

# FOLIA FORESTALIA 523

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1982

---

---

YRJÖ VUOKILA

METSIEN TEKNISEN  
LAADUN KEHITTÄMINEN

THE IMPROVEMENT OF  
TECHNICAL QUALITY  
OF FORESTS



METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
*THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*

Osoite: Unioninkatu 40 A  
*Address:* SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401  
*Phone:*

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Tuomas Heiramo
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

*The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.*

FOLIA FORESTALIA 523

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1982

Yrjö Vuokila

METSIEN TEKNISEN LAADUN KEHITTÄMINEN

The improvement of technical quality of forests

VUOKILA, Y. 1982. Metsien teknisen laadun kehittäminen. Summary: The improvement of technical quality of forests. *Folia For.* 523:1—55.

Suomen luonnonmetsien tekninen laatu on hyvä. Toisen maailmansodan jälkeen perustettujen uusien metsiköiden, erityisesti männiköiden oksaisuus on kuitenkin odotettua suurempi.

Tutkimuksessa tarkastellaan niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat lähinnä männyn laadun kehitykseen. Tältä pohjalta tehdään käytännöllisiä päätelmiä keinoista, joita on käytettävissä männyn teknisen laadun kehittämiseksi niin, että Suomesta voitaisiin tulevaisuudessakin viedä ulkomaille ainakin saman verran korkealaatuista sahatavaraa kuin tähän mennessä.

On ilmeistä, että sellaiset metsänuudistamistavat, jotka takaavat suuren lähtötiheyden, ovat suositeltavia. Männyn istutus on tästä syystä kielteisien uudistamisvaihtoehto. Mäntyä ei tulisi lainkaan viljellä hyvillä kasvupaikoilla. Laadun kehittämisen kannalta on tarpeen lykätä taimikon ja nuoren metsikön harvennusta niin pitkään kuin se on käytännössä mahdollista. Kasvatushakkuissa on koosta riippumatta poistettava ensi sijassa heikkolaatuisimpia puuyksilöitä. Karsiminen on tulevaisuudessa välttämätön huippulaadun tuottamiseksi.

Laadun kehittämiseen tähtävien toimenpiteiden ohella on kiinnitettävä huomiota laatu puun tehokkaaseen hyväksikäyttöön. Korjuu on suoritettava laatu puuta säästären. Maasto opteerauksen ja lopputuotteen mittasuhteiden tarkempi koordinointi on välttämätöntä.

Kiireisintä olisi ns. laatumaksutavan omaksuminen puukaupoissa. Se olisi omiaan innostamaan metsänomistajia laatua parantaviin toimenpiteisiin.

The technical quality of the natural forests in

Finland is high. However, the branchiness of the new generation of forests, especially of the pine stands established after World War II has been unexpectedly pronounced.

In this paper, the factors which affect the technical quality of pine are discussed. Practical conclusions are drawn concerning the available means for improving quality to a degree which would allow future exports of high quality sawn timber to equal the amounts of the past.

It is obvious that the methods of forest regeneration which will safeguard high initial density are advisable from the quality point of view. For this reason, the planting of pine is the poorest reforestation alternative. Pine should not be planted at all on the best sites. For quality reasons the thinning of sapling stands and the first commercial thinning should be postponed to as late a stage as practicable. In intermediate cuttings in general, trees of adverse technical quality should be removed in the first place irrespective of their size and dominance. Green pruning will be necessary in the future in order to produce timber of top quality.

The effective use of quality timber will be increasingly important in the future. Harvesting methods must be developed to conserve valuable timber. Scaling in the forests and the dimensions of sawn goods must be closely coordinated.

It is important to establish quality as the decisive factor for the unit price in timber sales. This would encourage forest owners to invest in the promotion of quality.

ODC 561.5 + 24  
ISBN 951-40-0577-5  
ISSN 0015-5543

Helsinki 1983. Valtion painatuskeskus

## SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	4
2. TEKNISEEN LAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT .....	6
21. Puulaji .....	6
22. Kasvupaikka .....	11
23. Kasvutila .....	12
24. Metsänuudistamismenetelmä .....	16
25. Harvennustapa .....	18
26. Rodunjalostus .....	19
3. TEKNISEN LAADUN PARANTAMISKEINOT .....	21
31. Kasvupaikalle sopiva puulaji .....	21
32. Kasvatustiheys .....	23
321. Lähtötiheys .....	23
322. Taimikon käsittely .....	24
323. Harvennusohjelma .....	26
33. Laatuharvennus .....	27
34. Pystykarsinta .....	29
341. Metsikkövalinta .....	29
342. Puuvalinta .....	31
343. Karsittavien puiden lukumäärä .....	32
344. Karsimiskorkeus .....	33
345. Työvälineet .....	33
346. Puiden mittaus, merkintä ja rekisteröinti .....	36
347. Karsimisen vaikutus tekniseen laatuun .....	37
348. Karsimisen kannattavuus .....	39
349. Valtakunnallinen karsimistarve .....	41
35. Taimiaineksen valinta metsänviljelyssä .....	41
4. MUUT KEINOT LAATUPUUN TUOTOKSEN EDISTÄMISEKSI .....	42
41. Vaurioton puunkorjuu .....	42
42. Laatupuun käytön tehostaminen .....	45
43. Kiertoaajan pidentäminen ja päätelannoitus .....	48
44. Ojitusalueiden kunnossapito ja suojuustojen hoito .....	49
5. TIIVISTELMÄ .....	51
KIRJALLISUUS .....	52
SUMMARY .....	54

## 1. JOHDANTO

Metsänkasvatuksen käytännöllisenä puun-tuotannollisena tavoitteena on tuottaa (ks. Vuokila 1980a, s. 134—142)

- mahdollisimman paljon,
- mahdollisimman järeää,
- mahdollisimman hyvälaatuista (arvokasta) puuta.

Perinteisin kasvatusnormein toimivassa metsätaloudessa ei yhtäkään mainituista kolmesta osatavoitteesta voida jättää huomiotta kokonaistuloksen kärsimättä, eikä yhdessä tavoitteessa tapahtunutta laiminlyöntiä voida korjata toisen tavoitteen saavuttamista vastaavasti tuestamalla. Vain energiapuun tuottamiseen erikoistuneessa metsätaloudessa — mikäli se osoittautuu taloudellisesti kannattavaksi — voidaan keskittyä mahdollisimman suuren biomassan tuottamiseen tuotoksen järeystä ja teknisestä laadusta piittaamatta. Valtaosa energiapuuta saataneen kuitenkin tulevaisuudessakin sivutuotteena perinteisin tavoittein toimivista metsätalouksyksiköistä.

Metsänkasvatuksen tavoitteet ovat selkeitä, mutta osin keskenään ristiriitaisia. Paljous-tavoite voidaan tosin saavuttaa samanaikaisesti korkeidenkin järeys- ja laatu-tavoitteen kanssa, mutta järeys ja laatu ovat tietyssä määrin toisilleen vastakkaisia tavoitteita. Järeytymistä kohtuuttomasti suosimalla synnytetään laatuongelma. Korkeaa laatua tavoiteltaessa voi taas puiden järeyskehitys heikentyä liiallisesti.

Puunkorjuun tapahtunut ja tapahtumassa oleva koneistuminen ovat olleet omiaan viemään kehitystä järeys-suhteiden suosimisen suuntaan. Myös sovellettu kantohintapolitiikka suosii järeyttä ennen laatua ja näin johtaa siihen, että metsätaloudessa kannattaa tavoitella järeyttä laadun kustannuksella.

Juuri puuston järeyttämisen tarve on tuonut 1980-luvun alkaessa tuotoksen teknisen laadun kriittisen tarkastelun kohteeksi. Kysymys on ennen muuta siitä uudesta puusukupolvesta, jota on perustettu 1950-luvulta lähtien.

Teknisellä laadulla tarkoitetaan seuraavassa sahatavaran oksaisuutta ja lujusominaisuuksia. Vaikka nämä molemmat ominaisuudet ovat tärkeitä, oksikkuus vaikuttaa eniten tuotteen yksikköhintaan ja on siitä syystä ainakin tässä vaiheessa ensisijainen. Kärkkäisen (1980) mukaan kolme neljäsosaa mäntysahatukien laadusta määräytyy pelkästään oksikkuuden perusteella.

Laatuongelma ei ole yksin suomalaisten. Kaikkialla maailmassa puuntuotoksen laatu tulee todennäköisesti heikkenemään sitä mukaa kuin luonnonmetsät korvataan kulttuurimetsillä. Suomelle laatuongelma on kuitenkin erityisen vakava siitä syystä, ettei pohjoisilla leveysasteilla voida saavuttaa likimainkaan samanlaisia määrällisiä tavoitteita kuin etelämpänä. Suomen puunjalostusteollisuuden päävaltti kansainvälisillä markkinoilla on ollut tuotteiden hyvä laatu kilpailijamaihin verrattuna. Tästä syystä Suomen metsätalouden ja -teollisuuden tulevaisuus riippuu ratkaisevasti siitä, kyetäänkö täällä tuottamaan muuttuneissa olosuhteissakin yhä oksatonta tai vähäoksaista ja lujusominaisuuksiltaan kansainvälisesti korkeatasoista puuta ainakin yhtä paljon kuin vielä 1960- ja 1970-luvuilla on ollut mahdollista.

Viimeksi mainittu tavoite saattaa tuntua ylivoimaiselta. Onhan Suomen metsien tuottamaa raakapuuta totuttu pitämään jopa äärimmäisen hyvälaatuisena, mistä kiitoksen on katsottu kuuluvan sille, ettei varttuneita nykymetsiä ole taimikkovaiheessa ja pitkälle myöhemminkään hoidettu lainkaan. Hoitamattomuusko olisi siis se taikakeino, johon metsänkasvatuksessa olisi tulevaisuudessakin turvaututtava? Nykyisten varttuneiden metsien laatutason saavuttaminen ei ole kuitenkaan ylivoimainen tehtävä, vaan tarkoituksenmukaisiin metsänkasvatustoimenpitein voidaan teknisen laadun kehittämässä päästä sitä selvästi parempiin tuloksiin samalla, kun hoidon avulla varmistetaan kaikkien puuntuotannollisten tavoitteiden saavuttaminen.



Kuva 1. Männyn tekninen laatu on Suomessa perinteisesti hyvä. Korkean laatutason säilyttäminen on tulevaisuudessa männyn kasvatuksen suurin ongelma. Kuvassa järeää luonnonmännikköä Tuusulan Ruotsinkylästä. Valok. Simo Hannelius.

Sahateollisuuden vientitilastot osoittavat, että vaikka nykymetsien luontainen tekninen laatu onkin kansainvälisesti ottaen hyvä, se ei ole kuitenkaan huipputasoa. Toisen maailmansodan jälkeen, jolloin on hattu pääasiassa vanhoja hakkuukypsiä luonnonmetsiä, Suomesta on voitu viedä ulkomaille vuosittain keskimäärin vain 1,0 milj. m<sup>3</sup> u/s-luokan mäntysahatavaraa, mitä vastaava tukkipuumäärä on noin 2,1 — 2,2 milj. m<sup>3</sup> kuorellista puuta (ks. Vuokila 1980b). Tämä on noin 10 % männyn nykyisestä vuotuisesta hakkuusuunnitteesta (20,4 milj. m<sup>3</sup>) ja tilavuuskasvusta (22,24 milj. m<sup>3</sup>). Kun otetaan lisäksi huomioon u/s-

mäntysahatavaran kotimainen käyttö, voidaan arvioida, että yli 85 % männyn kokonaiskasvusta on ollut heikkolaatuista sahatavaraa (kvinttaa ja sekstaa) sekä kuitu-, poltto- ja hukkapuuta. Suomen luonnonmetsien laatu ei ilmeisestikään ole niin korkea kuin yleisesti uskotaan, vaan saman tuloksen saavuttaminen on myös kulttuurimetsätaloudessa mahdollinen, jopa tavoitteena vaatimaton. Sitä paitsi metsänkasvatuksen keinoin u/s-luokan mäntysahatavaran sisäinen jakauma alaluokkiinsa (I—IV) voidaan saada merkittävästi paremmaksi kuin luonnontaloudessa.

Lisäosoituksena luontaisen karsiutumisen tehottomuudesta teknisen laadun kehittymisen kannalta lienee pidettävä myös sitä laajaa huolestumista, mitä laadun suhteen Suomessa tunnettiin 1930-luvulla ja jota erityisesti Laitakari (1937) ja Lappi—Seppälä (1934, 1937) esittivät. Tuolloin elettiin vielä täysin luonnonmetsien aikaa ja käytettävissä oli paras luontaisesti aikaan saatava tekninen laatu.

Yksittäisen puun ”taloudessa” riittää, jos tarpeettomaksi käynyt tai hyötysuhteeltaan jopa negatiivinen oksa kuolee. Toisarvoista on se, jääkö kuollut oksa vaikkapa pysyvästi puuhun kiinni. Tekninen laatu teollisuuden tarkoittamassa mielessä on luonnon-taloudessa merkityksetön käsite.

Sahateollisuuden kannalta olisi jopa hyödyllisempää, etteivät ohuehkot oksat kuolisi, sillä elävä oksa on laadun kannalta vähämerkityksisempi kuin kuiva tai peräti laho oksa. Oksien kuolemista ei voida kuitenkaan missään oloissa välttää runkojen tyviosassa, jonka 5—6 m:n pituiselta osalta osattomuutta tai vähäoksaisuutta vaaditaan.

Vaikka luonto on verraten tehoton puun teknisen laadun kehitystä ajatellen, on selvää, että käsittelemättömistä luonnonmet-

sistä saadaan selvästi korkealaatuisempaa puuta kuin alusta alkaen hoidetuista talousmetsistä ja aivan erityisesti viljelymetsistä, ellei viimeksi mainituissa suoriteta laadun kehityksen vaatimia välttämättömiä toimenpiteitä. Laatuun on kiinnitettävä sitä enemmän huomiota mitä tehokkaammin puuta pyritään tuottamaan.

Käsillä olevan julkaisun tarkoituksena on edellä esitetyltä pohjalta lähtien tarkastella

- teknisen laadun kehitykseen vaikuttavia tekijöitä,
- keinoja talousmetsien laadun säilyttämiseksi ja parantamiseksi,
- muita mahdollisuuksia laatuun tuotannon lisäämiseksi lyhyellä tähtäyksellä.

Oksikkuudesta puhuttaessa tarkoitetaan ennen muuta kasvavan puun oksien lukumäärää, laatua (elävä, kuollut) ja mittoja (paksuus, pituus, poikkileikkauksen pinta-ala) puuta tai sen rungon yksikköä (pituus, rungon vaippa-ala) kohti tiettyä ajankoh- tana (ks. Heikinheimo 1953, Kellomäki ja Tuimala 1981).

Julkaisu pyrkii käytännöllisiin päämääriinsä lähinnä kokoamalla ja analysoimalla mahdollisimman tarkoin käytettävissä olevan tutkimustietouden ja kokemuksen ko- aiheesta.

## 2. TEKNISEEN LAATUUN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT

### 21. Puulaji

Rungon laadun kehittämistarpeen kannalta puulajit ovat erilaisessa asemassa. Tämä johtuu osaksi puulajien ominaisuuksista biologis-ekologisista ominaisuuksista. Teknisen laadun kaupallinen merkitys vaihtelee sitä paitsi puulajista toiseen. Puulajien esiintymisrunsaus ei liioin voi olla vaikuttamatta kasvatustavoitteisiin.

*Mänty* on Suomen metsien yleisin puulaji. Mäntyvaltaiset metsät käsittivät 49,0 % Suomen eteläpuoliskon, 70,6 % pohjoispuoliskon ja 58,2 % koko metsämaan pinta-alasta 1970-luvun alkupuoliskolla (Kuusela 1978). Vaikka männyn osuus Suomen metsien puuston kokonaistilavuudesta onkin selvästi edellä mainittua pienempi, 45,1 %, se on tälläkin tavalla tarkasteltuna puula- jeista tärkein.

Mänty on sahateollisuuden pääpuulaji. Vaikka kuusen osuus on ollut lisääntymäs- sä 1970-luvulla, sahatavaran viennin kokoi- naismäärästä on selvästi yli puolet edelleen mäntyä. Mäntysahatavaran hinta on maail- man markkinoilla korkeampi kuin kuusen. Erityisen arvostettua on männyn u/s-saha- tavara (I—IV), josta Suomen sahateollisuus saa pääasialliset vientitulonsa. Heikoimmat laadut, kvintta (V) ja seksta (VI), etenkin viimeksi mainittu, ovat vientituotteina tois- arvoisia. Mikäli suomalaisen raakapuun tekniset ominaisuudet olisivat riittävän hy- vät, olisi mahdollista siirtyä männyn u/s- sahatavaran sisäisen jakauman (I—IV) huo- mioon ottavaan hinnoitteluun, jolloin laa- dun merkitys vientitulojen määrässä edel- leen korostuisi.

Suomen kansantalouden, metsäteollisuu- den ja metsänomistajien kannalta on tär-

keintä, että Suomella on jatkuvasti tarjottavana vientiin korkealaatuista mäntysahatavaraa, jonka u/s-laadun osuus pysyy ainkin tähänastisella tasolla tai lisääntyy ja jossa myös laatuluokan sisäinen jakauma (I—IV) pysyy mahdollisimman edullisena yksiköhinnan korkeana säilyttämiseksi.

Tätä taustaa vasten korostuu se tosiasia, että Suomen metsien laatuongelma koskee ennen muuta mäntyä (ks. mm. Varmola 1980). Toisaalta voidaan todeta, ettei männynkään laatuongelma ole voittamaton. Siihen vaikuttavat ratkaisevasti puulajin eräät biologiset ominaisuudet ja erityisesti se, että mänty-yksilö sietää voimakasta latvuksen käsittelyä saamatta lahovikaa (Vuokila 1976). Männyn laadun puukohtainen hoito on täten yksinkertaista ja tehokasta.

*Kuusi* vallitsee 38,6 %:lla maan eteläpuoliskon, mutta vain 18,5 %:lla pohjoispuoliskon metsämaan pinta-alasta. Koko maassa kuusi pitää hallussaan 30,0 % metsämaasta. Puuston tilavuudesta vastaava osuus on kuitenkin 37,4 %.

Myös kuusi on sahateollisuuden käyttämä puulaji, jonka merkitys on ollut kasvamassa. Kuusen tekninen laatu ei vaikuta kuitenkaan samassa määrin sahatavaran vientihintaan kuin männyn. Tästä on eräänä osoituksena se, että kuusisahatavaran viennistä on 1970-luvun lopulla ollut lisääntyvä osuus ns. sahatuottoista, lajittelematonta. Kuusisahatavaran viennissä tuskin laatu merkitsee tulevaisuudessakaan yhtä paljon kuin männyllä.

Vaikka tutkimuksia ei ole, käytännössä tehdyt havainnot viittovat siihen suuntaan, ettei siirtyminen luonnonmetsätaloudesta viljelymetsätalouteen ole havaittavasti vaikuttanut kuusen tekniseen laatuun. Tämä johtunee kuusen biologisista ominaisuuksista, eritoten sen sopivaisuudesta hyvälle kasvupaikoille. Nykyhetkellä ei näytä olevan tarvetta erityistoimenpiteisiin kuusen teknisen laadun parantamiseksi.

Kuusen kyky säilyttää tekninen laatunsa hyvänä voimakkaastikin muuttuneissa olosuhteissa on merkittävää siksi, että mahdollisuudet keinollisesti parantaa kuusen laatua ovat vähäisemmät kuin männyllä. Lamarin (1920) tosin vähäiseen aineistoon perustava tutkimus päätyi kuusen karsimisen suhteen kielteiseen tulokseen. Vaikka kuusen karsiminen kenties tästä huolimatta voisi tulla kysymykseen, se vaatisi lahovian välttämiseksi

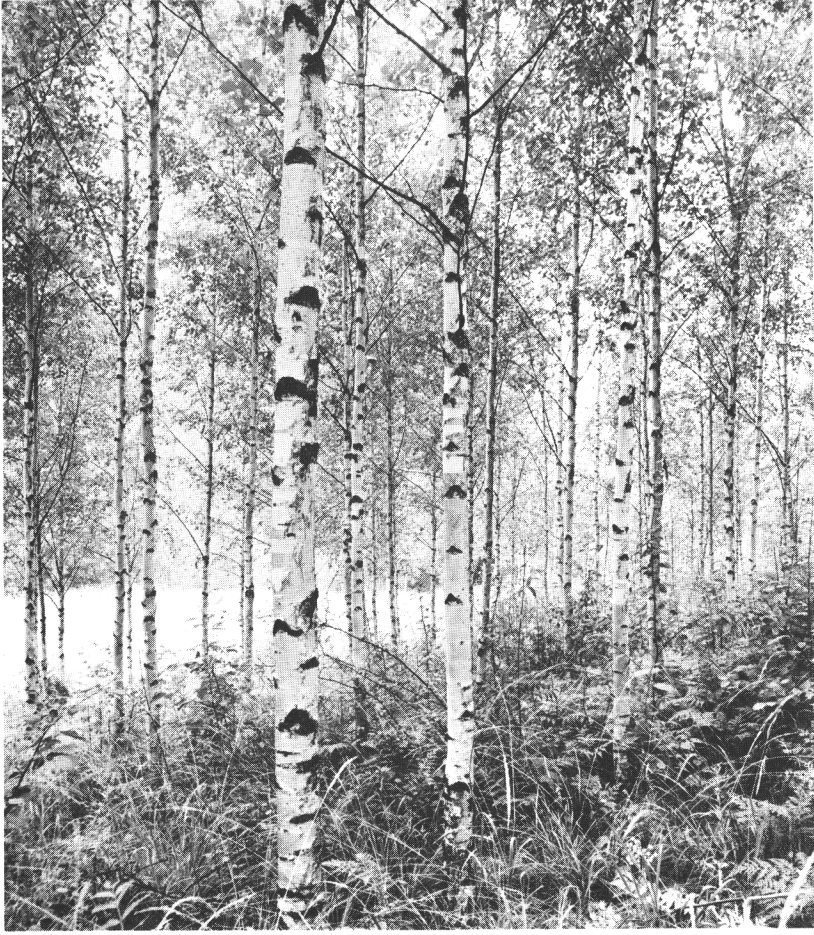
huolellisempaa työtä kuin männyn karsiminen. Tämä heikentäisi karsimisen kannattavuutta.

Lehtipuiden, pääasiassa *koivun*, osuus Suomen metsien puuston tilavuudesta on 17,5 %. Kun toisaalta lehtipuut ovat vallitsevina vain 7,7 %:lla metsämaan pinta-alasta, koivu kasvaa huomattavalta osin sekapuuna havupuiden muodostamissa metsiköissä. Pääosa puhtaita koivikoita kasvaa hieskoivua, enimmäkseen turvemilla. Puhtaita rauduskoivikoita on vähän. Sekametsiköissä havupuut pitävät huolen siitä, että koivu puhdistuu oksistaan. Tehokas keino hyvälaatuisen koivun kasvattamiseksi onkin hankkia rauduskoivusekoitus tuoreiden kankaiden havupuumetsiköihin. Hieskoivu ei tunnetusti yleensä saavuta riittävän suurta kokoa ollakseen käyttökelpoinen saha- ja vaneriteollisuudessa.

Männyn ohella rauduskoivu on se puulaji, jonka kasvattamisessa teknisen laadun kehittämiseen on kiinnitettävä korostettua huomiota. Muussa tapauksessa saatetaan tuottaa vain kuitupuuta, missä lehtipuut häviävät selvästi havupuulle. Toisaalta rauduskoivun teknisen laadun kehittämiseen on enemmän vaihtoehtoja kuin muilla kotimaisilla puulajeilla. Luontainen karsiutuminen on koivulla havupuulajeja tehokkaampaa.

*Haapavaltaisia* metsiä on Suomessa 0,2 % metsämaan pinta-alasta (Kuusela 1972). Puulajin hallussa on siten Etelä-Suomen metsistä vain noin 20 000 ha. Haavan merkitys on todellisuudessa kuitenkin esitettyjen lukujen osoittamaa suurempi. Koivun tapaan haapaa esiintyy yleisesti sekapuuna havupuumetsiköissä. Teollisuus saaneekin suurimman osan tarvitsemaansa arvohaapaa havumetsiköissä kasvavista yksittäispuista.

Haapa on kasvuominaisuksiltaan rauduskoivun kaltainen (Vuokila 1977). Haavan luontainen karsiutuminenkin muistuttaa rauduskoivun vastaavaa tapahtumaa. Koska haapa vaatii runsaasti valoa, sen alaoksat kuolevat varsin nopeasti. Haavan teknisen laadun kehitystä Tikka (1955, s. 44) kuvaa seuraavasti: ”On todettu, että oksien itseharveneminen (kuoleminen) tapahtuu melko nopeastikin rungon hakkuukypsäksi varttumiseen mennessä, mutta kuoleamisen jälkeen on niiden karsiutuminen hitaasti edistyvää, jopa työlästä. Vuosikymmeniksikin jää runkoon myös vaivoin kyl-



Kuva 2. Koivu karsiutuu luontaisesti varsin hyvin, kuten 16-vuotias vihtiläinen istutusmetsikkökin osoittaa. Valok. Simo Hannelius.

jestyneitä oksia (oksankyhmyjä) ja avonaisia oksanreikiä, jotka ovat muodostuneet reunoiltaan kyljestyneistä, mutta multamaisiksi lahonneista oksista, sekä lyhyitä että pitkiä, jopa aivan murtumattomia oksia. Viimeksi mainitut voivat olla yli kolmekin metriä pitkiä ja sijaitsevat latvuksen alapuolella, latvusrajan seuduilla, sen suojassa mm. lumen painolta.” Haapalaatupuun kasvattamisessa Tikka (mt., s. 49) pitää mm. kuivien oksien karsimisesta välttämättömänä.

Varttunut haapa on myös yleisesti lahovikainen, mikä turmelee usein täysin puun laadun. Järeää tervettä haapapuuta voidaan kasvattaa lähinnä parhailla kasvupaikoilla (Tikka 1955, s. 49, Vuokila 1977, s. 9–10).

Kun näin on, haavan merkitys on kansantaloudellisesti niin vähäinen, ettei sen laatuksymykseen tarvitse kiinnittää olennaista huomiota. Yksinkertaisimmin ja tehokkaimmin haapapuun saanti voidaan varmistaa suosimalla haapaa parhaiden kasvupaikkojen sekametsiköissä sellaisilla alueilla, missä haapapuulla on menekkiä.

Ulkomaisista puulajeista lupaavin on *lehtikuusi* ja aivan erityisesti Raivolan rotua oleva siperialainen lehtikuusi (*Larix sibirica*). Tämä puulaji menestyy Suomessa hyvin ja saavuttaa kotimaisia havupuulajeja vastaavan, jopa usein sen ylittävänkin hehtaarikohtaisen tilavuuskasvun (Vuokila 1960, s. 97).



Kuva 3. Siperialainen lehtikuusi olisi Suomessa nykyistä suuremman huomion arvoinen. Kuvan 30-vuotiaassa metsikössä on istutusaseton väljyydestä huolimatta oksien kuoleminen ollut ripeää. Kuolleet oksat karisevat mm. tuulen vuoksi nopeasti maahan. Valok. Simo Hannelius.

Lehtikuusikoiden kehityksen erikoispiirre on niiden nopea järeytyminen. Lehtikuusen merkitystä nimenomaan järeän puun tuottamisessa korostaa jo Blomqvist ja toteaa (1887, s. 180), että se saavuttaa saman järeysasteen kuin männikkö ja kuusikko 20—30 vuotta lyhyemmällä kiertoaajalla. Lehtikuusikon valtapuiden nopeaan paksuuskehitykseen viittaa myös Lappi—Seppälän (1927) tutkimus. Schotte (1917) on puolestaan päätellyt, että lehtikuusikko kykenee tuottamaan samaa läpimittaa olevia puita noin 2/3—1/2:ssa siitä ajasta, minkä mänty tarvitsee. Näistä tutkimustuloksista voidaan tehdä se lisäpäätelmä, että lehtikuusta kasvatamalla voidaan saavuttaa normaalia

kiertoaikaa noudattaen järeämpiä puuyksilöitä kuin millään kotimaisella puulajilla. Noin 50 cm:n rinnankorkeusläpimitta ei ole esim. 70-vuotiaassa lehtikuusikossa harvinaista.

