja 4 (karsimaton vertailumetsikkö) perustettiin ojitetulle Haukivahon suolle, Forssa-Hämeenlinna tien välittömään läheisyyteen. Kumpikin koeala on kooltaan 30x25 m ja pinta-alaltaan 750 m². Koealan 3 ympärillä vaipan leveys on 4 m, lukuun ottamatta yhtä sivua, jossa vaipan leveys on 6 m. Koealan 3 vaippa-alue on karsittu samalla tavalla kuin itse koealakin. Koealojen etäisyys toisistaan on 10 m.

Sekä maasto että puusto ovat kummankin koealan alueella hyvin tasaiset ja yhtenäiset. Koealojen puusto oli koetta perustettaessa hyvin huonolaatuinen. Puut olivat oksikkaita, mutkaisia ja lenkoja, ja kokeen alueella oli esiintynyt männyn surmakkatautia. Kokeen tarkoituksena on tutkia, voidaanko oksikkaan männikön laatu pelastaa pystykarsinnalla siten, että edes osa rungoista voitaisiin kasvattaa kelpollisiksi tukkipuiksi.

Koeala 5 on männylle tyypillisen kasvupaikan kylvömännikkö, jossa puut olivat koetta perustettaessa verraten hyvälaatuisia. Koeala 6 on nopeakasvuinen, hyvän viljavuustason metsikkö, jossa puut olivat koetta perustettaessa oksikkaita ja runkovikaisia. Koealat 5 ja 6 perustettiin paripuukokeina. Maastoon mitatun linjan molemmin puolin valittiin puupareja, joissa toinen puu oli karsittava ja toinen karsimaton vertailupuu. Karsittavien puiden ja vertailupuiden tuli olla mahdollisimman samanlaisia rinnankorkeusläpimitan, pituuden, oksakulman sekä oksien paksuuden ja latvuksen leveyden suhteen. Puiden paikantamiseksi mitattiin kunkin puun lyhintä etäisyyttä linjasta kuvaavan janan pituus, ja janan ja linjan leikkauspisteen etäisyys nollapaalulta. Linjan ja sen kiinnekohtien suunnat määritettiin maastoon.

Kokeella 5 linjan pituus oli 90 m ja kokeella 6 64,8 m, ja kokeisiin valittiin molemmilta kokeilta 20 karsittua ja 20 karsimatonta vertailupuuta.

2.3 Koealojen mittaukset

Paripuukoealojen puuston tiheys määritettiin yhden aarin ympyräkoealoilta (säde 5,64 m), joita oli kolme peruslinjalla tasaisin välein ja kaksi linjan kummallakin puolella. Koealan kaikista puista mitattiin rinnankorkeusläpimitta, jonka merkki maalattiin runkoon aina samalle puolelle koealalle tulosuunnasta pois päin.

Rinnankorkeusläpimitta (mm) mitattiin kahteen suuntaan ensin rinnankorkeusmerkin kohdalta, sitä vastaan ja toinen mittaus tätä suuntaa vastaan kohtisuoraan. Lisäksi mitattiin latvuseros, terveydentila ja tekninen laatu Metsäntutkimuslaitoksessa yleisesti käytettyjen ohjeiden mukaisesti (Metsikkökokeiden... 1987). Normaalisti poikkeavaa koepuuta kuvasi luokittelussa oksaisuus, mutkaisuus tai haaraisuus tai näiden yhdistelmät. Koepuu luokiteltiin myös toisen arvioinnin mukaan silmävaraisesti joko lengoksi, mutkaiseksi, normaaliksi, pystyoksaiseksi, haaraiseksi tai koroiseksi.

Runkojen kelpoisuus tukkipuuna, yleisoksaisuus, yleislaatu ja tyvitukin laatu arvioitiin koepuista silmävaraisesti. Runkojen mutkaisuutta tutkittiin siten, että rungosta mitattiin normaaliin karsintakorkeuteen asti jokaisen mutkan pituus, syvyys, asema rungossa ja arvioitiin sen laatua alentava vaikutus. Mutkien mittauspaiikat maalattiin runkoihin, joten niiden kehitystä voidaan seurata myöhemmin. Koepuista mitattiin lisäksi pituus, latvusrajan korkeus maanpinnasta, latvuksen leveys ja muoto.

Oksaisuutta koskevat ominaisuudet tutkittiin rungon karsittavalta osalta. Sekä karsittavista että karsimattomista vertailupuista mitattiin kiekuroittain kiekuran etäisyys maanpinnasta (täyttävin 5 cm luokin), kaikkien oksien paksuus ja laatu. Elävistä oksista mitattiin kuoren päältä 5 mm:ä täyttävät ja kuolleista kuoren alta 3 mm:ä täyttävät oksat. Kunkin kiekuran keskimääräinen oksakulma arvioitiin ja epäselvissä tapauksissa mitattiin astelevyllä 5°:n tarkkuudella.

Kaikkien karsittavalla rungonosalla olevien oksien paksuus mitattiin ennen karsintaa. Mittaus ja karsinta aloitettiin aina rinnankorkeusmerkistä runkoa myötäpäivään kiertäen. Täten jokaisen oksan tai oksanjäljen kehitystä voidaan seurata. Karsittavat

puut karsittiin ensimmäisellä mittauskerralla 31 dm:n korkeuteen koealalla 3, 34 ja 43 dm:n korkeuteen koealalla 5 ja 31 ja 37 dm:n korkeuteen koealalla 6.

Kokeiden puusto mitattiin uudelleen 5 kasvukauden jälkeen. Toisella mittauskerralla karsintakorkeudet olivat koealalla 3 40—45 dm, koealalla 5 50—55 dm ja koealalla 6 50—56 dm. Koealoilla 5 ja 6 karsintakorkeus oli siis yleisen käytännön mukainen, kun taas koealalla 3 korkeus oli suosituksia alhaisempi (Pystykarsinta 1992). Tämä johtui siitä, että oksat eivät olleet vielä kuivuneet riittävän ylös. Ylimmiksi karsittaviksi kiehkuroiksi hyväksyttiin 1—2 eläviä oksia käsittävää kiehkuraa.

Uusintamittauksen yhteydessä karsituista oksista mitattiin kyljestyvän oksan päästä vielä paljaana olleen alueen korkeus, leveys ja oksatapin etäisyys puun pinnasta. Samalla havainnoitiin jo täysin kyljestyneet oksat. Runkojen kokoa ja laatua sekä oksikkuutta koskevat mittaukset tehtiin kuten ensimmäisellä mittauskerralla.

3 Tulokset

3.1 Puiden koko, kasvu ja tekninen laatu

Taulukot 1—3 kuvaavat puiden kokoa ja kasvua ja taulukot 4—7 puiden teknistä laatua eri koealoilla tutkittuna ajanjaksona sekä karsittujen ja karsimattomien puiden välisiä eroja. Sekä karsittavien että karsimattomien puiden koko ja laatu olivat kaikilla koealoilla keskenään hyvin vertailukelpoiset.

