

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 201

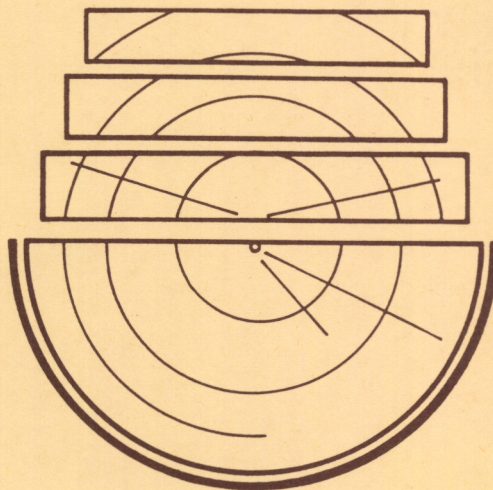
METSÄTEKNOLOGIAN TUTKIMUSOSASTO  
PUUNTUTKIMUSSUUNTA



PENTTI SAIRANEN

PYSTYKARSINTAKOKEMUKSIA  
NEUVOSTOLIITOSSA

SUMMARY  
LONG-TERM EXPERIENCE IN PRUNING  
IN THE SOVIET UNION



HELSINKI 1985

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Kirjasto



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 201

Metsäteknologian tutkimusosasto

Puuntutkimussuunta

Pentti Sairanen

PYSTYKARSINTAKOKEMUKSIA NEUVOSTOLIITOSSA

Summary

Long-term experience in pruning in the Soviet Union

Helsinki 1985

## SISÄLLYS

	Sivu
1. JOHDANTO.....	3
2. PYSTYKARSINNAN KEHITYS NEUVOSTOLIITOSSA.....	4
3. PYSTYKARSINNAN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS.....	6
31. Karsittavan metsikön ja puiden valinta.....	6
32. Karsintakorkeus ja karsittavien puiden lukumäärä	7
33. Karsinta-ajankohta.....	8
34. Karsintamenetelmät ja -tekniikka.....	9
4. PYSTYKARSINNAN VAIKUTUKSET.....	13
41. Karsinnan vaikutus puun laatuun.....	13
42. Karsinnan aiheuttamat puun vikaisuudet.....	17
5. KYLJESTYMINEN.....	20
6. PYSTYKARSINNAN TALOUDELLISET KYSYMYKSET.....	23
61. Karsintatyön ajanmenekki ja tuottavuus.....	23
62. Karsinnan taloudellinen merkitys.....	28
7. YHTEENVETO JA PÄÄTELMIÄ.....	30
KIRJALLISUUS.....	35
SUMMARY.....	41

ISBN 951-40-0907-X

ISSN 0358-4283

Hakapaino Oy -85

## 1. JOHDANTO

Yksi maamme saha- ja viiluteollisuutta eniten askarruttaneista kysymyksistä on viime vuosina ollut korkealaatuisen puuraaka-aineen saanti tulevaisuudessa. Kysymyksen on nostanut esiin viljelymetsien luonteesta johtuva puiden oksikkuuden kasvu, mikä ilmenee erityisesti tuoreiden kankaiden männiköissä (esim. Uusvaara 1980, Kellomäki ja Tuimala 1981, Jokinen ja Kellomäki 1982).

Metsiemme teknisen laadun kohottamiseen voidaan vaikuttaa monin keinoin. Puiden tekniseen laatuun vaikuttavista tekijöistä Vuokila (1982) esittää mm. seuraavia: kasvupaikka, kasvutila, metsänuudistamismenetelmä, harvennustapa ja rodunjalostus. Näitä tekijöitä säätelemällä voimme pitkälti vaikuttaa puun laatuun tulevaisuudessa. Taloudellisista syistä ei aina kuitenkaan voida valita laadun kannalta tehokkainta keinoa. Esimerkiksi istutusmetsiemme lähtötiheyttä säätelevät mm. kustannustekijät ja tämän johdosta lähinnä männynntaimikot jäävät alkuvaiheessa laatukehityksen kannalta liian harvoiksi, jolloin vaarana on oksikkuuden lisääntyminen luonnollisen karsiutumisen viivästyessä oksiston varjostuksen puutteen vuoksi.

Oksikkuus on tärkein erityisesti mäntysahapuun laatuun vaikuttava tekijä (mm. Heiskanen ja Taipale 1963). Tällöin pystypuiden karsinta muodostuu ensiarvoisen tärkeäksi, mikäli tähdätään korkealaatuisen puun kasvattamiseen. On luonnollista, että tämä kysymys koetaan ongelmana myös maamme rajojen ulkopuolella. Muiden länsimaiden karsinta-

tietous on meillä hyvin tunnettu. Sitävastoin neuvostoliittolainen asiantuntemus on Suomessa ja oletettavasti yleensäkin länsimaissa jäänyt kielimuurin varjoon. Tämän kirjallisuustutkimuksen tavoitteena on selvittää pystypuiden karsintaa Neuvostoliitossa pääasiassa puuteknologiselta kannalta.

Kirjallisuus saatiin käyttöön Helsingin yliopiston metsäkirjaston, Metsäntutkimuslaitoksen kirjaston, Leningradin metsäteknisen akatemian kirjaston sekä Moskovan keskuskirjaston kokoelmista. Kirjallisuuden hankinnassa arvokasta apuaan antoivat Leningradin metsäakatemian puuteknologian laitoksen dosentti, tohtori O.I. Polubojarinov sekä tohtori V.A. Starostin Leningradin Metsäntutkimuslaitoksesta.

Kuvat piirsi rouva Leena Muronranta. Puhtaaksikirjoituksesta huolehtivat rouva Aune Rytönen ja yo. Tiina Kirjavainen. Käsikirjoituksen lukivat prof. Olli Uusvaara sekä MH Juhani Salmi. Kiitän kaikkia saamastani avusta.

## 2. PYSTYKARSINNAN KEHITYS NEUVOSTOLIITTOSSA

Pystykarsinnalla on verrattain pitkät perinteet venäläisessä metsätaloudessa. Määrätietoista karsintaa puutarvan laadun parantamiseksi tehtiin jo yli 200 vuotta sitten. Pietari Suuren aikana pyrittiin karsinnalla saamaan laadukasta laivanrakennuspuuta, joskaan paksujen oksien karsinta ei johtanut toivottuihin tuloksiin. 1860-luvulla M.K. Turskii ja myöhemmin N.S. Nesterov suorittivat laajoja kar-

sintakokeita. Tekniikka oli kuitenkin kehittymätöntä, eikä karsinta näin ollen saanut laajempaa suosiota (Čistjakov 1949).

Tutkimus- ja koemielessä pystykarsintaa on harjoitettu melko intensiivisesti. On tutkittu karsinnan vaikutusta puun laatuun, eri puulajien soveltuvuutta karsintaan, karsintamenetelmiä, -kalustoa ja toimenpiteen taloudellisia vaikutuksia.

Käytännössä pystykarsintaa harjoitetaan yhä pääasiassa vain puistoissa ja puutarhoissa hygieenis-dekoratiivisena toimenpiteenä. Neuvostoliiton metsätaloudessa karsinta ei lukuisista yrityksistä huolimatta ole saavuttanut suosiota. Tätä on selitetty mm. sillä, ettei karsintamenetelmiä ole pystytty kehittämään riittävän taloudellisiksi (esim. Polubojarinov 1972). Ne ovat yhä paljon työvoimaa vaativia toimenpiteitä (Babakin 1965) eivätkä täten sovellu laajoille metsäalueille.

Pystypuiden karsintaa Neuvostoliitossa on pyritty vauhdittamaan etsimällä laatupuun kasvatuksen lisäksi muita näkökohtia, jotka kohottavat karsinnan arvoa. Esimerkiksi Nesterov (lähde Razumov 1961) esitti jo v. 1909, että pystykarsinta parantaa metsän hygieenistä tilaa, on tehokas toimenpide metsäpalojen ennaltaehkäisyssä sekä lisää maaperään pääsevien sateiden määrää, mikä puolestaan heijastuu puiden kasvuun. Popov'in (1982) mukaan 10 - 12 vuotiaassa männikössä tehdyssä karsinnassa poistuu jopa 50 % vihermassasta, mikä metsikön tiheydestä riippuen tekee hehtaaria

kohden 5 - 10 tonnia vihermassaa. Tämä voidaan edelleen jaloistaa karjan rehuksi sekä lääkeaineiksi.

### 3. PYSTYKARSINNAN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

#### 31. Karsittavan metsikön ja puiden valinta

Karsinnan kohteiksi suositellaan vain hyvätuottoisia metsiköitä, joista hoitotoimenpitein voidaan tulevaisuudessa saada korkealuokkaista puutavaraa. Puiden erittäin suuri oksikkuus, mikä kielii huonoista perinnöllisistä ominaisuuksista, tekee pystykarsinnan kannattamattomaksi. Tutkimukset ovat osoittaneet, että puiden karsinta tulisi aloittaa rinnankorkeusläpimitan saavuttaessa 8 - 10 cm paksuuden. Maksimirinnankorkeusläpimita, jolloin karsintaa pidetään kannattavana, on 20 cm, mutta tällöinkin ainoastaan hyvinmuotoisilla rungoilla ja hyvissä kasvuolosuhteissa, jolloin rungon oksaton vaippa ehtii muodostua riittävän paksuksi (Krotkevič 1955).