Lehtikuusi on valopuulaji. Se vaatii niin runsaasti valoa, että oksien kuoleminen on nopeaa ja tehokasta. Karsiutumisenopeudesta johtuu, etteivät tyvioksat ehdi kehittyä ennen kuolemistaan paksuiksi. Päinvastoin kuin useimmilla muilla puulajeilla lehtikuusen kuivat oksat putoavat lisäksi varsin nopeasti pois, jopa paljolta vain tuulen paineesta. Näistä syistä lehtikuusikoissa ei synny teknisen laadun ongelmaa, vaikka metsikön perustaminen tapahtuisi poikkeuk-

sellisen harvaa istutusväliä (esim. 3 × 3 m) käyttäen.

Kun nopea järeytyminen ja tehokas karsituksellinen liittyvät yhteen, syntyy mahdollisuus kasvattaa poikkeuksellisen järeää ja arvokasta puuta lyhyen kiertoajan puitteisissa. Kun lehtikuusen puuaineksestä on sitä paitsi hyvin kestävä mm. maa- ja vesirakenteissa ja ulkonäöltään kaunista, kysymyksessä on puulaji, jota kannattaisi nykyistä paljon laajemmin viljellä Suomessa. Se sopisi hyvin etenkin parhaiden kasvupaikkojen, mm. peltojen, metsittämiseen, missä kuusella on koettu hallavaurioiden ja pintakasvillisuuden vuoksi vaikeuksia, männällä taas suuria laatuongelmia. Lehtikuusi on sitä paitsi puulaji, jonka jalostaminen hybridimuodostuksen kautta on nopeaa ja tehokasta ja jonka kaikkia puuntuotannollisia etuja ei ole näin ollen vielä ehditty edes kartoittaa (ks. Saarnijoki 1942, Sarvas 1956, s. 479, Kiellander 1958).

*Kontorta* -mänty (*Pinus contorta*) on erityisesti Ruotsissa herättänyt kiinnostusta siinä määrin, että siellä on ryhdytty puulajia istuttamaan käytännössä merkittävässä määrin. Suomessakin on kontortaa kohtaan osoitettu mielenkiintoa, jos kohta sen viljelyä on harjoitettu toistaiseksi vain koetarkeituoksessa.

Kontortan suosio ja siihen kiinnitetty toiveet perustuvat puulajin nopeakasvuiseen ainakin tilavuuskasvun kulminaatiovaiheeseen saakka. Hägglund tutkijatoverineen (1979, s. 72) on ruotsalaiseen ja suomalaiseseen aineistoon tukeutuen päätellyt, että jos itseharvenemisessä kuollut puu otetaan huomioon, kontorta tuottaa 65—75 % ja itseharveneminen poisluettuna 35—55 % enemmän puuta kuin mänty em. kulminaatioon mennessä. Suurin ero on heidän mukaansa keskiboniteeteilla ( $H_{100} = 20—24$  m). Remrödin (1977) mukaan kuorenalaisin mitoin ero on kontortan hyväksi vielä 5—15 % suurempi.

Minkälaiseksi vertailun tulos muuttuu, kun siirrytään tilavuuskasvun laskevalle osalle, on toistaiseksi aineiston puuttuessa epävarmaa. Yksittäistapauksissa näyttää käyvän kuitenkin niin, että kontortan kasvu heikkenee nopeammin kuin männyn ja että kiertoajan keskikavussa ero on puulajien välillä pienempi kuin nuoruusvaiheessa. Joka tapauksessa kontortan kasvattamiseen on hyvät perusteet, jos tavoitteena on tuot-

taa mahdollisimman suuri määrä kuitupuuta lyhyttä kiertoaikaa käyttäen. Nopeakasvuisuus tosin heikentäne kuitu saantoa. Luonnollisesti lisäksi edellytetään, että pelko kontortametsiköiden suuresta tuhoalttiudesta osoittautuu aiheettomaksi.

Suomessa tavattavat varttuneet kontortametsiköt ovat poikkeuksetta heikkolaatuisia. Tähän voi eräänä syynä olla Suomen oloihin soveltumaton proveniensi. Kontortan oksikkuutta on toisaalta kenties verrattuna luonnonmänniköiden vastaavaan tunnukseen, jolloin tulos ei tee täyttä oikeutta kontortalle. Ruotsalainen Fryk (1980, s. 62) onkin todennut Ab Iggesunds Bruk -yhtiön noin 10-vuotiaita istutusmetsiköitä tutkiesseen, että tavallisen männyn paksuimmat oksat ovat olleet lievästi tukevampia kuin kontortan. Fryk päättelee tästä, ettei kontortan oksikkuus ole ainakaan mäntyä epäedullisempi. Hän tosin olettaa, että mänty jatkaa karsitua nopeammin kuin kontorta.

On turhaa kiistellä siitä, kumman puulajin — männyn vai kontortan — laatuongelma on suurempi. Ongelma on kummallakin puulajilla niin suuri, että se vaatii lisätoimenpiteitä. Jos siis kontortaa ryhdytään Suomessa kasvattamaan järeää laatu puuta silmällä pitäen, tämä on tehtävä tietoisena siitä, että laatuongelma on olemassa. Sitä ennen on selvitettävä myös tuhoalttiut.

Laatupuun kasvattaminen kontortametsiköissä on oksien samanpaksuisuudesta huolimatta todennäköisesti kuitenkin vaikeampaa ja kenties kalliimpaa kuin männiköissä. Nimenomaan karsiminen, joka näyttää ainoalta varmalta ja tehokkaalta toimenpiteeltä kontortametsikössä, kohtaa monia vaikeuksia. Tieteelliset tutkimukset tosin puuttuvat toistaiseksi. Ruotsalaisten asiantuntijoiden suullisen lausunnon mukaan kontorta kehittää karsimisen jälkeen myöhäisversoja, jotka eliminoivat karsimisesta odotetun hyödyn. On ollut myös havaittavissa, että karsimisesta aiheutuva nestevuoto houkuttelee hirviä, jotka tästä syystä vahingoittavat puuta. Vastaavia ongelmia ei ole tavallisella männällä siinäkään tapauksessa, että karsittavat oksat ovat poikkeuksellisen paksuja.

Kontortan osalta Suomessa ei tällä hetkellä ole laatuongelmaa sen viljelyn vähäisyyden vuoksi. Tuskinpa kontortan ongelmia syntyy tulevaisuudessakaan, sillä puulajin ominaisuudet viittaavat ennen muuta suu-

ren volyymin tuottamiseen.

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että Suomen metsätaloudessa oksikkuus on ennen muuta männiköiden ja sen puusukupolven ongelma, joka on syntynyt 1950-luvulla ja sen jälkeen. Männyn laatuongelma on sitä suuruusluokkaa, että se vaatii jatkuvaa seurantaa ja metsänkasvatuksen menetelmien kehittämistä tähänastista enemmän teknisen laadun ehdoin. Männyn lisäksi rauduskoivun kasvattaminen puhtaina viljelymetsiköinä velvoittaa tarkkailuun ja laatua kohottaviin toimenpiteisiin silloin, kun oksikkuus uhkaa muodostua liialliseksi.

## 22. Kasvupaikka

Käytännössä tehdyt silmävaraishavainnot ovat yleensä johtaneet päätelmään, että männyn laatuongelma on sitä suurempi mitä paremmasta kasvupaikasta on kysymys. Lehtomaisia kankaista on tästä syystä pidetty männyn kasvatukseen sopimattomina.

Viimeaikaiset tutkimukset ovat kuitenkin osoittaneet, ettei ero kasvupaikkojen välillä ole niin suuri kuin on oletettu. Tämä on kuitenkin itse asiassa puuntuotannolliselta kannalta kielteisin mahdollinen tulos, koska se merkitsee käytännössä sitä, että männyn laatuongelma on vakava myös karuhkoilla kasvupaikoilla.

Kotimaista tietoa männyn laadun varhaiskehityksestä vaihtelevilla kasvupaikoilla saadaan Varmolan (1980, s. 8—13) tutkimuksesta, joka perustuu valtakunnalliseen satunnaisnäytteeseen ja jonka kohteena ovat olleet 1950-luvun lopun ja 1960-luvun alkupuoliskon istutusmänniköt. Hän on tarkastellut

- paksuimman tuoreen ja kuivan oksan tyviläpimittaa,
- oksakulmaa ja
- oksien lukumäärää oksakiehurassa.

Paksuimman oksan läpimitta on havaittu (ks. Orvär 1970, Persson 1976) sahatavaran laatua luotettavasti kuvaavaksi tunnukseksi. Tätä taustaa vasten on merkitystä sillä Varmolan (1980, s. 10—11) päätelmällä, ettei kasvupaikan boniteetilla ole merkittävää vaikutusta oksien paksuuteen, kun vertaillaan keskenään samanläpimittaisia puita. Oksien paksuus riippuu kuitenkin suoraviivaisesti puun rinnankorkeusläpimitasta

(ks. myös Uusvaara 1974, s. 39). Kun puusto järeyytyy sitä nopeammin mitä paremmasta kasvupaikasta on kysymys, samanikäisistä metsiköistä on paremmalla kasvupaikalla kasvava keskimäärin paksu-oksaisempi kuin heikommalla kasvava.

1950- ja 1960-luvuilla perustetuissa taimikoissa kasvupaikka näyttää vaikuttaneen selvästi poikaoksien lukumäärään. Eniten poikaoksia on Varmola (1980, s. 12) todennut esiintyvän puolukkatyyppillä, kahdessa puussa viidestä. Lehtomaisilla kankailla poikaoksia on tavattu joka viidennessä, mustikkatyyppillä joka neljännessä puussa. Määrät ovat suuria ja laadun kannalta vakavia, koska poikaoksat pysyvät rungossa pitkään ja heikentävät ennen muuta rungon arvokkaimman tyviosan laatua.

Mitä suurempi on oksakulma, sitä laadukkaampi puu on. Optimi on 90°, jolloin oksa näkyy sahatavarassa mahdollisimman pienenä. Varmolan (1980, s. 12) mukaan OMT:n istutusmännikössä oksakulma on keskimäärin noin 5 % suurempi kuin MT:llä ja VT:llä. Paksuimman tuoreen oksan kulma on säännönmukaisesti pienempi kuin keskimääräisen oksan, mikä korostaa ensiksi mainitun merkitystä laadun kuvaajana. Paksuimman tuoreen oksan keskimääräinen oksakulma on Varmolan aineistossa 56° ja keskimääräinen oksakulma 61°.

Männyn oksien lukumäärä kiehkuraa kohden vaihtelee laajoissa rajoissa (1—9). Lehtomaisella kankaalla kiehkurassa on Varmolan (1980, s. 13) mukaan keskimäärin yksi oksa enemmän kuin puolukkatyyppillä. Oksien lukumäärä on sitä suurempi, mitä paremmasta kasvupaikasta on kysymys. Ratkaisevaa merkitystä laatuun tällä erolla tuskin kuitenkaan on.

Erilaiset tuhot aiheuttavat laatutappioita. Joka kolmas puu 1950- ja 1960-lukujen taimikoissa on selviytynyt ilman tuhoja lehtomaisella kankaalla, kun sitä huonommilla on terve joka toinen puu. Yleisin tuho on ranganvaihto, kun mukaan lasketaan myös poikaoksat. Ranganvaihto on tapahtunut 35—40 %:ssa puista, hieman useammin OMT:llä kuin sitä heikommilla kasvupaikoilla.

Varmolan (1980) tutkimuksen puute kasvupaikan merkityksen tarkastelun kannalta on se, että toisaalta OMT:n ja toisaalta VT:n metsiköiden keskimääräinen tiheys on ollut varsin erilainen. Kun OMT:n metsi-



Kuva 4. Etenkin hyvillä kasvupaikoilla istutusmännikkö kehittyi erittäin oksikkaaksi. Valok. Simo Hannelius.

köt ovat olleet selvästi tiheämpiä kuin VT:n metsiköt, kasvupaikan vaikutus on vaikea selvittää luotettavasti tästä aineistosta.

On siksi todennäköistä, että tarkasteltujen kasvupaikkojen istutusmänniköiden laadussa on selvempi ero kuin mitä kyseinen tutkimus osoittaa (vrt. Kärkkäinen ja Uusvaara 1982). Loppujen lopuksi eron ei tarvitse olla kovinkaan suuri riittääkseen männyin viljelyä lehtomaisilla kankailla kartta-vaan päätelmään. Jos oletetaan, että karsittava oksa ei saa olla paksumpi kuin 30 mm, ja todetaan, että tämä oksanpaksuus saavutetaan puolukkatyypillä rinnankorkeusläpimitaltaan 12 cm paksuissa, 6 m pitkissä puissa, pienetkin erot tästä heikkenemisen suuntaan ovat merkittäviä.

### 23. Kasvutila

Kasvutilan merkitys on puun kehitykselle ratkaisevan tärkeä. Vaikutuksen suunnasta saadaan käsitys tarkastelemalla täysin vapaana kehittyvää pihapua. Rajoittamattomasti ravinteita ja valoa saava yksittäispuu jää aina selvästi lyhyemmäksi kuin metsikköoloissa kehittyvä kaltaisensa. Sitä vastoin rungon alaosan paksuuskasvu voimistuu siinä määrin, että runkomuoto heikkenee kartiomaiseksi. Oksat kehittyvät äärimmäisen paksuiksi ja pysyvät elossa aina maahan asti. Toistuvasti puu omaksuu pensasmaisen kasvutavan. Pihapuu ei milloinkaan kehity laatuksi sahateollisuuden tarkoittamassa mielessä. Puiden väli-



Kuva 5. Varhainen suuri kasvatustiheys on tehokkain keino heikentää männyn oksistoa. Luontainen uudistaminen takaa onnistuessaan parhaan lähtökohdan männyn laatuongelman välttämiseksi. Valok. Simo Hannelius.

nen kilpailu on teknisen laadun myönteisen kehityksen perusedellytys.

Taloustmetsissä, etenkin istutusmetsiköissä, puilla on runsaimmin kasvutilaa taimikkovaiheessa. Tällöin syntyvät ne oksat, jotka vaikuttavat rungon tärkeimmän osan, tyvitukin, tekniseen laatuun ja arvoon sahatavaran raaka-aineena. Kilpailun puuttuessa väljässä asennossa kasvavan mäntytaimikon oksat kehittyvät paksuiksi ja säilyvät elävinä pitempään kuin kilpailutilanteessa elävien puiden oksat. Tyvioksat lopulta kuolevat, mutta säilyvät paksuutensa vuoksi pitkään, jopa usein kiertoajan loppuun, puussa kiinni.

Puulajien karsiutuminen on erilaista. Rauduskoivu karsiutuu tehokkaimmin niin,

että tyvitukin pituinen osa saadaan laatu-puuta tuottavaksi suhteellisen alhaisin kasvatustiheyksin. Kuusella ei ole laatuongelmia, jotka vaikuttaisivat kasvatustiheyteen. Kuusi säilyttää hieno-oksaisuutensa sellaisilla lähtötiheyksillä (n. 2000 kpl/ha), joita nykyisin pidetään suositeltavina (ks. Vuokila 1972, s. 19—23). Seuraavassa keskitytään siksi vain männyn laatuongelmaan siltä osin kuin se liittyy kasvatustiheyteen (kasvutilaan).

Lisääntyvän kasvatustiheyden myönteinen vaikutus männyn laatuun, mm. oksikkuuteen, on vanhastaan tuttu asia. Sitä ovat korostaneet erityisesti Laitakari (1937) ja Heikinheimo (1953). Vasta 1970-luvulta lähtien on ollut kuitenkin käytettävissä tutki-

muksiin perustuvaa tietoa laadun kehittymisestä sellaisin kasvatustiheysvaihtoehdoin, jotka ovat tulleet viljelymetsätalouden myötä käyttöön.

Uusvaara (1974, 1981b) on tutkinut nuorehkojen, pääasiassa alle 60-vuotisten kylvömänniköiden teknistä laatua sahateollisuuden kannalta. Hänen tutkimistaan 153 metsiköstä yli puolet (59 %) oli puolukka-tyyppiä, 26 % mustikkatyyppejä, 13 % käenkaali-mustikkatyyppejä ja loput 2 % kanervatyyppejä edustavia. Perustamistiheys vaihteli rajoissa 2500—7000 kpl/ha. Tavallisin oli asento 1,5 × 1,5 m (4500 kpl/ha). Tutkimuksen tuloksia tulkittaessa on tämä suuri alkutiheys otettava huomioon.

Uusvaaran (1981a, s. 33) mukaan kylvömännikön tyvitukit ovat keskimäärin heikkolaatuisia, mitä kuvaa III laatuluokan tukkien suuri osuus 43—66 %. Vastaava luku luonnonmänniköissä oli näet vain 19 %. Tukin laatu heikkenee jyrkästi luston leveyden kasvaessa ytimen ympäristössä, mutta puun pintaosien lustojen ja tukin laadun välinen korrelaatio on verrattain heikko. Parhaan eli u/s-luokan sydäntavaraa saatiin tutkimuksessa kylvömetsiköiden tukeista lähes 30 % vähemmän kuin luonnonmänniköistä, mutta lautojen osalta ero oli vielä tätäkin suurempi. Viljelymänniköistä saatava sahatavara oli lujuusominaisuksiltaan selvästi heikompa kuin vertailuaineisto. Kasvatustiheyden merkityksestä tutkimus osoittaa sen, ettei nykyiseen suositukseen (enintään 2000 kpl/ha) verrattuna yli kaksinkertainen lähtötiheys takaa laadun tyydyttävää kehitystä. Vain vähäinen osa sahatavaran saannosta on tällöinkin u/s-laatua ja mitä todennäköisimmin sen heikoimpia alaluokkia III ja IV.

Rungon suurimpien oksien mittasuhteita selittävät Uusvaaran (1974, s. 41—42) mukaan parhaiten puun rinnankorkeusläpimita ja ikä. Tällä perusteella ja viitaten myös Heiskasen (1965) samansuuntaisiin tuloksiin hän päätelee, että oksat ovat sitä kookkaampia mitä vanhempi ja nopeakasvuisempi puu on. Mainittakoon lisäksi, että tämän tutkimuksen mukaan saman rinnankorkeusläpimitan omaavien kylvömänniköiden puiden oksien keskipituus on sama kuin luontaisesti syntyneiden metsiköiden puiden, kun vertailukohteena on Hakkilan (1971) viimeksi mainittuja tarkoittavat vertailuluvut.

Ruotsissa on männyn laatuksymyksiä tutkinut ennen muita Persson (1975, 1976, 1977). Eriyisen mielenkiintoisia ovat hänen eräästä noin 70-vuotiaasta männyn istutusvälikokeesta esittämänsä tulokset (1975). Koe sijaitsee käenkaali-mustikkatyyppeä vastaavalla kasvupaikalla ( $H_{100} = 28$  m). Istutusvälin vaihtelu on harvinaisen suuri, 0,75—3,00 m, mitä vastaava runkoluvulla ilmaistu kasvatustiheysasteikko on 18 000—1100 kpl/ha. Koska kokeeseen ei sisälly toistoja, kysymyksessä on esimerkki, jota ei ehkä voida yleistää. Siemenen alkuperästä ei liioin ole tietoa. Persson (1977, s. 116) pitää tosin itse ko. metsikköä varsin edustavana.

Koesahausten perusteella Persson toteaa, että perustamistiheyden vaikutus tuotetun sydänsahatavaran laatuun on erittäin suuri. Suurimmalla istutusväliä (3 × 3 m, 1100 kpl/ha) on tässä yksittäistapauksessa saatu lähes yksinomaan hylkytavaraa, ts. vain kuituteollisuuden raaka-ainetta, jopa siihenkin tarkoitukseen huonolaatuista. Tiheimässä kasvatusvaihtoehdossa (0,75 × 0,75 m, 18 000 kpl/ha) on samanaikaisesti tuotettu tyvitukkeja, joista saadusta sydäntavarasta noin 45 % täyttää u/s-laadun minimivaatimukset. Merkillä pantavaa on lisäksi, että kasvatustiheydellä 6400 kpl/ha, (1,25 × 1,25 m) on saatu vain niukasti u/s-laadun sydäntavaraa, ja että tiheydellä 4400 kpl/ha (1,5 × 1,5 m) on tuotettu vain sekasta (VI) ja kvinttaa (V). Kun myös Uusvaara (1974) on saavuttanut vastaavia tuloksia, näyttää näiden kahden tutkimuksen perusteella siltä, että mäntylaatupuun kasvattaminen sahateollisuutta varten luontaisen karsiutumisen kautta vaatii erittäin suuria kasvatustiheyksiä puuston nuoruusvaiheessa.

Persson (1975, 1976) on kiinnittänyt huomiota tiheiden ja harva-asentoisten metsiköiden laatukehityksen erilaiseen rytmiin. Noin 25—30 vuoden ikään saakka oksien paksuus riippuu hänen mukaansa yksinomaan puun rinnankorkeusläpimitasta. Kun harva-asentoisissa metsiköissä puiden paksuuskasvu on näinä vuosina selvästi voimakkaampaa kuin tiheissä, ensiksi mainitut kehittyvät samassa suhteessa paksuuskasvun ikävaiheen jälkeen, metsikön sulkeuduttua, tiheäasentoisten metsiköiden puut kasvavat kuitenkin paksuutta enemmän kuin väljäasentoisten, josta syystä ja erilaisen luontai-

sen karsiutumisen vuoksi varttuneen metsikön puiden oksien paksuus ei enää riipu rinnankorkeusläpimitasta. Tässä vaiheessa oksikkuutta selittää parhaiten perustamistiheys. Sen ohella laatua kuvaa rinnankorkeusläpimittaa paremmin myös taimikkovaiheen kasvunopeus, viiden vuoden lustojen yhteispaksuus 2 cm ytimestä ulospäin.

Persson (1976, s. 85) pitää omiin ja Elfvingin (1975) tutkimuksiin nojautuen lisäksi todennäköisenä, että samalla perustamistiheydellä saavutetaan parempi tekninen laatu maan pohjois- kuin eteläosissa, ts. että maantieteellisellä sijainnilla on merkittävä vaikutus teknisen laadun kehitykseen.

Varmola (1980, s. 9—11) totesi edellä jo mainituissa (s. 11) tutkimuksessa, että nuorten mäntytaimikoiden puiden runkomuoto on heikko, ja sitä heikompi, mitä harvempaa puusto kehittyy. Hän ei havainnut kuitenkaan merkittävä eroa istutusmänniköiden ja aikaisessa vaiheessa harvennettujen kylvömanniköiden välillä.

Varmolan (mt., s. 10—11) aineiston mukaan paksuimman tuoreen oksan läpimitta on selvästi riippuvainen metsikön tiheydestä. Tiheysluokan puitteissa tämä läpimitta on kuitenkin jokseenkin suoraviivaisesti riippuvainen puun rinnankorkeusläpimitasta. Tiheyden merkitys tulee näkyviin mm. siinä, että kun karumpien kasvupaikkojen metsiköt ovat selvästi harva-asentoisempia kuin parempien kasvupaikkojen vastaavat metsiköt, paksuimman elävän oksan läpimitta on ensiksi mainituissa keskimäärin jonkin verran suurempi kuin jälkimmäisissä edellyttäen, että puun rinnankorkeusläpimitta on sama.

Pystykarsintaa ajatellen Varmola (mt., s. 11) on laskenut aineistostaan, minkä rinnankorkeusläpimitan omaavissa puissa löytyy keskimäärin 20 ja 30 mm:n paksuinen oksa nykyistutustaimistoissa. Laskennan tulos käy ilmi seuraavasta asetelmasta:

Paksuin tuore oksa mm	Metsätyyppi		
	OMT	MT d, cm	VT
20	9	8	7
30	14	13	12

Jos istutusmäntyjä halutaan karsia niin, ettei oksien paksuus ole yli 20 mm, työ on suoritettava puiden ollessa rinnankorkeudel-

ta 7—9 cm paksuja. Vastaavasti 30 mm:n karsimisraja sallii työn suorittamisen vielä rinnankorkeusläpimitaltaan 12—14 cm:n puissa. Puut ovat kuitenkin molemmissa tapauksissa vielä niin lyhyitä (5,5—7,5 m), että joudutaan kaksivaiheiseen karsintaan.

Uusimmat puuston tiheyden vaikutusta puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä koskevat tutkimukset ovat Kellomäen ja Tuimalan (1981) sekä Jokisen ja Kellomäen (1982) tekemiä. Ensiksi mainittuun tutkimukseen kuului 15 vaihdellen 11—24 -vuotista metsikköä, jotka sijaittivat pääosin Helsingin yliopiston metsäseman (Juupajoki) ympäristössä. Metsiköt olivat osaksi istutettuja, osaksi kylvettyjä. Kasvupaikka oli keskimäärin mustikkatyyppiä. Tiheys vaihteli 300—6100 kpl/ha. Jokisen ja Kellomäen tutkimus perustuu vain yhdeksään 3—5 aarin tilapäiskoealaan. Aineistojen pienuuden ja subjektiivisuuden vuoksi kummankin tutkimuksen tuloksiin on suhtauduttava suurin varauksin. Kellomäen ja Tuimalan (1981) mukaan kasvustiheys vaikuttaa puuston kokonaisoksausuuteen, joka koostuu latvussuhteesta sekä oksakiehkuroiden ja niissä olevien oksien lukumäärästä. Tiheyden ollessa alle 3000 kpl/ha latvussuhteen todettiin olevan suurempi kuin 90 %, 5000—6000 rungon tiheydellä noin 50 %. Alle 1000 kpl/ha oli aiheuttanut sen, että oksakiehkuroita oli säilynyt elävänä 11—12 kpl, kaikkein tiheimmissä 3 oksakiehkuraa vähemmän. Kiehkuroissa, ylhäältä alkaen 8. kiehkuraan asti, todettiin olevan 4—6 oksaa, ja vasta tämän alapuolella tavattiin kuolleita oksia. Oksien kokonaismäärä laski tiheyden mukaan niin, että alle 1000 rungon tiheyksillä elossa oli 50—60 oksaa, yli 5000 rungon tiheyksillä 30—40 oksaa.

Kellomäen ja Tuimalan (1981) aineiston mukaan kasvustiheys vaikuttaa ylimmän oksakiehkuran paksuimman oksan paksuuteen. Ero korostuu kuitenkin alapään siirryttäessä niin, että 8. kiehkurassa sitä voi olla 10 mm. Oksien tuuhteuteen ei kasvustiheydellä ollut vaikutusta (ks. Kellomäki 1980). Todettakoon lisäksi, että latvuksen paksuin oksa sijaitsi tiheissä metsiköissä ylempänä kuin harvoissa. Kaikissa tapauksissa paksuin oksa sijaitsi kuitenkin muodostumassa olevan tyvitukin alueella.

Tiheys ei vaikuttanut ylimmän kahdeksan oksakiehkuran oksien oksakulmaan, joka

4—8. oksakiehkurassa oli 55—65°. Tämän alapuolella, kiehkuroissa 9—11, oksakulma oli suurin harvoissa tiheyksissä. Alle 1000 rungon tiheyksillä oksakulma oli tällöin lähes 90°, kun se tiheimmissä puustoissa oli 50—60°.

Olenaisinta Kellomäen ja Tuimalan (mt.) tutkimuksessa on se, ettei paksuin elävä oksa ohene enää merkitsevästi puuston tiheyden ylittäessä 2000—3000 kpl/ha. Myöskään kuivien oksien lukumäärä ei vähene yli 3000 rungon kasvatustiheydellä. Oksakulma on harvoilla kasvatustiheyksillä rungon alaosissa jopa edullisempi kuin tiheimmissä metsiköissä. Tällä perusteella tutkijat pitävät oikeana Heikinheimon (1953) suositusta, jonka mukaan laatuakökoikat huomioon ottaen männyn viljelytiheydeksi riittää 2500—3200 kpl/ha. Poikkeuksena he pitävät kuitenkin lehtomaisia kankaita ja peltoja, joissa suuret viljelytiheydet voisivat olla ainoa keino huolehtia riittävästi puuston laadullisesta kehityksestä.