Koealojen puuston kasvu oli tutkitun viiden vuoden aikana hyvä, koealoja 3 ja 4 lukuun ottamatta. Niillä pituuskasvu oli verraten hyvä mutta läpimitan kasvu oli heikko. Läpimitan verrattain heikko kasvu koealalla 3 on heikentänyt myös karsintajälkien kyljestymistä. Koska sekä läpimitan että pituuden kasvu olivat parhaat koealalla 6, myös puuston tilavuus kasvoi sillä voimakkaimmin (taulukot 1—3). Koska puustot koealoilla 5 ja 6 olivat samanaikaisesti täystiheät, elävien oksien alaraja nousi tutkittuna ajanjaksona noin kaksi metriä. Karsinta voitiin näin ollen ulottaa toisessa vaiheessa suositusten mukaiseen korkeuteen, noin 5 metriin.

Taulukko 1. Puiden koko ja kasvu tutkittuna ajanjaksona. Koealat 3 ja 4. (Koeputia 45 kpl)

	Mittauskerta 1	Mittauskerta 2	Muutos/v	Muutos, %/5 v
Karsittu (koeala 3)				
Pituus, dm				
\bar{X}	71,3	88,5	3,4	24,1
S	8,7	9,0		
min.-max.	47,0—88,0	66,0—107,0		
Läpimitta, $d_{1,3}$, cm				
\bar{X}	9,5	10,5	0,20	10,6
S	1,6	1,7		
min.-max.	3,1—13,1	6,4—14,8		
Tilavuus, dm^3				
\bar{X}	30,0	43,2	2,6	44,0
S	11,5	16,7		
min.-max.	6,4—63,5	12,6—95,8		
Karsimatton (koeala 4)				
Pituus, dm				
\bar{X}	73,4	91,7	3,7	24,9
S	7,7	9,0		
min.-max.	59,0—93,0	74,0—116,0		
Läpimitta, $d_{1,3}$, cm				
\bar{X}	9,8	10,9	0,22	11,4
S	1,6	2,3		
min.-max.	6,3—12,5	5,7—16,6		
Tilavuus, dm^3				
\bar{X}	32,6	48,6	3,2	49,1
S	12,3	19,9		
min.-max.	11,2—59,6	17,3—99,9		

Puiden teknistä laatua kuvaavat tässä yhteydessä latvusraja, latvuksen leveys, rungon mutkaisuus ja kapeneminen. Koska puusto oli jo koetta aloitettaessa koealoilla 5 ja 6 kookkaampaa kuin koealoilla 3 ja 4, on niiden laatueroja vertailtava viiden vuoden aikana tapahtuneiden muutosten pohjalta. Koeala 5 oli jo alunperin muita koealoja hyvälaatuisempi. Puiden latvukset olivat kapeammat ja latvusraja korkeammalla kuin muilla koealoilla. Kuitenkin latvusraja nousi eniten hyväkasvuisella koealalla 6 ja vähiten koealoilla 3 ja 4. Tähän vaikutti myös tiheys joka oli 2100 runkoa/ha koealalla 6, 2330 runkoa/ha koealalla 5 ja 1746 ja 1653 runkoa/ha koealoilla 3 ja 4. Latvuksen leveyden kasvu oli tarkasteltuna ajanjaksona kaikilla koealoilla lähes yhtä suuri, mutta koealoilla 3 ja 4 oksien kuolemisprosessi oli muita hitaampaa.

Taulukko 2. Puiden koko ja kasvu tutkittuna ajanjaksona. Koeala 5. (Koepuita 20 kpl)

	Mittauskerta 1	Mittauskerta 2	Muutos/v	Muutos, %/5 v
<u>Karsittu</u>				
Pituus, dm				
\bar{X}	94,4	115,1	4,1	21,9
S	24,1	31,6		
min.-max.	77,0—114,0	96,0—142,0		
Läpimitta, $d_{1,3}$ cm				
\bar{X}	11,7	14,1	0,49	21,0
S	3,6	4,9		
min.-max.	9,6—15,3	11,1—18,7		
Tilavuus, dm^3			0	
\bar{X}	56,1	97,5	8,3	73,5
S	21,4	42,1		
<u>Karsimaton</u>				
Pituus, dm				
\bar{X}	96,3	118,9	4,5	23,3
S	22,5	21,8		
min.-max.	72,0—112,0	94,0—134,0		
Läpimitta, $d_{1,3}$ cm				
\bar{X}	11,6	13,9	0,46	19,9
S	2,6	3,0		
min.-max.	8,6—14,6	11,1—17,2		
Tilavuus, dm^3				
\bar{X}	55,4	94,3	7,8	70,2
S	14,3	22,1		
min.-max.	23,7—96,9	48,7—156,3		

Taulukko 3. Puiden koko ja kasvu tutkittuna ajanjaksona. Koeala 6. (Koeputia 20 kpl)

	Mittauskerta 1	Mittauskerta 2	Muutos/v	Muutos, %/5 v
<u>Karsittu</u>				
Pituus, dm				
\bar{X}	81,4	107,7	5,2	32,2
S	12,1	15,8		
min.-max.	74,0—93,0	93,0—119,0		
Läpimitta, $d_{1,3}$ cm				
\bar{X}	11,7	14,1	0,46	21,0
S	2,3	3,5		
min.-max.	10,0—14,3	11,6—18,0		
Tilavuus, l				
\bar{X}	48,4	87,1	7,7	80,0
S	9,0	20,0		
min.-max.	33,7—69,1	57,8—143,6		
<u>Karsimaton</u>				
Pituus, dm				
\bar{X}	80,5	104,6	4,8	29,8
S	11,7	12,4		
min.-max.	72,0—90,0	95,0—113,0		
Läpimitta, $d_{1,3}$ cm				
\bar{X}	11,6	13,9	0,46	19,7
S	2,4	3,0		
min.-max.	10,2—14,1	12,6—17,3		
Tilavuus, l				
\bar{X}	47,8	84,3	7,3	76,4
S	9,9	17,5		
min.-max.	33,6—72,6	66,3—130,1		

Mutkaisuutta tarkasteltiin mutkan syvyyden ja mutkien yleisyyden sekä niiden laatua alentavan vaikutuksen pohjalta. Tällä perusteella laadultaan heikoimpia olivat koealat 3, 4 ja 6. Koealoilla 3 ja 4 mutkaisuuden vaikutus arvioitiin seuraavaksi:

Vaikutus	Koeala 3	%	Koeala 4
Lievä	58		31
Keskinkertainen	29		40
Voimakas	13		29

Samaa mutkaisuuden haittavaikutusta ei arvioitu koealoilla 5 ja 6, mutta seuraava asetelma esittää mutkaisten runkojen määrän (taipuma ≥ 2 cm mutkan osuudella) eri koealoilla:

	Koeala			
	3	4	5	6
	%			
Rungossa 1 mutka	48	39	20	48
Rungossa 2 mutkaa	23	28	-	10
Yhteensä	71	67	20	58

Vertailukoealalla mutkaisuus oli siis vakavampi muotovika kuin karsitulla koealalla. Mutkan pituuden tarkastelu osoitti, että rungot olivat yleisemmin lenkoja kuin mutkaisia. Mutkien keskipituus vaihteli koealoittain välillä 21,8–26,0 dm. Mutkien syvyys ei pienentynyt sanottavasti 5 vuoden aikana koealaa 5 lukuun ottamatta, jossa muutos oli karsituilla puilla 2 mm ja karsimattomilla puilla 6 mm.