Maksimiläpimita riippuu metsätyypistä sekä puuston iästä. Läpimita on kuitenkin metsikön karsintakelpoisuutta määriteltäessä ikää määräävämpi tekijä, sillä eri metsätyypeillä puusto saavuttaaaksimiläpimitan eri iässä (Krotkevič 1955).

Sekä karsinnan kohteeksi valittavan metsikön että karsittavan puun valintaan pätevät samat ohjeet. Karsittavien puiden tulee olla sellaisia, että niistä voidaan olettaa

saatavan korkealaatuista puutavaraa. Tärkeimmät tuntomerkit ovat: hyvä runkomuoto, ohuet oksat, hyvä kasvu ja hyvä kunto. Kohdepuiden tulee olla suorarunkoisia ja latvuston tasapuolisesti kehittynyt. Oksakulma ei saa olla terävä, koska tällöin oksat ovat usein paksuja ja kyljestyvät hitaammin. Kahden metrin korkeuteen saakka oksien sallittu maksimiläpimitta on 2 cm ja yli 2 m korkeudella 3 - 4 cm (kuusella 2 - 3 cm). Puissa ei saa olla merkkejä syöpäsienestä, juurikäävästä, mesisienestä tai muista taudeista tai tuholaisista (Krotkevič 1955).

### 32. Karsintakorkeus ja karsittavien puiden lukumäärä

Karsintakorkeuden määrittely lähtee yleisimpien puutavaralajien pituudesta. Tämän lisäksi on otettava huomioon oksien paksuus sekä työn hankaloituminen ylempää karsittaessa. Tavallisimmat puutavaralajien pituudet ovat 2 - 4 m ja 4 - 6,5 m. Kuusen ja männyn maksimiläpimittaiset oksat sijoittuvat 6 - 8 m pituiselle rungon tyviosalle juurenniskalta lukien. Karsittaessa 7 m ylempää ajanmenekki kasvaa kolminkertaiseksi verrattuna tätä rajaa alempana suoritettavaan karsintaan (Krotkevič 1955). Edellä mainittujen tekijöiden perusteella Neuvostoliitossa suositellaan karsintaa 7 metriin asti (Krotkevič 1955, Krigul 1961). Vain harvoissa erikoistapauksissa, kuten laiva-, vesirakennus-, pylväs- ym. puutavaralajeja valmistettaessa, karsinta voidaan tehdä 10 - 13 m korkeuteen saakka. Vaneri-, tulitukku- ja puusepänteollisuuden raaka-aineeksi kasvatettaessa puut karsitaan 4 - 5 m korkeuteen (Krotkevič

1955). Karsintakorkeutta käsitellään vielä myöhemmin karsinta-ajanmenekin yhteydessä.

Lehtipuilla karsintakorkeus riippuu jokaisen rungon erityispiirteistä, mistä johtuen korkeus voi vaihdella. Myös tällöin oksien läpimitta määrää karsintakorkeuden.

Karsittaviksi puiksi valitaan valtapuut, joita kasvatetaan päätehakkuuseen asti. Hyvillä metsätyypeillä on päätehakkuvaiheessa lehtipuita 250 - 350 kpl/ha, mäntyjä noin 550 ja vastaavasti kuusia noin 650 puuta/ha. Kasvuolojen heiketessä mainittu runkoluku vastaavasti pienenee. Käytäntöä silmälläpitäen suositellaan karsittavaksi jonkinverran näitä lukuja enemmän (Krotkevič 1955).

Useampivaiheisessa karsinnassa lähtökohtana pidetään 800 - 900 runkoa/ha vähentäen lukumäärää karsintakerroittain päätehakkuun runkolukuun. Menettelyä on perusteltu sillä, että osa karsituista puista tulee poistumaan ennen päätehakkuuta, eikä ennalta ole tiedossa mitkä puut ovat tällöin jäljellä. Asian tekee ymmärrettäväksi se, että Neuvostoliitossa harvennushakkuut pyritään tekemään useampivaiheisina eikä niin radikaaleina kuin meillä. Näin ollen keskinäinen kilpailu elintilasta harventaa puustoa vielä harvennetusakin, joskin meikäläisittäin silti tiheähkössä metsikössä.

### 33. Karsinta-ajankohta

Paras pystypuiden karsinta-aika on helmikuun lopusta huhtikuun puoliväliin sekä loka-marraskuu. Kesäaika on vähemmän suositeltava ja loppukeväällä sekä keskitalvella ei puita pitäisi karsia. Varhaiskevään etuna on, että jälleen toiminta herää ja haavat kyljestyvät nopeammin. Keskitalvella jälsi saattaa pakkasten vuoksi vaurioitua, jolloin kyljestyminen hidastuu. Männyn karsinta voidaan tehdä heinäkuusta marraskuuhun. Tällöin haavat pihkoittuvat hyvin ja kyljestyminen on nopeaa (Krotkevič 1955). Syksyllä, kostealla ja lämpimällä säällä, kun tautia aiheuttavien sienten itiöitä on paljon ilmassa, männyn karsinta saattaa kuitenkin edesauttaa infektion syntymistä (Krotkevič 1940).

### 34. Karsintamenetelmät ja -tekniikka

Karsintavälineet jaetaan työtavan mukaan kolmeen ryhmään: leikkaavat (kirveet, veitset, sakset, leikkurit) ja sahaavat välineet sekä tylpät lyöntivälineet. Parhaaksi näistä katsotaan leikkaavat välineet, koska tällöin jälki on sileä (Starostin 1979a, 1979b).

Starostin'in (1979b) tekemien tutkimusten mukaan männyn ja koivun karsinnassa lovileikkuri oli tehokkain karsintaväline. Oksasahaan verrattuna se oli 4 - 6 kertaa nopeampi karsittaessa 6 metriin asti. Myös karsintajälki on lovileikkuria käyttäen tasaisempi kuin sahalla. 2 - 2,5 cm lä-

pimittaiset oksat leikkaantuvat irti yhdellä lyönnillä ja 3 - 4 cm läpimittaiset oksat kahdella - kolmella lyönnillä. Kuusen karsinnassa on varottava kuitenkin vaurioittamasta tämän ohutta kuorta. Krotkevič (1955) ei suosittele läpimitaltaan yli 2,5 cm oksien karsimista lovileikkurilla, koska katkaisujälkeen muodostuu tällöin helposti pykäliä ja repeämiä, jotka hidastavat kyljestymistä ja saattavat edesauttaa lahon leviämistä runkoon.

Paksujen oksien karsimiseen käytetäänkin erityyppisiä sahoja. Tylppää lyöntirautaa voidaan käyttää kuivien, kuolleiden oksien karsintaan etenkin lehtikuusella, männyllä, koivulla ja haavalla. Työn tuottavuus on tällöin suuri, mutta jälki ei aina ole tasainen, mikä vuorostaan haittaa kyljestymistä (Krotkevič 1955).

Alakarsintaan Starostin (1979a) suosittelee kirvestä taikka lyhytvartista lovileikkuria sekä väli- ja yläkarsintaan pitkävartista lovileikkuria. Starostin'in (1979b, 1981b) kehittämä leikkuri on esitetty kuvassa 1. Momentti- tai pyöröleikkureita ei Neuvostoliitossa ole käytössä (Starostin 1983).

Männyllä ja kuusella karsinta aloitetaan monivaiheisessa karsinnassa viimeistään 10 - 15 vuoden iässä ja toistetaan 3 - 5 vuoden välein kunnes tavoitekorkeus on saavutettu. Kerralla runko karsitaan 1 - 2 m:n korkeuteen eli 3 - 5 oksakiehkuraa.



Kuva 1. Starostin'in lovileikkuri.  
Fig. 1. Starostin's branch cutter.

Kuusen ja koivun karsinnassa voidaan tehdä ns. esikarsinta. Tällöin tuoreista oksista jätetään karsittaessa koi-vulla 3 - 4 cm ja kuusella 15 - 30 cm pitkät tyngät, jotka karsitaan 3 - 5 vuoden kuluttua pois kuivuneina rungon myö-täisesti.

Elävien oksien karsinnan eräs muoto on ns. silmukar-sinta. Silmukarsinnan kehitti venäläinen P.G. Krotkevič 30-luvulla (Krotkevič 1939, Bogdanov 1951). Menetelmä perustuu vuosittaiseen sivusilmujen pois-tamiseen, jolloin puun on oletettu muodostuvan oksattomaksi (Krotkevič 1939). Myös kasvun on mainittu parantuneen silmukarsinnan ansiosta (Krotkevič 1947, Kurilo 1952, Vojčal' ja Barabin 1972). Silmukarsinta aiheuttaa kui-tenkin leposilmujen puhkeamisen, jolloin näistä kasvaneet tynkäversot joudutaan myöhemmin poistamaan (Bogdanov 1951, Gusev 1951, Kurilo 1954, Sljadnev ym. 1958). Bogdanov (1951) asettaa kuitenkin menetelmän kyseenalaiseksi kannat-tavuutensa vuoksi, vaikka sillä pystyttäisiinkin puun laatua parantamaan. Nykykirjallisuudessa menetelmästä ei olekaan mainintoja, joten se lienee unohtunut liian työläänä ja kal-liina menetelmänä.