Tähänastiset tutkimukset osoittavat kaiken kaikkiaan, että kasvutilalla on vaikutusta puiden oksikkuuteen. Suurin vaikutus kasvatustiheydellä on taimikkovaiheessa. Toisaalta jo tutkimuksen nykyvaiheessa voidaan päätellä, että kasvatustiheys olisi nykyisestä moninkertaistettava merkittävien laatu-parannusten aikaansaamiseksi. Varmolan (1982) laajaan kestokoeaineistoon (288 koealaa) nojautuvan tutkimuksen mukaan kasvatustiheyden ylittäessä 2000—2200 kpl/ha laadun paraneminen hidastuu ratkaisevasti. Niinpä 30 mm paksuja oksia voi kehittyä luontaisesti syntyneeseen metsikköönkin, vaikka kasvatustiheys olisi niinkin suuri kuin 4000 kpl/ha, jos taimikko harvennetaan hyvin varhaisessa kehitysvaiheessa.

## 24. Metsänuudistamismenetelmä

Männyn ilmeinen laatuongelma herättää kysymyksen, olisiko parannus saatavissa aikaan siirtymällä metsänviljelystä takaisin luontaiseen uudistamiseen tai ainakin istutuksesta kylvöön.

Läheskään aika metsän uudistamisessa ei ole kuitenkaan vaihtoehtoja. Tietyissä tapauksissa luontainen uudistaminen ei ole luonnonsyistä mahdollinen. Toisissa tapauksissa taas uudistuminen on niin herkkää,

ettei viljelyvaihtoehto tule edes harkittavaksi. Luontainen uudistuminen keskittynee kuitenkin lähinnä Pohjois-Suomeen ja karuille kasvupaikoille, jotka ovat laatusaha-puun tuotoksen kannalta vähämerkityksisiä (ks. Takala 1978a, s. 258).

Teknisen laadun kehitys riippuu kiistatomaisti eniten kasvatustiheydestä yleensä ja taimikon lähtötiheydestä erityisesti (ks. esim. Varmola 1981). Laadun kehityksen kannalta on näin ollen loogista päätellä, että metsän uudistaminen niin, että päädytään suureen alkutiheyteen, on suositeltavaa. Suuri lähtötiheys voidaan saada kuitenkin aikaan sekä keinollisesti että luontaisesti ja istuttamalla yhtä hyvin kuin kylvämällä. Mikäli kustannuksia ja eräitä muita ratkaisuun vaikuttavia tekijöitä ei tarvitse ottaa huomioon, metsänuudistamismenetelmällä ei voi olla vaikutusta puuston teknisen laadun kehittymiseen. Tilanne muuttuu sitä paitsi koko ajan mm. siitä syystä, että metsänistutuksessa voidaan käyttää hyödyksi kaikkein kehittynein metsänjalostusmateriaali.

Käytännössä on kuitenkin selvää, ettei istutustiheyden moninkertaistaminen, mitä laatuakökoikat saattaisivat edellyttää, ole ekonomisesti mahdollinen. Mikäli pyritään suureen lähtötiheyteen, sellainen on taloudellisesti mahdollista hankkia vain luonnonsiemennyksellä tai kylväen kasvupaikan ollessa tarkoitukseen sopiva. On silti muistettava, ettei luontainenkaan taimiaine ole ilmainen ja että kylvön kustannukset ovat lähes yhtä suuret kuin nykyosuutuksin toteutetun istutuksen. Luontaisen ja kylvetyn taimikon harvennus on myös otettava kustannustekijänä huomioon.

Luontaisen uudistamisen ja metsän kylvön perusetu on — silloin kun ne onnistuvat odotetusti — istutusta lukuisampien vaihtoehtojen tarjoaminen uuden kiertoajan metsänkasvatusohjelmaa varten (ks. Vuokila 1980a, s. 163). Metsänistutuksessa vaihtoehdot yleensä puuttuvat. Luontaisessa uudistamisessa ja metsää kylvettäessä jatkotoimenpiteet jäävät myöhemmän harkinnan varaan. Kun olo saattavat metsätaloudessa muuttua nopeastikin, uuden katsantokannan omaksuminen uusien tutkimustulosten pohjalta on mahdollista.

Luontaisesti tai kylväen metsää uudistettaessa on mahdollista perustaa tiheitä taimikoita ja säilyttää ylitiehyys puuston varttu-



Kuva 6. Kylvötuppaassa vallitseva ankara kilpailu heikentää puiden järeyskehitystä, mutta rajoittaa samalla myös alaoksien kehitystä. Valok. Simo Hannelius.

neelle iälle saakka, ts. noudattaa samaa menetelmää, jolla nykyiset vanhat metsiköt ovat saavuttaneet hyvänä pidetyn laatunsa. Metsänomistaja, jolla on mahdollisuus myös tulevaisuudessa suorittaa metsänhoitotehtävänsä ihmistyövaltaisina menetelmin ja joka voi palata toistuvasti samaan kohteeseen, voi siten tiheyden avulla säädellä tehokkaasti puuston teknisen laadun kehitystä. Hän joutuu kuitenkin tällöin suosimaan laatua puuston järeytymisen kustannuksella. Hänen on siksi varauduttava myös kiertoajan merkittävään pidentymiseen verrattuna sellaiseen tapaukseen, jossa puuston järeytymistä joudutetaan kasvatusti-

heyttä pienentämällä varhaisesta taimikkovaiheesta alkaen (ks. Vuokila 1980a, s. 96—102).

Ei ole kuitenkaan todennäköistä, että puuston pitkällistä kiduttamista voitaisiin enää käyttää yleisesti puuston teknisen laadun turvaamiskeinona. Tähän olettamukseen on monia syitä. Tärkein niistä on puunkorjuun koneistuminen, joka asettaa korjuukohteille (ks. Vuokila 1980a, s. 203) ja puuston käsittelylle (ks. Takala 1978a, s. 286—289) vaatimuksia. Liian pitkään jatkunut ylitiehyys johtaa tilanteeseen, jossa nuoren metsikön harvennuksen koneistettu puunkorjuu on työteknisesti vaikea ja kal-

lis. Harvennuspuun kaataminen maahan voi taas aiheuttaa hyönteistuhon (ks. Andersson ja Lekander 1966, Bergman 1971), joka menettelyn yleistyessä voi saavuttaa epidemian asteen. Laatuksivatoksen yksipuolinen korostaminen voi näin johtaa siihen, että hoitotoimenpiteet jäävät suorittamatta tai että ne voidaan tehdä vain jäljelle jäävää puustoa vaurioittaen. Hoitotoimenpiteestä on tällöin enemmän haittaa kuin hyötyä. Sanottu koskee myös kylvömänniköitä, joissa ylitiehyys on normaalisti yhtä suuri kuin luonnontaimikoissa, onnistuneissa kylvötapauksissa suurempikin, koska taimet syntyvät tiheinä tupaksina (ks. Sirén 1956).

Kaiken kaikkiaan voidaan todeta, että luontainen uudistaminen ja kylvö antavat mahdollisuuden ylitiehyden käyttöön puuston teknisen laadun parantamiseksi. Metsänhoidosta riippumattomista syistä ylitiehydestä ei voida kuitenkaan saada täyttä hyötyä. Varhainen ylitiehyys lieventää kuitenkin puuston laadun kehityksen ongelmaa.

Mikäli ylitieheä luonnon- ja kylvötaimikko on harvennettava yhdellä kerralla, laadun kehityksen kannalta on suotavaa, että tämä toimenpide tehdään niin myöhään kuin mahdollista hoitotoimenpideketjun muita lenkkejä vaarantamatta ja luonnontuhoja aiheuttamatta. Varhaistiehydestä on saatava suurin mahdollinen hyöty.

On kuitenkin todennäköistä, että näin kukaan menetellen laatuongelmaa ei voida täysin ratkaista. Pystykarsiminen voi kaikesta huolimatta olla huippulaadun takaimiseksi välttämätön. Karsimisesta on kuitenkin selvästi suurempi hyöty ja se tulee halvemmaksi kuin istutusmänniköissä.

## 25. Harvennustapa

Takalan (1978b, s. 294) mukaan harvennushakkuilla metsästä korjataan kuoleva ja kituva puusto ja keskitetään puuntuotanto elinvoimaisiin ja *taloudellisesti arvokkaisiin* yksilöihin. Alaharvennuksessa jätetään kasvamaan ensisijaisesti pää- ja toissijaisesti lisävaltapuita, jotka ovat mahdollisimman tasaisessa asennossa. Kasvatettavien puiden *tuottokyky* on kuitenkin tasaista asentoa tärkeämpi (mt., s. 297).

Yksityismetsätaloudessa noudatetaan siis nykyisinkin Kalelan (esim. 1945, s. 252) periaatteita, joiden mukaan harvennushakkuuden tarkoituksena on parantaa *arvokkaimpien* puiden kehitysmahdollisuuksia. Kalela (mt.) toteaa, että valtapuidenkin joukossa on aina ala-arvoisia yksilöitä, joiden säilyttäminen metsikössä voi tulla kysymykseen vain erikoissyistä, lähinnä aukkoisuuden estämiseksi.

Luonnonmukaisen metsien käsittelyn aikakaudella, toisen maailmansodan jälkeen, on johdonmukaisesti korostettu nimenomaan taloudellisesti arvokkaimpien puiden suostamista. Harvennuksen jälkeen jäävillä puilla on kolme perusvaatimusta: elinvoimaisuus, suuri koko ja paras mahdollinen tekninen laatu.

Voidaan kuitenkin perustellusti väittää, että käytännössä harvennus on muodostunut kaavamaiseksi kookkaimpien, elinvoimaisimpien puiden suosimiseksi teknisen laadun jäädessä vähemmälle huomiolle, joskaan ei toki ilman huomiota etenkin puuston varttuneella iällä. Syynä laatu- ja kokuksien sivuuttamiseen ovat todennäköisimmin olleet yksityismetsälain valvontatekniset vaikeudet. On pelätty, että laatu- ja kokuksien korostaminen voi johtaa harsintatyypisiin hakkuisiin, joissa laadun parantaminen olisi vain tekosyy.

Kehittymässä oleva laatuongelma edellyttää kuitenkin, että tulevaisuudessa tekninen laatu otetaan tähänastista paremmin huomioon harvennushakkuista suunniteltaessa ja toteutettaessa. Itse asiassa harvennus on ainoa lisäkustannuksia aiheuttamaton toimenpide metsikön perustamisen jälkeen, jonka avulla puuston tekniseen laatuun voidaan vaikuttaa tehokkaasti. Tätä kautta saavat myös ns. hoitoharvennuksset sitä lisämotivaatiota, mitä kustannusten jatkuva kohoaminen metsänhoitotoimenpiteiltä edellyttää. Tulevaisuuden metsien tekninen laatu ja arvo riippuvat ratkaisevasti niistä periaatteista, joita taimikon harvennuksessa ja metsikön ns. ensiharvennuksessa noudatetaan. Myöhemmillä harvennuksilla ei tekniseen laatuun voida enää vaikuttaa olenaisesti.

Taimiston käsittelyssä ja nuoreikon ensiharvennuksessa on välttämätöntä pitää tekninen laatu ensisijaisena poistettavia yksilöitä valittaessa. Taimiston käsittelyssä on tosin ns. susipuiden poistaminen ollut aina

luvallista. Teknisesti heikkolaatuinen yksilö ei kuitenkaan ole läheskään aina susipuuksi luokiteltava, josta syystä myös taimistoa harvennetaessa on perusteissa korjaamisen varaa.

Ratkaiseva on kuitenkin ensiharvennus, jolloin puiden väliset laatuerot ovat selvimmillään. Ensiharvennusemetsikössä on aina puita, jotka läpimitaltaan kookkaimpina ja samalla elinvoimaisimpina olisi alaharvennuksessa yleensä jätettävä, mutta joiden teknistä laatua ei voida edes keinollisesti parantaa. Ne tuottavat pelkästään heikkolaatuista kuitupuuta. Tällaisten puiden suosiminen ja jatkuva kasvattaminen on taloudellisesti perustelematonta. Järeysuhteiden taantuminen tällaisten puiden poistamisen vuoksi on merkityksetön, koska jäljelle jäävän puuston tekninen laatu paranee. Oman hyötynsä metsänomistajalle on siitä, että harvennuskertymä tätä kautta suurenee ja järeyytyy. Ensiharvennuksessahan puunkorjuun ongelmat ovat suurimmillaan.

Ehdotettu menettely ei ole harsintaa. Harsinnan perusajatus on välittömän taloudellisen hyödyn tavoittelu. Ensiharvennuksessa tapahtuva laadullinen valinta on juuri sitä arvokkaimpien puiden suosimista, mihin harvennusohjeiden perusteissa edellä esitetyllä tavalla viitataan. Ratkaisuun ei saa vaikuttaa se mahdollisuus, että harvennuskertymä kenties jonkin verran suurenee ja järeyytyy harvennustavan ansiosta.

Tähän mennessä käytetyistä termeistä saattaisi ”vapaa harvennus” (Heck 1931, ks. myös Vuokila 1980a, s. 177—178) olla esitettyä menetelmää kuvaava nimitys. Vapaan harvennuksen peruspiirre on nimenomaan teknisesti parhaiden puiden suosiminen puiden koosta piittaamatta. Kyseisellä menetelmällä on kuitenkin siinä määrin vierasperäinen tausta ja monessa mielessä erilaisiakin piirteitä, että sen soveltaminen nyt esillä olevassa yhteydessä voisi olla hämäävä.

Lienee parasta, että silloin kun tekniseen laatuun liittyvät näkökohdat ovat harvennuksessa ratkaisevia, puhutaan laatuharvennuksesta, menetelmästä, joka tähtää korostetusti laatuun kasvattamiseen. Näin menetellen voidaan välttää se mahdollisuus, että hyvä asia jää hoitamatta terminologisista syistä.

## 26. Rodunjalostus

Metsänjalostuksen tarkoituksena on tuottaa niin hyvää viljelymateriaalia kuin mahdollista vaikuttamalla puiden perinnölliseen rakenteeseen. Näin aikaansaatu metsätaloudellisesti tärkeiden ominaisuuksien paraneminen, tosin myös heikentyminen, säilyy koko kiertoajan ilman lisätoimenpiteitä ja -kustannuksia (Velling 1981, s. 208). On siis kaikki syy pyrkiä jalostuksen keinoin myös teknisen laadun parantamiseen.

Metsänjalostuksen ongelma on kuitenkin se, että päämääriä on monia ja että ne voivat olla keskenään ristiriitaisia. Teknisen laadun lisäksi huomiota on kiinnitettävä puiden nopeakasvuisuuteen ja sopeutumiso-minaisuuksiin, resistenssiin. Tiedyt ominaisuudet periytyvät paremmin kuin toiset. Eräät ominaisuudet kehittyvät rinta rinnan, eräät toisistaan riippumatta. Suvullisessa lisääntymisessä ominaisuudet eivät periydy milloinkaan sellaisinaan jälkeläisille, vaan jalostuksella saadaan aikaan lähinnä perinnöllisen vaihtelun uudelleenryhmittymisen.

Vaikka metsänjalostuksen keinoin voidaan tuottaa jatkuvasti entistä laadukkaampaa taimimateriaalia, jalostuksella ei kyetä korjaamaan tiettyjä virheitä, joita metsikön perustamisessa ja hoidossa kenties on tehty. Jos esim. mäntyä istutetaan liian hyvälle kasvupaikalle, kehittyi yleensä myös hyvät rodulliset ominaisuudet omaava taimi Vellingin (1978, 1981) mukaan oksikkaaksi. Ympäristötekijäin vaikutus puiden teknisen laadun kehitykseen on monessa mielessä perinnöllisiä tekijöitä tärkeämpi.

Vellingin mukaan (mt.) rungon suoruus ja kapeneminen (runkomuoto) sekä karsiutumisen ja oksakulma ovat voimakkaasti periytyviä ominaisuuksia. Toisaalta sellaiset laadun kannalta tärkeät ominaisuudet kuin rungon oksikkuus sekä oksien paksuus, pituus ja lukumäärä kiehkuroissa ovat selvästi heikommin periytyviä, ts. ympäristötekijät vaikuttavat enemmän näihin ominaisuuksiin. Ominaisuuksien välillä voi olla ikäviä sidonnaisuuksia. Esim. mutkaisuus voi olla kytkeytynyt hieno-oksaisuuteen ja suureen oksakulmaan. Toisaalta esim. kasvu- ja laatuominaisuudet näyttävät periytyvän toisistaan riippumatta, mistä syystä nopeakasvuisuus ja korkea laatu ovat yhdistettävissä samoihin yksilöihin jalostuksen kautta. Tehtävää mutkistaa kuitenkin



Kuva 7. Metsänviljelyssä olisi aina käytettävä rodullisesti parasta mahdollista siemen- ja taimimateriaalia. Kuvassa ns. Kanervan mänty, rotupuu E 1101 Punkaharjulta (vrt. kuva 17). Valok. Simo Hannelius.

resistenssijalostus, mikä on tulossa myös Suomessa entistä tärkeämmäksi (ks. Jalkanen 1981). Taudinkestävyys voi tulevaisuudessa loppujen lopuksi määrätä myös jalostuksen suunnan.

Metsänjalostuksessa on viime vuosina (ks. esim. Kärki 1978) kiinnitetty toiveita tiettyihin pluspuihin, joiden jälkeläiset ovat siemenviljelmäolosuhteissa kehittyneet kapealatvaisiksi ja hieno-oksaisiksi. Kuuluisaksi on tullut erityisesti punkaharjulainen ”Kanervan mänty” (E 1101), missä kuitenkin esiintyy kielteisenä piirteenä perinnöllinen, vaikeasti korjattavissa oleva mutkaisuus. On puhuttu myös esim. käärmekeusista ja esitetty niistä hypoteettisia edullisuuslaskelmia (Heiskanen 1980). Kanervan männyn

kaltaiset perinnöllisesti kapealatvaiset ja hieno-oksaiset puutyyppit ansaitsevat kaiken mahdollisen huomion, ja niistä saattaa koitua pitkän päälle myös käytännön mittakaavassa merkitseviä tuloksia. Käärmeputakin on syytä tutkia, mutta niihin keskittyminen ”tavallisen” rodun kustannuksella ei ole perusteltua.

Kaiken kaikkiaan metsänjalostus tekee tärkeää, pitkäjänteistä työtä, jonka perusteella metsien laatuongelmat vähitellen helpottuvat. Olisi kuitenkin edesvastuutonta väittää, että laatuongelmat olisivat käytännön kannalta metsänjalostuksen kautta tulleet jo ratkaistuiksi tai että ne voitaisiin ratkaista lähivuosisikymmeninä. On esitetty olettaen, ettei yksilövalinnalla ilman met-

sikköolosuhteisiin kuuluvaa kilpailutilannetta yleensäkin päästä toivottuun tulokseen (Cannell 1978a ja b). Vaikka käytettävään taimimateriaaliin onkin kiinnitettävä aina vakava huomio, sen avulla ei voida laatuksymystä kenties koskaan täysin ratkaista (Velling 1981). Nimenomaan männyn jalostuksessa ei kaikkia laatuun vaikuttavia kielteisiä ympäristötekijöitä voida eliminoida, josta syystä edellä käsitellyistä muista laatuun vaikuttavista näkökohdista ja toimenpiteistä ei päästä tulevaisuudessakaan.

Metsänjalostuksesta puhuttaessa on sitä paitsi aina pidettävä mielessä, että kysymys on niistä metsiköistä, jotka perustetaan nykyhetkestä eteenpäin. Ei ole olemassa jalostuksellista keinoa muuttaa jo olemassa olevien metsiköiden geneettistä rakennet-

ta. Tämä merkitsee käytännössä sitä, että hakkuumahdollisuuksiin ja hakkuukertymän laatuun jalostus parhaimmillaankin pääsee vaikuttamaan vasta 2000-luvun puolivälissä. Mutta toisaalta silloin saattaa metsänjalostuksen antama apu ollakin tosi tarpeeseen. Tätä nykyä ongelmasta selvittäneen — jos pyrkimystä ja halua on — vielä suhteellisen yksinkertaisin ja halvoinkein toimenpitein.

Laadun hyväksi metsänjalostus voi tehdä kenties eniten kehittämällä taudinkestäviä puurotuja. Jo nykyisin istutustaimikoissa esiintyy runsaasti huonosta kestävydestä johtuvia laatuvaurioita (esim. Varmola 1980). Ilman tietoista resistenssijalostusta nämä vahingot saattavat lisääntyä ja johtaa suoranaiseen katastrofiin.

### 3. TEKNISEN LAADUN PARANTAMISKEINOT

#### 31. Kasvupaikalle sopiva puulaji

Korkeaa teknistä laatua tavoiteltaessa perussääntö on, että jokaista puulajia on kasvatettava sille luontaisesti parhaiten soveltuvilla kasvupaikoilla.

Jos tavoitteena on korkein mahdollinen puuntuotannon määrä tai puuston nopea järeytyminen, paras tulos saatetaan saavuttaa kasvupaikkasiirroin ja jopa vierasperäisiä puulajeja viljellen. Eräs poikkeus näyttää olevan lehtikuusi, joka vierasperäisenäkin kykenee korkealaatuiseen puuntuotokseen vaihtelevilla kasvupaikoilla.

Kotimaisista puulajeista *kuusi* ja *rauduskoivu* ovat korostetusti tuoreiden, lehtomaisten kankaiden ja lehtojenkin puulajeja. Ne vaativat ravinnerikasta kasvupaikkaa saavuttaakseen optimaalin kasvunopeutensa. Toisaalta nämä puulajit eivät ”riihaannu” runsaasta ravinteisuudesta, vaan säilyttävät normaalin kasvutapansa ja hyvän teknisen laatunsa parhaimmillakin kasvupaikoilla.

Tuoreilla ja sitä paremmilla kankailla kuusi saavuttaa myös korkeimman mahdollisen puuntuotoksen määrän, joten se on perustellusti näiden kasvupaikkojen pääpuulaji. Rauduskoivu, puhumattakaan hieskoivusta, jää pituuden alkukehityksen nopeu-

desta huolimatta (ks. Raulo 1981, s. 124) kuusesta tässä suhteessa selvästi jälkeen (Koivisto 1959, s. 16—17), mikä merkitsee sitä, että vain korkealaatuista rauduskoivua voidaan pitää kuusen vakavasti otettavana vaihtoehtona. Syy rauduksen suosimiseen hyvillä kasvupaikoilla voikin yleensä olla vain kuusen viljelyn epäonnistuminen tai liian suuri epäonnistumisen riski. Viimeksi mainituissa tapauksissa *siperialainen lehtikuusi* voisi olla nykyistä suuremman huomion arvoinen.

*Mänty* on kuivien kankaiden puulaji. Männyn tilavuuskasvu on tosin myös tuoreilla kankailla kuuseen rinnastettava (ks. Vuokila ja Väliaho 1980, s. 34—37), mutta luontaisen kasvureviirinsä ulkopuolella sen tekninen laatu kehittyy poikkeuksellisen huonoksi. Suuri ravinteisuus saa aikaan kasvutavan muutoksen, mikä ilmenee oksikuuden lisääntymisenä ja pääangan tilavuusosuuden pienenemisenä. Mitä parempi on kasvupaikka, sitä suurempia teknisen laadun ongelmia ilmenee.

Teknisen laadun kehityksen kannalta mustikkatyyppi on männyn paras suositeltava kasvupaikka. Mustikkatyyppin sopivuus männyn kasvatukseen on siinä mielessä ratkaisevan tärkeä toteamus, että mäntytukkipuun kasvattaminen pelkästään kuivilla



Kuva 8. Hyville kasvupaikoille tulisi pääsääntöisesti istuttaa kuusta. Heinolan Nynäsissä otettu kuva osoittaa istutuskuusikon hyvän teknisen laadun. Valok. Simo Hanelius.

kankailla voisi merkitä raakapuun tarjonnan liiallista vähenemistä.

Seuraava asetelma osoittaa eri kasvupaikkojen puulajisuositukset pituusboniteetti-luokituksen pohjalta (ks. Vuokila ja Väliaho 1980, s. 22—26).

Havupuiden pituusboniteetti $H_{100}$ , m	Pääpuulaji	Vaihtoehtoinen puulaji
33—30	kuusi	rauduskoivu, lehtikuusi, haapa
27	kuusi	mänty, rauduskoivu
24	mänty	kuusi
21—15	mänty	

Pellot, lehdot ja lehtomaiset kankaat ( $H_{100} = 33—30$ ) ovat vain viljellen uudistuvia kuusen kasvupaikkoja. Männyn viljely johtaa poikkeuksetta sellaiseen tulokseen, että päätehakuussakin saadaan pelkästään kuituteollisuuden raaka-ainetta tai vain vähän heikkolaatuista sahauskelpoista tukkipuuta. Milloin kuusen viljely ei syystä tai toisesta onnistu, vaihtoehtoisia puulajeja ovat raudus ja lehtikuusi, yleensä myös luontaisesti syntynyt terve haapa.

Karuimmat kasvupaikat ( $H_{100} = 21—15$ ) ovat absoluuttisia mäntymaita, eikä niillä siis ole männulle vaihtoehtoa. Etelä-Suo-

nessa kysymyksessä ovat korkeintaan heikkoa puolukkatyyppiä ja kanervatyyppiä vastaavat kasvupaikat. Näillä luontainen uudistaminen sitä paitsi yleensä onnistuu.

Varsinaisia ongelmakasvupaikkoja puulajivalinnan kannalta ovat pituusboniteetit  $H_{100} = 27-24$ . Ne käsittävät pääosan eteläsuomalaisista metsäkasvupaikoista. Metsätyyppiluokittelussa  $H_{100} = 27$  vastaa männyn mustikkatyyppiä ja kuusen käenkaalimustikkatyyppiä. Vastaavasti  $H_{100} = 24$  luokitellaan nykykäytännön mukaisesti männikössä puolukkatyyppiä ja kuusikossa mustikkatyyppiä (ks. Vuokila ja Väliaho 1980, s. 26). On selvää, että sahateollisuuden raaka-aineen turvaamiseksi pituusboniteetti  $H_{100} = 24$  pitäisi varata männyn kasvattamiseen, jos kohta myös kuusen kasvattaminen on tällä kasvupaikalla toki mahdollista. Pituusboniteetin  $H_{100} = 27$  kysymyksessä ollen pääpuulaji on kuusi, mutta etenkin tämän laajan boniteetti-alueen heikommalla puoliskolla männyn kasvattaminen on hyväksyttävää. On kuitenkin varauduttava siihen, että teknisen laadun heikouden vuoksi keinolliset toimenpiteet voivat olla tarpeen. Tosin ne ovat juuri tässä tapauksessa kaikkein kannattavimpia. Jos karsiminen hyväksytään, koko boniteetti-alue  $H_{100} = 27$  tulee männyn kasvatukseen kysymykseen.

Kasvupaikan valintaongelma on lähinnä eteläsuomalainen. Maan pohjoispuoliskossa mänty on perusteltu vaihtoehto kaikilla kangasmailla. Luontainen uudistuminen pitää huolen siitä, etteivät metsän maiseimmat arvot köyhyä liiallisesti, vaikka mäntyä suosittaisiinkin. Etenkin ojitetut suoalueet antavat mahdollisuuden maiseimmalla tavalla ja taloudellisesti tärkeän puulajivalikoiman säilyttämiseen.

## 32. Kasvatustiheys

### 321. Lähtötiheys

Tutkimukset osoittavat yhdenmukaisesti, että tärkein puun tekniseen laatuun vaikuttava metsänhoidollinen tekijä on kasvatustiheys. Ratkaisevimmin laatuun vaikuttaa taimikkovaiheen lähtötiheys. Tämä päätelmä koskee lähinnä mäntyä ja vähäisemmässä määrin koivua.

Yhtä johdonmukaisesti tähänastiset tutki-

mukset tukevat sitä käsitystä, että korkean teknisen laadun saavuttaminen edellyttää *männyllä* erittäin suurta lähtötiheyttä (ks. s. 14). Sahateollisuuden tärkeimmän viennitilatuokan, u/s-sahatavaran tuottaminen luontaista karsiutumista apuna käyttäen vaatii ainakin 5000—6000 taimen, mahdollisesti yli 10 000 taimen lähtötiheyttä hehtaaria kohden. Tämä koskenee kuivista kankaistakin ainakin puolukkatyyppiä. Mitä parempi on kasvupaikka, sitä suurempi lähtötiheys tarvitaan, jotta tuotos olisi sahauskassa korkeinta viennitilatuokaa antavaa tukkipuuta.