Myös kapenemisen mukaan koeala 6 oli laadultaan heikoin ja koeala 5 paras. Tarkastelujakson aikana kapeneminen pieni kaikilla koealoilla huomattavasti, koealalla 6 kuitenkin eniten. Karsinta ei näyttänyt juurikaan parantaneen karsittujen puiden kapenemista karsimattomiin verrattuna.

Taulukko 4. Puiden tekninen laatu tutkittuna ajanjaksona. Koealat 3 ja 4.

	Mittauskerta 1	Mittauskerta 2	Muutos	Muutos/v
Karsittu (koeala 3)				
Latvusraja, dm				
\bar{X}	30,0	43,1	13,1	2,6
S	5,3	4,3		
min.-max.	16,0–40,0	32,0–53,0		
Latvuksen leveys, dm				
\bar{X}	22,0	29,3	7,3	1,5
S	4,2	5,9		
min.-max.	12,0–34,0	18,0–43,0		
Mutkan pituus, dm				
\bar{X}	21,7			
S	9,6			
min.-max.	3,5–36,6			
Mutkan syvyys, cm				
\bar{X}	3,5	3,5		
S	1,7			
min.-max.	1,5–7,5			
Kapeneminen, mm	62	48	-14	
- " -, mm/m	13,3	10,3	-3,0	
Karsimaton (koeala 4)				
Latvusraja, dm				
\bar{X}	31,2	41,6	10,4	2,1
S	4,3	4,4		
min.-max.	25,0–44,0	33,0–53,0		
Latvuksen leveys, dm				
\bar{X}	24,7	30,4	5,7	1,1
S	4,5	6,9		
min.-max.	16,0–35,0	20,0–49,0		
Mutkan pituus, dm				
\bar{X}	21,8			
S	7,9			
min.-max.	9,5–33,6			
Mutkan syvyys, cm				
\bar{X}	4,4	4,4		
S	2,2			
min.-max.	1,0–11,0			
Kapeneminen, mm	65	47	-18	
- " -, mm/m	13,8	10,1	-3,7	

Taulukko 5. Koealojen tekninen laatu (a=karsittu, b=karsimaton koeala).

Tekninen laatu	Koeala/mittauskerta											
	3		4		5a		5b		6a		6b	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	%											
1 Normaali	15	20	5	10	60	40	50	35	5	5	5	
2 Oksainen						10	10	15	25	20	15	20
3 Mutkainen	55	70	55	55	30	30	35	45	25	15	20	25
4 Haarainen												
5 Oks. + mutk.	25	10	35	35	10	20	5	5	45	60	60	55
6 Oks.+mutk.+haar.	5		5									

Taulukko 6. Puiden tekninen laatu tutkittuna ajanjaksona. Koeala 5.

	Mittauskerta 1	Mittauskerta 2	Muutos	Muutos/v
<u>Karsittu</u>				
Latvusraja, dm				
\bar{X}	31,2	50,1	18,9	3,8
S	16,3	15,6		
min.-max.	20,0—46,0	38,0—63,0		
Latvuksen leveys, dm				
\bar{X}	28,3	35,5	7,2	1,4
S	9,9	15,7		
min.-max.	22,0—41,0	24,0—54,0		
Mutkan pituus, dm				
\bar{X}	25,2			
S	4,3			
min.-max.	11,6—32,7			
Mutkan syvyys, cm				
\bar{X}	2,4	2,2	-0,2	
S	0,5	0,3		
min.-max.	2,0—3,0	1,0—3,0		
Kapeneminen, mm	61	40	-21	
"-", mm/m	11,4	8,6	-2,8	
<u>Karsimaton</u>				
Latvusraja, dm				
\bar{X}	32,8	50,5	17,7	3,5
S	18,3	22,1		
min.-max	22,0—36,0	36,0—69,0		
Latvuksen leveys, dm				
\bar{X}	29,6	35,8	6,2	1,2
S	8,8	11,7		
min.-max.	22,0—36,0	27,0—45,0		
Mutkan pituus, dm				
\bar{X}	26,0			
S	5,4			
min.-max.	15,5—33,5			
Mutkan syvyys, cm				
\bar{X}	2,3	1,7	-0,6	-0,1
S	0,3	0,7		
min.-max.	2,0—3,0	1,0—3,0		
Kapeneminen, mm	50	38	-12	
"-", mm/m	10,7	8,1	-2,6	

Taulukko 7. Puiden tekninen laatu tutkittuna ajanjaksona. Koeala 6.

	Mittauskerta 1	Mittauskerta 2	Muutos	Muutos/v
<u>Karsittu</u>				
Latvusraja, dm				
\bar{X}	25,7	47,5	21,8	4,4
S	9,7	18,2		
min.-max.	17,0—13,0	31,0—60,0		
Latvuksen leveys, dm				
\bar{X}	32,7	37,0	4,3	0,9
S	13,3	14,9		
min.-max.	23,0—48,0	28,0—50,0		
Mutkan pituus, dm				
\bar{X}	25,7			
S	2,4			
min.-max.	9,0—33,9			
Mutkan syvyys, cm				
\bar{X}	2,7	2,6	-0,1	
S	1,9	0,3		
min.-max.	2,0—4,0	1,5—4,0		
Kapeneminen, mm	70	39	-31	
"-", mm/m	14,8	8,2	-6,6	
<u>Karsimaton</u>				
Latvusraja, dm				
\bar{X}	23,9	45,8	21,9	4,3
S	7,6	14,1		
min.-max.	15,0—29,0	32,0—59,0		
Latvuksen leveys, dm				
\bar{X}	32,2	36,0	3,8	0,8
S	10,0	11,5		
min.-max.	27,0—45,0	27,0—52,0		
Mutkan pituus, dm				
\bar{X}	23,2			
S	2,1			
min.-max.	10,3—33,0			
Mutkan syvyys, cm				
\bar{X}	2,5	2,3	-0,2	
S	0,3	0,3		
min.-max.	2,0—5,0	1,0—5,0		
Kapeneminen, mm	75	42	-33	
"-", mm/m	16,1	8,9	-7,2	

Tekninen laatu, joka arvioitiin silmävaraisesti asteikolla 1—6, oli koealoittain taulukon 5 mukainen.