Kuten jo edellä mainittiin, ei pystypuiden karsinta yleensä ole saavuttanut suosiota Neuvostoliiton käy-tännön metsätaloudessa. Kiinnostuksen kohottamiseksi kar-sintaa kohtaan on etsitty vähemmän työvoimaa vaativia kar-sintamenetelmiä. Eräs tällainen on oksien kemiallinen kar-sinta. Menetelmä perustuu puiden herbisidikäsittelyyn, jol-loin sopivan vahvuisella (0,5 %) 2,45 T tai 2,4 D liuksella saadaan käsitellyt oksat kuivumaan, mikä edesauttaa niiden

karsiutumista (Polubojarinov 1972, Zel'dina 1965). Kemiallista karsintaa on kokeiltu lehtipuihin, joskaan käytäntöön ei tätäkään menetelmää olla sovellettu, mikä on ymmärrettävää, sillä oksien kuivuminen ei välttämättä johda niiden nopeaan karsiutumiseen (esim. Krigul 1961).

#### 4. PYSTYKARSINNAN VAIKUTUKSET

##### 41. Karsinnan vaikutus puun laatuun

Kuten jo mainittiin, oksat ovat tärkeimpiä puun laatuun vaikuttavista tekijöistä. Oksien ympäröivää puuta suurempi tiheys sekä niiden ympärillä tapahtuva syiden vinoutuminen vähentävät puun homogeenisuutta, jolloin lujuusominaisuudet huononevat. Oksat vaikeuttavat puun työstöä, aiheuttavat sen epätasaista kulumista sekä puutavaran menekin kasvua tiettyjen lujuusvaatimusten saavuttamiseksi (Vakin ym. 1980).

Burakovan (lähde Razumov 1952) tekemien tutkimusten mukaan lyhytaikainen puun syidensuuntainen puristuslujuus männyllä heikkenee oksaisuuden vuoksi 20 - 40 %. Kohtisuoraan syitä vasten puristettaessa lujuusominaisuudet kasvavat. Oksien vaikutusta puuaineen ominaisuuksiin ei tässä kuitenkaan tarkastella lähemmin, koska aihetta on riittävästi käsitelty aiemmin (esim. Kärkkäinen 1977). Koska oksat heikentävät puuraaka-aineen lujuusominaisuuksia pyritään puiden pystykarsinnalla vähentämään oksien aiheuttamia haittoja. Neuvostoliitossa on tutkittu karsinnan vaikutusta itse puu-

aineen rakenteeseen ja muodostuneen oksattoman puun ominaisuuksiin. Kirjallisuudessa esitetyt tulokset ovat kuitenkin ristiriitaisia. Molotkov (1950) on männyn karsintaa tutkiessaan pannut merkille, että kesäpuun osuus pienenee karsituilla puilla ja päättelee, että mekaaniset ominaisuudet saattavat näin ollen olla huonontuneet. Krigul'in (1961) mukaan männyn latvuksesta voidaan karsia 20 - 30 % eläviä oksia kevät- ja kesäpuun suhteen muuttumatta. Voimakkaampi karsiminen pienentää kuitenkin kesäpuun osuutta ja heikentää puun teknisiä ominaisuuksia.

Polubojarinov ja Nekrasova (1977) tutkivat karsinnan vaikutusta haavan puuaineen ominaisuuksiin ja toteavat tiheyden kasvavan vuosiluston kapenemisen johdosta. He mainitsevat myös tiheyden kasvusta männyllä, minkä on todettu johtuneen kevätpuosuuden pienenemisestä. Käytännön kannalta näillä tiheysmuutoksilla ei liene merkitystä, sillä muutamassa vuodessa kasvu palautuu ennalleen (Krotkevič 1955), eikä päätehakkuuvaiheessa mainitunlaisilla tiheyden heilahteluilla ole kokonaisuuden kannalta merkitystä.

Muita karsinnan aiheuttamia muutoksia ovat pituus- ja paksuuskasvun määrälliset muutokset, solumuutokset sekä sydänpuun muodostumisen nopeutuminen. Myös kuivien oksien karsiminen vaikuttaa puun kasvuun ja sen jakautumiseen rungossa eli runkomuotoon. Kuivien oksien katsotaan muodostavan esteen ylhäältä alaspäin virtaaville assimilaateille, jotka oksan kohdatessaan joutuvat kiertämään sen, ja täten mainittu virtaus hidastuu, minkä johdosta rungon alaosissa kasvu hidastuu ja yläosissa puolestaan nopeutuu. Kun kuivat

oksat on karsittu ja ne ovat kyljestyneet, assimilaatit pääsevät vapaasti virtaamaan, jolloin kasvu jakautuu tasaisemmin rungon eri osiin (Krotkevič 1955, Rjabokon' 1980).

Karsinnan vaikutus kasvuun on suuresti riippuvainen karsittujen oksien määrästä. Joissain tapauksissa kasvun on mainittu karsinnan ansiosta jopa parantuvan. Eri tutkimustulokset poikkeavat kuitenkin melkoisesti toisistaan. Esimerkiksi Karčauskas (1959), Krotkevič (1955) ja Razumov (1952) ovat todenneet, että karsinnan kasvua stimuloiva vaikutus on suurimmillaan, kun elävistä oksista karsitaan kolmannes. Myös Kustov ym. (1982), Starostin (1981a) ja Popov (1982) ovat todenneet karsinnan parantavan sekä pituutta, että paksuuskasvua. Starostin (1985) on tutkinut männyn elävän latvuksen eri osien ravinnehyötysuhdetta. Tulosten perusteella hän jakaa latvuksen neljään vyöhykkeeseen, joista alimmalla on puun ravinnetaloudelle negatiivinen vaikutus. Myös toiseksi alin vyöhyke kykenee tuottamaan ravinteita ainoastaan omaan tarpeeseensa. Molemmat vyöhykkeet koostuvat keskimäärin kahdesta oksakiehkurasta vastaten täten 40 - 50 %:a 10 - 25 vuotiaan männyn elävästä latvuksesta. Hänen mukaansa ei siis ole haitaksi karsia mainittuja kahta alinta vyöhykettä. Izvekova (1972) on tullut tutkimuksissaan täysin päinvastaiseen tulokseen. Hän havaitsi männyn kasvun kärsineen huomattavasti, kun eläviä oksia oli karsittu 1/3 - 1/2 vihreästä latvuksesta.

Kuusi on osoittautunut vieläkin herkemmäksi. Kasvu pieneni jo, kun latvuksen pituudesta oli karsittu 1/5 - 2/5.

Joissain tapauksissa alimpien elävien oksien karsiminen saattaa parantaa puun kasvua, mutta suurempi elävien oksien karsiminen johtaa kasvutappioihin (Čistjakov 1949). Krigul (1961 ja 1968) sekä Izvekova (1972) ovat osoittaneet, että männyllä sekä kuusella voidaan kasvun kärsimättä karsia elävistä oksista 15 - 20 %. Tähän viittaavat myös kotimaisten tutkimusten tulokset (esim. Vuokila 1968).

Polubojarinov ja Nekrasova (1977) ovat tutkineet karsinnan aiheuttamia puun rakennemuutoksia haavalla ja ovat havainneet, että vuosiluston paksuuskasvun pieneneminen johtuu solurivien vähenemisestä. Riippumatta karsinnan voimakkuudesta soluseinämän paksuus on jokseenkin vakio. Sitä vastoin kuitujen pituus muuttuu haavalla huomattavasti karsinnan vaikutuksesta. Voimakkaasti karsitun latvuksen alueella kuidut pitenevät 17 - 28 %.

Sydänpuun muodostumisen on havaittu nopeutuvan keinollisen karsinnan myötä. Polubojarinovin ja Nekrasovan (1977) mukaan voimakas karsinta lisäsi sydänpuun tilavuutta haavalla keskimäärin 10 % kuudessa vuodessa. Jo aiemmin on havaittu sydänpuun osuuden riippuvuus haavan luonnollisesta karsiutumuksesta (Nekrasova 1970, Vakin 1966). Krotkevič (1955) mainitsee männyn sydän- ja pintapuun ominaisuuksia vertailevia tutkimuksia, joissa on todettu molemmilla puulajeilla puutavaran jalostuksen kannalta sekä hyviä että huonoja puolia. Tässä hän esittääkin ajatuksen sydänpuuosuuden säätelymahdollisuudesta kasvatettaessa mäntypuuta eri tarkoituksiin. Mikäli sydänpuosuutta pidetään tärkeänä, voidaan pintapuun kuolemista nopeuttaa karsimalla 1/3 - 1/2

latvuksesta. Puun kyllästyksen kannalta suuri sydänpuuosuus ei kuitenkaan kasvaneen permeabiliteetin (esim. Kärkkäinen 1977) vuoksi ole edullista. Myös viiluntuotannossa leikkuu, kuivatus ja liimaus vaikeutuvat sydänpuun pintapuuta suuremman pihkapitoisuuden johdosta (Krotkevič 1955).

#### 42. Karsinnan aiheuttamat puun vikaisuudet

Pystypuiden karsinnasta aiheutuvat puun vikaisuudet riippuvat useista tekijöistä kuten puulajista, karsintamene- telmästä, -ajankohdasta j.n.e. Yhteinen piirre kaikille ai- hetta käsitteleville kirjoituksille on käsitys, ettei oikein suoritetusta karsinnasta ole kuitenkaan vaaraa puun laa- dulle. Tietyissä tapauksissa pystykarsinta saattaa jopa eh- käistä sieni-infektioiden leviämistä puuhun (Esim. Fedorov ja Šesternev 1978). Krigul'in (1968) mukaan pystykar- sinta on tehokas keino ehkäistä haavanarinakäävän (*Phellinus tremulae* Bond.) tuhoja ja yleensäkin se on ainoa menestyk- sellinen keino kasvattaa tervettä haapapuuta. Ostašov'in (1979) mukaan haapa karsiutuu mäntyyn ja koi- vuun nähden hitaasti, mikä puolestaan antaa lahottajasie- nille aikaa siirtyä oksista runkoon. Toisaalta haapaa pide- tään koivun ohella ongelmallisena karsittavana, koska kar- sittujen oksien tyngistä laho saattaa levitä myös runkoon (esim. Belov 1983).

