



Uusia vaihtoehtoja metsänkasvatukseen

Metsäntutkimuspäivä Järvenpäässä 16.11.1993

Simo Hannelius (toim.)

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 491

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
Kirjasto

Uusia vaihtoehtoja metsänkasvatukseen

Metsäntutkimuspäivä Järvenpäässä 16.11.1993

Simo Hannelius (toim.)

Metsäntutkimuslaitos, Metsänkasvatuksen tutkimusosasto
Vantaa 1994

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 491

Hannelius, S. (toim.) 1994. Uusia vaihtoehtoja metsänkasvatukseen. Metsäntutkimuspäivä Järvenpäässä 16.11.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 491. 81 s. ISBN 951-40-1355-7, ISSN 0358-4283

Tiedonantoon on koottu esitelmät, jotka pidettiin metsänkasvatuksen tutkimusosaston järjestämässä seminaarissa Järvenpäässä. Aiheet kattavat ajankohtaisia metsänhoitoon ja puunkorjukseen liittyviä kysymyksiä ja teemat valittiin Uudenmaan-Hämeen metsälautakunnan metsäasiantuntijoiden kanssa yhteistyössä. Seminaariin osallistui 110 käytännön metsätalouden organisaatioiden palveluksessa olevaa asiantuntijaa.

Julkaisussa esitellään koivikoiden kysymyksiä laaja-alaisesti. Sekä rauduskoivun luontaisen uudistamisen että viljelyn menetelmiä tarkastellaan erillisissä artikkeleissa. Rauduskoivun kasvatustapoja ja harvennuskasvatustapoja esitellään viljelymetsien osalta. Hieskoivikoiden asemaa ja metsätaloudellisia mahdollisuuksia arvioidaan niin ikään. Koivun puuaineen ominaisuuksia esitellään laajahkona kirjallisuuskatsauksena.

Sekametsien perustaminen ja jalojen lehtipuiden kasvatusmahdollisuudet pelloilla edustavat aiheina uusia haasteita metsänhoidossa. Metsänuudistaminen kustannuspaineessa taas on ajankohtainen siinä mielessä, että metsätalouden kannattavuuskehitys on laman myötä heikentynyt. Oksikkaiksi kehittyneiden nuorten viljelymänniköiden asemaa arvioidaan lähtökohtana se, tekeekö huonolaatuisuus metsiköstä jopa vajaatuottoisen ja sen perusteella uudistettavan.

Metsänkasvatuksen teknologian piiriin kuuluvia aiheita ovat metsänviljelyn koneellistaminen, puunkorjuun ongelmat turvemaidella ja harvennuskasvatustapojen korjuujäljet.

Avainsanat: metsänhoito, rauduskoivu, hieskoivu, vajaatuottoisuus, puuaineen laatu, puunkorjuu, turvemaa, harvennusjälki, metsänviljelyn koneellistaminen.

Toimittajan yhteystiedot: Simo Hannelius, Metsäntutkimuslaitos, metsänkasvatuksen tutkimusosasto, PL 18, FIN-01301 Vantaa.

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos; Hanke: 514-4. Hyväksynyt: Jari Parviainen, tutkimusjohtaja 10.4.1994.

Jakaja: Metsäntutkimuslaitos, metsänkasvatuksen tutkimusosasto, PL 18, FIN-01301 Vantaa. Puhelin 90-857051, Fax 90-857 05361.

ISBN 951-40-1355-7
ISSN 0358-4283

pystytty ottamaan riittävästi huomioon? Ovatko metsänkasvatusmenetelmämme nykyisellään ekologisesti kestäviä?

Näihin kysymyksiin on vaikea löytää yksiselitteisiä vastauksia. Peruslähtökohtana Suomessa sovellettavien metsänkasvatusmenetelmien valinnassa on ollut aina metsien luontaisen kehityskulun jäljittely. Luontaisessa elinkierrossaan metsiemme kehitykseen kuuluvat epäsäännöllisin välein toistuvat metsäpalojen, myrskyn tai hyönteistuhojen aikaansaamat katastrofit ja laajatkin metsäpeitteettömät vaiheet, kaikkia ikävaiheita edustavien metsäkuvioiden kirjo sekä kasvupaikasta riippuen enemmän tai vähemmän yhden puulajin muodostamat tasaikäiset metsiköt. Ihmisen ohjaamassa metsänkasvatuksessa metsäpalot on korvattu paljaasihakkuilla, kuolevat puut ja luonnonpoistuma otetaan harventamalla talteen. Eniten tästä periaatteesta on poikettu metsänviljelykauden aikana eli ns. MERA-aikakaudesta alkaen viime aikoihin saakka. Laajamittaiset soiden ojitukset, lannoitukset, yksipuolisten havupuutaimikoiden luominen ja metsäkuvioiden mosaiikkimaisesta rakenteesta piittaamaton syväälle maaperään ulottuva maanmuokkaus olivat toimenpiteitä, jotka eivät kuulu luonnonmukaisuuteen.