Oksaisuuslaatu luokiteltiin asteikolla 1—4. Yleislaatu, jossa otettiin oksien lisäksi huomioon runkomuoto ja rungon viat, luokiteltiin asteikolla 1—5. Niiden keskiarvot olivat ensimmäisellä mittauskerralla koealoittain seuraavat:

Koeala	3	4	5a	5b	6a	6b
Oksaisuuslaatu	2,0	2,0	2,0	2,1	2,7	2,8
Yleislaatu	3,2	3,0	2,2	2,4	3,0	2,9

Nämä laadun tunnuksot raportoidaan vain ensimmäisessä mittauksessa, koska niissä ei viiden vuoden havaintojakson aikana ollut tapahtunut huomattavia muutoksia. Vaikka laatuasteikkojen arviot ovatkin subjektiivisia, ne tukevat tehtyjä mittauksia ja kuvaavat eri koealojen suhteellista laatua toisiinsa verrattuna.

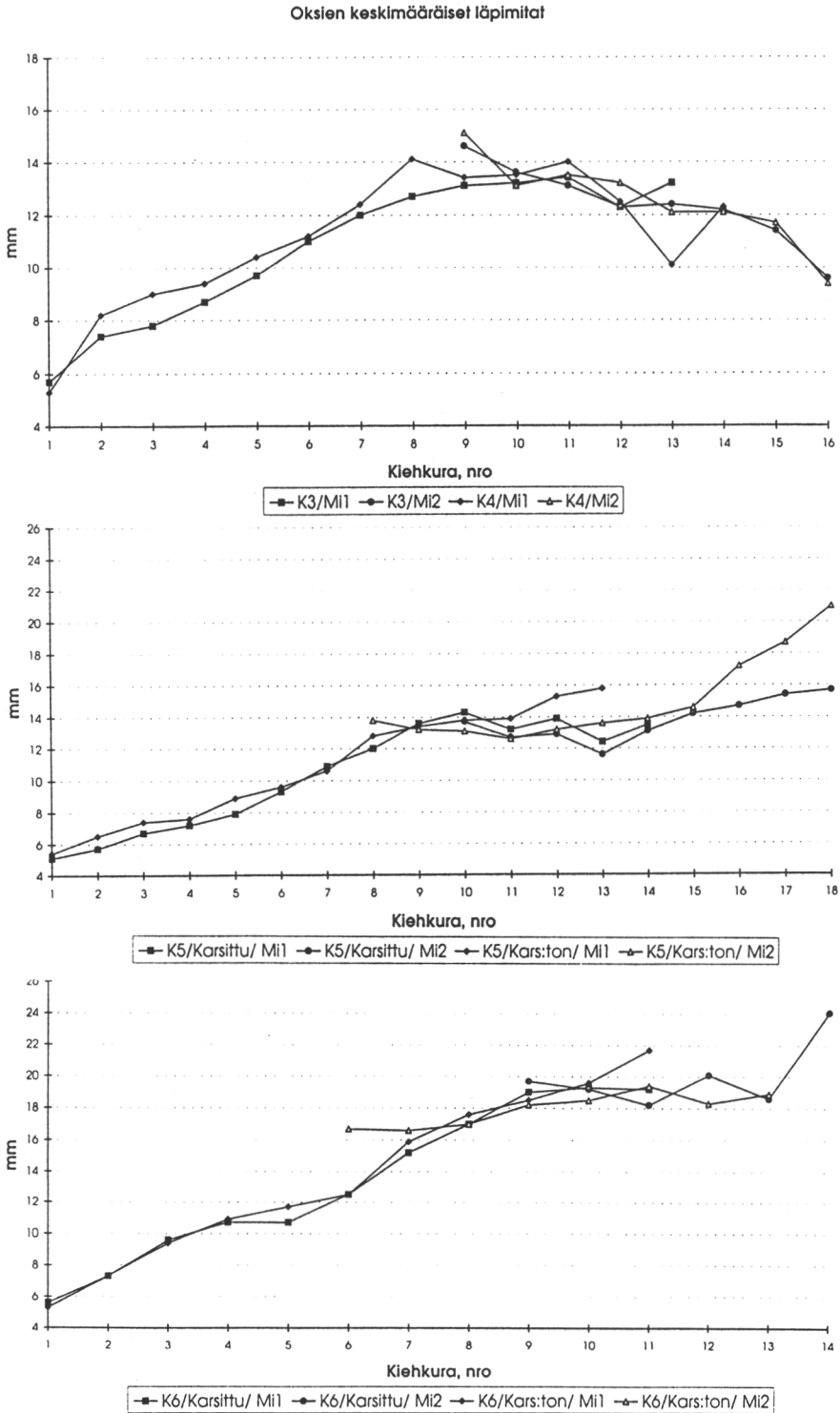
3.2 Oksien paksuus

Kuvassa 1 esitetään oksien keskiläpimitat rungon pituussuunnassa puun tyvestä lähtien sekä karsituissa että karsimattomissa puissa kahden mittauskerran mukaan. Oksien paksuuden perusteella koeala 5 oli hyvälaatuisin ja koeala 6 huonolaatuisin. Heikkolaatuisimmalla koealalla oksien paksuus myös lisääntyi jyrkimmin rungon pituussuunnassa tyvestä latvaa kohti. Hyväkasvuisissa puissa tarvitaan ilmeisesti myös paksut oksat kannattamaan suurta neulasmäärää. Koealoilla 3 ja 4 oksien paksuus alkoi sitävastoin pienentyä karsitun alueen ylärajalle tultaessa. Koealan 4 pienempi oksan paksuus koealaan 3 verrattuna saattoi johtua osittain noin 100 runkoa/ha suuremmasta puuston tiheydestä. Ensimmäisellä mittauskerralla kuivat oksat alkoivat aina puun tyveltä. Karsimattomilla koealoilla oli toisellakin mittauskerralla yleensä muutamia oksia jäljellä ensimmäisessä oksakiehkurassa ja korkeintaan kolmen oksakiehkuran alue oli karsiutunut oksattomaksi. Elävien oksien alaraja oli noussut tutkittuna ajanjaksona koealoilla 3, 4 ja 6 kolme oksakiehkuraa ja koealalla 5 neljä kiehkuraa edellistä mittausta ylemmäksi.

Kiehkuroiden paksuimmat oksat kuvaavat rungon laatua oksien keskipaksuutta paremmin. Kuvissa 2 ja 3 esitetään paksuimman kuivan ja elävän oksan paksuudet kiehkuroittain rungon karsitulla alueella. Paksuimmat kuivat oksat sijaitsivat karsitun alueen puolivälissä, ja oksan paksuus pieneni tyvitukin latvaa kohti. Kuvat osoittavat myös elävien oksien paksuuskasvun tutkittuna ajanjaksona. Koealoilla 3 ja 4 oksien paksuus oli lisääntynyt 5—10 mm ja koealoilla 5 ja 6 noin 5 mm.