Pystykarsinnan aiheuttamien puun vikaisuuksien on kat- sottu johtuneen useimmiten väärästä karsintatekniikasta tai ajankohdasta (Krotkevič 1940).

Puulajeista mänty ja lehtikuusi on mainittu usein keskeisimmiksi. Niillä voidaan sallia sekä kuivien että elävien oksien ympärivuotinen karsinta (Krigul 1961, Krotkevič 1955, Izjumskij ja Kljušnik 1953). Männyllä välittömästi elävien oksien karsinnan jälkeen oksanjäljestä valunut pihka suojaa tehokkaasti sieni-infektiolta. Sama koskee myös lehtikuusta ja kuusta. Seurattaessa mainittujen puulajien karsintajälkiä 15-vuotiailla puilla ei ollut havaittavissa sienitauteja (Izjumskij ja Kljušnik 1953). Eräässä 16-vuotiaassa männikössä tehdyssä karsinnan seurannassa havaittiin ainoastaan 0,24 %:lla tutkituista puista sieni-infektio (Starostin 1981a). Krotkevič (1955) ja Starostin (1982) eivät kuitenkaan suosittele männyn karsintaa aktiivisen kasvun kautena. Krotkevič'in (1955) tekemät tutkimukset 20 vuoden kuluttua männyn karsinnasta osoittivat, ettei maaliskuussa tehty karsinta ollut johtanut lahon leviämiseen yhdessäkään tutkituista puista. Karsinta-ajankohdan osuudesta vikaisuuksien muodostumisessa on mainittu jo kohdassa 33.

Kuusella ei elävien oksien karsintaa suositella pihkan erittymisestä huolimatta, koska kuusen ohut kuori repeytyy helposti ja johtaa usein lahon leviämiseen puuhun. Elävien oksien karsiminen on kuusellakin mahdollista, mikäli ne karsitaan kahdessa vaiheessa: ensin oksat karsitaan 15 - 30 cm päästä niiden tyvestä ja vasta 3 - 5 vuoden kuluttua poistetaan pihkoittuneet oksantyngät (Krotkevič 1955).

Kotimaisista puulajeista on koivu herkin sieni-infektioille. Pinnanmyötäisesti karsittaessa sillä muodostuu usein

lahovikoja. Kuitenkin koivun eläviäkin oksia voidaan karsia kuusen tapaan jättämällä lyhyt 3 - 5 cm pitkä oksantynkä. Krotkevič'in (1955) mukaan näin voidaan tehdä koska tynkään muodostuu suojasolukko, joka ehkäisee ilman ja sienirihmaston etenemisen puussa. Suojasolukko ylittää kuitenkin ainoastaan n. 1,5 cm päähän jällestä, mikä näin ollen rajoittaa karsittavien oksien enimmäisläpimitan 3 cm:iin. Ohuet, lyijykynän paksuiset oksat voidaan karsia heti pinnanmyötäisesti runkoon nähden.

Izjumskij ja Kljušnik (1953) pitävätkin tärkeänä, että koivun pystykarsinta tehtäisiin silloin, kun oksat ovat ohuita eikä tynkiä tarvitse jättää. Tällöin kyljestyminen on nopeaa ja lahovaara pienenee. Heidän mukaansa riittävän ajoissa suoritettu elävien oksien karsinta on tehokkaampi tapa ehkäistä koivun sekä muiden karsinnalle herkkien puulajien lahovaurioita kuin kuivien oksien karsinta. Tätä he perustelevat sillä, että luonnossa oksien karsiutuminen perustuu juuri lahottajasienten puuta hajoittavaan toimintaan heikentyneissä oksissa, ja kun kuivia oksia karsitaan, on sieni-infektio yleensä jo tapahtunut. Izjumskij'n ja Kljušnik'in Ukrainan olosuhteissa suorittamissa tutkimuksissa runkokuun lahovikoja esiintyi koivulla useimmiten puilla, joista oksat oli karsittu kuivina. Artikkelista ei selviä, pidettiinkö lahovikoja karsinnan seurauksena. On kuitenkin todennäköistä, että lahoviat ovat syntyneet jo ennen kuivien oksien karsintaa (vrt. Heiskanen ja Taipale 1963 s. 22). Izjumskij ja Kljušnik pitävät useista muista tutkijoista poiketen virheellisenä pysty-

puiden tynkäkarsintaa, joka heidän mukaansa altistaa puut sieni-infektioille.

Karsinnan aiheuttamia hyönteistuhoja ei juurikaan ole käsitelty neuvostoliittolaisessa kirjallisuudessa. Kirjallisuutta hankittaessa löytyi ainoastaan yksi artikkeli, mikä käsitteli erään lasisiiven (*Sciapteron tabaniformis* Rott.) poppelille aiheuttamia tuhoja Ukrainan alueella (Timčenko 1962). Tutkimus osoitti, että katkaistu oksantynkä antaa hyönteisen toukille hyvät mahdollisuudet kairautua kuoren alle, sillä kaivautumisjäljistä 79,2 % oli karsintajäljissä, 11,2 % kuoren halkeamissa ja 9,6 % oksan hangoissa.

## 5. KYLJESTYMINEN

Keinollisen karsinnan arvo perustuu juuri puun ominaisuuteen peittää katkenneen tai katkaistun oksan pää uusilla vuosilustoilla.

Oksattoman vaipan paksuus korjuuhetkellä riippuu kyljestymisen nopeudesta. Kyljestymisnopeus riippuu vuorostaan monista tekijöistä. Krotkevič (1955) mainitsee näistä seuraavat: puulaji, oksan läpimitta, oksan tyngän pituus, karsintajäljen laatu, karsintakorkeus, kasvupaikka, kasvunenergia, vuodenaika sekä se onko karsittava oksa elävä vai kuollut.

Estissä männyllä ja kuusella tehdyissä tutkimuksissa kyljestymisnopeuden todettiin olevan hitaampaa kuivilla kuin

elävillä oksilla ja sitä hitaampaa mitä korkeammalle puut karsittiin. Karsittaessa 3 m korkeuteen asti kuivien oksien suhteellinen kyljestymisaika männyllä oli 1,1 ja kuusella 1,3 - 1,4, kun elävän oksan kyljestymisaikaa kuvataan luvulla 1,0. Karsittaessa 6 m:iin saakka vastaavat luvut olivat männyllä 1,2 - 1,3 ja kuusella 1,5 - 1,6. Mikäli karsintajälki oli epätasainen, kyljestymisaika piteni männyllä 1,5 - 1,7:ään ja kuusella 1,8 - 2,1:een karsittaessa 6 m:iin (Krigul 1959, 1961).

Krotkevič (1955) esittää karsintakorkeuden vaikutuksesta kyljestymisnopeuteen edellä esitetystä tuloksista poikkeavan käsityksen, jonka mukaan latvuksessa ja välittömästi sen alapuolella kyljestyminen on nopeampaa kuin alempana rungossa. Tässä yhteydessä hän ei kuitenkaan mainitse mistä puulajeista on kyse. Myös puiden ikä ja kasvuolosuhteet ovat epäselvät.

Männyllä kyljestyi 0,2 - 2,4 cm paksuista oksista 60 % 5 - 8 vuodessa ja 85 % 10:ssä vuodessa. Kuusella taas 0,2 - 2,1 cm paksuista oksista 65 % kyljestyi 4 - 9:ssä vuodessa ja 88 % 12:ssa vuodessa. Molemmilla puulajeilla maksimikyljestymisaika oli 20 vuotta (Krigul 1961). Saman lähteen mukaan kaikkien oksien kyljestymisnopeutta voidaan kuvata seuraavien empiiristen yhtälöiden avulla:

$$\text{mänty (1) pine } y = \frac{1,1 x + 0,06}{z} + 0,5 x + 3,7$$

$$\text{kuusi (2) spruce } y = \frac{0,7 x + 0,7}{z} - 0,3 x + 3,7$$

joissa  $y$  = kyljestymisaika, a  
healing-over time, a

$z$  = vuotuinen paksuuskasvu rinnankorkeudella, cm  
annual diameter growth of the tree at breast  
height, cm

$x$  = oksan läpimitta, cm  
branch diameter, c

Vaikka Krotkevič (1955) ja Starostin (1979a) ovat esittäneet jopa 4 cm läpimittaisten oksien karsimista männyllä, ei näiden kyljestymisestä ole kuitenkaan kirjallisuudessa tutkimuksen osoittamaa tietoa.

Yleisesti ottaen lehtipuut kyljestyvät havupuista nopeammin. Havupuista lehtikuusi kyljestyvät lyhimmässä ajassa, kuusi jonkin verran hitaammin ja mänty hitaimmin (Krotkevič 1955).

Puiden kyljestymisnopeus riippuu suuresti niiden elinvoimaisuudesta: nuorten puiden oksat kyljestyvät nopeammin kuin vanhojen. Hyvät kasvuolosuhteet nopeuttavat myös kyljestymistä (Krotkevič 1955).