Kansainvälisessä vertailussa Suomi sijoittuu, kuten Ruotsi ja Norja, intensiivistä, puutuotannollisesti kestävää metsätaloutta harjoittavien maiden joukkoon. Ominaispiirteinä ovat luontaisten ja viljeltyjen metsien kestävä käyttö, metsien mosaiikkimaiseen rakenteeseen johtava pienmetsänomistus ja jokamiehen oikeus monikäyttöarvojen toteuttamisessa. Metsänkasvatuksemme poikkeaa hyvin olennaisesti muualla pohjoismaiden ulkopuolella borealisessa vyöhykkeessä harjoitettavasta metsänhakuusta, jossa teollinen käyttöpuu hankitaan koskemattomana olleista saloseutujen luonnonmetsistä paljaasihakkuilla.

Uusimmissa metsänhoito-ohjeissa puutteita on korjattu ja ohjeita on viritetty monitavoitteiseen suuntaan. Nykyisessä ajattelussa puuntuotantotavoitteen rinnalle ovat tulleet muut tavoitteet, kuten metsien elinvoimaisuus, riistan hoito, ympäristön hoito, maiseman hoito ja monimuotoisuus. Muutkin tavoitteet kuin puuntuotanto ovat tulleet jäädäkseen. Metsänkasvatus elää Suomessa uutta aikaa. Puuntuotannon yksipuolisesta korostamisesta on luovuttava.

Keskeisimmät tavoitteet kehittää metsänkasvatusmenetelmiä yhä monipuolisemmiksi tulevat metsäluonnon monimuotoisuuden ja metsien elinvoimaisuuden lisäämisen suunnasta. Tutkimuksen tehtävänä on tuottaa perusteita metsien ekologisesti kestäväälle käytölle. Pitkäjänteisenä työnä tutkimus ei ole aina ponnisteluista huolimatta ehtinyt antaa riittävän nopeasti perusteita käytännön toiminnalle.

Olemme nyt ilmiselvästi ajautumassa tilanteeseen, jossa metsien käsittelyn monimuotoisuuden vaatimukset kulkevat nopeammin kuin tutkimus pystyy tietoja tuottamaan. Aluksi olisi pyrittävä kehittämään mittarit eli tunnusluvut, joilla monimuotoisuutta voidaan mitata. On vaikea kuvitella, että voisimme mitata monimuotoisuutta yksinomaan eliölajien esiintymishavaintojen kautta. Eliölajien esiintyminen on sidottava metsiköstä paikannettaviin ja ajan suhteen mitattaviin puustotunnuksiin. Vain paikkaan sidottujen mitattavien metsikkötunnusten avulla voimme ohjata metsänhoitoa eliölajien kannalta elinympäristöinä monimuotoiseen suuntaan.

METSÄNKASVATUKSEN TAVOITTEET MUUTTUVAT

Jari Parviainen

Metsänkasvatuksen aatteellisena taustana on ollut Suomessa aina 1990-luvulle saakka ajattelu metsikön kasvupaikan puuntuotoskyvyn mahdollisimman tehokkaasta hyväksikäytöstä. Toimenpiteitä on ohjannut yhdessä metsikössä optimaalinen puuntuotantotavoite, johon on pyritty erilaisin toimenpitein. Sopivimpia menetelmiä on haettu metsänuudistamisketju-ajattelulla ja metsiköiden harventamista ja tiheyttä on säädelty harvennusmalleilla. Valintapäätös vaihtoehtojen välillä on määräytynyt paljolti metsänhoidon kustannusten perusteella, sillä toimenpiteiden vaikutuksia puustoon ja sen tuottoarvoihin ei ole toistaiseksi pystytty riittävästi ottamaan laskelmissa huomioon.

Tällä vuosikymmenellä metsistä käytävä keskustelu on nopeasti kansainvälistynyt. Metsien käsittelyn läpitunkevin ajatus on monimuotoisuus. Sitä koskevat yleisperiaatteet on otettu tavoitteeksi maailman ympäristö- ja kehityskonferenssin eli UNCEDin (1992) sekä myös Euroopan metsäministerikonferenssin (1993) sopimusasiakirjoissa. Koska taloutemme riippuu ratkaisevasti metsäteollisuustuotteiden ulkomaan kaupasta, emme voi hoitaa metsiämme pelkästään itseämme varten. Metsien hoidon Suomessa on vastattava kansainvälistä aatesuuntien kehitystä.