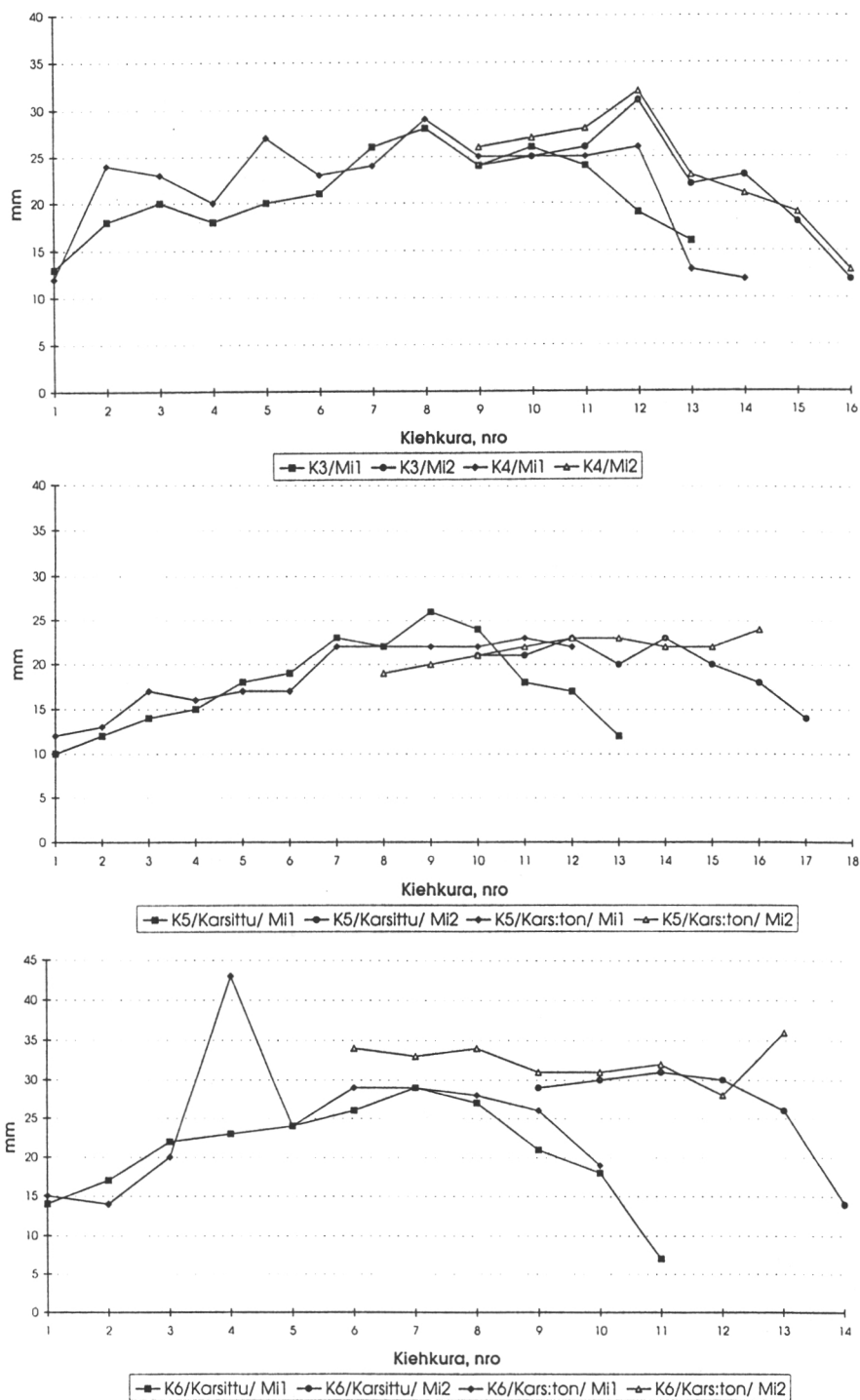
Suurimpien kuivien ja varsinkin elävien oksien paksuustasot osoittivat, että koealat 3 ja 6 olivat karsinnan yleisiin suosituksiin verrattuna karsintakelvottomia (Pystykarsinta 1992). Etenkin koealalla 6 jouduttiin jo ensimmäisellä karsintakerralla karsimaan runsaasti 35—40 mm paksuja oksia, kun karsintasuositusten mukainen oksan paksuus on enimmillään 20 mm. Oksien keskimääräiset paksuudet ja maksimipaksuisten oksien keskiarvot olivat koealoittain seuraavat:

		Koeala/mittauskerta											
		3		4		5a		5b		6a		6b	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
		Kuivat oksat, \bar{X} /max. mm											
10/28	12/31	11/29	12/32	9/26	12/23	10/23	13/24	11/29	17/31	11/43	17/36		
		Elävät oksat, \bar{X} /max. mm											
15/30	16/36	17/30	17/31	15/26	18/34	16/25	19/27	21/39	26/41	21/37	23/45		