Oksan tynгän pituus vaikuttaa merkittävästi kyljestymisnopeuteen. Mitä lyhempi tynkä rungon kuorta vaurioitta-

matta jätetään, sitä nopeammin kyljestyminen tapahtuu. Tätä on selitetty sillä, että kun oksa karsitaan aivan rungon myötäisesti, useimmat jälleen solut leikkautuvat pitkittäissuunnassa. Tällöin haavasolukon muodostuminen on nopeampaa kuin jos jälsisolut leikkautuisivat poikittaissuunnassa. Leikkauspinnan sijaitseminen etäämpänä rungosta hidastaa rungon plastisten aineiden virtaa haavan pinnalle ja pidentää täten kyljestyminenprosessia (Krotkevič 1955).

Vaikka katkaisujäljen pinta-ala kasvaakin karsittaessa rungon pinnan myötäisesti, oksa kyljestyä nopeammin kuin jätettäessä pienikin tynkä. Pyökillä on todettu 1 - 2 cm tynngän pidentävän kyljestyminenisaikaa 4 - 6 vuodelle (Krotkevič 1955).

## 6. PYSTYKARSINNAN TALOUDELLISET KYSYMYKSET

### 61. Karsintatyön ajanmenekki ja tuottavuus

Ajanmenekki ja tuottavuus riippuvat mm. käytetystä tekniikasta, työntekijästä, oksan läpimitasta, puulajista, karsittavien puiden lukumäärästä, karsintakorkeudesta, säästä jne. Näin ollen eri lähteissä ilmoitetut tuotosluvut vaihtelevat suuresti, ja koska karsintaolosuhteita ei kaikissa julkaisuissa ole ilmoitettu, ei lukujen keskinäinen vertailukaan ole aina mahdollista.

Krotkevičin (1955) tekemissä männyn karsintaa koskevilla tutkimuksilla ajanmenekki oli 6,5 m korkeuteen kar-

sittaessa 12 - 15 min runkoa kohden. Karsinnan päivänormeiksi hän esittää männyllä 30 - 40 runkoa ja kuusella 20 - 30 runkoa. Normeista päätellen runkokohtaiseen ajanmenekkiin sisältyvät myös lepo- ja hukka-aika. Razumov'in (1961) tekemissä tutkimuksissa 30-vuotiaassa männikössä oksasahalla 7 m korkeuteen suoritettun karsinnan ajanmenekki oli 8,15 - 9,15 min/runko läpimitan ollessa 12 - 14 cm. Karsintaveitsellä tehdyn karsinnan ajanmenekki oli vastavasti 4,89 - 5,42 min/runko eli n. 40 % vähemmän kuin oksasahalla. 15-vuotiaassa männikössä varsinainen karsinta-aika käsittää n. 81 % koko työmaa-ajasta, kun 30-vuotiaassa männikössä osuus on n. 77 %. Razumov'in esittämä normi on 5 metriin karsittaessa 10 - 15-vuotiaassa männikössä 175 - 136 runkoa/päivä ja 30-vuotiaassa männikössä 81 - 72 runkoa/päivä rungon rinnankorkeusläpimitan ollessa 12 - 14 cm.

Krigul (1961) on tehnyt männyn ja kuusen pystykarsintaa koskevia aikatutkimuksia Eestissä. Oksasahalla 6,5 metrin korkeuteen tehtyyn kolmivaiheiseen karsintaan kului männyllä keskimäärin 6,72 min (max 8,47, min 4,22 min) ja kuusella 8,52 (max 11,77, min 6,52 min). Ensimmäinen karsinta tehtiin, kun rinnankorkeusläpimita männyllä oli 5 - 6 cm ja kuusella 6 - 7 cm.

Yksivaiheiseen karsintaan 6,5 m korkeuteen kului männyllä keskimäärin 5,60 min (max 7,00, min 4,1 min) ja kuusella 8,07 (max 11,57, min 6,40 min). Kolmivaiheiseen karsintaan verrattuna yhdellä kertaa tehty karsinta säästää aikaa männyllä n. 12 % ja kuusella n. 5 %. Kuusen karsin-

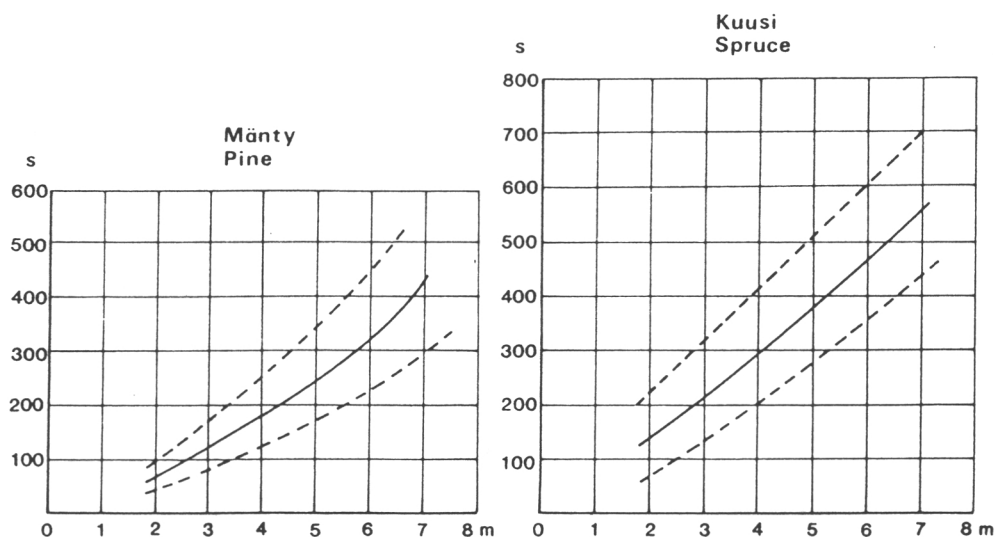
taan 6,5 m korkeuteen kului n. 30 % enemmän aikaa kuin männyn karsintaan.

Edellä mainittuihin lukuihin perustuen työsaavutus olisi 6,5 m korkeuteen karsittaessa männyllä n. 60 runkoa/päivä kolmivaiheisessa ja n. 70 runkoa/päivä yksivaiheisessa karsinnassa. Kuusella vastaavat luvut olisivat 48 ja 50 runkoa/päivä.

Kasvupaikasta ja rinnankorkeusläpimitasta riippuen yksivaiheinen karsinta voidaan tehdä männyllä 24 - 35 vuoden ja kuusella 33 - 49 vuoden iässä (Krigul 1961).

Ajanmenekin riippuvuus karsintakorkeudesta on esitetty kuvassa 2. Käyrät perustuvat kolmivaiheiseen karsintaan. Kuvasta nähdään, että männyllä karsintakorkeuden kasvaessa karsinnan ajanmenekki kasvaa parabolisesti kun taas kuusella lineaarisesti. Maksimi- ja minimikarsinta-aika vaihtelee kuusella enemmän kuin männyllä.

Selvittämättä jää missä määrin saatavan puutavaran laadun paraneminen kolmivaiheisen karsinnan johdosta korvaa tästä aiheutuneita lisäkustannuksia. Mikäli karsinta tehdään yksivaiheisena, mutta ei riittävän ajoissa, jää oksaton vaippa rungossa liian pieneksi.



Kuva 2. Ajanmenekin riippuvuus karsintakorkeudesta.  
Fig. 2. Dependence of the pruning time on the pruning height.

- keskimääräinen ajanmenekki  
average pruning time
- - - maksimi- ja minimiajanmenekki  
maximum and minimum values of the pruning time

Lähde: Krigul (1961)

Starostin'in (1979a) tekemissä männyn karsintatutkimuksissa lovileikkuri osoittautui verrattain tuottoisaksi työkaluksi. Kun oksasahalla 6 m korkeuteen tehdyn karsinnan ajanmenekki 12 - 18 vuotiaassa männikössä oli keskimäärin 6 - 10 min/runko, suoriutui karsija vastaavissa olosuhteissa lovileikkurilla 1,5 - 1,7 minuutissa/runko. Kyseisiin lukuihin ei sisälly siirtymis-, hukka- ja lepoaikoja. Päivätuotos on kuitenkin varsin korkea, 220 - 240 runkoa.

Taulukko 1. Karsintatyön ajanmenekki eri metsätyypeillä 1-, 2- ja 3-vaiheisessa männyn ja kuusen karsinnassa (Krigul 1961).  
 Table 1. Time consumption of pruning on different site types in 1-, 2- and 3-stage pruning of pine and spruce (Krigul 1961).

Metsätyyppi Site type	1-vaiheinen karsinta 1-stage pruning	2-vaiheinen karsinta 2-stage pruning			3-vaiheinen karsinta 3-stage pruning			yht. total
	0-6,5	0-4	4-6,5	yht. total	0-2	2-4	4-6,5	
	Karsintakorkeus, m Pruning height, m							
	Ajanmenekki, h/ha Time consumption, h/ha							
	Mänty Pine							
OMaT-OMT	74	42	46	88	20	29	46	95
MT	68	42	42	84	22	25	42	89
VT	56	36	36	72	18	22	36	76
	Kuusi Spruce							
OMaT-OMT	114	70	52	122	39	43	52	134
MT	98	66	44	110	37	41	44	122

Koska oksien läpimitta riippuu paljolti kasvupaikan olosuhteista, on selvää, että karsinta-aika vaihtelee eri metsätyypeillä. Tämä on nähtävissä Krigul'in (1961) tutkimustuloksista, jotka on esitetty taulukossa 1.