Suomessa nykyisin käytetyt istutustiheydet (enintään 2000 kpl/ha) sopivat hyvin *kuuselle*, mutta männyllä ne eivät johda teknisen laadun kannalta toivottuun tulokseen ilman keinollisia toimenpiteitä. Lähtötiheys on niin harva, että odotettavissa ei ole sahapuun laadun minimivaatimukset täyttävää raakapuuta, vaan tuotos on pääasiassa kuitupuuta.

Suurten lähtötiheysten soveltaminen merkitsisi metsänistutuskustannusten moninkertaistumista nykyisestä. Siihen ei käytännössä ole varaa. Männyn laadun kehittymisen kannalta riittävä lähtötiheys voidaan siten saada kohtuullisin kustannuksin vain silloin, kun kylvö tai luontainen uudistuminen on mahdollinen.

Luontainen uudistuminen ja kylvö onnistuvat parhaiten karuilla kasvupaikoilla ( $H_{100} = 21-15$ ), joilla tukkipuun tuottaminen vaatii ylipitkän kiertoajan tai joilla tuotetaan pääasiassa kuitupuuta. Näillä kasvupaikoilla on vain Pohjois-Suomessa olennaista merkitystä. Pituusboniteetissa  $H_{100} = 24$  männyn kylvö ja luontainen uudistuminen saattavat onnistua, mutta pituusboniteetti  $H_{100} = 27$  vaatii yleensä istutusta, jotta onnistuminen olisi taattu.

Merkille pantavaa on lisäksi, että männyn istutustiheyden ekonomisesti kenties mahdollinen lisääminen määrään 2500 kpl/ha tuskin on perusteltua. Lisäkustannusten vastineena ei ole teknisen laadun riittävä paraneminen, vaan karsiminen on yhtä välttämätön kuin nykyistutustiheyksinkin.

*Rauduksen* viljelytiheytenä 1600—2000 kpl/ha on riittävä tuotoksen korkean teknisen laadun saavuttamiseksi. Peltoja metsitetessä Raulo (1981, s. 72) suosittelee lähinnä myyrätuhojen vuoksi 2500 kpl/ha. Koivu karsiutuu siinä määrin nopeammin

ja tehokkaammin kuin mänty, että sen oksat kuolevat riittävän pitkältä matkalta rungon tyviosaa ensiharvennukseen mennessä. Kuitvat oksat säilyvät tosin suhteellisen sitkeästi koivun rungossa kiinni, josta syystä niiden karsiminen on tehokas keino lisätä laatu-puun tuotosta. Toimenpiteenä kuivien oksien karsiminen on yksinkertainen ja halpa. Toisaalta rauduskoivua voidaan kasvattaa luonnollisesti myös pienemmästä alkutiheydestä lähtien, jos elävien oksien karsiminen suoritetaan riittävän aikaisessa puuston kehitysvaiheessa.

Loppupäätelmänä on, että männyn istutuksessa — milloin se on välttämätön — nykyohjeet (1600—2000 kpl/ha) ovat yhtä suositeltavia. On syytä käyttää kylvöä tai luontaista uudistamista siellä, missä siihen ovat mahdollisuudet olemassa. Leikolan (1981) mukaan luontainen uudistuminen onnistuu Etelä-Suomessa 50 %:ssa ja Pohjois-Suomessa 70 %:ssa metsä- ja kitumaan pinta-alasta. Ekonomisestikin hyväksyttävää se olisi hänen mukaansa Etelä-Suomessa 30 %:ssa ja Pohjois-Suomessa 50 %:ssa tapauksista.

### 322. Taimikon käsittely

Taimikon käsittely tarkoittaa perkausta ja harvennusta. Perkaus on sekapuulajin, yleensä lehtipuun poistamista, harvennus pääpuulajin tiheyden säätelyä.

Istutusmetsiköiden kysymyksessä ollen tulee normaalisti vain perkaus tarpeelliseksi. Luontaisesti syntyneissä ja kylvetyissä taimikoissa yleensä sekä perkaus että harvennus ovat välttämättömiä. Ne voidaan suorittaa samanaikaisesti tai erikseen.

Usein esitetty oletamus on, että havupuutaimikon perkausta lykkäämällä tai siitä kokonaan luopumalla voidaan pääpuulajin teknistä laatua parantaa. Tällöin tarkoitetaan etenkin istutusmänniköitä, jotka perustetaan harva-asentoisiksi ja joissa luontaisesti syntynyt koivuaines saattaa merkitä alkutiheyden suurta lisääntymistä.

Kuten edellä (s. 16) on todettu, suuri lähtötiheys on tärkeä männyn teknisen laadun kehittymiselle. Esitetty oletamus on tästä näkökulmasta katsottuna perusteltu. Varjostusta antavat nopeakasvuiset lehtipuut hidastavat istutusmännikön varhaiskehitystä ja heikentävät sen puiden oksikkuutta, mikä merkitsee laatuongelman pienenemistä.

Laatua pyritään kuitenkin tässäkin tapauksessa parantamaan muiden puuntuotannollisten osatekijöiden (määrä, järeys) kustannuksella. Tästä syystä käytännössä ei voida ajatella perkauksesta luopumista tai edes sen kovin pitkää lykkäämistäkään. Perkauksen laiminlyönnin vuoksi lehtipuun voi saada sellaisen valta-aseman, että se tukahduttaa arvokkaan havupuun aineksen.

Jos lehtipuusekoitusta halutaan käyttää männyn teknisen laadun parantamiseen, sen on tapahduttava hallitusti. Perkauksista luopumisen asemesta joudutaan kaksivaiheiseen perkaukseen. Taitavasti toimien päädytään kenties pysyvään sekametsikkörakenteeseen.

Milloin metsänomistajalla on mahdollisuus hoitaa mäntytaimikkoaan intensiivisesti usein toistuvien toimenpitein, hän voi lehtipuusekoitusta hyväksi käyttäen vaikuttaa olennaisesti sen laatuun. Jos perkaus on pakko suorittaa korkeintaan kaksivaiheisena, mahdollisuudet ovat merkittävästi tätä pienemmät. Ensiperkausta mahdollisuuksien mukaan viivästyttämällä tietty laadun paraneminen on saavutettavissa. Perkausta ei saisi milloinkaan käsittää niin ehdottomaksi, että metsikköön syntyy aukkoja. Pääpuulajin aukkoihin on jätettävä lehtipuuta, mikä parantaa aukon reunamäntytien teknistä laatua ja millä on myös myönteisiä biologisia piirteitä.

Luontaisesti syntyneissä ja kylvetyissä taimikoissa *harvennus* on yleensä perkausta tärkeämpi. Pääpuulajin suuri lähtötiheys on niiden kehitystä enemmän säätelevä tekijä. Erityisesti kylvötuppaissa pääpuulajin yksilöt kilpailevat rajusti keskenään. Kilpailun seurauksena yksilöiden tekninen laatu paranee.

Luonnon- ja kylvötaimikoissa ovat siis edellytykset olemassa teknisen laadun säätelyyn ylitiheyttä käyttäen. On mahdollista noudattaa samaa menettelyä, jolla nykyisten hakkuukypsien metsien hyvänä pidetty tekninen laatu on saavutettu. Kysymys on vain siitä, mitä kielteisiä seurauksia tästä teknisen laadun parantamiseen tähtäävästä menettelystä on.

Pitkittetty ylitiheys merkitsee puuston järeyskehityksen voimakasta taantumista ja sitä kautta kiertoajan merkittävästi pidentymistä. Tukkipuun osuus kokonaistuotoksesta pienenee ja kuitupuun lisääntyä. Puunkorjuun koneistaminen vaikeutuu sitä enem-



Kuva 9. Männyn luonnontaimikkoa ei tulisi harventaa kuvan osoittamassa kehitysvaiheessa, ei ainakaan yhdellä kerralla lopulliseen kasvatustiheyteen. Kasvatustiheydellä voidaan vaikuttaa tekniseen laatuun aina 5–6 m:n pituusvaiheeseen saakka. Valok. Simo Hannelius.

män, mitä pidemmälle ylitiehyys säilytetään. Vastaavasti jäävän puuston vaurioitumisen riski kasvaa. Puita maahan lyöessä hyönteistuhojen vaara lisääntyy. Äärimmäistapauksessa puiden latvat supistuvat niin, että uhkaa täydellinen kasvunseisaus. Tämä vaara on suurin kylvömetsiköissä, missä tungos on tupasmaista.

Kaiken kaikkiaan ylitiehyden kautta, puustoa pitkällisesti kiduttaen saavutettu teknisen laadun parantuminen on kallis vaihtoehto, eikä huippulaadun saavuttamisesta ole kuitenkaan takeita. Myös puunkorjuun koneistuminen on esteenä ylipitkän kiduttamisen uudelleen omaksumiselle suomalaisessa metsänkasvatuksessa.

Vaikka paluuta vanhaan käytäntöön ei

voidakaan enää pitää perusteltuna, suuri lähtötiehyys on käytettävä mahdollisimman täydellisesti hyväksi. Intensiivisessä metsätaloudessa tämä merkitsee kaksivaiheista harvennusta, joista jälkimmäisessä päädytään vasta nykyisin suositeltaviin runkolukuihin, 2000—1600 kpl/ha.

Yleensä voidaan kuitenkin harventaa vain kerran, jolloin laatu- ja näkökohdat voidaan ottaa huomioon vain tuon ainutkertaisen harvennuksen ajankohdasta päätettäessä. Periaatteena on pidettävä sitä, että harvennus suoritetaan niin myöhään kuin se kaikki näkökohdat huomioon ottaen on mahdollista.

Käytännössä on suosituksena yleensä esitetty, että taimikko olisi harvennettava ti-

heyteen 2000—1600 kpl/ha 1—2 m:n, viime aikoina 1—3 m:n, pituisena. Toimenpiteen varhaisuus on tässä ohjeessa kielteinen näkökohta silloin, kun halutaan tehdä kaikki mahdollinen teknisen laadun kehittämiseksi. Hyönteistuhoja aiheuttamatta, vain vähän järeyskehityksestä tinkimällä ja puunkorjuun näkökohdat vielä jatkossa hyvinä säilyttäen taimikon harvennus voidaan lykätä 4—5 m:n pituusvaiheeseen.

Enemmän vaikuttaa puuston tekniseen laatuun taimikon käsittelyn ajankohta, vähemmän sen voimakkuus.

### 323. Harvennusohjelma

Taimikon käsittelyn lisäksi puuston teknisen laadun kehitykseen vaikuttaa kasvatushakuista merkittävästi ensiharvennus. Myöhemmillä harvennuksilla ei teknistä laatua voida edistää muulla tavalla kuin teknisesti heikkolaatuisia puita poistamalla. Puuston laadun kehitys riippuu siten ns. hoitovaiheen (ks. Vuokila 1980a, s. 185) kasvatusoimenpiteistä.

Kuten taimikon käsittelyssä, ensiharvennuksessakin on laadun kannalta tärkeintä sen ajankohta, toisarvoista voimakkuus. Jos ajankohta on valittu teknisen laadun kehittämisen näkökohtien perusteella, voimakkuudesta päätettäessä huomio voidaan keskittää riittävän harvennuskertymän ohella muihin puuntuotannollisiin tekijöihin, jäljelle jäävän puuston korkean kasvutason säilyttämiseen ja puuyksilöiden järeyskehityksen edistämiseen.

Mitä myöhemmäksi ensiharvennus lykätään, sitä korkeammalle puiden oksat kuolevat ja sitä paremmaksi kehittyvät niiden runkokuoto. Tiheä kasvatusasento parantaa myös tuotetun puun lujusominaisuuksia.

Ensiharvennusta ei kuitenkaan voida lykätä määrättömästi vain laatukehityksen vuoksi. Latvusten supistuminen ja siitä aiheutuvat kasvutappiot asettavat tietyt rajat lykkäämiselle. Puunkorjuun näkökohdat ja niihin liittyen vaurioitumisriski ovat puuston jatkokehitystä ajatellen vakavasti otettavia näkökohtia. Ensiharvennuksen lykkäyksen seurauksena tapahtuva järeyskehityksen merkittävä taantuminen pidentää kiertoaikaa ja heikentää tätä kautta metsänkasvatuksen liiketaloudellista tulosta.

Kuten taimikon käsittelyn, ensiharven-

nuksenkin ajankohdasta päätettäessä joudutaan tekemään kompromissiratkaisu kaikista päätökseen vaikuttavista näkökohdista.

Jos taimikon käsittelyssä on jätetty nyky-suositusten mukaisesti 2000—1600 kpl/ha, metsänhoidollisesti (mm. latvuksen kehityksen kannalta) suositeltavin ajankohta on 12—13 m:n valtapituus. Lähtötiheyden ollessa selvästi mainittua suurempi ensiharvennus on suoritettava vastaavasti aikaisemmin, jos halutaan puuston elinvoimaisuus säilyttää korkeimmillaan.

Laadun näkökohdat korostetusti huomioon ottavaa kasvatusohjelmaa etsittäessä voidaan vihjettä saada Vuokilan (1981) tutkimuksesta, joka perustuu yli- ja alitiheisiin nuoriin mäntymetsiköihin perustettuihin kestokokeisiin. Tutkimuksen aineisto käsittää metsiköitä, jotka on harvennettu 13—14 m:n valtapituuksivaiheessa ja joissa runkoluuku on harvennushetkellä ollut keskimäärin 2300—2400 kpl/ha.

Tutkimustulokset osoittavat, että kun harvennus tapahtuu tässä kehitysvaiheessa nykyohjeiden (Etelä-Suomen... 1981) mukaisesti ajourien väliin 1300—1200 runkoa (n. 1100 kpl/ha) jättäen, syntyy kaiken kaikkiaan n. 5 m<sup>3</sup>:n tilavuuskasvutappio hehtaaria kohden. Jos tämä kasvutappio halutaan välttää, harvennuksen on oltava niin lievä, että toimenpide käy kannattamattomaksi ja että sen hoitovaikutus on olematon.

Voitaneen kuitenkin olettaa, että vähäinen tilavuuskasvutappio ja järeysuhteidenkin heikentyminen ovat hyväksyttäviä, mikäli niiden vastapainoksi saadaan aikaan puuston teknisen laadun olennainen paraneminen. Tavoitteena voitaisiin pitää sitä, että toimenpidettä lykkäämällä voidaan välttää laadun kohottamiseen tähtäävät keinolliset toimenpiteet.

Viimeksi mainitun tavoitteen saavuttaminen on kuitenkin varsin kyseenalaista. Ensiharvennuksen lykkääminen voi saada aikaan sen, että oksat kuolevat siltä n. 6 m:n pituiselta tyviosalta, jolta korkeaa laatua lähinnä edellytetään. Erityisesti istutusmänniköissä oksat ovat kuitenkin alhaisen lähtötiheyden vuoksi niin paksuja, että ne säilyvät kuolleinakin puussa lähes kiertoajan loppuun. Kuolleista oksista on laadun kannalta enemmän haittaa kuin elävistä. Kuolleet oksat pysyvät männiköissä yleensäkin sitkeästi rungossa kiinni, mikä ilmenee myös



Kuva 10. Laatua voidaan parantaa tehokkaasti suosimalla hyvälaatuisia (2) puuyksilöitä heikkolaatuisten (1) kustannuksella näiden koosta ja vallitsevuusasteesta riippumatta. Valok. Simo Hannelius.

luontaisesti syntyneistä ja kylvän perusteista varttuneista metsäkoista.

Kaiken edellä esitetyn perusteella voidaan päätellä, että männikön ensiharvennus voidaan ja sitä voi olla perusteltuakin lykätä 12—13 m:n pituusvaiheeseen laatu- ja kookohotien vuoksi. Näin on etenkin silloin, kun lähtötiheys on 2000—1600 kpl/ha. Pienin kasvutappioiden se on mahdollista myös tätä korkeamman lähtötiheyden omaavissa metsäkoissa. Ensiharvennuksen lykkämisellä tuskin kuitenkaan voidaan saada aikaan laadun ratkaisevaa paranemista, mutta laatuongelmien hoitaminen on tämän jälkeen helpompaa ja huokeampaa kuin siinä tapauk-

ssa, että ensiharvennus suoritetaan pari valtapituusmetriä aikaisemmin.

### 33. Laatuharvennus

Kuten edellä (s. 23) on todettu, harvennuksen metsänhoidollinen tarkoitus on arvokkaimpien puuyksilöiden kehitysedellytysten parantaminen. Arvoon vaikuttavat puun koko ja tekninen laatu.

Kehittymässä oleva laatuongelma edellyttää, että luovutaan kaavamaisesta kookkaimpien puiden suosimisesta ja käsittelyn kriteeriksi omaksutaan puuston teknisen

laadun edistäminen. Metsikön hoitovaiheessa, taimikon käsittelyssä ja ensiharvennuksessa, on sovellettava laatuharvennusperiaatetta.

Vuosikymmeniä sitten korostettiin voimakkaasti *susipuiden poistamista* taimikkoa harvennettaessa. Susipuiksi käsitettiin muuta taimikkoa kookkaammat, heikkolaatuiset puuyksilöt. Ajan mittaan susipuiden poisto muuttui kuitenkin *taimiston tasaukseksi*, jolloin kookkaimmat puuyksilöt poistettiin niiden laadusta riippumatta. Vain pituusjakaumaltaan tasaisista taimikoista katsottiin kehittyvän korkeatuottoisia metsiköitä.

Taimikon tasaus on eräs esimerkki siitä, kuinka metsänhoidossa toimenpiteet pyrkivät kaavamaisumaan. Paluuta kaavamaisen taimikon tasaukseen ei ole. Tasapaisuus ei ole tavoittelemisen arvoinen, vaan tietty epätasaisuus voi olla taimikon jatkekehitykselle jopa edullista. Sitä vastoin on paikallaan herättää henkiin jälleen se ”susivaino”, joka varhemmin oli hyvinkin tärkeä taimikonhoidollinen periaate. Susiongelma on tätä nykyä merkittävästi suurempi kuin aikaisemmin. Myös istutustaimikoista selvimmät sudet olisi poistettava perkauksen yhteydessä. Niiden tilalle voidaan perustellusti jättää vaikka lehtipuuta.

Susi-käsite on kuitenkin täsmennettävä käsittämään vain heikkoa teknistä laatua, mihin liittyy yleensä myös kohtuuttoman suuri kasvutilan tarve. Nopeakasvuinen, mutta hieno-oksainen puuyksilö on jätettävä kasvamaan. Aivan erityisesti on vältettävä muuta taimikkoa kookkaampien hyvälaatuisten puuryhmien poistamista ”tasauvassa” mielessä. Susien poistamisella on pyrittävä välttämään se, että puuston kehitysvaihetta tarpeettomasti taannutetaan.

Susien poistaminen on eräs syy siihen, ettei taimikon hoitotoimenpiteitä voida lykätä kohtuuttomasti, vaikka lykkäämisellä saattaisi olla oksistoa heikentävä vaikutus. Sudet on saatava ajoissa pois taimikoista, ennen kuin ne aiheuttavat naapuripuiden liiallista surkastumista.

*Ensiharvennukseen* mennessä puiden laatuerot ovat lopullisesti selvillä. Siksi tämä hoitovaiheen viimeinen toimenpide saa aina ja erityisesti männiköissä laatuharvennuksen luonteen. Tätä viimeistä tilaisuutta on myös käytettävä täysimääräisesti hyväksi.

Jos laatuharvennus halutaan viedä äärimilleen, saattaa syntyä epätietoisuutta siitä, mikä yksilö on pitkällä tähtäyksellä hyvälaatuinen, mikä taas niin huonolaatuinen, että se olisi poistettava. Ongelmaksi voi tällöin muodostua senkin seikan arvioiminen, mikä yksilö on biologisesti riittävän voimakas säilyäkseen peruspuustossa päätehakuuseen asti. Loppujen lopuksihan vain 400—500 rungolta voidaan korkeaa teknistä laatua odottaa.

Laatuharvennusta tuskin tarvitsee viedä siihen asteeseen, että esitetyn kaltaista epätietoisuutta syntyy. Erityisesti männiköissä on lähes poikkeuksetta yksilöitä, jotka ovat laadultaan niin heikkoja, että erimielisyyttä ei voi syntyä. Nämä yksilöt ovat metsikön järeimpiä yksilöitä. Mikäli ne jätetään ensiharvennuksessa, ne ovat päätehakuussa mukana. Ne ovat ensiharvennuksen jälkeen edelleen vallanneet lisäkasvutilaa niin, että niiden poistaminen johtaisi seuraavassa harvennuksessa selvän aukon syntymiseen.

Tällaiset selvästi kehnolaatuiset, tyvekkäät ja oksikkaat yksilöt olisi ensiharvennuksessa ehdottomasti poistettava. Niiden jättäminen on voimassa olevien harvennusohjeiden ja yksityismetsälain vastaista. Kasvu on molempien mukaan keskitettävä pitkällä tähtäyksellä arvokkaimpiin puuyksilöihin, jotka eivät suinkaan aina ole puuston kookkaimpia. Yhtä selvää on toisaalta, ettei ”laatuharvennusperiaatetta” voida sallia sovellettavan siinä yksinomaisessa tarkoituksessa, että kertymän määrä ja järeys siitä lisääntyvät.

Laatuharvennus lienee tehokkaimmin sovellettavissa siinä tapauksessa, että ensiharvennuksen aikoihin suoritetaan peruspuuston karsiminen. Karsittavia yksilöitä valittaessa paljastuu puu puulta, mitkä niistä ovat toisaalta biologisesti kehityskelpoisia ja toisaalta karsimalla laadullisesti parannettavissa. Kun karsittuja puita tulee harvennuksessa suosia, tulevat karsimiskelvottomat kookkaimmat puut automaattisesti poistetuiksi.

Myös *toisessa* ja sitä seuraavissa harvennuksissa on laadun kehittämisen näkökohdat otettava aina leimausta suoritettaessa huomioon.

## 34. Pystykarsinta

### 341. Metsikkövalinta

Karsimista suunniteltaessa ensimmäinen vaihe on toimenpiteen kohteeksi tulevan metsikön valinta. Kun toiminta on pitkäjänteistä ja suunnitelmallista, metsiköt asetetaan lisäksi karsimisjärjestykseen. Periaatteena on pidettävä tällöin, että työ aloitetaan ja sitä koko ajan jatketaan niin, että karsittaviksi tulevat kulloinkin metsänomistajan kannalta pitkällä tähtäyksellä tuottoisimmat metsiköt. Jos näin menetellään, saavutetaan myös kansantaloudellisesti paras mahdollinen tulos.

Metsikön valintaan ja karsimisjärjestykseen vaikuttavat

- puulaji,
- kasvupaikka,
- sijainti,
- karsimiskelpoisuus,
- karsimisen kiireellisyys ja
- pinta-ala.

*Puulajeista* karsimistarvetta on vain männyllä ja rauduskoivulla. Seuraavassa tarkastellaan lähinnä männyn karsimista, koska sen merkitys sekä metsänomistajalle että kansantaloudelle on ensiarvoinen. On kuitenkin luonnollista, että männyn karsimistoimenpiteistä riippumatta pidetään huoli siitä, että istutettujen rauduskoivujen laadun kehitys varmistetaan tarvittaessa keinollisesti.

*Kasvupaikalla* on merkitystä valtakunnallisesti ja tilakohtaisesti. Pohjoiseen päin siirryttäessä kasvupaikka heikkenee ilmastollisista syistä. Kansantaloudellisesti olisi järkevää sijoittaa karsimiseen käytettävät varat lähinnä maan eteläpuoliskoon. Männyn levinneisyys huomioon ottaen itäinen eteläosa on karsimisen kannalta merkittävin alue. Läntisessä osassa Etelä-Suomea, erityisesti Lounais-Suomessa, kasvupaikkojen rehevyys vähentää männyn karsimismahdollisuuksia. Mitä pohjoisemmaksi siirrytään, sitä epätaudellisemmaksi karsiminen käy ja sitä suurempi on toisaalta niiden metsiköiden osuus, joissa laatukasvatus voidaan hoitaa ilman karsimista.

Tilakohtaisesti on kysymys maan ravinteisuuden vaihtelusta ja sen vaikutuksesta karsimisen kannattavuuteen. On luonnollista, että karsiminen on yleisesti ottaen sitä kannattavampaa, mitä ravinteisemmasta kasvupaikasta on kysymys. Mitä parempi on kas-

vupaikka, sitä lyhyempi on kiertoaika ja sitä nopeammin karsimiseen käytetyt sijoitukset saadaan takaisin. Etelä-Suomessa kanervatyypin männikön karsiminen ei voi tulla yleensä ekonomisesti kysymykseen. Pohjois-Suomessa voi olla perusteltua kenties vain tuoreiden kankaiden metsiköiden karsiminen, Peräpohjolassa tuskin sekään. Etelä-Suomessa toisaalta kaikkein parhaimpien kasvupaikkojen männiköiden karsiminen voi olla perustelematonta syistä, joita käsitellään karsimiskelpoisuuden yhteydessä.

Metsikön hyvä *sijainti* on tietyn alueen tai metsätalouksyksikön puitteissa tärkeä ainakin sen seikan varmistamiseksi, että jälki-toimenpiteet voidaan suorittaa oikea-aikaisesti ja tehokkaasti. Karsiminen edellyttää puuston intensiivistä tukihoitoa, missä kar-situille puille taataan jatkuvasti parhaat mahdolliset kehitysedellytykset. Karsimiseen uhratut sijoitukset voivat mennä kokonaan tai huomattavalta osin hukkaan, mikäli esim. hankalien kulkuyhteyksien vuoksi metsänhoidolliset toimenpiteet jäävät suoritamatta tai myöhästyvät liiallisesti. Jatko-hoito taataan parhaiten karsimalla ainakin alkuvaiheessa hyvien kulkuyhteyksien päässä sijaitsevia metsiköitä. Tämä näkökohta koskee ennen muuta maan pohjoispuoliskoa.

Metsikön *karsimiskelpoisuuteen* vaikuttavat monet tekijät. Puuston tulee olla *tervettä*. Ohimenevä luonnontuho, esim. mäntypistiäisepidemia, ei tee metsikköä kuitenkaan karsimiskelvottomaksi, ellei valtapuuston elinvoima siitä pysyvästi kärsi. Terveiden ohella on ehdottomana vaatimuksena, että karsittaviksi tulevat puut ovat runkomuodoltaan vähimmäisvaatimukset täyttäviä, ennen kaikkea *suorarunkoisia*. Karsimiskelvottomia ovat myös sellaiset metsiköt, joiden puiden tyvijäreys on puuston varttuneisuuden tai heikon runkomuodon vuoksi niin suuri, ettei karsimalla voida edistää tehokkaasti laatupuun tuottamista. Ihannetapauksessa karsittavat puut eivät saisi olla rinnankorkeudelta paksumpia kuin 10 cm kuoren päältä. Karsimiskoon ylärajana on usein pidetty 15 cm:n rinnankorkeusläpimittaa, toisinaan 17 cm. Ylärajan asettaminen riippuu tavoitteista. Mikäli sydäntavara halutaan oksattomaksi, vaatimusten on oltava tiukempia kuin siinä tapauksessa, että pyrkimyksenä on vain oksattomien pinalautojen tuottaminen.

Äärimmäisvaatimuksena voidaan pitää japanilaista periaatetta, jonka mukaan runkoa karsitaan sitä mukaan kuin se saavuttaa 6 cm:n paksuuden. Suomessa äärimmäistävoitteena voidaan pitää 10 cm:n karsimisläpimittaa.

Rungon läpimitan ohella karsimiskelpoisuuteen vaikuttaa valtapuiden oksien paksuus. Mitä paksumpia ne ovat, sitä kauemmin kestää kyljestyminen ja sitä huonompi on karsimisteho. Yleensä pidetään toivotavana, ettei karsittavien oksien paksuus olisi suurempi kuin 20 mm. Varmolan (1982) mukaan kuitenkin myös varhain harvenneissa luonnontaimikoissa (3000—4000 kpl/ha) paksuimpien tuoreiden oksien läpimitta kohoaa 30 mm:iin. Liian alhaisen enimmäisläpimitan omaksuminen tekee näin ollen karsimisen ainakin 1-vaiheisena käytännössä mahdottomaksi. Äärimmäistapauksena on 30 mm:n oksanpaksuus siksi tietyissä tapauksissa hyväksyttävä.