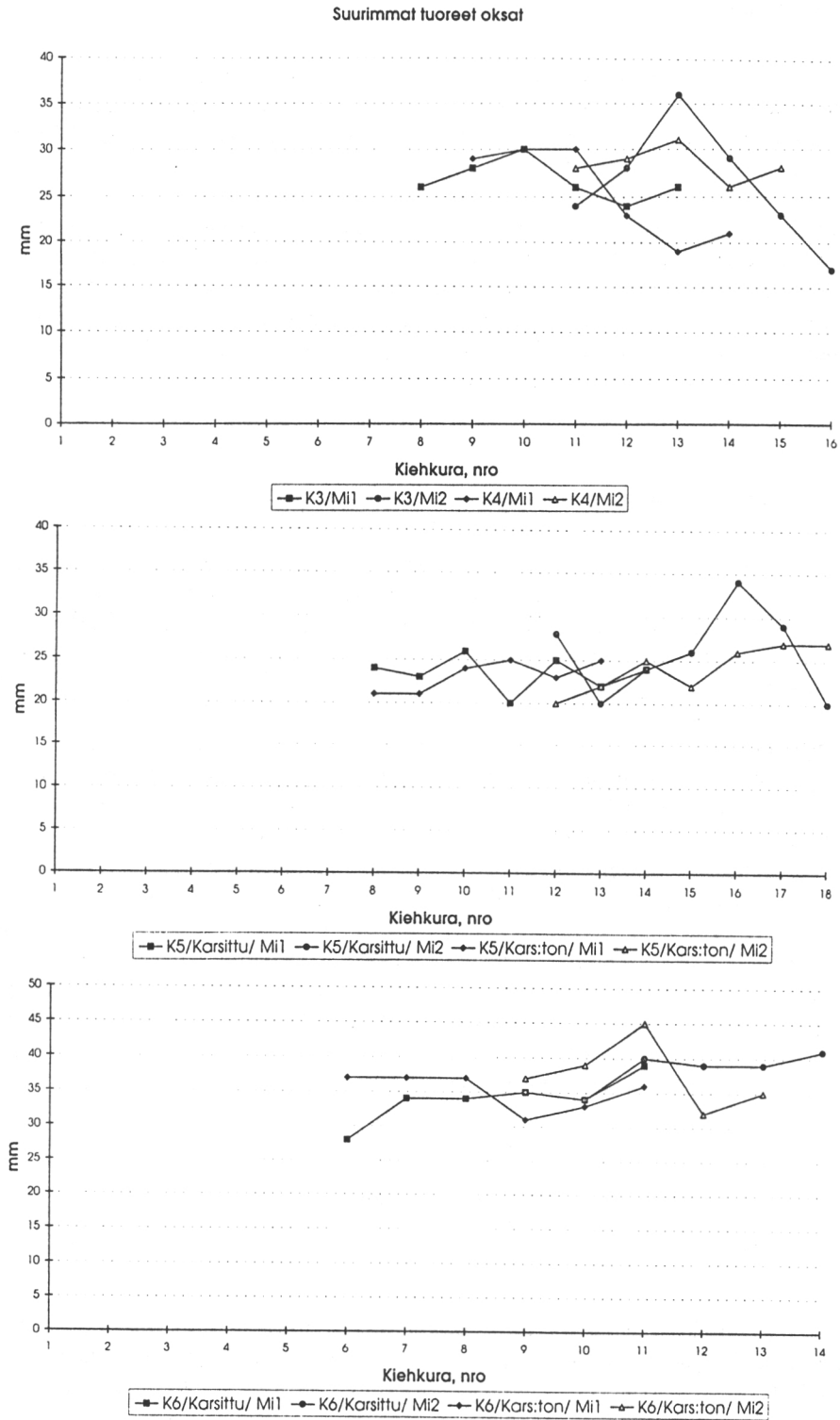


Kuva 1. Oksien keskimääräinen paksuus rungon pituussuunnassa karsituilla ja karsimattomilla männyillä (K = koealan nro, Mi = mittauskerta)

Suurimmat kuivat oksat



Kuva 2. Suurimpien kuivien oksien paksuus rungon pituussuunnassa karsituilla ja karsimattomilla männyillä. Selitykset kuten kuva 1.



Kuva 3. Suurimpien elävien oksien paksuus rungon pituussuunnassa karsituilla ja karsimattomilla männyillä. Selitykset kuten kuva 1.

3.3 Oksakulma

Oksakulma kuvaa puun laatua siten, että mitä suurempi oksakulma on sitä parempi on puun laatu. Oksakulmaan vaikuttaa myös tarkasteltava korkeus rungolla. Oksakulma pienenee melko tasaisesti mäntyrungossa tyvestä kohti latvaa (kuva 4, myös Mäkinen & Uusvaara 1992, Uusvaara & Saukkonen 1995).

Koealalla 3 karsittu puusto oli erityisesti puun tyviosassa ja koealalla 5 karsitun osan yläosassa oksakulman suhteen vertailupuustoa parempaa. Koealalla 6 ei karsitulla ja vertailupuustolla ollut sanottavaa eroa oksakulmissa. Myös kuva 4 osoittaa, että koealojen välisessä vertailussa koeala 5 oli oksakulmien suhteen paras ja koeala 6 huonoin. Laatuerot eivät olleet keskimäärin suuret, mutta koealoilla 3 ja 4 esiintyi huomattavan paljon pienikulmaisia oksia.

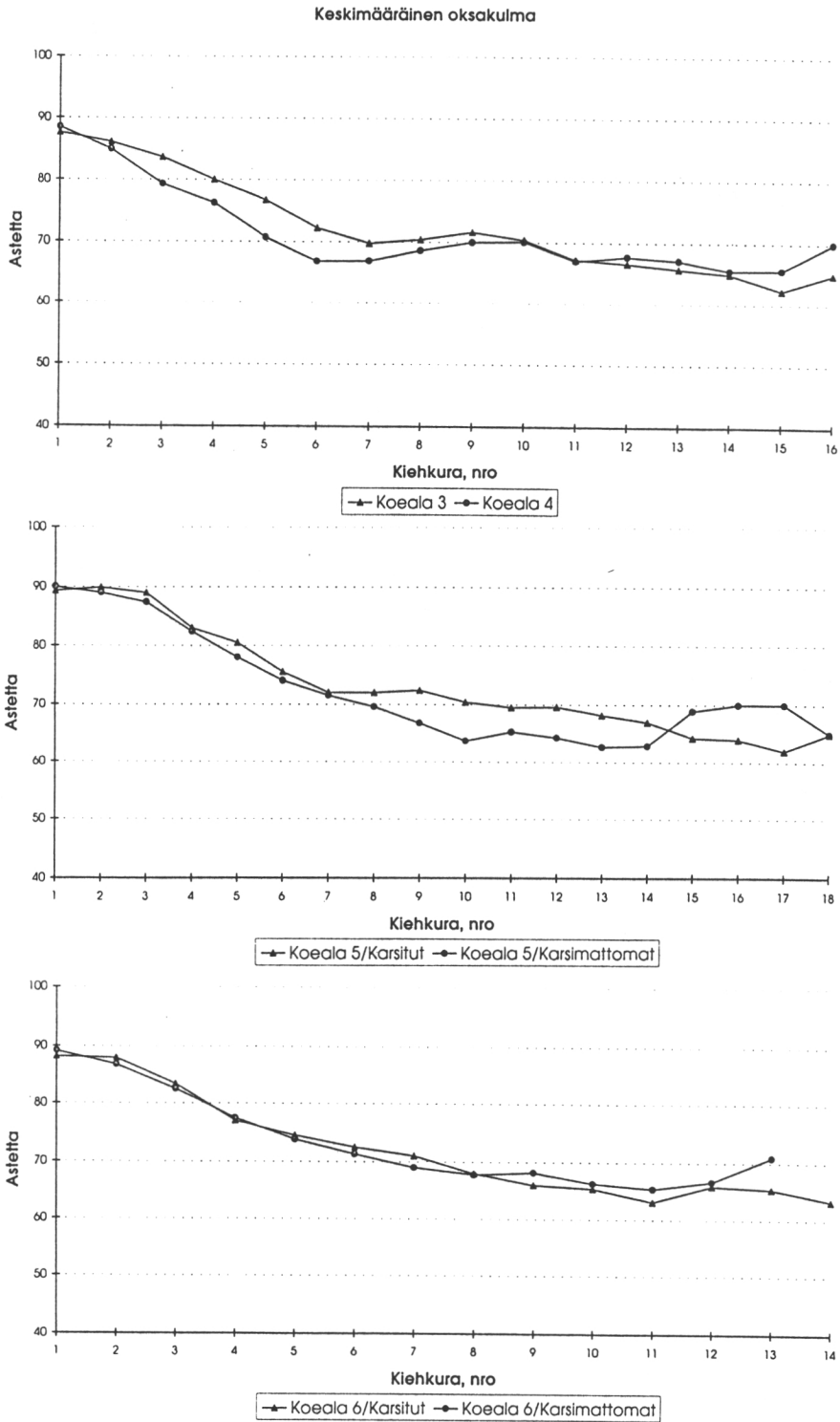
3.4 Oksien kyljestyminen

Oksien kyljestyamiseen vaikuttavat oksan koko, oksan laatu, tarkasteltava korkeus ja puun kasvunopeus. Elävinä karsitut oksat kyljestyvät paremmin kuin kuivat oksat mikäli oksan paksuus on sama (Heiskanen & Taipale 1963, Pietilä 1989). Tarkasteltu viiden vuoden ajanjakso on vielä lyhyt oksien kyljestyksen kannalta. Vain vähäinen osa oksista ehti kyljestyä kokonaan umpeen.