Mitä rehevämpi kasvupaikka on, sitä paksumpia oksat ovat ja täten karsinta-aika on myös pitempi. Yksivaiheisessa karsinnassa ajanmenekin ero eri metsätyyppien välillä on suurimmillaan noin 25 % sekä männyllä että kuusella. Kaksi- ja kolmivaiheinen karsinta pienentää tätä eroa jonkin verran jääden männyllä kuitenkin noin 20 %:iin. Kuusella vaikutus on jo tuntuvampi aikaerojen kaventuessa n. 10 %:iin eri metsätyyppien välillä. On kuitenkin selvää, että karsintakertojen lisääntyessä ajanmenekki lisääntyy ja nostaa täten karsintakustannuksia. Kuten taulukosta 1 voi-

daan nähdä, kolme karsintakertaa nostaa ajanmenekkiä männyllä 23 - 26 % ja kuusella 15 - 20 %.

## 62. Karsinnan taloudellinen merkitys

Pystykarsinnan taloudellinen merkitys käy ilmi, kun verrataan karsitusta ja karsimattomasta rungosta saatujen tukkien sahaustuloksia keskenään. Tähän tähtäävistä koesauksista ei neuvostoliittolaisesta kirjallisuudesta löytynyt mainintoja. Myös Starostin'in (1983) mukaan ei koesauksia ole tähän mennessä Neuvostoliitossa tehty. On kuitenkin muutamia teoreettisia laskelmia, joiden mukaan pystykarsinta on varsin kannattava toimenpide. Krigul'in (1961, 1968) mukaan 100 - 120-vuotiaassa karsitussa OMaT-MT männikössä arvon nousu karsimattomaan nähden on 26 - 36 %, OMaT-MT kuusikoissa 30 - 35 %, 70-vuotiaissa OMT-MT koivikoissa 25 - 36 % ja vastaavissa haavikoissa 30 - 47 %.

Karsinnalla saavutettu sisäinen korko on metsätaloudessa totuttua huomattavasti suurempi: männyllä 4,3 - 4,5 %, kuusella 4,0 - 4,2 %, koivulla 6,4 - 7,2 % ja haavalla 5,9 - 6,9 %. Kun vielä otetaan huomioon hävikin pieneminen puutavaran jalostuksessa sekä lujuusominaisuuksien paraneminen, saattaa todellinen taloudellinen hyöty olla vieläkin suurempi.

Vasil'ev'in (1969) laskelmat Pohjois-Kaukaasian oloissa haavikon karsinnalla saavutettavasta hyödystä ovat edellistä huomattavasti varovaisempia. Hänen mukaansa tuotto

hakkuuikään mennessä on n. nelinkertainen. Sisäinen korko voidaan laskea esim. Kärkkäisen (1982) ehdottamalla kaavalla:

$$(3) \quad p = 100 \exp (\ln K - \ln k) / t) - 100, \text{ jossa}$$

$p$  = sisäinen korkokanta, %

$k$  = investointi (alkuarvo)

$K$  = loppuarvo

$t$  = investoinnin pitoaika, a

Jos oletetaan, että karsinta on tehty 20 - 25-vuotiaassa haavikossa ja hakkuuikä on sama kuin Krigul'in laskelmissa eli 70 a, niin sijoittamalla kaavaan (3)

$k = 1$  (suhteellinen alkuarvo)

$K = 4$  (suhteellinen loppuarvo)

$t = 45 - 50$  a

saadaan sisäiseksi korkokannaksi 3,1 - 2,8 %, eli varsin vähän verrattuna Suomessa tehtyjen tutkimusten tuloksiin, joissa sisäinen korko on n. 5 - 6 % (Pystykarsinta... 1982).

Pitikin (1972) on tehnyt teoreettisia laskelmia kuusen karsinnan kannattavuudesta Karpaateilla erikoistarkoituksia, kuten lentokoneteollisuutta silmällä pitäen. Hänen mukaansa karsinnan antama tuotto 40 - 50 v kuluttua on 6 023,43 FIM/ha (vuoden 1972 ruplan kurssin mukaan) karsintakustannusten ollessa 114,72 FIM/ha kun karsittavia kuusia on 400 kpl/ha. Näiden tietojen perusteella saadaan sisäiseksi korkoksi 8,2 - 10,4 %, mikä on verrattavissa Suomen viiluteollisuutta koskevaan, pystykarsitulle männylle laskettuun sisäiseen korkoon (vrt. Pystykarsinta... 1982, s. 6).

## 7. YHTEENVETO JA PÄÄTELMIÄ

Varhaisesta kiinnostuksesta huolimatta ei pystypuiden karsinta ole saavuttanut suosiota Neuvostoliiton käytännön metsätaloudessa, vaan rajoittuu muutamaan tutkimusmielessä tehtyyn puiden karsintaan sekä puistojen ja puutarhojen hoitotoimenpiteenä suoritettavaan oksien poistoon. Pystypuiden karsinnan käytäntöön leviämisen esteenä on ilmeisesti ollut työvoiman puute menetelmän ihmistyövaltaisuudesta johtuen. Toisaalta, hyvälaatuista puuta on ollut karsimattakin saatavissa Siperian laajoista luonnonmetsiköistä. On kuitenkin todennäköistä, että puutavaran laatu koetaan jo ongelmana Neuvostoliiton Euroopan puoleisissa osissa, joissa korkealaatuista puuta tuottavia luonnonmetsiä on enää vähän. Asiantuntijapiireissä ongelma tiedostetaan, mihin myös viittaa viime vuosina vilkastunut pystykarsinnan tutkimustoiminta.

Karsinnan kohteiksi suositellaan vain terveitä, hyväkuntoisia ja -kasvuisia puita ja metsiköitä, koska tällöin saavutettava hyöty on suurin ja toiminta kannattavaa. Karsittavien puiden lukumäärä hehtaaria kohti riippuu mm. puulajista ja kasvuolosuhteista. Päätehakkuvaiheessa hyvillä kasvupaikoilla korjattavia lehtipuita on 250 - 350 kpl/ha ja havupuita 550 - 650 kpl/ha. Näitä lukuja pidetään minimirajana karsittavia puita valittaessa. Nämä luvut vastaavat myös meikäläistä käsitystä karsittaviksi valittavien puiden lukumäärästä. Suomessa männyn normaali runkoluku päätehakkuussa on 400 kpl/ha joihin karsinta siis kohdistetaan. Lisäksi suositellaan karsittavaksi 100 ylimääräistä runkoa

erilaisten puita kohtaavien tuhojen varalta. Hyvillä kasvu-  
paikoilla voidaan kuitenkin karsia 600 - 700 kpl/ha (Pysty-  
karsinta ... 1982).

Neuvostoliitossa suositeltu karsintakorkeus on  
6,5 - 7,0 m. Ylemmäksi karsittaessa kustannukset nousevat  
jyrkästi ja toimenpide muodostuu kannattamattomaksi. Meillä  
normaali karsintakorkeus on 5 metriä.

Kaikilla puulajeilla kuivien oksien karsinta on laadun  
kannalta suositeltavaa. Mänty sietää lisäksi alimpien elä-  
vien oksien karsinnan kasvun siitä kärsimättä. Eri tutki-  
joiden käsitys karsittavien elävien oksien määrästä männyllä  
vaihtelee suuresti. Eräät tutkijat ovat esittäneet, että on  
mahdollista karsia jopa 50 % elävästä latvustosta eli noin  
neljä-viisi alinta elävää oksakiehkuraa kasvun tästä kärsi-  
mättä. Tätä näkemystä tukevat myös viimeisimmät pystykar-  
sintaa koskevat tutkimukset (Starostin 1985). On kuitenkin  
joukko tutkijoita, jotka pitävät näin radikaalia karsintaa  
männyksen kasvuille haitallisena. He puoltavat korkeintaan  
kahden alimman elävän oksakiehkuran karsintaa, mikä vastaa  
noin 15 - 20 %:a elävästä latvustosta. Tämä on myös meikä-  
läinen nykykäsitys, jonka mukaan kahden alimman elävän oksa-  
kiehkuran karsintaa voidaan suositella, mikäli ne eivät ole  
kovin elinvoimaisia (esim. Vuokila 1968). On tosin luon-  
nollista, että tutkimus- ja kasvuolosuhteet poikkeavat toi-  
sistaan, mikä saattaa osittain vaikuttaa tutkimustulosten  
eroavuuksiin. Krigul'in (1961 ja 1968) Eestin ja Izvekovan  
(1972) Leningradin tutkimusolosuhteet vastaavatkin parhaiten  
meikäläisiä olosuhteita.

Lahovikoja ei männyn elävien oksien karsimisen ole havaittu aiheuttaneen. Kuusen ja koivun elävien oksien karsinta ei ole suositeltavaa lahon leviämisen vuoksi. Kuitenkin näiden puulajien elävien oksien tynkäkarsinnasta on myönteisiä kokemuksia.

Karsinta-ajankohtina helmi-huhtikuu sekä loka-marraskuu ovat sopivimpia. Kasvukauden aikana sekä voimakkaalla pakkasella karsinnan ei katsota olevan suotavaa.

Karsintavälineenä suositetaan lovileikkuria sen nopeuden vuoksi. Yli 2,5 cm läpimittaiset oksat suositellaan karsittavaksi oksasahalla, koska ne eivät katkea lovileikkurilla yhdellä lyönnillä ja on vaara, että katkaisujälki jää epätaiseksi. Huomiota kuitenkin kiinnittää se, että männyllä jopa 4 cm läpimittaisia oksia katsotaan voitavan karsia. Krotkevič'in (1955) tutkimukset koskevat todennäköisesti Ukrainan aluetta, missä hyvissä kasvuolosuhteissa kyljestyminen saattaa olla nopeampaa kuin pohjoisempana. Myös uudistuskypsyys määritellään Neuvostoliitossa yhtä ikäluokkaa myöhäisemmäksi kuin meillä, mikä antaa lisäaikaa oksattoman vaipan kasvulle. Suomessa suositeltu oksan maksimipaksuus on 2 cm.