Selvimmän karsimiskelvottomia ovat metsiköt, joiden puusto on sekä tyvekästä että paksuoksaista. Tällainen yhdistelmä syntyy yleisimmin hyvän kasvupaikan istutusmänniköissä. Tästä syystä on paikallaan, ettei mäntyä istuteta pelloille ja lehtomaisille kasvupaikoille, vaan ainoastaan mustikka- ja puolukkatyyppin kankaille. Lehtomaisilla ja sitä paremmilla kasvupaikoilla männyn laatua ei voida karsimallakaan parantaa, vaan tuotos on yleensä kuitupuuta, sitäkin huonolaatuisena.

Karsimiskelvottomiksi kehittyvät myös mustikka- ja puolukkatyyppin istutusmänniköt, mikäli karsiminen pyritään suorittamaan 1-vaiheisena, esim. 11—13 m:n pituusvaiheessa ylitiehistä luonnonmetsiköistä omaksutun käytännön mukaisesti. Tuossa kehitysvaiheessa istutusmännikön puusto on tyveltä niin järeää ja oksat niin paksuja, ettei karsiminen ole järkevää.

Istutusmänniköiden karsiminen joudutaan suorittamaan aina 2-vaiheisena, ellei pyritä vain 3—4 m:n tyvitukin laadun parantamiseen. Ensimmäinen karsiminen on suoritettava 5—6 m:n ja toinen 10—12 m:n pituusvaiheessa. Sanottu pätee myös niihin luontaisesti syntyneisiin männiköihin, jotka on saatettu istutusmetsikköä vastaavaan kasvatustiheyteen 1—2 m:n pituusvaiheessa. Varmolan (1982) tutkimuksesta voidaan päätellä, että vasta n. 5 m:n pituusvaiheessa harvennetuissa luonnontaimikoissa karsiutu-

minen on niin tehokasta, että 1-vaiheinen karsiminen voi käydä mahdolliseksi.

Karsimiskelpoiset metsiköt joudutaan asettamaan *kiireellisyysjärjestykseen*. Tässä voidaan korostaa tapauksesta riippuen erilaisia näkökohtia. Kiitollisimpia ja siinä mielessä kiireisimpiä ovat ylitiehinä kehittyneet luontaisesti syntyneet mäntynuorekot, jotka tuovat nopeimmin karsimishyödyn ja jotka hieno-oksaisuutensa vuoksi ovat helppoja karsimiskohteita. Toistuvasti voi tällöin kysymys olla vain kuivien oksien karsimisesta.

Kiireellisyysjärjestyksestä päätettäessä joudutaan seuraavan kysymyksen eteen: olisiko karsittava myöhästyneitä tapauksia vai olisiko pyrittävä nimenomaan ideaalivaiheessa olevien metsiköiden karsimiseen? Vastaus riippuu siitä, missä suhteissa erilaisia karsimistapauksia metsäalueella on. Missään tapauksessa kiireellisyysjärjestyksen laatimisessa ei saisi päätyä sellaiseen tulokseen, että karsiminen tapahtuu käytännössä aina enemmän tai vähemmän myöhästyneenä.

Arvokkaimpia metsiköitä ovat hyvänpuoleisella kasvupaikalla olevat männiköt. Niissä tulee edellä esitetyn mukaisesti 2-vaiheinen karsiminen olemaan välttämätön. Tällaisten 2-vaiheisten karsimisten ensimmäinen vaihe on kiireellisyysjärjestyksessä varsin korkealla. Suomen metsien tuleva laatu riippuu paljolta siitä, kuinka tehokkaasti istutusmänniköiden karsiminen saadaan käyntiin riittävän ajoissa.

Karsiminen olisi keskitettävä *pinta-alaltaan* laajoihin metsiköihin, mikäli sellaisia on. Tätä puoltavat monet työn käytännölliseen järjestämiseen liittyvät näkökohdatkin. Maastokuvion koolla ja siitä saatavan puutavaran määrällä voi olla aivan ratkaiseva merkitys siinä vaiheessa, kun metsikössä suoritetaan päätehakkuu ja realisoidaan karsimisen aiheuttama taloudellinen hyöty.

Oikea-aikaisesti suoritettu karsiminen sekä sen yhteydessä tapahtunut karsittujen puiden rekisteröinti ja mittaaminen antavat mahdollisuuden — milloin kertyvä puumäärä on suurehko — soveltaa sahauskoneiden yhteydessä sellaista sahausasetetta, jolla huippulaatuinen oksaton puu saadaan mahdollisimman tehokkaasti käyttöön. Pienten puuerien sahauskoneissa tällainen tuskin tulee kysymykseen.

Metsikkövalinnalla, kiireellisyysjärjestelmän tarkalla luomisella ja karsimistyön vastaavalla organisoinnilla on ratkaiseva merkitys karsimisen liike- ja kansantaloudelliseen kannattavuuteen.

Karsittavien puiden valinta on toimenpiteen vaikein vaihe. Valituksi tulemiseen vaikuttavat puun

- terveydentila,
- sijainti ajouriin nähden,
- biologinen asema metsikössä,
- koko,
- rungon ominaisuudet,
- oksien määrä ja paksuus sekä
- etäisyys lähimpiin karsittuihin puihin.

*Terveys* on karsimiskelpoisuuden perusedellytys. Sairasta puuta ei kannata karsia. Mikäli esim. pistiäistuhon kohteeksi joutunut metsikkö halutaan karsia, toimenpide voidaan suorittaa vasta sitten, kun metsikkö on toipunut. Lievän tuhon kohteeksi joutuneesta metsiköstä saattaa tosin löytyä tarvittava määrä terveitä karsimiskelpoisia valtapuita. Sairaana puun karsiminen, erityisesti vihreän latvuksen voimakas työstäminen, voi muodostua puulle kohtalokkaaksi.

Puunkorjuun tekninen kehitys on johtanut siihen, että harvennuksen jälkeen jääviä puita vaurioituu. Rungon tyviosan kuorivaurio on helpoimmin havaittava puunkorjuun kielteinen seuraus. Mikä tahansa kuorivaurio karsittavassa osassa runkoa riittää puun hylkäämiseen. Vaikeampaa mutta yhtä tärkeää olisi välttyä karsimasta sellaisia puuyksilöitä, jotka ovat saaneet puunkorjuusta juuristovaurion. Tämä ei tietenkään heikennä tyvitukin laatua, eikä liioin aiheuta männyllä lahovikaisuutta, mutta puun kasvu mitä todennäköisimmin heikkenee. Kasvun taantumista voi olla seurauksena puun biologisen aseman heikkeneminen, kenties vallitsevan aseman menetyskin, jolloin karsimiseen käytetyt kustannukset menevät hukkaan.

Ajourat tulisi suunnitella ennen karsimista. Näin vältetään siltä, että karsituista puista 10—15 % joudutaan harvennuksessa välittömästi poistamaan korjuuteknisistä syistä. Jos ajourat on suunniteltu ja merkitty maastoon ennen karsimista, vältetään lisäksi karsimasta *ajourien reunapuita*, joiden vaurioitumisriski on erittäin suuri. Korostettakoon, että harvennus on suoritettava vasta karsimisen jälkeen mm. siitä syystä, että sen avulla voidaan tarjota parhaat mahdolliset kehitysedellytykset karsituille puille. Harvennuksen kytketyssä karsinnassa voidaan laatuvalinta viedä pisimmälle ja karsia — jos tilanne niin vaatii — bio-



Kuva 11. Kaavamainen esitys harvennuksesta ja karsimisesta nuorena männikössä Halvorsenin (1974) esittämänä.

logiselta asemaltaan jossain määrin taantuneitakin puuyksilöitä.

Puun *biologinen asema* elinympäristössään osoittaa sen elinvoiman. Karsimisessa pitäisi pääsääntöisesti suosia elinvoimaisimpia yksilöitä, koska niiden kasvunopeus on mitä todennäköisimmin hyvä myös tulevaisuudessa ja koska ne muistakin syistä ovat turvallisin lähtökohta kustannuksia vaativalle toimenpiteelle.

Elinvoimaisimpia ovat päävaltapuut, joita siis olisi karsittava, mikäli ne täyttävät muut karsittaville puille asetetut vaatimukset. Jos päävaltapuista ei löydy riittävää määrää karsimiskelpoisia yksilöitä, voidaan karsia myös elinvoimaisimpia lisävaltapuita, joilla on ympäristössään hyvät jatkokehitysedellytykset tai joille ne voidaan taata harvennuksen avulla.

Vallittuja puita ei kannata karsia siinäkään tapauksessa, että ne kasvaisivat aukoissa. Ne eivät selviydy yksilökilpailusta edes harvennusteknisin keinoin.

Päävaltapuut ovat metsikön *kookkaimpia* yksilöitä. Perussääntö siis on, että sekä rinnankorkeusläpimittansa että pituutensa puolesta järeimmät yksilöt karsitaan. On

kuitenkin lukuisia syitä siihen, ettei tämä ole mahdollista. Niinpä jos karsiminen myöhästyy, järeimmät päävaltapuut ovat toistuvasti liian kookkaita karsittaviksi.

Karsittavilta puilta vaaditaan myös, että ne ovat *suorarunkoisia*. Erityisesti istutusmetsiköissä esiintyy runsaasti lenkoutta ja mutkaisuutta. Rungon *tyvekkyy*s saattaa niin ikään varsinkin istutusmetsiköiden lukuisilla kookkaimmilla päävaltapuilla olla niin voimakas, ettei karsiminen tule kysymykseen. Tyvekkyy ja oksikkuus esiintyvät yleisesti yhdessä, mikä helpottaa puun karsimiskelpoisuuden arviointia.

*Oksikkuus ja oksien paksuus* ovat rungon mittasuhteiden ohella yleisin syy siihen, että terve, suorarunkoinen päävaltapuu koostaan ja asemastaan huolimatta katsotaan karsimiskelvottomaksi. Oksikkuus (= oksien lukumäärä kiehkurassa) ja oksien suuri paksuus vaikeuttavat karsimistyötä ja tekevät sen kalliiksi. Tätä suurempi merkitys on sillä, että haavan kyljestyminen vie sitä enemmän aikaa, mitä paksumpi karsittava oksa on. Mitä pitempi on kyljestymisaika, sitä vähäisempi on karsimisteho ja sitä huonompi on karsimisen kannattavuus.

Karsittavat puut muodostavat sen peruspuuston, joka on jäljellä päätehakuussa ja jonka kehitystä pyritään hoitotoimenpitein edistämään. Peruspuuston täytyy siitä syystä olla likimain *tasa-asentoinen*, jotta karsimisesta saataisiin suurin mahdollinen taloudellinen hyöty ja jotta kasvatushakuut voitaisiin suorittaa tuloksellisesti.

Etäisyyden tulee olla suurin piirtein vakio karsitusta puusta toiseen. Käytännössä tämä merkitsee sitä, että moni karsittavaksi hyvin sopiva puu täytyy hyljätä ja että karsittu puusto ei välttämättä koostu parhaista karsimiskelpoisista yksilöistä. Tasa-asentoisuutta ei tule soveltaa kaavamaisesti. Pääasia on, etteivät karsitut puut joudu kilpailemaan keskenään ennen kuin kiertoajan loppuvaiheessa. Lähinaapurია ei yleensä karsita.

Kaiken kaikkiaan karsittaviksi valitaan kehityskelpoisimmat terveet ja suorarunkoiset valtapuut, joiden rinnankorkeuslähimittana, oksikkuus ja oksien paksuus ovat karsimistehon kannalta edullisimpia, jotka sijaitsevat likimain yhtä etäällä toisistaan, eivätkä ole ajourien reunapuita. Milloin karsiminen kohdistuu huomattavalta osin lisävalta-

puihin, niiden kanssa kilpailevat heikkolaa-tuiset päävaltapuut on poistettava välittömästi. Mitä pienikokoisempia puita metsikössä karsitaan, sitä intensiivisemmän tulee karsittujen puiden hoidon olla myöhemminkin.

### 343. Karsittavien puiden lukumäärä

Karsitut puut on kehitettävä mahdollisimman järeiksi. Karsia kannattaa siksi vain ne puut, jotka voivat säilyä metsikössä sen uudistamisvaiheeseen saakka. Tämän määrän ylittävä riskilisiä voinee olla enintään 20 %.

Karsittavien puiden lukumäärästä on esitetty vaihtelevia käsityksiä. 1930- ja 1940-lukujen suositukset vaihtelivat 350 ja 1000 rungon välillä hehtaaria kohden. Löf (1931) esitti karsittavaksi 350 runkoa, kun taas Salwén (1968) edusti toista äärimmäisyyttä, 1000 kpl/ha. Lappi-Seppälän (1934), Cronströmin (1935) ja Kalelan (1945) suositukset vaihtelivat rajoissa 400—600 kpl/ha, mikä vastaa suurin piirtein nykyisin vallitsevaa käsitystä. Tavallisimmin esitetään, että karsittavia puita tulisi olla 400—500 kpl/ha.

Vuokilan ja Väliahon (1980) viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmalleja esittelevän julkaisun mukaan viljelymännikön päätehakuussa, kun se suoritetaan avohakuuna, on läsnä noin 400 runkoa hehtaarilla. Kysymys on tällöin mainitussa tutkimuksessa (s. 32) esitettyjen harvennusmallien mukaisesti käsitellyistä männiköistä, joissa suoritetaan kiertoajan kuluessa kolme harvennusta, kukin voimakkuudeltaan 30 % pohjapinta-alasta. Mikäli karsittujen puiden säilymiseen metsikössä ei katsota liittyvän riskitekijöitä, lukumäärä voi siten olla n. 400 kpl/ha. Jos riskiin halutaan varautua, voi kysymykseen tulla enintään 500 rungon karsiminen hehtaaria kohden. Vallitseva käsitys karsittavien puiden lukumäärästä saa tätä kautta voimakasta tutkimustukea.

Mikäli halutaan kuitenkin tuottaa huipulaatua vain 3 m:n pituudella, karsittavien puiden lukumäärää saattaa olla aiheellista lisätä, koska tässä tapauksessa myös viimeisessä harvennuksessa poistetut puut ovat osittain riittävän järeitä karsimishyödyn tavoittelun kannalta. Maksimimääränä voitaneen pitää 600 kpl/ha tässä erikoistapauksessakin.

### 344. Karsimiskorkeus

Kalelan (1945) mukaan karsiminen olisi ulotettava 6—7 m:n korkeuteen. Tämä saattoi olla järkevää silloin, kun karsittiin korkealle oksistaan karsitutuneita mäntytiheikköjä ja kun karsiminen oli pääasiassa kuivien oksien poistamista. 1980-luvulla ei näin korkealle ulottuva karsiminen ole enää mahdollista tai edes aiheellista.

Karsimiskorkeuteen vaikuttavat

- omistajan asettama tavoite,
- karsittavien puiden koko,
- työvaikeustekijät,
- karsimiskustannukset ja
- kannattavuus.

Metsänomistajalla voi olla oma *erikoistavoitteensa*, mikä perustuu sahaus- tai sorvaustuotteen asettamiin raakapuuvaatimuksiin. Voi olla perusteltua karsia esim. vain n. 3 m:n korkeuteen, jos tämänpituisen järeä tukki voidaan käyttää tehokkaasti hyödyksi. Mikäli tarvetta 3 m pitkän laatu-tukin tuottamiseen olisi yleisesti, se merkitsisi sitä, että laadullisesti varsin heikotkin metsiköt voitaisiin saattaa 1-vaiheisen karsimisen kautta laatu puuta tuottaviksi.

Karsittavien *puiden koko* määrää toistuvasti karsimiskorkeuden. Kun vihreää latvusta on jätettävä ainakin 40 %, nuorissa metsiköissä kenties 50 % (ks. Vuokila 1968), karsiminen ei voi ulottua korkeammalle kuin 60—50 %:iin puun pituudesta tyvestä lukien. Jos puut joudutaan karsimaan tyvi-järeyden ja oksien paksuuden vuoksi esim. 6 m:n pituisina, karsimiskorkeus voi olla enintään 3 m. Ellei kysymyksessä ole vain 3 m:n karsimistavoite, metsikköön joudutaan palaamaan uudelleen, jolloin vasta saavutetaan lopullinen karsimiskorkeus. Näyttää siltä, että puiden nopea järeytymisen suhteessa niiden pituuteen on tulevaisuudessa määräävä tekijä ensivaiheen karsimiskorkeudesta päätettäessä.

*Työ vaikeutuu* karsimiskorkeuden lisääntyessä. Näin on etenkin silloin, kun oksat ovat tukevahkoja, kuten ne istutusmänniköissä yleisesti ovat. Samanaikaisesti karsimiskustannukset lisääntyvät voimakkaasti. Yksistään näistä syistä on tuskin mahdollista karsia korkeammalle kuin 5,5—6 m:iin.

Työn vaikeutuessa ja kustannusten lisääntyessä *kannattavuus* heikkenee. Rungon ohememinen vähentää karsimishyötyä, jos karsittua osaa käytetään yhtenä tukkina. Yleinen onkin se käsitys, ettei karsimista kan-

nata ulottaa korkeammalle kuin 5,5 m:n korkeuteen ja että myös 5 m:n korkeus on yleensä hyväksyttävä. Tosin jos halutaan 5 m:n pituinen oksaton tyvitukki, tämä merkinnee sitä, että ylin oksakiehkura sijaitsee lähes 5,5 m:n korkeudella.

### 345. Työvälineet

Karsimisväline vaikuttaa paitsi kustannuksiin ja työn mielekkyyteen myös karsimistulokseen. Karsimisvälineen tulee olla samanaikaisesti

- puun kannalta turvallinen,
- tehokas,
- helppokäyttöinen
- kestävä ja
- kohtuuhintainen.

Tärkein vaatimus on se, ettei välineellä aiheuteta normaalin työsuorituksen puitteissa vahinkoa karsittavalle puulle. Lähinä tulee kysymykseen kuorivaurio, joka syntyy, kun oksa katketessaan repäisee mukanaan suikaleen alapuolella olevaa kuorta. Tällainen kuorivaurio vaatii kyljestymisen, joka heikentää puun arvoa. Väline ei saisi katkaista oksaa aivan pinnanmyötäisesti, koska silloinkin syntyy herkästi kuorivaurio. Toisaalta ei saisi jäädä pitkää tynkää, joka pidentää liiallisesti kyljestymisaikaa. Kuorivaurio ei tosin aiheuta mäännyllä lahovikaa, mutta koivulla lahouksen syntyy poikkeuksetta kuorivaurion jälkeen (Vuokila 1976).

Tehokkuus merkitsee suurta tuotosta, helppokäyttöisyys taas mahdollisimman pientä työrasitusta. Rasitus syntyy osaksi huonosta työasennosta, osaksi välineen perusratkaisusta ja tehottomasta katkaisuperiaatteesta. Tehokkuus ja käyttömukavuus ovat vaikeasti sijoitettavissa samaan työvälineeseen. Kestävyys on sitä tärkeämpi työvälineen ominaisuus, mitä paksumpia oksia joudutaan karsimaan. Mekaanisesti toimivat karsimisvälineet ovat siinä määrin halpoja, ettei hinnalla saisi olla merkitystä hankintaa ratkaistaessa. Vähänkin mittavampaan karsimisoperaatioon kannattaa hankkia lopputuloksen kannalta parhaat mahdolliset välineet.

Vanhoista Suomessa käytetyistä välineistä *karsimisrauta* sopii ainoastaan kuivien oksien karsimiseen, eikä se ole siihenkään paras työkalu. Sitä vastoin vanhantyyppinen *oksasaha* on edelleen käyttökelpoinen. Se on kestävä, helppokäyttöinen ja halpa,



Kuva 12. Oksasaha on perinteinen suomalainen karsimisväline, joka soveltuu etenkin pienialaisiin karsimistehtäviin. Valok. Yrjö Vuokila.

muttei erityisen tehokas, eikä turvallinen. Kokemattomissa käsissä se voi aiheuttaa merkittäviä kuorirepeämiä. Oksasaha on paikallaan silloin, kun kysymyksessä on pienomistajan vähäinen karsimistehtävä, mutta laajamittaiseen karsimiseen se on tehoton ja vanhentunut. Metsähallitus on tosin toistaiseksi suositellut oksasahaa, johon liittyy 30—35 mm:n paksuinen, 1,5 tai 3,5 m:n pituinen sorvattu puuvarsi.

Oy Fiskars Ab:n karsimislaitteiden kehityksessä on lähdetty työn kokonaisorganisaation pohjalta. Näin on syntynyt Fiskars HP-menetelmä, joka perustuu kolmimiehen työryhmän käyttöön seuraavan työjaon pohjalta:

- alakarsinta 0—1,5 m
- välikarsinta 1,5—3 m
- yläkarsinta 3—5 (6) m

Alakarsinnan suorittaa työryhmän esimies, joka myös mittaa karsittavan puun rinnan- korkeusläpimitan ja kirjaa sen varta vasten suunnitellulla mitta- ja rekisteröintikalimella (tuotenro 16700). Puiden merkittämiseen on kehitetty värileimasin (tuotenro 16800). Alaosan karsimisen ja kuoren höyläyksen merkintää varten työntekijä suorittaa ns. *puhdistusveitsellä* (tuotenro 16501), joka on molemmin puolin teroitettu kahden käden työkalu. Veitsi soveltuu lähinnä kuivien oksien karsimiseen.

Välikarsintaa varten on teleskooppivarrella varustettu *oksaleikkuri* (tuotenro 16300). Leikkurin yläleuka asetetaan oksan päälle ja vedetään teleskooppivarresta. Vetovoima kertaantuu vivuston avulla alaleukaan niin, että 30 mm:n oksa katkeaa yhdellä vedolla.

Yläkarsintaa varten on kehitetty *pyörökattoja* (tuotenro 16400), missä on pitkän varren päässä kaksi leikkaavaa pyöreää terää. Katkoja nostetaan ensiksi ylimmän karsittavan oksan päälle niin, että oksan tyvi on pyöröterien välissä. Oksa katkaistaan nykäisemällä. Työ etenee tästä ylimmästä asemasta alaspäin oksa oksalta. Varren alapäähän voidaan tarvittaessa asettaa punnus massavoiman lisäämiseksi. Pyörökattoja on suunniteltu nimenomaan yläkarsinnan tehokkuutta silmällä pitäen. Kun yläkarsinta vanhoin välinein on selvästi hitaampaa ja kalliimpaa kuin ala- ja välikarsinta, Fiskars-välinein tilanne voi olla jopa päinvastainen.

*Itsesyöttävä oksasaha* (tuotenro 16600) käy sellaisenaan välikarsintaan ja jatkovarteen kiinnitettynä yläkarsintaan. Sahan syöttökoukku asetetaan katkaistavan oksan päälle ja vedetään teleskooppivarresta, jolloin saha painautuu automaattisesti optimaalilla paineella oksaa vastaan. Jos oksa ei katkea ensivedolla, terä palautuu alkuasentoon teleskooppivarren sisällä olevan jousen voimasta, ja uusi veto voidaan suorittaa välittömästi.

HP-laitteet ovat Stig Nordmanin ja Pauli Nykäsen pitkäaikaisen kehittelyn tulos. Laitteet ovat puiden kannalta turvallisia, tehokkaita ja kestäviä. Hinta on luonnollisesti korkea suhteessa vanhaan oksasahaan, mutta ei kohtuuton. Arvostelua voidaan esittää lähinnä siitä, että laitteet ovat suhteellisen painavia ja että työmukavuus tästä jossain määrin kärsii. Laitteita kehitellään tietävästi kevyemmiksi siinä määrin kuin se on mahdollista kestävydestä tinkimättä. Eräät leikkurityyppisillä laitteilla tehdyt kokeilut ovat osoittaneet, että kevyt laite ei kestä sellaista karsintaa, mihin tulevaisuudessa istutusmänniköissä joudutaan. HP-laitteiden aiheuttamaa työrasitusta voidaan lievittää oikean työskentelytavan harjoittelulla ja työryhmän puitteissa tehtävää vaihtelemalla.

Suomessa suunnitellaan parhaillaan myös moottorikäyttöisiä käsikarsimisvälineitä ja traktoriin kiinnitettävää täyskoneistettua laitetta. Nämä kokeilut eivät ole ainakaan toistaiseksi johtaneet markkinointikelpoisiin ratkaisuihin.

Vanhantyyppisen oksasahan tehokkuudesta antavat käsitystä norjalaisen Halvorsonin (1974) aikatutkimukset. Karsittaessa



Kuva 13. Fiskarsin HP-karsimisvälineet vasemmalta oikealle: oksaleikkuri, itsesyöttävä oksasaha ja pyörökatkoja.

3 m:n korkeuteen kuluu runkoa kohden aikaa n. 2 min. Jos karsitaan yhdellä kerralla 5 m:n korkeuteen, ajankäyttö on tähän verrattuna kolminkertainen, 6 min/runko. Yläkarsinta on siis oksasahaa käytettäessä erittäin kallista. Tyviosan karsimisessa laite toimii sitä vastoin tyydyttävästi.

Nordman (1981) on tutkinut HP-laitteiston vaatimaa karsimisaikaa ja kustannuksia erään 12 000 runkoa 28 hehtaarin alueella käsittävän käytännön karsintaoperaation yhteydessä. Mainitusta määrästä karsi kaksi miestä 6672 runkoa. Aikatutkimuksia ei suoritettu. Tulokset perustuvat keskiarvoihin, jotka koostuvat urakkahinnoista, miesten ansioista ja työpäivän pituudesta. Noin 60 % puista karsittiin 5 m:iin yhdellä kertaa ja 40 % 3 m:iin. Tulokset ovat seuraavassa asetelmassa.

Työlaji	Ajankäyttö runkoa kohden min, s.	Kustannukset runkoa kohden mk
Puiden mittaaminen ja merkintä	1,05	0,50
Karsinta 3 m:iin	2,10	1,00
Karsinta 5 m:iin	3,15	1,50

Kun em. norjalaiseen tutkimukseen ei kuulunut puiden mittausta ja merkintää, voidaan todeta, että 3 m:n karsimisessa vanha oksasaha ja HP-laitteet ovat ajankäytön kannalta samanarvoisia (n. 2 min/runko). Kun karsiminen ulottuu 5 m:n korkeuteen, oksasahan vaatima aika on likimain kaksinkertainen HP-välineisiin verrattuna. Nämä ovat vain suuntaa antavia päätelmiä, sillä tarkastellut tutkimukset tuskin ovat keskenään täysin vertailukelpoisia.

Todettakoon lisäksi, että karsimiskustannukset olivat runkoa kohden Nordmanin (mt.) mukaan puiden mittaaminen ja merkintä mukaan lukien 1,50—2,00 mk karsimiskorkeuden vaihdella 3—5 m. Karsijat pääsivät tällöin keskimäärin 195 mk:n päiviansioon. Jos karsittava määrä on 400—500 kpl/ha, karsimiskustannukset olivat tässä tapauksessa 600—800 mk/ha. Jos puiden merkintä ja mittaus jätetään suorittamatta, yksikkökustannus puuta kohden oli 1,00—1,50 mk, ts. 400—600 mk/ha.

Finne ja Hedemäki (1980) suorittivat 100 hehtaarin alueella työvälinevertailuja karsimalla 40 000 runkoa. Rungot karsittiin joko kahdessa tai yhdessä vaiheessa 5 m:iin. Yksivaiheisen karsinnan suoritti sama mies työvälinettä välillä vaihtaen. Karsija valitsi itsenäisesti karsittavat rungot annettujen ohjeiden mukaan.

Testattavana oli 11 karsimisvälinettä. Lopputuloksena oli se, että perinteinen oksasaha on edelleen suositeltava. Kokeet suoritettiin kuitenkin ajankohtana, jolloin Fiskarsin HP-laitteet olivat käytettävissä vasta kehittymättöminä prototyyppinä.

Normaalin työpäivän aikana työntekijä karsi 5 m:n korkeuteen keskimäärin 76 runkoa (aikapalkalla). Karsimiskustannukseksi saatiin 2,50 mk/runko eli n. 1000—1250 mk/ha. Tutkijat toteavat kuitenkin, että suorituspalkalla (vrt. Nordman 1981) saattaa olla mahdollista parantaa työmotivaatiota ja samalla tuotoksia.

Merkittävä on Suomen ja Hedemäen (mt.) toteamus, että kaksivaiheinen karsinta on kustannuksiltaan samaa suuruusluokkaa kuin yksivaiheinen. Kaksivaiheisen karsinnan kustannuksia vähentäviä tekijöitä ovat oksien hentous ensikarsinnassa (3 m:iin) ja vain yhden karsimisvälineen tarve kummasakin toimenpiteessä. Kustannuksia lisäävä tekijä on kaksinkertaistunut siirtymis- ja aloitusaika.