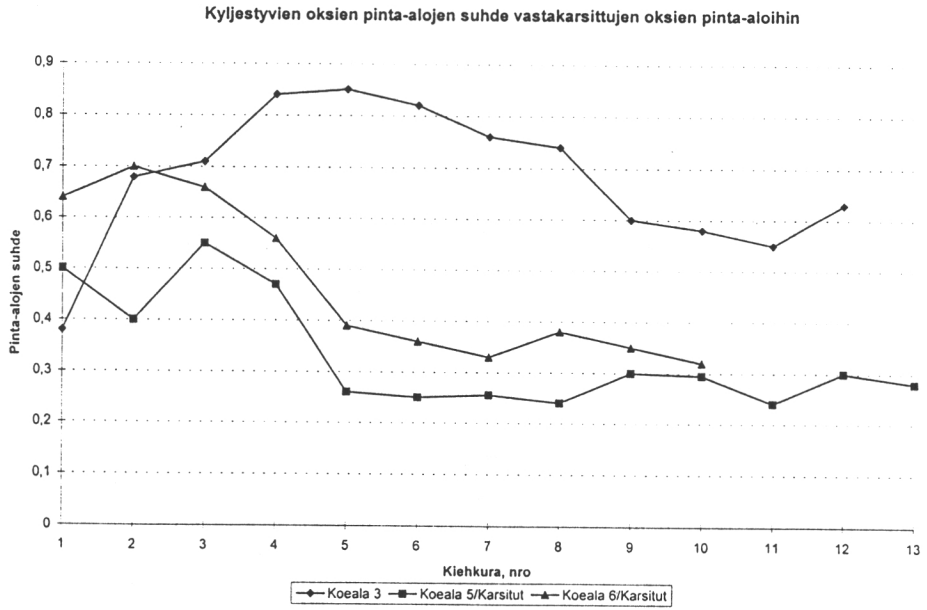
Kyljestyminen parani puun tyveltä kohti karsintarajaa. Ohuet oksat parissa ensimmäisessä oksakiehkurassa kyljestyivät myös hyvin. Kyljestyksen nopeutta kuvaa myös oksatapin pään ja puun vaippapinnan välinen etäisyys. Se kasvoi puun tyveltä karsintarajalle 2—4 mm koealalla 3 ja 4—10 mm koealalla 6, mutta pieneni noin 8 mm:stä 6 mm:iin koealalla 3. Oksat kyljestyivät parhaiten suhteellisen nopeakasvuaisella mutta ohutoksisella koealalla 5 ja heikoimmin hidaskasvuaisella mutta paksuoksisella koealalla 3 (kuva 5). Oksien kyljestyneet pinta-alat vastakarsittujen oksien pinta-alasta olivat keskimäärin 33 % koealalla 3, 66 % koealalla 5 ja 54 % koealalla 6. Jonkin verran virhettä aiheutui kuitenkin siitä, että alunperin oksista mitattiin runkoa vastaan kohtisuora läpimitta, kun taas kyljestyminen mitattiin myös puun rungon suuntaisesta leikkausjäljestä. Oksista oli kyljestyneet kokonaan umpeen seuraavat osuudet kiehkuroittain:

Koe- alan nro	Kiehkuran järjestysnumero maasta																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	x
	Umpeen kyljestyneitä oksia, %																
3	50	17	17	4	3	4	9	9	12	17	13	(5)					14
5	46	42	22	34	40	41	38	27	29	22	27	22	25	(71)	(40)	(60)	32
6	37	17	5	8	16	24	24	18	18	31							20

Eniten oksia oli kyljestyneet umpeen koealalla 5 (32 %) ja vähiten koealalla 3 (14 %). Umpeen kyljestyneiden oksien osuus oli korkein aivan puun tyvellä ja latvusrajan lähellä. Kyljestyneet oksat olivat etupäässä pieniä 3—10 mm:n paksuisia oksia. Alimpien kiehkuroiden oksat olivat kyljestyneet heikoimmin koealalla 6.



Kuva 4. Keskimääräinen oksakulma rungon pituussuunnassa karsituilla ja karsimattomilla männyillä. Selitykset kuten kuva 1.



Kuva 5. Karsittujen oksien kyljestyminen koaloittain. Selitykset kuten kuva 1.

4 Johtopäätöksiä

Kolmesta tutkitusta kokeesta runkojen mutkaisuus oli istutettuun rämemännikköön perustetuilla koealoilla 3 ja 4 yleisempää ja mutkat olivat syvempiä kuin muilla kokeilla. Runkoviat olivat enimmäkseen lenkoutta, mikä viittaa siihen, että routa ja lumi olivat liikutelleet ja kallistelleet taimia kostealla turvealustalla. Myös taimen istuttaminen vinoon asentoon aiheuttaa lenkoutta. Koska oksikkuuden lisäksi mutkat olivat yleisiä myös istutetulla koealalla 6, istutus uudistusmenetelmänä lienee sinänsä lisännyt runkomutkia. Runkomuoto oli kuitenkin heikoin kokeella 6, joka oli istutettu rehevälle kasvupaikalle (ks. kansikuvat).

Runkojen läpimitan kasvu oli heikoin rämemännikössä, mikä oli hidastanut karsittujen oksien kyljestymistä. Vaikka suo oli ojitettu, korkea pohjaveden pinta oli ilmeisesti hidastanut puiden kasvua etenkin 5-vuotiskauden alkupuolella. Kokeella 6 kasvu oli hyvä mutta oksikkuuslaatu sen sijaan niin heikko, että metsikkö olisi jo alunperin ollut karsintaohjeiden mukaan karsintakelvoton.

Kokeella 3 mutkien ja lenkouden yleisyyden sekä valtapuiden oksikkuuden vuoksi koepuiksi jouduttiin osittain valitsemaan lisävaltapuita, joiden kasvu oli valtapuita heikompi. Tästäkin syystä oksien kyljestyminen oli suhteellisen hidasta. Osalla koepuista oli toisen mittauskerran yhteydessä havaittavissa latvusten huomattavaa supistumista. Tulevissa harvennuksissa olisikin varmistettava riittävästi kasvutilaa karsituille puille.