Karsinnan aiheuttamista männyn puuaineen muutoksista on mainittu mm. seuraavia: kesäpuuosuuden pieneneminen ja tästä johtuva puuaineen tiheyden aleneminen (Molotkov 1950, Krigul 1961) sekä kevätpuuosuuden pieneneminen ja tästä johtuva puuaineen tiheyden kasvu (Polubojarinov ja Nekrasova 1977). Haavan puuaineen muutoksista on mainittu: vuosi-

luston paksuuskasvun pieneneminen solurivien vähenemisestä johtuen sekä sydänpuun nopeutunut muodostuminen.

Puiden pystykarsinnan aiheuttamista varsinaisista vikaisuuksista ovat yleisimpiä sieni-infektiot. Karsinnan aiheuttamista hyönteistuhhoista Suomea vastaavissa olosuhteissa ei ole mainintoja.

Usein käsitykset pystykarsinnan aiheuttamista vikaisuuksista ja muista vaikutuksista tuntuvat ristiriitaisilta. Välttämättä ne eivät sitä kuitenkaan ole, sillä tutkimusolosuhteet ja -menetelmät saattavat poiketa usein toisistaan.

Tutkitun kirjallisuuden yleisenä puutteena voitaisiinkin mainita tutkimusolosuhdetietojen puutteellisuus. Aina ei ole edes varmaa, mistä puulajista on kyse. Tämän vuoksi eri lähteiden tietojen vertailu keskenään on usein vaikeaa tai jopa mahdotonta. Alkuperäisiä tutkimusraportteja tai -julkaisuja ei juurikaan ole saatavilla, vaan tiedot on usein esitetty suppeammassa muodossa aikakausijulkaisuissa ja kokoelmateoksissa.

Kyljestymisnopeuteen vaikuttavista tekijöistä on mainittu mm. puulaji, oksan läpimitta, oksan tyngän pituus, karsintajäljen laatu, karsintakorkeus, kasvupaikka, kasvenergia, vuodenaika sekä karsittavan oksan laatu, eli onko oksa elävä vai kuollut.

Eri tutkijoiden esittämät karsinnan päivätuotokset vaihtelevat 20 - 240 rungon välillä riippuen puulajista,

karsintatekniikasta, -korkeudesta ja -olosuhteista. Lienee selvää, ettei Suomen olosuhteissa mainitun alarajan saavuttaminen ole hitaimmallekaan karsijalle vaikeaa. Myös yläraja tuntuu liioitellulta. On varsin kyseenalaista pitää näin korkeaa lukua ohjeellisena käytännön pystykarsintaa silmällä pitäen, sillä se perustuu lyhytaikaiseen tutkimukseen (Starostin 1979a), jossa on todennäköisesti pyritty mahdollisimman suureen karsintanopeuteen yhtä runkoa kohti. Oletettavasti luku pienenisi, jos koe järjestettäisiin käytännön olosuhteissa ja pitempänä aikatutkimuksena.

Pystykarsinnan kannattavuudesta on Neuvostoliitossa tehty joitakin teoreettisia laskelmia, joiden perusteella toimenpide on määritelty varsin kannattavaksi. Kysymystä ei ole kuitenkaan tutkittu koesahauksin tai -sorvauksin, minkä vuoksi tarkempaa tietoa pystykarsinnan kannattavuudesta Neuvostoliitossa ei liene saatavissa.

## KIRJALLISUUS

- Babakin, A.S. 1965. Obrezka sučev-važnoe hozjaistvennoe meroprijatie. Sbornik BeLNIILH n:o 17, Minsk: 64-67.
- Belov, S.B. 1983. Lesovodstvo. Lesnaja promyšlennost'. Moskva:324-325.
- Bogdanov, P.L. 1951. O metode vyraščivaniya bessučko-voj drevesiny sosny. Lesn. hoz. 23(1):60-62.
- Čistjakov, A.R. 1949. Sučkovatost'stvola drevesnyh porod (berezy, sosny, osiny); metody ee regulirovaniya. Kirjassa: Sbornik trudov Povolžskogo lesotehničeskogo instituta im. M. Grogogo, n:o 46. Kosmodemjansk: 53-64.
- Fedorov, N.I. & Šesternev, N.V. 1978. Intensivnost' zarastaniya suč'ev u sosny posle ih udalenija. Kirjassa: Lesnaja geobotanika i biologija drevesnyh rastenii n:o 4. Tula:133-135.
- Gusev, F.P. 1951. Oblamyvanie bokovyh poček u sosny v rannem vozraste. Lesn. hoz. 23(1):63.
- Heiskanen, V. & Taipale, A. 1963. Tutkimuksia männyn karsimisesta. Karsimisen vaikutus puun laatuun sahapuita kasvatettaessa. Summary: Studies on the pruning of pine. The influence of pruning on the quality of saw timber trees. Commun. Inst. For. Fenn. 57.1:1-66.
- Izjumskij, P.P. & Kljušnik, P.I. 1953. Vlijanie obrezki vetvej i sučev na gribnye zabolevanija lesnyh porod. Lesn. hoz. 25(8):65-71.
- Izvekova, I.M. 1972. Vlijanie obrezki krony na rost sosny i eli. Lesn. ž. 15(4):7-10.

- Jokinen, P. & Kellomäki, S. 1982. Havaintoja metsikön kasvutiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen varttu-neissa männyn taimikoissa. Summary: Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage. Folia For. 508:1-12.
- Karčauskas, S. 1959. Opyty po obrezke suč'ev. Lesn. hoz. 31(11):19-20.
- Kellomäki, S. & Tuimala, A. 1981. Puuston tiheyden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä. Summary: Effect of stand density on branchiness of young Scots pines. Folia For. 478:1-27.
- Krigul, T. 1959. Zarastanie ran srezannyh suč'ev u sosny. Ežegodnik obščestva estestvoispytatelej pri AN EŠSR, tom 52:40-44.
- 1961. Estestvennoe očiščenie ot suč'ev v sosnovyh i elovyh nasaž denijah i obrezka suč'ev v ètih nasaždenijah s cel'ju polučenija vysokokacestvennogo delovogo stvola vuslovijah Èstonskoj SSR. Kirjassa: Männi- ja kuusepuistute laasimine. Tartu: 177-184.
- 1968. O primenenii obrezki suč'ev v lesnom hozjajstve Sbornik naučnyh trudov èstonskoj sel'skohozjajstvennoj akademii. Trudy po lesnomu hozjajstvu n:o 50. Tartu:121-137.
- Krotkevič, P.G. 1939. Novyj metod vyraščivaniya drevesiny sosny bez suč'ev. Lesn. hoz. 11(1):12.
- 1940. Tehnika individualnogo uhoda za sosnoj. Sbornik statej po lesnomu hozjajstvu. Izdanie Kievskogo upravlenija lesnoohrany i lesonasaždenij: 19-29.
- 1947. Uskorennoe vyraščivanie sosny bez suč'ev.

- Les n:o 4:31-39.
- 1955. Vyraščivanie vysokokačestvennoj drevesiny. Moskva. Goslesbumizdat: 179.
- Kurilo, I.I. 1952. Aktivnyj uhođ za sosnoj ulučaet kačestvo drevesiny. Sbornik po obmenu opytom v lesnom hozjajstve n:o 2. Kiev: 60-66.
- 1954. Vyraščivanie sosny vysokih tehničeskich kačestv. Lesn. hoz. 26(1):40-42.
- Kustov, M.E., Martynov, I.I. & Rogal'skij, O.A. 1982. Vlijanie obrezki vetvej na prirost lesnyh kul'tur sosny obyknovennoj. Kirjassa: Lesnoe hozjajstvo, lesnaja, bumažnaja i derevoobrabatyvajuščaja promyšlennost' n:o 13. Kiev:18-20.
- Kärkkäinen, M. 1977. Puu. Sen rakenne ja ominaisuudet. Helsinki:442.
- 1982. Näkökohtia sisäisen korkokannan laskemisesta. Summary: Note on the calculation of the internal rate of return. Silva Fenn. 16(4):373-375.
- Molotkov, P.I. 1950. Issledovanie hoda rosta, mehaničeskich svojstv drevesiny i anatomičeskogo stroeniija bessučkovej sosny. Naučnye zapiski Voronežskogo LHI n:o 11. Voronež:270.
- Nekrasova, G.N. 1970. Jadroobrasovatel'nyj process u sosny v svjazi s očiščeniem stvola ot suč'ev. Lesn. ž. 13(5):27-30.
- Ostašov, N.T. 1979. Pročnost' otmerših suč'ev na živyh derev'jah osiny, sosny i berezy. Zaščita lesa n:o 4. LTA. Leningrad: 36-40.
- Pitikin, A.N. 1972. Obrezka suč'ev v elovyh nasaždenijah