Karsimisvälineitä on käytettävissä kaikenlaiseen karsintaan. Perinteinen oksasaha sopii pienialaiseen karsimistehtävään ja erityisesti alimman 3 m:n karsimiseen. Parhaimmillaan se on silloin, kun oksat ovat heikohkoja.

Fiskars-HP-laitteet sopivat laaja-alaisiin karsimistehtäviin, kun karsittavana on tukevia oksia ja varsinkin kun karsiminen ulottuu 5–6 m:n korkeuteen. Laittevalikoima antaa mahdollisuuden maastotyön tehokkaaseen organisointiin.

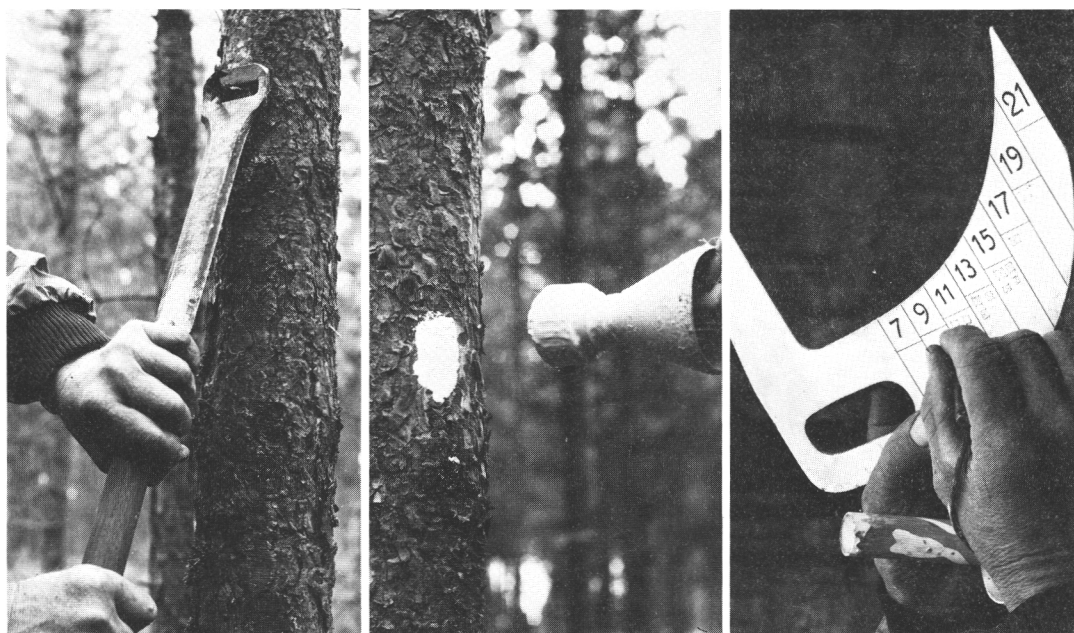
### 346. Puiden mittaus, merkintä ja rekisteröinti

Tulevaisuudessa on tärkeää, että karsitut metsiköt ja puut voidaan paikallistaa vaivattomasti ja että tuotettu laatu puu kyetään käyttämään tehokkaasti hyödyksi. Siksi täytyy karsituista puista mitata tiettyjä tunnuksia, merkitä ne pysyvästi ja huolehtia tietojen pitkäaikaisesta rekisteröinnistä ja säilytyksestä.

Puiden karsimishetken *rinnankorkeusläpimitan* mittaus antaa mahdollisuuden arvioida, mikä osa rungon läpimitasta on oksaton puuta metsikön päätehakkuehkeellä. Jos kysymyksessä on suurehko maastokuvio, saha-asetteet voidaan suunnitella niin,

että sekä sydäntavara että pintalaudat saadaan talteen niin korkealaatuisina kuin suinkin mahdollista. Jo ylimalkainen arviotietokin karsittujen puiden läpimitoista ja niiden vaihtelurajoista on arvokas siinä vaiheessa, kun päätehakkuu tapahtuu. Tieto karsittujen oksien paksuudesta liittyneenä kasvupaikan laatua koskevaan arvioon antaa mahdollisuuden päätellä, kuinka kauan oksien kyljestyminen on vienyt aikaa ja mitä se on merkinnyt oksattoman vyöhykkeen paksuudelle. Silmävarainen arvio ei aiheuta lisäkustannuksia, eikä kaulaimella tapahtuva mittauskaan tule kohtuuttoman kalliiksi, mikäli työryhmän työ organisoidaan taitavasti.

Karsittujen puiden *merkintä* tavalla tai toisella ei ole välttämätön karsintahetkellä, sillä karsitut puut erottuvat selvästi muista puista vuosikymmenen tai pari. Jossakin vaiheessa merkintä olisi kuitenkin suoritettava jo senkin vuoksi, että tunnistetaan vaivatta se peruspuusto, jota hakkuissa on suosittava. Säästetään kustannuksia, jos karsittujen puiden maalimerkintä tehdään vasta esim. vuosikymmenen kuluttua karsimisesta. Toisaalta merkintä voi tässä vaiheessa jäädä tekemättä, jos sitä ei ole tehty samanaikaisesti karsimisen kanssa. Maalaus saatetaan joutua uusimaan etenkin silloin,



Kuva 14. Pintakaarnan puhdistus, maalimerkintä ja rekisteröinti Fiskars-välinein. Valok. Stig Nordman.

kun puut karsitaan varhaisessa vaiheessa ja kun puusto on hyvin kasvuissa.

Tärkeintä on kuitenkin, että tiedot metsiköstä, sen sijainnista, karsittujen puiden lukumäärästä, koosta ja oksikkuudesta karsimishetkellä *rekisteröidään* niin, että ne ovat vielä vuosikymmenien kuluttua käytettävissä. Nykyisenä tietokoneaikana sen ei uskoisi olevan ongelma. Kortistoihin ei voi samassa määrin luottaa kuin tietokoneisiin. Mikäli taloussuunnitelmat yleistyvät, niiden avulla voidaan tieto säilyttää tuleville polville.

### 347. Karsimisen vaikutus tekniseen laatuun

Karsimisella pyritään 3—5,5 m pitkän ulkoisesti oksattoman tukin kasvattamiseen. Karsimisen merkitys riippuu siitä, kuinka paksu oksaton kerros tukin pinnassa on ja minkälaiseen tukkiin se muuten keskittyy.

Karsimisen vaikutus tekniseen laatuun riippuu

- kasvupaikan hyvydestä,
- karsittavan puun koosta,
- karsittavien oksien paksuudesta ja
- karsimisen teknisestä suorituksesta.

Karsimisen vaikutus oksattoman pintakerroksen paksuuteen on sitä suurempi mitä rampempi on *kasvupaikka*. Kasvupaikan hyvyys ratkaisee päätehakkuussa läsnä olevan puuston järeyden ja sitä kautta oksattoman pintakerroksen paksuuden. Mitä nopeammin puu kasvaa, sitä pikemmin karsittu oksa myös kyljestyy. Ellei muita näkökohtia tarvitsisi ottaa huomioon, olisi perusteltua suositella männyn kasvattamista ja siihen liittyvää karsimista nimenomaan parhailla kasvupaikoilla. Kasvupaikasta johtuu sekin, että karsiminen on tehokkainta maan eteläpuoliskossa ja että pohjoisimmassa Suomessa se tuskin tulee yleisesti kysymykseen.

*Mitä paksumpi runko* on karsimishetkellä, sitä vähemmän karsimisesta on hyötyä. Todellista huippulaatua tuotetaan, jos puuta karsitaan useassa vaiheessa japanilaiseen tapaan sitä mukaa kuin runko saavuttaa 5—6 cm:n läpimitan. Oksikas sydänpurilas jää pieneksi myös siitä syystä, että karsittavat oksat ovat ohuita. Japanin oloissa laatupuun tuotosta lisää puiden suuri järeyshakkuuhetkellä. Suomessakin olisi pyrittävä karsiminen aloittamaan siinä vaiheessa, kun valtapuiden rinnankorkeusläpimita on vielä alle 10 cm. Tällöin on mahdollista saada

myös sydäntavara oksattomaksi. Mitä kookkaampina puut karsitaan, sitä vähemmän niistä saadaan myös oksatonta pintalautaa. Äärimmäistapauksena voidaan pitää karsimista 15—17 cm:n läpimitavaiheessa. Kysymyksessä täytyy tällöin olla maan eteläosan tuoreen kankaan metsikkö, sillä vain niissä on syytä otaksua karsimisen saavan aikaan sahaustuloksen riittävän parantumisen.

Karsittavien *oksien paksuus* vaikuttaa kyljestymisaikaan. Mänty on koivun ohella hitaimmin kyljestyviä puulajeja (vrt. Nylinder 1978). Hitainta on kyljestyminen silloin, kun samassa oksakiehkurassa on useita tukkevia oksia.

Kyljestyminen on päättynyt vasta sitten, kun karsitun oksan päälle alkaa muodostua suorakuituista puuta, ts. kun kuidun suunta poikkeaa vähemmän kuin yhden millimetrin luotisuorasta (ks. Björkdahl ja Dehlén 1979). Oksa on tosin ulkoisesti peittyneenä jo aikaisemmin, onpa saatu melkoisesti oksatonta puutakin, ennen kuin kuitujen profiililinja on moitteeton. Suorakuituisen puun syntymiseen kuluu Anderssonin (1967) mukaan noin kaksi kertaa se aika, mikä tarvitaan ensiasteiseen kyljestymiseen. Anderssonin mukaan kyljestymiseen kuluu yleensä 15—20 v, jossa ajassa saadaan suorakuituista oksatonta puuta.

Heiskanen ja Taipale (1963) totesivat kuitenkin, että 19—23 vuoden jälkeen vasta runsaasti puolet karsituista oksista olivat kyljestyneet. Kyljestymisprosentti oli yli 20 mm:n oksilla selvästi pienempi kuin ohuempien oksien.

Karsimisen *tekninen suoritus* vaikuttaa olennaisesti lopputulokseen. Merkittävintä on se, kuinka läheltä runkoa oksa katkaistaan. Oksantyingän täytyy ensin ”kasvaa” puun sisään ennen kuin poikkileikkauksen varsinainen kyljestyminen voi alkaa.

Heiskasen ja Taipaleen (mt.) tutkimuksessa oksasahalla suoritettussa karsimisessa jäi keskimäärin 12 mm:n tyngä.

Oksan läpimitan merkitys oli seuraava:

oksan läpimita, mm	tyngän pituus, mm
10	11,3
20	13,3
30	15,3

Oksan tyngän ja pihkatapin yhteinen pituus, jonka jälkeen vasta virheetöntä puuta



Kuva 15. Ylipaksujen oksien karsiminen vaatii pitkän kyljestymisajan, mikä heikentää toimenpiteen kannattavuutta. Valok. Simo Hannelius.

voi syntyä, oli Heiskasen ja Taipaleen (mt.) tutkimuksessa seuraava:

oksan läpimitta, mm	tynkä mm	tappi mm	yhteensä mm
10	11,3	8,9	20,2
20	13,3	15,7	29,0
30	15,3	22,5	37,8

Kun karsitun oksan läpimitta on 20—30 mm, asetelman mukaisesti alkaa syntyä virheetöntä puuta vasta rungon läpimitan kasvettua 6—8 cm. Jos puu karsitaan esim. 15 cm:n paksuisena, virheetöntä puuta alkaisi syntyä vasta 21—23 cm:n läpimitasta

ulospäin. Kun karsimisvaiheen läpimitta on 10 cm, oksatonta puuta saadaan vasta 16—18 cm:n läpimitasta alkaen.

Karsimistyössä on pyrittävä tyngän minimoimiseen. Tämä ei voi kuitenkaan tapahtua puulle kuorivaurioita aiheuttaen. Oksa on siis katkaistava mahdollisimman läheltä pintaa niin, että rungon kuori ei kärsi vaurioita oksatyngän ympärillä.

Karsimistehtävään kannattaa valita edullisin työkalu, joka jättää lyhyen tyngän ja vauriottoman jäljen. Oksasaha ei esitettyjen tutkimustulosten valossa ole erityisen suositeltava. Toisaalta uusia työvälineitä on pyrittävä jatkuvasti kehittämään nyt käsitel-

lystä lähtökohdasta käsin.

Luotettavaa tietoa siitä, missä määrin nyky metsien teknistä laatua voidaan parantaa, ei ole käytettävissä. Hyöty riippuu tapauksen mukaan vaihdellen niistä näkökohdista, joita edellä on esitetty. Suuntaa antavia tuloksia voidaan saada eräästä koesahauksesta, joka suoritettiin Suomen Sahanomistajayhdistyksen retkeilyä varten (Suomen Sahanomistajayhdistys 1981). Aineisto on tosin tässäkin tapauksessa vähäinen (20 karsittua ja 20 karsimatonta tyvi-tukkia).

Tukit olivat peräisin Metsäntutkimuslaitoksen Punkaharjun kokeilualan metsiköstä, joka oli perustettu kylvämällä v. 1898. Metsikkö oli saanut kasvaa alkuvaiheen ylitieheänä. V. 1936, jolloin puuston valtapituus oli n. 15 m, osa valtapuista karsittiin. Kysymyksessä oli siis selvästi viivästynyt karsiminen. Toisaalta kyseinen kasvupaikka oli käenkaali-mustikkatyyppejä, mistä syystä tukit olivat sahaushetkellä suomalaisittain varsin järeitä. Paksuimpien tukkien latvaläpimitta oli 27 cm, ohuimpien 20 cm. Todettakoon lisäksi, että myös koealan karsimattomia puuta oli toistuvasti mitattu, joihinkin oli kiivettykin. Kuivat oksat olivat näin voineet irrota puista tavalla, joka ei ole käytännössä yleistettävissä. Kaiken kaikkiaan myös aineiston karsimattomat puut edustivat poikkeuksellisen hyvää laatua nykyisiin varttuneisiin metsiinkin verrattuna, puhumattakaan nykytaimikoista kehittyvistä metsistä.

Sahaustuloksen jakautuminen eri laatu-luokkiin käy ilmi seuraavasta asetelmasta.

		Karsitut %	Karsimattomat %
Sydäntavara			
63 × 150	u/s	92,6	46,0
	V	7,4	43,9
	VI	—	10,1
		100,0	100,0
Täyssärmälaudat			
19 × 150	u/s	100,0	42,7
19 × 125	V	—	49,6
19 × 100	VI	—	7,7
		100,0	100,0
Vajaasärmälaudat			
19 × 100	OKS	87,8	37,9
	PP	—	18,6
	VL	3,8	37,3
	KL	8,4	6,2
		100,0	100,0

Tieto puuston karsimishetken dimensioista on johtanut siihen, että karsimisen myöhästymisestä huolimatta myös sydäntavara oli lähes kokonaan u/s-laatua. Karsituista puista saadut täyssärmälaudat olivat poikkeuksetta tätä parasta venttilaatua.

Karsittujen ja karsimattomien runkojen laatuero paljastuu selvimmin, kun tarkaste-luun tuodaan mukaan u/s-luokan sisäinen jakauma (I—IV).

		Karsitut %	Karsimattomat %
Sydäntavara			
I		25,4	—
II		25,4	2,6
III		41,8	23,2
IV		—	20,2
V		7,4	43,9
VI		—	10,1
		100,0	100,0
Täyssärmälaudat			
I		80,9	13,1
II		10,4	2,4
III		7,2	9,1
IV		1,5	18,1
V		—	49,6
VI		—	7,7
		100,0	100,0

Suomalaisessa vientisahatavarassa on niukasti I ja II luokkaa. Kokeen karsimattomat, sinänsä hyvälaatuiset puut todistavat samaa. Karsituista puista saadusta sydäntavaraosta oli n. 51 % ja täyssärmälaudoista peräti 91 % asiantuntijoiden mielestä I ja II laatuluokkaa.

Kun u/s-laatu käsiteltiin yhtenä ryhmänä, karsittujen tukkien arvo tilavuusyksikköä kohten em. kokeessa arvioitiin 21 % korkeammaksi kuin karsimattomien. Kun u/s-laadun sisäinen jakauma otettiin laskelmas-sa huomioon, ero karsittujen ja karsimat-tomien puiden arvossa oli 37 %.

Karsiminen vaikuttaa siis tekniseen laatuun kahta tietä:

- lisäämällä sahatavaran saannon u/s-osuutta ja
- parantamalla u/s-sahatavaran sisäistä jakaumaa.

### 348. Karsimisen kannattavuus

Kannattavuuslaskelmia suoritettaessa on pakko olettaa, että karsitusta puusta saadaan sen arvoa vastaava kantohinta. Edellytyksenä siis on, että tulevaisuudessa sovelletaan puukaupoissa laatumaksutapaa. Tämä onkin todennäköistä siitä syystä, että huippulaatu käy vähä vähältä yhä harvinais-

semmäksi, ei vain Suomessa vaan kaikkialla maailmassa.

Kun karsiminen on vaihtoehto kasvutiheydelle tuotoksen teknisen laadun parantamiseen tähtäävänä toimenpiteenä, herää kysymys, mitkä ovat ensiksi mainitun kustannukset suhteessa jälkimmäiseen.

Seuraavassa esimerkissä oletetaan, että karsiminen maksaa 1-vaiheisena (25 v:n iällä, 11 m:n valtapituusvaiheessa) 1000 mk/ha. Kahdessa vaiheessa suoritettuna (15 ja 25 v:n iällä) kustannusten oletetaan olevan kummallakin kerralla 500 mk/ha. Asetelma osoittaa, kuinka suureen istutus-kustannusten lisäykseen oikeuttaa se, että karsiminen jätetään 15—25 v:n kuluttua suorittamatta.

	Korkokanta, %		
	3	4	5
	mk/ha		
1-vaiheinen karsinta (1000 mk/ha, ikä 25 v)	478	375	295
2-vaiheinen karsinta (500 mk/ha, ikä 15 ja 25 v)	560	465	388

Metsikön perustamishetken diskontatut karsimiskustannukset ovat korkoprosentin mukaan vaihdellen 300—600 mk/ha. Jos istuttaminen maksaa 1 mk/taimi ja jos edellytetään vain 3 %:n korko pääomalle, karsimiskustannuksia vastaavalla sijoituksella voidaan metsikön perustamistiheyttä lisätä 500—600 kpl/ha. Käytännössä istutustiheyden lisäys n. 2000:sta 2500:een taimen hehtaarilla vastaa niitä kustannuksia, joilla karsiminen voitaisiin suorittaa 15—25 v:n kuluttua metsikön perustamisesta.

Edellä on todettu (s. 23), ettei tämänasteinen perustamistiheyden lisäys vaikuta olennaisesti puuston tekniseen laatuun. Toisaalta vastaavalla karsimissijoituksella voidaan luoda edellytykset huippulaadun tuottamiseen. Ei ole epäilystäkään siitä, etteikö karsiminen olisi käytettävissä olevista menetelmistä tehokkain ja kannattavin keino tuotoksen teknisen laadun parantamiseksi.

Karsimisen kannattavuutta voidaan tarkastella myös siltä kannalta, kuinka suuri kustannusrasite se on tuotettua, karsitusta rungonosasta saatavaa kuutiometriä kohden. Laskelma antaa vastauksen kysymykseen, kuinka paljon enemmän karsitusta rungonosasta olisi saatava kantohintaa tilavuusyksikköä kohden, jotta kustannuksille saataisiin haluttu korko.

Seuraavassa laskelmassa, joka edellyttää 1-vaiheista karsintaa, on käytetty varovaisia perusteita Vuokilan ja Väliahon (1980) taulukkojulkaisuun perustuen. Karsituiksi on oletettu 400 runkoa hehtaaria kohden. Karsituista 5,5 m:n pituisista tyvitukeista on arvioitu saatavan 110 m<sup>3</sup>/ha korkealaatuista puuta, mikä vastaa puolukkatyyppillä (H<sub>100</sub> = 24 m) odotettavissa olevaa saantoa. Kyseisen tyvitukin osuus on arvioitu 45 %:ksi rungon koko tilavuudesta.

Karsimiskustannukset tuotettua laatupuukuutiometriä kohden ovat näillä perusteilla arvioiden kiertoajan päättyessä seuraavat:

Karsimis-kustannukset mk/ha	3	Korkoprosentti	
		4	5
		mk/ha	
		Sijoitusaika 30 v	
600	13	18	24
800	18	24	31
1000	22	29	39
		Sijoitusaika 40 v	
600	18	26	38
800	24	35	51
1000	30	44	64
		Sijoitusaika 50 v	
600	24	39	62
800	32	51	83
1000	40	65	104

Korkovaatimus vaikuttaa merkittävästi kiertoajan lopussa karsimisesta aiheutuvaan kustannusrasitteeseen. Korkovaatimuksen ollessa 5 % rasite on 2—3-kertainen 3 %:n tasolla suoritettuun laskentatulokseen verrattuna. Todettakoon, että kysymyksessä on reaalkorko ilman inflaatiota.

Karsimisen kannattavuus on voimakkaasti riippuvainen sijoitusajasta. Jos sijoitusaika on 30 v, kustannusrasite on 13—39 mk/m<sup>3</sup> kiertoajan lopussa. Sijoitusajan ollessa 50 v kustannuslisä on 24—104 mk/m<sup>3</sup>.

On mahdotonta tietää, minkälaisia kantohintoja karsituista tukeista maksetaan tulevaisuudessa. Jos tukkien todellinen arvo otetaan huomioon, tuskin on epäilystä siitä, etteikö sijoitukselle saattaisi vielä ainakin 40 v:n kuluttua 5 %:n reaalkorko. Heiskanen ja Taipale (1963) ovat joka tapauksessa todenneet karsimisen olevan hyvin kannattava toimenpide MT:n ja todennäköisesti kannattava myös VT:n männikoissä. Jos karsituista puista saadaan niiden todellista arvoa vastaava hinta, karsimiseen sijoitetulle pääomalle saadaan heidän mukaansa

aina 5 %:n, eräissä tapauksissa 10 %:n korko. Vuokila (1968) on vastaaviin, vaikkakin toisenlaisin perustein suoritettuihin laskelmiin nojautuen päätellyt, että männyn karsimiseen sijoitetulle pääomalle saadaan VT:llä 6 %:n, MT:llä 7 %:n ja OMT:llä 8 %:n korko. Kärkkäinen (1982) on puolestaan todennut karsimisinvestoinnin sisäisen koron olleen sahausajankohdan kustannuksilla laskien 5—6 %. Kysymys on näissä tutkimuksissa ollut tosin lähinnä luonnonmetsiköiden karsimisen kannattavuudesta. Karsittava puusto on ollut selvästi toisenlainen kuin istutusmetsiköissä. Ruotsalaisen Walfridssonin (1978) mukaan työkuksille saataisiin peräti 16 %:n nimellis- ja 11 %:n reaalkorko.

Kaiken kaikkiaan voidaan arvioida, että jos karsitusta puusta maksetaan sen arvoa vastaava kantohinta, karsiminen on metsätalouden sijoituksista kannattavimpia, ellei peräti kannattavin. Liiketaloudellisen edun lisäksi tulee suuria kansantaloudellisia vaikutuksia, joita voidaan nykyhetkellä vain arvailla.

### 349. Valtakunnallinen karsimistarve

Vähimmäistavoitteena voitaneen pitää sitä, että sahateollisuus kykenisi tulevaisuudessa viemään saman määrän kuin tähänkin asti, 1,0 milj. m<sup>3</sup>/v, u/s-luokan mäntysahatavaraa (ks. Vuokila 1980b) ja lisäksi tyydyttämään kotimaisen kysynnän. Vientin osalta — edellyttäen, että se u/s-laadun osalta perustuisi kokonaan karsittuihin metsiköihin — saadaan puolukkatyyppin tuotostietoja käyttäen seuraava laskelma:

Tavoite	1 milj. m <sup>3</sup> /v mäntysahatavaraa
Tarvittava raaka-puumäärä	2,2 milj. m <sup>3</sup> /v 5,5 m:n tyvitukkeja kuorineen
Tyvitukkien tilavuus päätehakuissa	110 m <sup>3</sup> /ha kuorineen
Karsimistarve	20 000 ha/v

Laskelma edellyttää oikea-aikaista karsintaa, jonka seurauksena sahatavaran saanto on kokonaisuudessaan u/s-laatua.

Vaikka laatu on heikkenemään päin, on selvää, että myös muista kuin karsituista metsiköistä kertyy u/s-laatua, vaikkakin lähinnä III ja IV laatuluokkaa. Ehdottomana vähimmäistavoitteena voitaneen tulevaisuudessa pitää 10 000—20 000 ha:n pinta-alalla vuosittain suoritettavaa männyn karsi-

mista. Alarajaa noudattava toiminta saattaa riittää männyn u/s-laadun tähänastisen tuotoksen säilyttämiseen. Ylärajan saavuttaminen merkinnee selvää parannusta nykytilanteeseen, jos karsiminen toteutetaan tarkoituksenmukaisesti. Ainakin vientisahataran keskimääräinen laatu paranee.

Lähtien em. pinta-alan arvioista saadaan seuraava karsimisen vuotuiskestannuksia koskeva laskelma:

Karsittava pinta-ala	10 000—20 000 ha
Karsimiskustannukset	1000 mk/ha
Kokonaisinvestointi	10—20 milj. mk/v

Koko summaa ei luonnollisestikaan tarvita varsinaisena sijoituksena, koska metsänomistajat voivat osallistua toimintaan omalla työpanoksellaan.

Yksi mies karsii hehtaarin puuston (400—500 kpl/ha) suunnilleen viikossa. Jos karsimassa on koko valtakunnassa 1000 miestä, vaadittu työaika tavoitteen saavuttamiseksi on 10—20 viikkoa (2,5—5 kk) miestä kohden. Esitetty valtakunnallinen karsimistavoite voidaan siis saavuttaa työllistämällä esim. 1000 nuorta kesäkuukausiksi. Metsänparannusvarojen lisäksi tehtävään olisi mitä todennäköisimmin saatavissa myös työllisyysvaroja.

### 35. Taimiaineksen valinta metsänviljelyssä

Taimimateriaalin valinta tulee sitä tärkeämmäksi, mitä pidemmälle metsänjalostus etenee omalla sektorillaan ja mitä enemmän sen tulokset alkavat vaikuttaa taimitarhojen toimittamiin taimiin. On syytä toistaa edellä esitetty suositus: aina on käytettävä rodullisesti parasta materiaalia.

Herää kuitenkin kysymys, millä perusteella taimiaineuksen hyvyttä on arvioitava. Toistaiseksi metsänjalostus on keskittynyt paljolta nopeakasvuisten puiden kehittämiseen, ja tekninen laatu on jäänyt taustalle, jos kohta sitä ei ole unohtettuakaan.

Käytännössä tämä merkitsee sitä, että istutettavat taimet ovat taimituotannon kookkaimpia yksilöitä. Suurta kokoa seuraa normaalisti tukevaoksaisuus. Kun istutettaviksi valitaan taimet lähinnä tällä perusteella, lopputulos ei ole varmastikaan teknisen laadun kehityksen kannalta paras mahdollinen.



Kuva 16. Taimien varhaisella valinnalla on merkitystä teknisen laadun kehitykselle. Tämä koskee kaikkia puulajeja. Valok. Simo Hannelius.

Olisi kiireisesti selvitettävä taimien valinnan perusteet laatukasvatusta silmällä pitäen. Heikoimmat taimet eivät luonnollisesti voi tulla kysymykseen, mutta varmuutta ei ole myöskään siitä, että juuri kookkaimmat taimet olisivat edullisimpia. Kysymys on siitä samasta harkinnasta, jota koske-

teltiin edellä taimikon harvennuksen ja ensiharvennuksen yhteydessä. Tuolloin poistettaviksi esitetyt järeimmät, mutta heikkolaa-tuisimmat yksilöt ovat kenties kehittyneet niistä taimista, jotka on taimitarhalla luokiteltu kookkaimmiksi ja elinvoimaisimiksi.

#### 4. MUUT KEINOT LAATUPUUN TUOTOKSEN EDISTÄMISEKSI

##### 41. Vaurioton puunkorjuu

Puunkorjuun koneistumisen myötä puun-tuotoksen teknistä laatua heikentävät vauriot ovat lisääntyneet voimakkaasti. Korjuu aiheuttaa vaurioita

- jäljelle jäävässä puustossa ja
- korjattavassa puutavarassa.