Koe 5 oli kylvetty puolukkatyyppin männikkö, jossa rungot olivat solakoita, kapealatvuksisia ja verrattain ohutoksaisia. Todennäköisesti metsiköstä saataisiin ajan mittaan hyvälaatuisia sahapuita ilman karsintaakin. Karsinnan ansiosta joistakin rungoista saataneen kuitenkin oksatonta sydäntavaraa jo myöhemmissä harvennushakkuissakin.

Tutkimuksessa todettiin, että oksien kyljestymiseen ja pihkatapin pituuteen vaikuttavat oksan koko ja korkeusasema sekä oksan laatu (kuollut-elävä). Eläviin oksiin muodostuva pihkatappi on lyhyempi kuin kuivien oksien pihkatappi, joka lisää kyljestymisnopeutta (Pietilä 1989, s. 147). Oksan paksuus vaikuttaa kuitenkin kyljestymiseen enemmän kuin oksan laatu. Pihkatapin pituuden suhde karsitun oksan läpimitaan pienenee korkeusaseman kasvaessa, joten samansuuruisesta oksasta muodostuva pihkatappi on puun tyvellä pidempi kuin latvassa. Rungon tyveltä ei siten saada virheetöntä puuvaippaa niin nopeasti kuin oksien paksuuden perusteella voisi odottaa. Koealalla 6 ja etenkin koealalla 3 oksat olivat kyljestyneet heikommin kuin koealalla 5. Koealalla 6 läpimitan kasvu oli tosin nopeaa, mutta oksat olivat paksuja. Tästä syystä umpeen kyljestyminen hidastui ja oksien päihin syntyvien pihka-kuoritappien tilavuudet tulevat olemaan suuria. Koealalla 3 läpimitan kasvu oli hidasta ja oksat suhteellisen paksuja. Karsittujen oksien poikkileikkauspinta-aloista oli kyljestyntä umpeen rungon eri osissa 45–75 % koealalla 5, 35–70 % koealalla 6 ja 15–60 % koealalla 3.

Oksien päihin syntyvien pihkatappien pituus on keskimäärin puolitoistakertainen karsitun oksan läpimittaan verrattuna (Pietilä 1989). Ottaen huomioon paksuimpien oksien paksuuden tyvitukin yläpäässä, syntyvän pihkatapin pituuden ja puuhun jäävän oksantygän pituuden (noin 5 mm) (Pystykarsinta 1992), voidaan puhdasta puuvaippaa arvioida syntyvän 6 vuoden kuluttua koealalle 5, 11 vuoden kuluttua koealalle ja 22 vuoden kuluttua koealalle 3 toisesta karsinnasta laskettuna.

Koealan 6 karsinnasta saatava hyöty tulee rajoittumaan pääasiassa pintalautoihin pitkien pihkatappien vuoksi. Koealalla 3 oksien kyljestyminen on niin hidasta, että oksatonta sahatavaraa saadaan vasta 40—50 vuoden kuluttua. Samoihin sahapuun mittoihin kasvu koealalla 5 taas vaatii aikaa vain 15—20 vuotta. Liian rehevän tai karun kasvupaikan männiköiden karsinta on siten taloudellisesti kannattamatonta.

Tarkastellun ajan puitteissa koealojen laadun kehityksestä ei kuitenkaan voida tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Koealojen kehityksen seuranta tulisi jatkaa ja seuraavat mittaukset olisi tehtävä 10—15 vuoden kuluttua. Tällöin voitaisiin tutkia viimeisen karsinnan kyljestymät ja mahdollisesti vielä nostaa hyvälaatuisen männikön karsintakorkeutta. Heikkolaatuisilla koealoilla voitaneen tyytyä matalampaan karsintakorkeuteen, sillä oksien paksuus tulee kasvamaan edelleen ylempänä rungossa. Kokeen seuranta voitaisiin jatkaa vähintään 30 vuotta, jolloin sahaus- tai sorvauskokein voitaisiin todeta myös puuaineen sisäinen laatu. On vaikeata ennustaa, mikä asema pystykarsinnalla tulee olemaan tulevaisuuden metsätaloudessa, mutta laadun merkitys tulee mekaanisessa metsäteollisuudessa yleisesti ottaen kasvamaan. Oheisen kokeen suppeahkot tulokset viittaavat siihen, että kylvömänniköiden pystykarsinta on istutusmänniköiden karsintaa edullisempaa. Karsintakohteiden valinnassa on kuitenkin oltava tähänastista kriittisempiä. Metsänjalostuksen yleistyessä on tulevaisuudessa myös yhä enemmän tarjolla laadukkaita karsintaan hyvin soveltuvia istutusmänniköitä.

Kirjallisuus

- Heikurainen, L. & Mannerkoski, H. 1982. Suometsätieteen laitoksen kenttäkokeet. Helsingin yliopiston suometsätieteen laitoksen julkaisuja 1. 103 s.
- Heiskanen, V. & Taipale, A. 1963. Tutkimuksia männyn karsimisesta. Summary: Studies on the pruning of pines. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 57(1). 66 s.
- Kärkkäinen, M. 1982. Tuloksia pystykarsittujen mäntyjen sahausesta. Summary: Results on sawing pruned pines. *Folia Forestalia* 520. 19 s.
- & Uusvaara, O. 1982. Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Abstract: Factors affecting the quality of young pines. *Folia Forestalia* 515. 28 s.
- Metsikkökokeiden maastotyöohjeet. 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 257. 237 s.
- Metsätalostollinen vuosikirja. 1992. Metsäntutkimuslaitos 1993. 317 s.
- Miettinen, R. & Uusvaara, O. 1983. Pystykarsitun männikön koesahaus. Summary: Test sawing of pruned pine stand. *Folia Forestalia* 566. 8 s.
- Mäkinen, H. & Uusvaara, O. 1992. Lannoituksen vaikutus männyn oksikkuuteen ja puuaineen laatuun. Summary: Effect of fertilization on the branchiness and the wood quality of Scots pine. *Folia Forestalia* 801. 23 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.

- Pystykarsinta. 1992. Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto. Karprint Ky. 16 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.
- Uusvaara, O. 1974. Wood quality in plantation-grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. Communicationes Instituti Forestalis 80(2). 105 s.
- 1993. Pystykarsituista männiköistä valmistetun sahatavaran laatu ja arvo. Summary: Quality and value of sawn goods from pruned Scots pine stands. Folia Forestalia 816. 26 s.
 - & Saukkonen, T. 1995. Kasvatustiheyden ja lannoituksen vaikutus kylvömänniköiden ulkoiseen laatuun. Käsikirjoitus Metsäntutkimuslaitoksessa.