- Karpat. Lesn. hoz. 44(8):27-28.
- Polubojarinov, O.I. 1972. Himičeskij sposob očistki stovolov ot suč'ev. Lesn. hoz. 44(8):25-26.
- & Nekrasova, G.N. 1977. Vlijanie obrezki suč'ev osin na prirost, strukturu i nekotorye svojstva drevesiny. Lesn. ž. 20(3):13-17.
- Popov, A.S. 1982. Vlijanie obrezki suč'ev na prirost sosny. Lesovedenie 15(3):72-75.
- Pystykarsintaohjeet. 1982. Suomen Sahanomistajyhdistys: 1-32.
- Razumov, V.P. 1952. Primenenie obrezki suč'ev dlja ulučenija kačestva drevesiny sosny. Lesn. hoz. 24(7):30-37.
- 1961. O normah vremeni i normah vyrabotki po obrezke suč'ev. Lesn. ž. 4(6):20-23.
- Rjabokon', A.P. 1980. Vlijanie obrezki suč'ev na formu stvolov sosny obyknovennoj v kul'turah različnoj gustoty. Lesovodstvo i agrolesomelioracija. n:o 56. Kiev. Urožaj:36-41.
- Sljadnev, A.P., Belinskaja, G.R., Nikisina, V.N. & Rih-terman, Ja.S. 1958. Effektivnyj sposob vyraščivanija bezsučkovoj sosny. Lesn. hoz. 30(11):80.
- Starostin, V.A. 1979a. Bezopasnye i éffektivnye sposoby obrezki suč'ev v kul'turah sosny. Lesn. hoz. 51(10):49-50.
- 1979b. Instrument dlja obrezki suč'ev. Èkspress informacija. Mehanizacija i avtomatizacija lesohoz-  
jajstvennogo proizvodstva. Moskva. CBNTI. n:o 4:18-19.
- 1981a. Vlijanie obrezki vetvej na rost kul'tur

sosny. Puti povyšeniya proizvoditel'nosti lesov i ih racional'noe ispol'zovanie. Tesizy dokladov naučno-tehničeskoj konferencii aspirantov i molodyh učenyh zapadnogo otdelenija VASNIL. LATNIITI. NPO "SILAVA", Riga:39.

----- 1981b. Vilka dlja obrezki suč'ev. Otkrytija. Izobretenija. Promyšlennye obrazcy. Tovarnye znaki. Oficial'ny bjulleten' Gosudarstvennogo Komiteta SSSR po delam izobrenenii i otkrytii n:o 39. VNIIFI:21.

----- 1982. Optimal'nye sroki obrezki vetvej u sosny. Lesn. hoz. 54(1):76.

----- 1983. Suullinen tiedonanto.

----- 1985. Stroenie krony sosny v svjazi s obrezkoj vetvej. Lesn. hoz 57(4):20-25.

Timčenko, G.A. 1962. Vlijanie obrezki topolej na ih poražennost' maloj topolevoj stekljannicej. Lesn. hoz. 34(6):63-64.

Uusvaara, O. 1980. Karsimallako puun laatua parantamaan. Metsä ja Puu 1:28-29.

Vakin, A.T. 1966. Osnovy profilaktiki jadrovoy gnili stvola. Kirjassa: Lesnoe hozjajstvo i promyšlennoe potreblenie drevesiny v SSSR. Lesnaja promyšlennost'. Moskva: 40-44.

-----, Polubojarinov, V.A. & Solov'ev, V.A. 1980. Poroki drevesiny. Lesnaja promyšlennost'. Moskva:111.

Vasil'ev, P.M. 1969. O značenii očistki stvolov ot mertvyh suč'ev v osinnikah. Lesn. hoz. 41(3):56-58.

- Vojčal', P.I. & Barabin, A.I. 1972. O vlijanii udalenija poček na rost sosny. Trudy Arhangel'skogo LTI. n:o 34:55-57.
- Vuokila, Y. 1968. Karsiminen ja kasvu. Summary: Pruning and increment. Commun. Inst. For. Fenn. 66.5:1-61.
- 1982. Metsien teknisen laadun kehittäminen. Summary: The improvement of technical quality of forests. Folia For. 523:1-55.
- Zel'dina, M. Ja. 1965. Udalenie vetsvej s listvennyh porod s pomošč'ju himikatov. Lesoekspluatacija i lesnoe hozjajstvo. Referativnaja informacija n:o 11:13.

## SUMMARY

## LONG-TERM EXPERIENCE IN PRUNING IN THE SOVIET UNION

One of the most pressing questions in Finland's wood and veneer industry in recent years has been the supply of high quality wood raw material in the future. The question has come to the fore because of the natural increase of branchiness on plantations, which is especially apparent in pine stands on fresh mineral soil forest sites. Pine stands which are sparsely planted in fertile soil are very branchy. Pruning has now become an even more important aspect in raising high quality trees. It is natural that this question is also a problem beyond Finland's borders. Information on pruning in other western countries is very well known to us in Finland. In contrast, knowledge of Soviet expertise on this subject in Finland, and presumably in western countries in general, has remained behind the language barrier. The aim of this literature research study is to deal with pruning in the Soviet Union, mainly from the wood technology point of view.

Pruning has quite deep roots in Russian forest industry. As far back as 200 years ago, attempts were made to produce quality timber for shipbuilding by pruning. The pruned branches were, however, too thick, nor did the procedures give the desired results. Despite present interest, pruning has not achieved practical popularity in the Soviet Union's forest industry even today. A shortage of labour has been a hindrance to the practice of pruning,

because of the method's labour intensivity. On the other hand, high-quality wood has been available in the vast Siberian natural forests. It is nevertheless evident that the quality of lumber is still a problem in the European regions of the Soviet Union, where few forests that produce high quality timber remain. Greater attention has been given to pruning in the research circles recently, which is evidenced by revived research activities.

Pruning is recommended for trees and forest stands that are healthy, in good condition and growing well. The number of trees to be pruned per hectare depends on the species and growing conditions, among other things. There are about 250 - 350 broadleaved trees/ha and 550 - 650 conifers/ha on good sites, at the final felling stage. These are the minimum figures when choosing trees to be pruned.

The recommended pruning height is 6,5 - 7,00 meters when pruning above this height, costs increase sharply and measures become unprofitable, with the exception of some special timber assortments.

Dry-pruning is allowed for all tree species. It is also permissible to prune the lower live branches of pine without damaging the growth of the tree. Neither has the pruning of live pine branches caused decay defects. In contrast, green pruning of birch or spruce is not recommended because of the spread of decay. Never the less, rough pruning of live branches on these tree species has had positive results.

The best pruning seasons are from February to April and in October and November. Pruning is considered undesirable during the growing season and in heavy frosts. The branch cutter (Figure 1) is the recommended pruning tool because of its speed. Branches over 2,5 cm in diameter are pruned with a pruning saw because the branch cutter doesn't cut them in one thrust and the cutting trace may be uneven.

The changes in pine wood caused by pruning are the following: a decrease in the share of latewood and the resulting decrease in wood density (Molotkov 1950, Krigul 1961), a decrease in the share of early wood and the resulting increase in wood density (Polubojarinov and Nekrasova 1977). European aspen has been observed to have a decreased diameter increment of the growth ring as a result of the decrease in number of cell layers, as well as a speeding up in the formation of heartwood. In regard to the impregnation of pine, a large share of heartwood is nevertheless unprofitable because of increased permeability. Cutting, drying and glueing also become more difficult in veneer production because of the higher percentage of resin in heartwood as compared with sapwood.

The most common actual defects caused by the pruning of trees are fungal infections. There is no written evidence of insect damage being caused by pruning in comparable conditions in Finland.

Opinions on the damage and other effects caused by pruning often seem to be contradictory. They are not

necessarily so, however, because research conditions and methods may often differ from each other.

Inadequate descriptions about research conditions have generally been given in the literature studied. At times it is not even sure which tree species is being referred to, or why the comparison of different sources of information is often difficult or even impossible. Original research reports or publications are not really available. Information is often only presented in condensed form in periodical publications and collections.

Many factors are often mentioned in regard to the speed of healing-over. The healing-over of dry branches is somewhat slower than of green branches with pine and spruce. There are conflicting opinions on the effect of pruning height on the healing-over speed. Some point out that healing slows down as pruning height increases, others have shown that healing is faster in the crown area than it is lower down the tree. An uneven cutting trace slows down the healing over process. According to one research study, most pine and spruce branches heal over within 8 - 12 years. The maximum healing time was 20 years. The healing time increases as the branch diameter increases. Empirical formulas (1) and (2) were also presented, by which the approximate healing time can be calculated.

Generally speaking, broadleaved trees heal over faster than conifers. Of the conifers, larch heals over in the shortest amount of time, spruce takes a bit longer and pine

is the slowest. The branches of young trees heal over faster than those of old trees. The shorter the stub is without damaging the bark, the faster the healing takes place, despite the fact that the size of the cutting trace then increases.

The time consumption of pruning depends on many factors. The time consumption of pine and spruce three-phase pruning in a research experiment is presented, according to pruning height, in Figure 2. The forest site affects the branchiness of the trees, which in turn is reflected in the time consumption of pruning (Table 1). The daily pruning output presented by different researchers fluctuated between 20 - 240 stems, depending on the tree species, pruning technique, height and conditions. Reaching the above-mentioned minimum in Finnish conditions is not difficult. As for the upper limit, it seems to be an overestimation. Nor can the figure be regarded as the norm when taking practical pruning operations into consideration, because it based on a short-term experiment, where probably the attempt was to work as fast as possible on each stem. Pruning equipment similar to that presented in Figure 1 was used in the experiment.

Some theoretical calculations on the feasibility of pruning have been done in the Soviet Union. On the basis of these calculations, the practice has been diagnosed as quite feasible. The internal rate of interest reached with pruning is about 5 % on the average, and in some special circumstances even 10 %. Nevertheless, the question has not been studied with experimental sawings or peelings.





ISBN 951-40-0907-X

ISSN 0358-4283