*Jäljelle jäävän puuston* vaurioituminen on pitkällä tähtäyksellä vaarallisinta. Mitä varhaisemmassa kehitysvaiheessa puustoa vaurioitetaan, sitä suurempi on laatupuun



Kuva 17. Rodunjalostuksen suuresta merkityksestä ei voida olla eri mieltä. Ongelmana on lähinnä se, miten saada jalostuksella saavutettava hyöty käytännön mittakaavassa näkyväksi. Kuvassa rotupuu E 1101:n jälkeläistöä Vesijaolta (vrt. kuva 7). Valok. Simo Hannelius.

tuotoksen menetyks.

Pystypuiden vaurioilla on useanlaisia kielteisiä vaikutuksia. Juuristovauriot, joita syntyy korjuukoneiden liikkeessä juuriston päällä ja upotessa maahan, aiheuttavat männynllä lähinnä kasvukyvyyn heikkenemistä. Kun kasvu heikkenee merkittävästi, seurausena voi olla puun valta-aseman menetyks, eikä puusta näin ollen kehity tukkipuuta tuottavaa yksilöä. Kuusen kysymyksessä ollen juuristovaurio aiheuttaa kasvutappion ohella lähes poikkeuksetta lahovian, joka verraten nopeasti tuhoaa rungon arvokkaimman osan, tyvitukin, ja täten vähentää tukkipuun kertymää (ks. Isomäki ja Kal-

lio 1974). Myös koivun juuristovaurio johtaa yleensä lahovikaisuuteen. Vain männyn torjuntamekanismi on riittävän tehokas estämään juuristovauriosta aiheutuvan lahovian.

Sahapuun tuotoksen laadun kannalta vakavia ovat myös runkovauriot, jotka kohdistuvat poikkeuksetta tyvitukkiin. Kuusta ja koivua on tässäkin tapauksessa uhkaamassa lahovikaisuus, mutta mänty säästyy siltä vakavankin runkovaurion jälkeen. Runkovaurio merkitsee kuitenkin männynlläkin aina laadun heikkenemistä. Vaikka kuori- ja pintavauriot aikaa myöten peittyisivätkin, niistä jää pysyvästi koro, joka puun

hyödyntämishetkellä voi olla apteerausteknisesti liian vaikea eliminoidavaksi. Koron vuoksi menee laatupuuta aina hukkaan, vaikka tyvitukin laatu ei siitä kokonaan turmeltuisikaan.

Korjuuvaurioiden välttämiseksi Vuokila (1980, s. 209—212) on esittänyt seuraavia keinoja:

- korjuukoneen huolellinen valinta,
- ajourien minimointi,
- vaurioiden syntymiselle epäedulliset luonnonolosuhteet,
- korjuuhenkilökunnan koulutus ja
- työn valvonta.

Korjuukoneen toimintaperiaatteella on enemmän merkitystä kuin sen koolla. Edullisimmalta perusratkaisulta näyttää liukupuomilla tai vastaavalla periaatteella ajourilta käsin toimiva korjuukone. Mikäli juuristovaurioita syntyy, ne rajoittuvat ajourien reunapuihin. Epäilyttävien on harvesterityyppinen kone, jonka on mentävä jokaisen poistettavan puun luo ja joka joutuu siksi liikkumaan kaikkialla kasvatettavan puuston keskellä. Ensiharvennuksessa olisi sen metsänhoidollisen luonteen vuoksi sovellettava ihmistyövaltaisempia korjuumenetelmiä kuin myöhemmissä harvennuksissa.

Juuristovaurioita voidaan vähentää käyttämällä sellaisia korjuuratkaisuja, joissa mahdollisimman harvat puut joutuvat koneiden välittömään läheisyyteen. Ajourien määrä on siksi minimoitava, ts. niitä on avattava mahdollisimman harvaan. Suomessa yleisesti suositeltua 30 m:n ajouraväliä on pidettävä hyvänä kompromissiratkaisuna. Käytännössä sitä ei saisi alittaa.

Puunkorjuu on turvallisin, jos se suoritetaan talvella tai ainakin maan ollessa roudassa. Mikäli vaurioita syntyy, ne ovat pinnallisia ja lieviä. Vaurioiden syntymiselle otollisimmat olosuhteet ovat kelirikon aikana. Etenkään kuusikoiden ja koivikoiden korjuuta ei tulisi milloinkaan suorittaa pahimpaan kelirikko aikaan. Korjuuvaurioita voidaan vähentää myös suojaamalla juuristo ajourille kasatuilla hakkuutahteilla. Kelirikko aikana ei täten kuitenkaan saada riittävää juuristosuojaa.

Kasvatusemetsiköissä työskentelevällä henkilöllä tulee olla myönteinen asenne luontoon. Hänellä on oltava myös tietoa siitä, mitä vauriot merkitsevät luonnolle kokonaisuudessaan ja kasvatettavalle puustolle erityisesti. Vaurioiden torjumisessa korjuuhen-

kilökunnan asenne- ja tietopuolisella koulutuksella on keskeinen asema. Toisaalta on selvää, että huolellisesta työstä on maksettava kohtuullinen korvaus. Huolellisen korjuun taksalisä on metsänomistajalle ja koko kansantaloudelle kannattava sijoitus.

On inhimillistä, että jos työtä ei valvota, se saatetaan tehdä huolimattomasti. Työn ”jäljen” jatkuva seuranta ja välitön virheisiin puuttuminen ovat huolellisen, vauriotoman korjuun perusedellytys. Ellei valvontaa ole, ei ole myöskään vauriotonta korjuuta.

Paitsi jäljelle jäävää puustoa koneet vaurioittavat myös *korjattavaa puutavaraa*. Mekaanisia korjuuvaurioita aiheuttavat koneistetussa työssä karsintaterien ruhjomat ja viillot sekä piikki- ja ripasrullasyötössä lisäksi syöttöelinten jäljet (ks. Mäkelä ja Pennanen 1980a).

Vauriot lisäävät sahatavaran vajasärmäisyyttä ja lyhentävät pintalautoja. Sydäntavaraan piikinjaljet ulottuvat vain mutkaisissa tukeissa, eikä niillä ole merkitystä. Harvesterimenetelmässä kaatolaite voi aiheuttaa ruhjoumia.

Tukkien mekaaniset korjuuvauriot ovat suurimmat piikkirullakoneita käytettäessä. Mäkelän ja Pennanen (1980a) mukaan tukkien sahausarvon väheneminen on tällöin keskimäärin 1,2 %. Pienien tukkien arvon vähennys on suurempi kuin kookkaiden. Piikkirullien aiheuttamaksi tappioksi em. tutkijat saivat 6 mk/sahatavara-m<sup>3</sup>, vajaat 3 mk/tukki-m<sup>3</sup> ja kuitupuu mukaan lukien 2 mk/m<sup>3</sup>. Todettakoon kuitenkin, että ruotsalaisten tutkimusten mukaan (ks. Pennanen 1980) piikkirullakoneilla karsittujen tukkien arvonmenetyks on n. 5 % (10—15 mk/tukki-m<sup>3</sup>), kun piikkien uppouma on 6—10 mm. Mäkelä ja Pennanen (1980a) toteavat kuitenkin, että piikkirullat eivät todennäköisesti vaikuttaisi sahatavaran arvoon, jos niiden uppouma olisi enintään 5 mm. Kumirullien käytön edullisuutta he eivät pidä itsestään selvänä (Mäkelä ja Pennanen 1980b).

Piikkirullien jäljet nopeuttavat varastoinnissa tapahtuvaa sinistymistä. Pahimpaan aikaan, syyskesällä, piikkirullakoneilla karsittujen tukkien sinistymistappio oli ruotsalaisten tutkimusten mukaan 1—4 % (ks. Mäkelä ja Pennanen 1980b) suuremmat kuin moottorisahalla karsittujen.

Pitkäaikainen varastointi heikentää tuk-



Kuva 18. Vaatimatonkin runkovaurio heikentää puun laatua pysyvästi. Vakavan vaurion kyljestäminen ei onnistu puulta ehkä lainkaan. Valok. Simo Hannelius.

kien arvoa. Metsäntutkimuslaitoksen selvityksessä (ks. Pullinen 1980) tukkien kesävarastoinnissa todettiin kahdessa viikossa 1 %:n, neljässä viikossa 3 %:n, kuudessa viikossa 6 %:n ja koko kesän aikana 23 %:n arvotappio. Pitkäaikainen kesävarastoiminenkin liittyy puunkorjuun koneistamisen yleistymiseen.

#### 42. Laatupuun käytön tehostaminen

Puusta ei ole Suomessa koskaan ollut todellista pulaa. Siitä on osoituksena metsävarojen voimakas lisääntyminen. Sodan jälkeisistä alueluovutuksista huolimatta Suomen metsien puuvarat ovat suuremmat kuin koskaan ennen itsenäisyyden aikana.

Metsävarojen runsaudesta johtuneet, ettei

Suomessa ole totuttu säästämään raakapuuta. Korkealaatuista tukkipuutakin on ollut niin runsaasti tarjolla, ettei sen säästämisen ajatus ole noussut vielä vakavassa mielessä esiin.

Kun korkealaatuisen järeän raakapuun tarjonta alkaa ennen pitkää vähentyä, olisi paikallaan tuotannon kohottamiseen tähtävien toimenpiteiden ohella hyvissä ajoissa tutkia, missä määrin laatupuun hyväksikäyttöä voitaisiin tehostaa. Millä tavalla voitaisiin välttää korkealaatuisen tukkipuun suoranainen tuhlaus?

Tuhlausta tapahtuu metsä- ja puutalouden kaikilla sektoreilla. Haaskausta on omiaan lisäämään se, että puun tuotannon ja sen käytön keskinäinen koordinointi puuttuu.

Laatupuun tuotannon ja sen käytön te-

hostamiseksi olisi tarpeen koko metsä- ja puutalouden käsittävä yleissuunnittelu, missä pyrittäisiin koordinoimaan tavoitteet ja menetelmät

- metsänkasvatuksessa,
- puukaupassa,
- puun korjuussa,
- puun kuljetuksessa,
- sahateollisuudessa ja
- puun hyväksikäytössä (etenkin rakennusteollisuudessa).

*Metsänkasvatuksessa* on Suomessa pyritty noudattamaan ns. luonnonmukaista metsien käsittelyä, biologista metsänhoitoa. Vaikka metsänkasvatuksen kentässä on etenkin MERA-kauden ansiosta tapahtunut huomattava asenteen muutos, puuntuotannollisen tavoitteen asettelu on 1980-luvulla yhä lyhytjänteistä ja hapuilevaa. Metsäpinta-alan pirstoutuminen sadoiksi tuhansiksi pienyksiköiksi on vaikuttanut osaltaan siihen, ettei metsänomistajilla ole yleensä metsänkasvatuksessaan selvää tavoitetta. Lyhyen aikavälin kantohinta- ja menekkitrendit säätelevät herkästi omistajien päätöksentekoa. Tekninen laatu ei ole tähän mennessä ollut tavoitteissa näkyvästi esillä. Näin ollen laatu puuta varmasti käytetään ja myydään tarkoituksiin, missä sitä ei tosiasiaa tarvita. Laatu puun käytön tehostaminen on selvästikin aloitettava alkutuotannosta asti.

*Puukaupassa* sovellettavat hinnoitteluperiaatteet ovat laatu puun arvostamisen ja tehostetun hyväksikäytön kannalta ratkaisevia. Kun raakapuun tekninen laatu vaikuttaa vain vähän tai ei lainkaan puutavarasta saatuun kantohintaan, on ymmärrettävää, ettei se myyjätaholla houkuttele ainakaan investointeja aiheuttaviin toimenpiteisiin. Kun puutavaraa kyetään ostamaan laadusta piittaamatta eräänlaiseen keskihintaan, on yhtä ymmärrettävää, ettei myöskään ostajataholla laatu puun säästämiseen kiinnitetä huomiota. Vasta jos puusta maksetaan sen todellisen arvon mukainen kantohinta, laatu alkaa herättää mielenkiintoa sekä myyjä- että ostajaportaassa. Myyjien taholla se johtaa laadun arvostamiseen tuotannollisena tavoitteena ja ostajien taholla laatu puun tehostettuun hyväksikäyttöön. Ns. *laatumaksutapa* on ehdoton edellytys metsänkasvatuksen tavoitteenasettelun suuntaamiseksi laatua suosivaan suuntaan ja puun käytön tehostamiseksi niin, että raakapuu ohjautuu laadun huomioon ottaen mahdollisimman arvokkaaseen käyttöön. Ilman

laatumaksutavan omaksumista yritykset tehostaa laatu puun tuotantoa ja käyttöä epäonnistuvat. Suuristakin vaikeuksista huolimatta laatumaksutapaan olisi kaikin keinoin pyrittävä. Kysymyksessä on metsänomistajan, metsäteollisuuden ja koko kansakunnan pitkän tähtäyksen etu.

*Puunkorjuun* koneistuminen, etenkin siirtyminen ns. monitoimikoneisiin aiheuttaa nykyisellään tiettyjä määrällisiä ja laadullisia tuotostappioita. Niihin ovat syynä tukki-osan epätarkempi käyttö, tukkien suurempi vikaisuus ja leimauksen vaikeampi noudattaminen (Eskelinen ja Pennanen 1980). Tähänastisissa tutkimuksissa on tosin todettu, että mäntyleimikoissa monitoimikonein saatavan puutavaran jalostusarvo olisi vain 2—3 mk/m<sup>3</sup> pienempi kuin moottorisahalla suoritettussa hakkuussa kertyvän (Eskelinen ja Pennanen 1979). Männyn apteerauksessa harvesterit (Pika 75) ovat antaneet paremman tuloksen kuin prosessorit. Kuusen apteerauksessa tulos on ollut tyvilahon vuoksi päinvastainen. Kahiluodon (1980) mukaan korjuukoneiden työstöjäljessä, mittatarkkuudessa ja apteerauksessa on selviä puutteita, mutta laitekehittely on kuitenkin hyvässä menossa, ja muutamien vuosien sisällä koneapteeraus ohittaa miestyön tason. Kahiluoto (1980) toteaa lisäksi, että ”metsäpäällä” ei ole ylivoimaisia vaikeuksia hankkia sahapuu hyvälaatuisena tehtaalle, ja että laadun hallinnasta aiheutuvat lisäkustannukset eivät normaalisti ole suuremmat kuin muutama prosentti kantohinnasta. Tarkoituksenmukaisempi apteeraaminen on mahdollista vain jatkuvalla koulutuksella, työn opastuksella ja tehokkaalla työn valvonnalla.

Koneellinen apteeraus ei ole kuitenkaan puunkorjuun suurin ongelma, kun ajatellaan laatu puun tehokasta hyväksikäyttöä. Kohtuutonta raakapuun haaskausta aiheuttaa se, että maastossa tapahtuva apteeraus — olipa se sitten manuaaliseen mittaukseen tai koneelliseen katkontaan nojautuva — tapahtuu täysin riippumatta kyseisen puutavaran käytöstä. Tätä ongelmaa tuskin voidaan ratkaista muuten kuin siirtymällä sahapuiden runkoinahankintaan (Salminen 1979, 1980). Sahapuut siis kuljetetaan runkoina sahalaitokselle asti, missä rungot katketaan erityisessä katkontalaitoksessa, terminaalissa. Menetelmän etuja ovat Salmisen (mt.) mukaan:



Kuva 19. Tukkien summittainen katkominen aiheuttaa korjuuvaiheessa laatupuun tuhlausta. Valok. Simo Hannelius.

- puuraaka-aineen tarkka hyväksikäyttö,
- parantunut mittaustarkkuus,
- erikoistavaralajien saanti,
- automatisointimahdollisuuksien paraneminen,
- hakkuutyövoiman tarpeen väheneminen,
- metsässä tarvittavien koneiden yksinkertaistuminen ja halpeneminen.

Haittoja ovat varastotilatarpeen kasvu, autokuljetuksen vaikeutuminen ja kallistuminen, uittokuljetusten vaikeutuminen sekä laho- ym. vikaisten puiden käsittelyn kallistuminen. Jotta runkoinahankinta olisi kannattavaa, pitäisi jalostuslaitoksella saada sen aiheuttamia lisäkustannuksia vastaava kustannussäästö tai hyöty, 10—20 mk/m<sup>3</sup>. Salmisen (1980) mukaan sahapuiden runkoinahankinta ei ole Suomessa nykyään yleisratkaisu, vaan se soveltuu käytettäväksi vain erikoistapauksissa tavaralajimenetelmän täydennyksenä.

Pitkällä tähtäyksellä vähittäinen siirtyminen tavaralajimenetelmästä kokopuun korjuuseen olisi joka tapauksessa erityisesti

korkealaatuisen järeän arvopuun kysymyksessä ollen hyvin perusteltua. Vaadittu 10—20 mk:n lisätuotto on jäljempänä esitettävien ruotsalaisten laskelmien (Saarman 1981) mukaan helposti saavutettavissa.

Kokopuun hankinnan pääesteenä lienevät katkontalaitoksen vaatimat investoinnit. Salmisen (1980) mukaan vuosituotokseltaan noin 50 000 m<sup>3</sup>:n terminaalin perustaminen maksaa vähintään 2,4 milj. mk. Kokopuun korjuussa saavutetaan ehkä pieni (5 mk/m<sup>3</sup>) kustannussäästö verrattuna tavaralajivaihtoehtoon. *Kuljetuskustannukset* ovat molemmissa tapauksissa puoliperävaunuautoa käytettäessä likimain samansuuruiset. Tämä päätelmä edellyttää, että rungot on kuormattu tyvet ja latvat sekaisin tasaiseksi kuormaksi. Sitä vastoin kokorunkojen uitto on teknisesti hankala ja ilmeisesti taloudellisestikin perustelematon. Kaiken kaikkiaan on kuitenkin todettava, ettei kokopuun hankinnan omaksuminen ole lähi- tai

kaukokuljetuksesta kiinni, kuten usein on oletettu.

Koordinoinnin puutteen vaikutukset näkyvät hukkalukemina *sahateollisuuden* saannossa ja lopulta sahatavaran *hyväksikäytössä*, etenkin rakennusteollisuudessa. Saarman (1981) on esittänyt laskelman siitä, minkälaisiin hukkaprosentteihin on Ruotsissa päädytty koordinoinnin puutteen vuoksi. Tutkimuksessa, joka koski tukin ja lopputuotteen pituuden sovelluttamisongelmaa, on esitetty seuraavia hukkalukuja:

- 1) Valmiiden tuotteiden mukainen tukin pituuden määrittely — hukka 6 %.
- 2) Vapaa katkaisu metsässä. Valmiin tuotteen mukainen sahatun puutavaran pituuden määrittäminen sahalaitekossa — hukka 8—14 %.
- 3) Vapaa katkaisu metsässä. Lankeavana pituutena sahalaitekosta asiakkaalle. Asiakkaan luona tapahtuva pituuden määrittäminen — hukka 8—25 %.

Parhaimmassakin tapauksessa sahapuusta menee 6—8 % hukkaan. Äärimmäistapauksessa hukka voi olla Saarmanin (mt.) mukaan peräti 25 %. Salanterä (1982) on arvioinut, että Suomessa voi hukkaprosentti nousta jopa 30:een.

On varmaa, että suunnittelulla, joka kytkee alkutuotannon ja lopputuotteen kaikkine välivaiheineen kiinteästi yhteen, voidaan saavuttaa merkittävää hyötyä kaikille asianosaisille ja koko kansantaloudelle. Koordinointi edellyttää jatkuvaa markkina-analyysiä ja sen tulosten nopeaa soveltamista metsä- ja puutalouden kaikilla sektoreilla. Erittäin laatuun jatkuvan huollon kannalta tämä koordinointi on tulevaisuudessa entistä tärkeämpää.

### 43. Kiertoajan pidentäminen ja päätelannoitus

Tukkipuun tuotos keskittyy kiertoajan jälkimmäiseen puoliskoon. Mitä vanhemmaksi metsikkö tulee, sitä arvokkaampaa sen tukkipuusto on tilavuusyksikköä kohden. Yksikköarvon nousu johtuu paitsi puuston järeytymisestä myös siitä, että ok-sattoman tai vähäoksaisen puun osuus lisääntyy. Kiertoajan loppuvaiheessa runkotilavuuden kasvu on lähes kokonaisuudessaan järeintä tukkipuuta ja kysymyksessä olevassa metsikössä sen paraslaatusinta. Erittäin arvokasta kiertoajan loppuvaiheen tuotoksen lisäys on karsituissa metsiköissä.

Vuokilan ja Väliahon (1980) viljelymetsiköiden kasvatustalouksia esittelevän tutkimuksen mukaan kiertoajan tukkipuun tuo-

tos lisääntyy Etelä-Suomen MT:n ja VT:n männiköissä n. 20 %, jos kiertoaikaa jatketaan 10 vuotta nykyisten ohjekeskiläpimitöiden (ks. Etelä-Suomen ... 1981) saavuttamisen jälkeen. Puiden keskiläpimitä lisäänty samanaikaisesti 2—3 cm, ts. puiden pintaan syntyy 1—1,5 cm paksu mahdollisimman korkealaatuinen puuvaippa. Vaikka vuotuinen tukkipuun tuotos on keskimäärin vain 2 %, arvokasvuprosentti on epäilemättä tätä selvästi korkeampi, jos järetyminen ja laadun paraneminen otetaan täysimääräisesti huomioon.

Kiertoajan pituus on tietenkin lähinnä liikeloudellinen päätös. Laadun näkökulmasta katsottuna tulisi puustoa järeyttää nykyistä enemmän, ts. pidentää kiertoaikaa esim. 10 vuodella. Näin saataisiin luonnonmetsistä entistä laadukkaampaa ja arvokkaampaa puuta. Kiertoajan suunnitelmallinen pidentäminen saattaisi olla perusteltua valmistautumista myös siihen vaiheeseen 2000-luvun parina ensimmäisenä vuosikymmenenä, jolloin vanhojen luonnonmetsien vähenemisen vuoksi tukkipuun yleinen niukkuus on edessä.

Pitkällä tähtäyksellä kiertoajat voivat nykyisistä jonkin verran lyhentyä, ja siitä huolimatta päätehakuussa läsnä olevan puuston keskiläpimitä on nykyisiä ohjevoja suurempi. Vuokila (1980a) on todennut, että puustoa taimikkovaiheesta alkaen voimakkain käsittelyin kasvattamalla nykyiset ohjekeskiläpimitat saavutetaan kuusikoissa 15—20 vuotta lyhyemmässä ajassa kuin vanhoissa luonnonmetsissä. Männiköissä vastaava nopeutuminen lienee 10—15 v. Kiertoaikaa voidaan siis nykyisestä lyhentääkin 5—10 v, ja siitä huolimatta saavutetaan edellä esitettyä vastaava lisäjäreytymisen. Tämä vaihe tulee kuitenkin eteen vasta pitkällä 2000-luvun puolella sitä mukaa kuin 1960-luvulta alkaen perustetut taimikot saavuttavat hakkuukypsyden.

Kiertoajan pidentämisen vaihtoehtona on päätelannoitus. Noin vuosikymmenen ennen päätehakuutta tapahtuva lannoitus järeyttää puustoa voimakkaasti, lisää korkealaatuisimman puun tuotantoa ja tekee kiertoajan pidentämisen tarpeettomaksi. Lannoituksesta aiheutuva lustojen leveneminen ei vaikuta kielteisesti puun lujuusominaisuuksiin. Päätelannoitus on kaiken kaikkiaan sekä liike- että kansantaloudellisesti erittäin kannattava sijoitus.



Kuva 20. Päätehakkuun lähestyessä on paikallaan harkita kiertoajan pidentämistä tai päätelannoitusta. Valok. Simo Hannelius.

#### 44. Ojitusalueiden kunnossapito ja suopuustojen hoito

Suomessa on kuivatettu vuoden 1981 loppuun mennessä noin 5,3—5,4 milj. ha soita metsänkasvatustarkoituksessa. Paavilainen ja Tiihonen (1981) ovat arvioineet, että näin on saavutettu tähän mennessä n. 7 milj. m<sup>3</sup>:n vuotuisen tilavuuskasvun lisäys. Ojitetuilla soilla on kehittymässä suuria lupauksia antava puusto, joka kaiken lisäksi on silmävaraisesti tarkastellen teknisesti parempilaatuista kuin kangasmaiden vastaavat puustot.

Uudisojituksen pinta-ala on ollut koko 1970-luvun ajan pienenevä. Suometalou-

dessa on tultu vaiheeseen, jolloin tärkeintä olisi entisten saavutusten turvaaminen, ojitusalueiden kunnossapito ja kuivatustehon parantaminen sekä suopuustojen tehokas hoito (ks. Heikurainen 1982).

Ojitusalueiden kunnossapito on kuitenkin jäänyt toistaiseksi uudisojituksen varjoon. Kun esim. v. 1980 uusia ojia kaivettiin yhä 32 500 km (kuivuva ala 113 400 ha), täydennysojia avattiin vain 3 600 km ja vanhoja ojia perattiin 5 700 km. Nimenomaan perkaustoiminnan vähäisyydessä piilee vaara, että lupaavaan nousuun päässyt kasvu kääntyy ajan pitkään taantuvaksi.

Ojitetuille soille on syntynyt vireä uusi puusukupolvi. Se on saanut toistaiseksi ke-



Kuva 21. Ojitusalueet ovat yleensä jääneet hoitamatta, kuten Hartolassa valokuvattu ojitettu räme osoittaa. Viime sodan jälkeen perustettujen, etenkin MERA-ohjelman pohjalta syntyneiden nuorten puustojen hoito on myös teknisen laadun kehityksen kannalta tärkeää. Valok. Simo Hannelius.

hittyä likimain hoitamatta. Kuivatukseen sijoitetut kustannukset ovat tehottomia, ellei lisääntyvää kasvua saada keskitetyksi parasuottoisiin puuyksilöihin. Suomensien puuston järkipäiväinen hoito on myös laatuun saannin kannalta 2000-lukua ajatellen erit-

täin tärkeä tehtävä. Kysymyksessä ovat laajat pinta-alat, mutta vastaavan suuruisia ovat myös menetykset tai saavutukset riippuen siitä, missä määrin suopuuston hoito toteutetaan tai laiminlyödään.

## 5. TIIVISTELMÄ

Kuusen laadun kehitys on yleensä ongelmaton. Laatuongelmia on lähinnä männylä, vähäisemmässä määrin rauduskoivulla. Männyn tuotoksen laatuun, etenkin oksaisuuteen, vaikuttavat metsänkasvatuksen toimenpiteketjun kaikki vaiheet. Puuston laatuun on kiinnitettävä kuitenkin korostettua huomiota metsikön ns. hoitovaiheessa (ks. Vuokila 1980a, s. 185).

Laatukasvatuksen yleisohjeet ovat seuraavat.

1. Metsikkö on uudistettava — milloin mahdollista — luontaisesti.
2. Metsänviljelytavoista kylvö on sille sopivilla kasvupaikoilla istutusta suositeltavampi.
3. Metsänviljelyssä on käytettävä rodullisesti parasta siemen- tai taimimateriaalia.
4. Istutettavan taimimateriaalin valinnassa taimitarhalla on nopeakasvuisuuden ohella kiinnitettävä huomiota taimien laadullisiin ominaisuuksiin. Mahdollisten susipuiden etsintä on pantava alulle jo metsikköä perustettaessa.
5. Mänty voidaan istuttaa vain sen luontaisille kasvupaikoille. Parhaat kasvupaikat (lehdot, lehtomaiset kankaat ja pellot) on metsitettävä kuusella, rauduskoivulla tai lehtikuusella.
6. Taimikon varhaistiheyden on oltava mahdollisimman suuri.
7. Kylvö- ja luonnontaimikon ainutkertainen harvennus on suoritettava mahdollisimman myöhään, esim. 4—5 m:n pituusvaiheessa. Milloin mahdollista, luonnontaimikon harventaminen kahdessa vaiheessa on suositeltavaa. Taimikoiden nykyiset harvennusohjeet (n. 2000—1600 kpl/ha harvennuksen jälkeen) ovat viime vaiheessa edelleen paikallaan. Harvennuksessa on ns. susitaimet poistettava taimikkoa kuitenkin kaavamaisesti tasamatta.
8. Perkausta ei ole kiirehdittävä liiaksi, vaan myös koivun avulla on pyrittävä männyn oksiston heikentämiseen. Tavoitteena on koivusekoituksen säilyttäminen ainakin ensiharvennukseen saakka.
9. Istutusmänniköissä on edellä esitetyistä keinoista huolimatta karsiminen välttämätöntä, koska lähtöiheyttä ei voida kustannussyistä nykyisestä (enintään 2200—2000 kpl/ha) olennaisesti lisätä. Karsiminen on suoritettava kahdessa vaiheessa, jotta se olisi riittävän tehokas. Ensivaiheen karsiminen tulisi tehdä 6—7 m:n pituusvaiheessa. Tällöin karsimiskorkeus on n. 3 m.
10. Ensiharvennus on lykättävä laatu- ja kasvutietien vuoksi mahdollisimman pitkälle. Männyllä suositeltava hetki on 11—13 m:n pituusvaihe. Ensiharvennuksessa on sovellettava laatuharvennusperiaatetta, ts. puiden koosta riippumatta poistettava teknisesti heikkolaatuisimmat yksilöt. Korkein mahdollinen kasvu pyritään keskittämään pitkällä tähtäyksellä arvokkaimpiin puihin noudattamalla voimassa olevia harvennusmalleja.
11. Välittömästi ensiharvennuksen jälkeen istutusmänniköissä on toteutettava karsimisen toinen vaihe, jossa tavoitellaan 5,0—5,5 m:n karsimiskorkeutta. Mikäli luontaisesti syntyneessä tai kylväen perustetussa männikössä karsiminen on laadun tyydyttävän kehityksen kannalta välttämätön, sekin suoritetaan heti ensiharvennuksen jälkeen. Kuivien oksien karsiminen on yhtä tärkeää kuin elävien.
12. Myös myöhemmissä harvennuksissa poistetaan johdonmukaisesti heikkolaatuisimmat puuyksilöt ja suositaan laadullisesti parhaita. Harvennukset suoritetaan vasta sitten, kun puustopääoma on saavuttanut harvennusmallien edellyttämän ohjekäyrän ennen harvennusta. Harvennuksissa annetaan kasvutilaa karsitulle puulle, vaikka se ei olisikaan kehittynyt odotuksia vastaavasti, mutta on yhä kehityskelpoinen.
13. Metsiköissä, joissa on tarkoitus kasvattaa laatu puuta, ei puunkorjuussa saa käyttää sellaisia korjuumenetelmiä, jotka vaurioittavat jäljelle jäävien puiden juuristoja ja aiheuttavat runkovaurioita.
14. Varastointi on hoidettava niin, ettei elävälle puustolle aiheudu esim. hyönteistuhoja tai korjatulle puutavaramalle laatu- ja arvotappioita.
15. Metsikön uudistamisvaiheen lähestyessä on harkittava, olisiko kysymyksessä olevassa tapauksessa järkevää käyttää tavanomaista pidempää kiertoaikaa laatu puun tuotannon lisäämiseksi ja tehostamiseksi.
16. Kiertoajan jatkamisen asemesta tai sen rinnalla enintään 10 v ennen tapahtuva lannoitus on laatu puun tuottamiseen tähtäävässä

metsätalouksyksikössä harkinnan arvoinen näkökohta.

Puun tehokkaan hyväksikäytön kannalta on välttämätöntä kiinnittää lisäksi huomiota seuraaviin näkökohtiin:

17. Puunkorjuussa on vältettävä sellaisia koneita ja menetelmiä, jotka vahingoittavat rungon arvokasta pintaosaa tai muuten turmelevat tyvitukkia.
18. Erityisesti päätehakkuussa apteeraus on suoritettava niin, että laatupuu saadaan mahdollisimman tarkkaan hyväksikäytetyksi.

19. Maastoapteeraus ja tukkien käsittely sahalaitoksella olisi saatava koordinoituiduksi. Eräs ratkaisu olisi ns. kokorunkoinakorjuu, jolloin apteeraus tapahtuu sahalaitoksen terminaalissa.

Kaiken edellä esitetyn perusedellytys on kuitenkin se, että puusta maksetaan sen todellista arvoa vastaava kantohinta.

20. Laatumaksutapa on toteutettava mahdollisimman pian. Vasta silloin laatupuun monivaiheinen kasvatusta on metsänomistajan kannalta mielekästä.

## KIRJALLISUUS

- ANDERSSON, S.-O. 1967. Kvistningsundersökningar. II Kvistning av tall. Summary: Pruning investigations. II Pruning in Scots pine. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsprod. Skogshögsk. 15.
- & LEKANDER, B. 1966. Märgborreskador vid olika metoder och tidpunkter för gallring i tallskog. Sveriges SkogsvFörb. Tidskr. 7:681—696.
- BERGMAN, F. 1971. Förebygg skador efter ungskogsröjning. Skogen 2:48—49.
- BJÖRKDAHL, G. & DEHLÉN, R. 1979. Stamkvistning av tallet sätt att skapa kvalitet för framtiden. Sveriges lantbruksuniv. Småskogsnytt 5. Stencil.
- BLOMQUIST, A. G. 1887. Lakttagelsen angående sibiriska lärkträdet, pichtagranen och forstliga förhållanden derstädes. Finska Forstför. Medd., s. 149—181.
- CANNELL, G.R. 1978a. Biological opportunities for genetic improvement in forest productivity. Proc. Div. I Mtg. Int. Union For. Res. Organ., Edinburgh 1978.
- 1978b. Improving per hectare forest productivity. Proc. 5th N. Amer. Forest Biol. Workshop, Gainesville, FA.
- GRONSTRÖM, E. 1935. Om uppqvistning av tallbestånd. Yksityismetsänhoitajayhd. Vuosik. VII: 39—44.
- ELFVING, B. 1975. Volym och struktur i ogallrade tallbestånd. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsprod. Skogshögsk. 35.
- ESKELINEN, A. & PENNANEN, O. 1979. Havupuiden apteeraus ja puutavaralajijakauma eri korjuumenetelmissä. Metsätehon katsaus 20.
- 1980. Havupuiden apteeraus ja puutavaralajijakauma eri korjuumenetelmissä. Metsäteho Tied. 358.
- Etelä-Suomen metsien käsittelyohjeet. Tapio 3/1981.
- FINNE, B. & HEDEMÄKI, M. 1980. Laatupuiden karsimiskokeilut v. 1979. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Koeselostusmoniste.
- FRYK, J. 1980. Inventory of older Pinus contorta plantations at Ab Iggesunds Bruk. Rapp. Uppsats. Instn. Skogsgenet. Sveriges lantbruksuniv. 30:59—65.
- HAKKILA, P. 1971. Coniferous branches as a raw material source. Lyhennelmä: Havupuun oksat raaka-ainelähteenä. Commun. Inst. For. Fenn. 75.1:1—60.
- HALVORSEN, B. 1974. Kunstig kvistning som kvalitetsförbedrende tiltak hos furu. Norsk Skogbr. 20(6/7): 25—27.
- HECK, C. 1931. Handbuck der freien Durchforstung. Stuttgart. 348 s.
- HEIKINHEIMO, O. 1953. Puun rungon luontaisesta karsitumisesta. Summary: On nature pruning of tree stems. Commun. Inst. For. Fenn. 41.5:1—39.
- HEIKURAINEN, L. 1982. Metsäojitus, sen tila ja tarpeet maassamme 1980-luvun alussa. Suomen Metsäyhdistys. Kevätmetsäviikon 1982 esitelmämoniste, s. 2—8.
- HEISKANEN, T. 1980. Tavoitteena nopea kasvu ja hyvä laatu. Riippukuusi kiinnostaa jalostajia. Metsä ja Puu 11:35, 44.
- HEISKANEN, V. 1965. Puiden paksuuden ja nuoruuden kehityksen sekä oksaisuuden ja sahapuulaa-dun välisistä suhteista männiköissä. Summary: On the relations between the development of the early age and thickness of trees and their branchiness in pine stands. Acta For. Fenn. 80:59—62.
- & TAIÿPALE, 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.
- HÄGGLUND, B., KARLSSON, E., REMRÖD, J. & SIRÉN, G. 1979. Contortatallens produktion i Sverige och Finland. Projekt Hugin, Rapp. Sveriges lantbruksuniv. 13:1—133.
- ISOMÄKI, A. & KALLIO, T. 1974. Consequences of injury caused by timber harvesting machines on the growth and decay of spruce. Lyhennelmä: Puunkorjuukoneiden aiheuttamien vaurioiden vaikutus kuusen lahoamiseen ja kasvuun. Acta For. Fenn. 136:1—25.
- JALKANEN, R. 1981. Taudinkestävyysjalostus — va-kiintunut käytäntö muualla. Metsä ja Puu 5:13—15.
- JOKINEN, P. & KELLOMÄKI, S. 1982. Havaintoja metsikön kasvatustiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen varttuneissa männyn taimikoissa.

- Abstract: Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage. *Folia For.* 508:1—12.
- KAHILUOTO, J. 1980. Metsäpään mahdollisuudet hankkia sahapuun hyvälaatuisena tehtaalle ja laadun hallinnan vaikutus hankinnan kustannuksiin. *Metsäteho Tied.* 359:11—12.
- KALELA, E.K. 1945. Metsät ja metsien hoito. WSOY. 368 s.
- KELLOMÄKI, S. 1980. Growth dynamics of young Scots pine crowns. Seloste: Nuorten mäntyjen latusten kasvun dynamiikkaa. *Commun. Inst. For. Fenn.* 98.4:1—150.
- & 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.
- KIELLANDER, C.L. 1958. Hybridlärk och lärkhybrider. *Svenska SkogsvFörb. Tidskr.*, s. 371—398.
- KOIVISTO, P. (koonnut) 1959. Kasvu- ja tuottotaulukoita. *Commun. Inst. For. Fenn.* 51.8:1—49.
- KUUSELA, K. 1972. Suomen metsävarat ja metsien omistus 1964—70 sekä niiden kehittyminen 1920—70. Summary: Forest resources and ownership in Finland 1964—70 and their development 1920—70. *Commun. Inst. For. Fenn.* 76.5:1—126.
- 1978. Suomen metsävarat ja metsien omistus 1971—76. Summary: Forest resources and ownership in Finland 1971—76. *Commun. Inst. For. Fenn.* 93.6:1—107.
- KÄRKI, L. 1978. Viljelymänniköiden laatu paranemaan metsänjalostuksella. *Metsä ja Puu* 12:20—25.
- KÄRKKÄINEN, M. 1980. Mäntyrunkojen laatuluokit. Summary: Grading of pine sawlog stems. *Commun. Inst. For. Fenn.* 96.5:1—152.
- 1982. Tuloksia pystyksittujen mäntyjen sahauksesta. Summary: Results on sawing pruned pines. *Folia For.* 520:1—19.
- & UUSVAARA, O. 1982. Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Summary: Factors affecting the quality of young pines. *Folia For.* 515:1—28.
- LAITAKARI, E. 1937. Laatupuun kasvattamisesta. Referat: Über die Erziehung von Qualitätsholz. *Silva Fenn.* 39:259—270.
- LAKARI, O.J. 1920. Tutkimuksia kuusen karsimisesta. Referat: Untersuchungen über die Ästung der Fichte. *Metsätiet. koelaitoksen julk.* 2:1—165.
- LAPPI-SEPPÄLÄ, M. 1927. Tutkimuksia siperialaisen lehtikuusen kasvusta Suomessa. Referat: Untersuchungen über den Zuwachs der sibirischen Lärche in Finnland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 12:1—46.
- 1934. Karsimisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Referat: Über die Ästung und ihre waldbauliche Bedeutung. *Acta For. Fenn.* 40.25: 605—618.
- 1937. Karsimisesta arvopuun kasvattamista silmällä pitäen. Referat: Über Ästung mit Beachtung der Erziehung von Qualitätsholz. *Silva Fenn.* 42:120—136.
- LEIKOLA, M. 1981. Centrala frågor inom skogskötseln efter MERA-perioden. *Skogsbruket* 11: 260—262.
- LÖF, A. 1931. Virkeskvalitetens höjande genom upp-  
kivistning. *Skogen* 1:3—7.
- MÄKELÄ, M. & PENNANEN, O. 1980a. Sahatuk-  
kien valmistus- ja varastointivaurioiden merkitys  
eri karsintamenetelmissä. *Metsäteho Tied.* 361.
- 1980b. Sahatukkien valmistus- ja varastointivau-  
rioiden merkitys eri karsintamenetelmissä. *Metsä-  
tehon katsaus* 4.
- NORDMAN, S. 1981. Männyn pystykarsinnasta.  
*Teho* 3:18—20.
- NYLINDER, P. 1978. Seminarium; Kvalitetsproduk-  
tion — stamkivistning. Rapp. Uppsats. *Instn.  
Skogstek. Skogshögsk.* 58. Stencil.
- ORVÉR, M. 1970. Klassifisering av tallsågtimmer  
med objektivt mätbara faktorer. Summary: Grading  
of Scots pine saw timber using objectively  
measurable factors. Rapp. *Instn. Virkeslära Skog-  
skögsk.* R65:1—76.
- PAAVILAINEN, E. & TIIHONEN, P. 1981. Suomet-  
sien kasvu lisääntynyt. *Metsä ja Puu* 10—11:8—10.
- PENNANEN, O. 1980. Apteeraus ja sahapuun laatu  
eri puunkorjuumenetelmissä. *Metsäteho Tied.*  
359:10—13.
- PERSSON, A. 1975. Förbandet och tallens sågtimmer-  
kvalitet. *Skogen* 4:192—193.
- 1976. Förbandets inverkan på tallens sågtimmer-  
kvalitet. Summary: The influence of spacing on  
the quality of sawn timber from Scots pine. Rapp.  
Uppsats. *Instn. Skogsprod. Skogshögsk.* 42:1—122.
- 1977. Kvalitetutveckling inom yngre förbandsförsök  
med tall. Summary: Quality development in young  
spacing trials with Scots pine. Rapp. Uppsats.  
*Instn. Skogsprod. Skogshögsk.* 45:1—152.
- PULLINEN, K. 1980. Tukkien käsittely, varastointi  
ja suojaus. *Metsäteho Tied.* 359:9—10.
- RAULO, J. 1981. Koivukirja. Gummerus. Jyväskylä.  
131 s.
- REMRÖD, J. 1977. Om sambandet mellan tallbonitet  
och contortabonitet. *Inf. Instn. Skogsförbättring*  
1977/78. *Skogsträdsförädling* 3.
- SAARMAN, E. 1981. Ruotsin sahateollisuudesta.  
*Suomen Puutalous* 12:18—19.
- SAARNIJOKI, S. 1942. *Larix decidua x sibirica*, ein  
neuer Lärchenbastard. Selostus: *Larix decidua x*  
*sibirica*, uusi lehtikuusibastardi. *Commun. Inst.*  
*For. Fenn.* 31.1:1—30.
- SALANTERÄ, P. 1982. Pituus joka hupeni eli saha-  
puusta puurakenteisiin. *Suomen Puutalous* 2:16—  
17, 35.
- SALMINEN, J. 1979. Sahapuiden runkoinahankinta.  
*Metsätehon katsaus* 15.
- 1980. Sahapuun hankinta kokorunkoina. *Metsä-  
teho Tied.* 359:12.
- SALWÉN, N. 1968. Lönar sig stamkivistning? Eko-  
nomiska kalkyler över stamkivistning av tall. *Skogen*  
2:44—46.
- SARVAS, R. 1956. Puulajit. *Metsäkäsikirja*, s. 454—  
474.
- SCHOTTE, G. 1917. Lärken och dess betydelse för  
svensk skogshushållning. *Medd. Statens Skogs-  
forsk. Inst.*, s. 529—840.
- SIRÉN, G. 1956. Plantbeståndsvård. *Skogsbruket* 2—4.  
*Suomen Sahanomistajayhdistys*. 1981. Retkeilyselostus.  
Teema: Sahatukin laatu. *Konekirjoite*. 37 s.
- TAKALA, P. 1978a. Uusi metsä luonnon siemen-  
nyksenä. *Metsä (Tuottava maa 5)*, s. 257—263.  
*Kirjayhtymä*. Helsinki.
- 1978b. Kasvava metsä. *Metsä (Tuottava maa 5)*,  
s. 293—300. *Kirjayhtymä*. Helsinki.

- TIKKA, P. 1955. Haapametsiköiden rakenteesta ja laadusta, II. Laatu. Summary: Structure and quality on aspen, II. Quality. *Commun. Inst. For. Fenn.* 45.3:1—54.
- UUSVAARA, O. 1974. Wood quality of plantation grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. *Commun. Inst. For. Fenn.* 80.2:1—105.
- 1981a. Viljelymänniköiden puun tekninen laatu ja arvo. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 28:1—47.
- 1981b. Viljelymänniköistä saadun sahatavaran laatu ja arvo. Summary: The quality and value of sawn goods obtained from plantation-grown Scots pine. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 27:1—107.
- WALFRIDSSON, E. 1978. Stamkvistningens ekonomi. *Sveriges SkogsvFörb. Tidskr.* 76:457—466.
- VARMOLA, M. 1980. Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu. Summary: The external quality of pine plantations. *Folia For.* 451:1—21.
- 1981. Kasvatustiheys määrää laadun. *Metsä ja Puu* 8:10—12.
- 1982. Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen. Summary: Development of Scots pine stands at the sapling and pole stages after thinning. *Folia For.* 524:1—
- VELLING, P. 1978. Puun laatu paremmaksi jalostamalla. *Metsä ja Puu* 10:9—12.
- 1981. Skogsträdsförädlingen som en del i produktionen av kvalitetsvirke. *Skogsbruket* 9:208—211.
- VUOKILA, Y. 1960. Siperialaisten lehtikuusiköiden kehityksestä ja merkityksestä maamme metsätaloudessa. Summary: On the development on larch stands and their importance to forestry in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 52.5:1—111.
- 1968. Karsiminen ja kasvu. Summary: Pruning and increment. *Commun. Inst. For. Fenn.* 66.5:1—61.
- 1972. Taimiston käsittely puuntuotannolliselta kannalta. Summary: Treatment of seedling stands from the viewpoint of production. *Folia For.* 141:1—36.
- 1976. Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan. Summary: Effect of green pruning on the health of pine and birch. *Folia For.* 281:1—13.
- 1977. Hyvän kasvupaikan haaviköiden kasvukyvystä. Summary: On the growth capacity of aspen stands on good sites. *Folia For.* 299:1—11.
- 1980a. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY. 256 s.
- 1980b. Luonnonmetsiemme hyvä laatu — pelkkä näköharhako? *Suomen Puutalous* 5:8—9.
- 1981. Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen. Summary: The growth reaction of young pine stands to the first commercial thinning. *Folia For.* 468:1—13.
- & VÄLIAHO, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatustallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Commun. Inst. For. Fenn.* 99.2:1—271.

## SUMMARY

### THE IMPROVEMENT OF THE TECHNICAL QUALITY OF FORESTS

A review of literature, practical experiences in the field and additional calculations carried out in this paper reveal the necessity to emphasize the technical quality, i.e. the heavy branchiness of trees, as the primary silvicultural concern of forest management in the future. Quality problems are mainly encountered in young pine stands originated since the 1950's. Lesser problems are confronted in the raising of birch. No quality deterioration can be detected in spruce forests.

In order to safeguard the continuous production of high quality pine timber, the following considerations must be taken into account in Finland.

1. Whenever possible, pine should be regenerated naturally.
2. In case of pine, sowing is preferable to planting.
3. In artificial reforestations, seed and plant materials of best genetic origin should be used.
4. In the selection of plants in nurseries the technical quality aspects must be evaluated against the merits of fast growth. The search for eventual "wolves" must be started from the very beginning.
5. Pine should be planted on its natural sites only. The best sites should be reforested, and fields afforested, with spruce, birch or larch.
6. The initial density of pine stands should be maintained as high as possible.
7. The thinning of natural and sown pine sapling stands should not be effected before the height of 4—5 m. The highly dominating robust "wolves" must be removed in the first place.
8. The early removal of natural birch advance growth is not recommendable. The birch growth can be used to weaken the branches of pine. The maintenance of the birch mixture is advisable at least up to the first commercial thinning.
9. Despite the measures listed so far, green pruning cannot as a rule be avoided in pine plantations. This is because of the sparse spacing, at most 2200—2000 plants per hectare, generally adopted for economic reasons. In plantations pruning must be carried out in two phases. The first phase will be necessary at the height of 6—7 m. At this stage the trees ought to be pruned to a height of 3 m.
10. The first commercial thinning should be postponed until the dominant height of 11—13 m is attained. In this thinning there is a chance to markedly improve the technical quality of remaining growing stock by removing explicitly trees of adverse quality irrespective of their size and dominance. The maximum increment per hectare is accumulated on stems of the highest possible value production by applying the accepted thinning guides.
11. Immediately after the first thinning, the second

phase of pruning is normally due, with a final pruning height of 5,0—5,5 m being the goal. The single pruning likely to be required in natural and sown stands will also be carried out at this height stage. The pruning of dead branches is as important as that of the live ones.

12. Even in the later thinnings, trees of best quality are left and those of poor quality removed. A stand should not be thinned until the basal area has reached the level prescribed in the thinning guides. The pruned trees will always be favoured in thinning if they are still capable of satisfactory development.
13. In a stand aimed at the production of quality saw timber, no harvesting method or machinery is to be used which will cause serious damages to the root systems and butt logs of the remaining trees.
14. The storage of timber in the forest must be carefully planned to avoid insect damages to the growing stock and losses of quality and value to the stored timber.
15. An important consideration when approaching the end of the rotation is whether it would be economically justifiable to prolong the rotation in order to promote the production of large-sized, high-quality timber.
16. Instead of prolonging the rotation, or in addition

to it, the fertilization of the stand, at a maximum of 10 years before the final cutting, is worth serious consideration.

From the point of view of the effective use of high-quality timber, attention must be paid to the following additional considerations:

17. In the final cut especially, no such machines are acceptable in harvesting which damage the valuable surface of the logs.
  18. The scaling of timber in the forest must be planned and effected to maximize the yield of high-quality timber.
  19. The scaling in the forest and the dimensions of sawn goods must be coordinated in order to avoid the waste of high-quality raw material. Scaling at the saw mill after whole-stem harvesting would be an effective solution to this problem.
- The prerequisite for the acceptance of the principles discussed above in practical forestry is an appropriate stumpage price policy.
20. Quality grading must be adopted as the decisive factor for the unit price in timber transactions. Only this will encourage the forest owners to invest in the promotion of quality production.



# METSÄNTUTKIMUSLAITOS

## THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

### Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto  
*Department of Soil Science*

Suontutkimusosasto  
*Department of Peatland Forestry*

Metsänhoidon tutkimusosasto  
*Department of Silviculture*

Metsänjalostuksen tutkimusosasto  
*Department of Forest Genetics*

Metsänsuojelun tutkimusosasto  
*Department of Forest Protection*

Metsäteknologian tutkimusosasto  
*Department of Forest Technology*

Metsänarvioimisen tutkimusosasto  
*Department of Forest Inventory and Yield*

Metsäekonomian tutkimusosasto  
*Department of Forest Economics*

Matemaattinen osasto  
*Department of Mathematics*

### Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema  
*Parkano Research Station*  
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland  
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema  
*Muhos Research Station*  
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland  
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema  
*Suonenjoki Research Station*  
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland  
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoeasema  
*Punkaharju Tree Breeding Station*  
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland  
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

Ojajoen koeasema  
*Ojajoki Experimental Station*  
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland  
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema  
*Kolari Research Station*  
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland  
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema  
*Rovaniemi Research Station*  
Os. — *Address:* Eteläranta 55  
96300 Rovaniemi 30, Finland  
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema  
*Joensuu Research Station*  
Os. — *Address:* PL 68  
80101 Joensuu 10, Finland  
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

Ruotsinkylän jalostuskoeasema  
*Ruotsinkylä Tree Breeding Station*  
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland  
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

Kannuksen energiametsäkoasema  
*Kannus Energy Forestry Experiment Station*  
Os. — *Address:* Valtakatu 18  
69100 Kannus, Finland  
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

- No 502 Etholén, Kullervo & Huuri, Leena: Visakoivua käsittelevä kirjallisuus. Bibliography on curly birch, *Betula pendula* var. *carelica* (Mercklin).
- No 503 Löyttyniemi, Kari: Männyntaimikkojen hirvivahingot 1950-luvun alussa. Moose (*Alces alces*) damage in young pine stands in Finland at the beginning of the 1950's.
- No 504 Valsta, Lauri: Istutuskuusikon kasvatustiheyksien liiketaloudellinen vertailu. Profitability comparison of growing densities in spruce plantations.
- No 505 Petäistö, Raija-Liisa: Juurten leikkaamisen jälkeinen sienitauririski havupuun taimilla taimitarhalla. Risk of fungal infection on coniferous seedlings after root pruning in forest nurseries.
- No 506 Eeronheimo, Olli: Tapio-kuormainharvesteri maataloustraktorissa. Farm tractor mounted Tapio tree harvesting head.
- No 507 Puro, Tiina: Lannoitusajankohdan merkitys eri puulajien kasvureaktiossa. Effect of fertilization time on growth reaction of different tree species.
- No 508 Jokinen, Pekka & Kellomäki, Seppo: Havaintoja metsikön kasvutiheyden vaikutuksesta runkojen oksaisuuteen varttuneissa männyn taimikoissa. Observations on the effect of spacing on branchiness of Scots pine stems at pole stage.
- No 509 Oker-Blom, Pauline & Kellomäki, Seppo: Metsikön tiheyden vaikutus puun latvuksen sisäiseen valoilmastoon ja oksien kuolemiseen. Teoreettinen tutkimus. Effect of stand density on the within-crown light regime and dying-off of branches. Theoretical study.
- No 510 Metsätalastollinen vuosikirja 1981. Yearbook of Forest Statistics 1981.
- No 511 Pelkonen, Heikki, Tuomi, Pertti & Valtanen, Jukka: Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Survival of pine on reforested sites in northern Finland.
- No 512 Annila, Erkki: Lindaanin käyttö männyn paperikennotaimien suojaamiseksi tukkimiehintäin tuhoilta. Lindane treatment against *Hylobius* damage on Paper pot seedlings of Scots pine.
- No 513 Kalaja, Hannu & Rantamäki, Jari: Junkkari laikkahakkurit. Junkkari disc chippers.
- No 514 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Kuitupuupinojen painuminen. Shrinkage of pulpwood piles.
- No 515 Kärkkäinen, Matti & Uusvaara, Olli: Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Factors affecting the quality of young pines.
- No 516 Päivänen, Juhani: Hakkuun ja lannoituksen vaikutus vanhan metsäojitusalueen vesitalouteen. The effect of cutting and fertilization on the hydrology of an old forest drainage area.
- No 517 Sepponen, Pentti, Laine, Lalli, Linnilä, Kimmo, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsätyypit ja niiden kasvillisuus Pohjois-Suomessa. Valtakunnan metsien III inventoinnin (1951—1953) aineistoon perustuva tutkimus. The forest site types of North Finland and their floristic composition. A study based on the III National Forest Inventory (1951—1953).
- No 518 Kubin, Eero & Poikolainen, Jarmo: Hakkaamattoman metsän sekä eri tavoin muokatun avohakkuualan routa- ja lumisuhteista. Snow and frost conditions in an uncut forest and open clear-cut areas prepared in various ways.
- No 519 Schildt, Jyri: Unimog kuorma-autoon perustuva polttohakkeen hankintajärjestelmä. Producing fuel chips with Unimog truck.
- No 520 Kärkkäinen, Matti: Tuloksia pystykarsittujen mäntyjen sahaustuksesta. Results on sawing pruned pines.
- No 521 Kärkkäinen, Matti & Kallinen, Jorma: Kemin seudun mäntytukkien koesahaustuloksia. On the sawing of pine logs from northern Finland, Kemi region.
- No 522 Björklund, Tarja: Kontortamännyn puutekniset ominaisuudet. Technical properties of lodgepole pine wood.
- No 523 Vuokila, Yrjö: Metsien teknisen laadun kehittäminen. The improvement of technical quality of forests.
- No 524 Varmola, Martti: Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen. Development of Scots pine stands at the sapling and pole stages after thinning.
- No 525 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1981. Abstracts of the publications of the Finnish Forest Research Institute, 1981.
- No 526 Silfverberg, Klaus: Näringsanalys i två spårämnesgödslande granplanteringar. Nutrient analysis of Norway spruce after application of micro-nutrients.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.  
Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17 341