Toistaiseksi metsien monimuotoisuus on käsitteenä uusi ja sen sisältö hyvin vaikeasti määriteltävissä. Vireästi käynnistyneistä uusista tutkimuksista on toistaiseksi ollut vaikea johtaa toimivia käytännön suosituksia metsien käsittelylle. Monimuotoisuus on kohdistunut ennen muuta kapeasti rajattujen metsäekosysteemien suojeluun tai säilyttämiseen, kuten on laita esimerkiksi vanhojen metsien suojelussa. Lisätietoja kaivataan runsaasti mm. metsäekosysteemien ja eliölajien muutoksista aikasarjoina metsikön eri kehitysvaiheissa, avaineliölajeista ja monimuotoisuuden mittareista. Avoimia kysymyksiä ovat myös monimuotoisuuden alueellinen vaihtelu, metsikkökuvioiden mosaiikkimainen rakenne ja kokovaihtelu, kuvioiden reunavaikutusten merkitys eläinlajien liikkumiselle ja metsien käsittelytoimenpiteistä, kuten kulotuksesta tai metsäpaloista riippuvien eliölajien esiintymistekijät.

Kokonaisuutena voidaan arvioida, että metsänkasvatusmenetelmien kirjo puuntuotannon ylläpitämiseksi tunnetaan verraten hyvin. Metsiemme nykyiset puuvarat osoittavat sovellettujen metsänkäsittelymenetelmien johtaneen siihen, mihin puuntuotannossa on yleisesti pyritty. Koska metsiemme puuston kasvusta hakeetaan vuosittain vain 60 %, voidaan epäilyksittä sanoa, että metsiemme puuntuotannollinen kestävyys on turvattu. Metsissämme on puuta nyt riittävästi niin metsäteollisuuden, metsäenergian käytön kuin myös luonnonsuojelun tarpeiksi.

Uudistuvan luonnonvaran säilyttäminen vaatii kuitenkin jatkuvaa hoitamista. Samalla meidän on välttämättä kysyttävä, kuinka laajamittainen metsänkäsittely vaikuttaa Suomen metsäluontoon? Onko metsien luontainen kehitys ja ympäristö

Metsänkasvatuksen tutkimuksen on tulevaisuudessa niin monimuotoisuutta kuin muitakin metsien kasvatuksen tavoitteita varten panostettava resursseja perusteisiin. Tarvitaan lisäselvityksiä erityisesti metsänkäsittelymenetelmien ympäristövaikutuksista ja metsänhoidon teknologian soveltamisesta metsäympäristöön. Tällä hetkellä uutta metsänhoidollista tietoa tarvitaan myös paleokologisesta tutkimuksesta, metsien ja metsikön kasvun vaihtelusta ja sen syistä, luonnontilaisen metsän kehityskulusta eri ikävaiheissaan sekä hoitamatta jääneen metsikön kehittämisestä.

Metsänkasvatuksen tutkimusosaston tehtäväalue on lähellä käytännön metsätaloutta. Sen tärkeinä osa-alueina ovat perinteinen metsänhoito, puuntuotostutkimus, puun korjuuteknologia ja puuaineen laatu. Nyt pidettävän seminaarin teemat on valittu yhteistyössä Uudenmaan-Hämeen metsälautakunnan metsäasiantuntijoiden kanssa. Tähän julkaisuun on koottu artikkelit sekä jo valmistuneista julkaisuista että työohjelmassa meneillään olevista tutkimuksista. Artikkelit on pyritty saattamaan helppolukaiseen muotoon. Toivottavasti aiheista löytyy vastauksia käytännössä esiintyviin ongelmiin.

RAUDUSKOIVUN VILJELYMENETELMÄT

Jaakko Rokkonen

Rauduskoivu - vaateliäs puulaji

Rauduskoivun uudistamisessa voidaan erottaa kaksi menetelmää, viljely ja luontainen uudistaminen. Viljely tehdään joko istuttamalla tai kylvämällä. Tehtäessä ratkaisu alueen uudistamisesta rauduskoivun viljelyllä on otettava huomioon seuraavia seikkoja:

- Rauduskoivu on kasvualustaansa nähden vaateliäs puulaji. Se kasvaa hyvin vain ravinteisilla kasvupaikoilla.
- Rauduskoivun juuristo ei toimi hyvin vähähappisessa maassa. Tällaisia maita ovat tiiviit savimaat sekä sellaiset kasvualustat, joissa pohjavesi on lähellä maan pintaa. Turvemaat eivät myöskään sovellu rauduskoivulle.
- Rauduskoivu on runsaasti valoa vaativa puulaji.

Kasvatuspaikan valinta

Sopivia rauduskoivun kasvatuspaikkoja ovat viljavat ja viljavahkot metsämaat, maannousemasiemen saastuttamat kuusikot, parhaat hieta-, hiesu ja multapelлот, maisemallisesti arvokkaat kohteet, aukkoiset havupuutaimikot ja lepikot, jotka halutaan muuttaa tuottoisiksi talousmetsiksi.

Rauduskoivun kylvä ei sovellu kaikkein rehevimmille metsämailla ja pelloille eikä aukkoisiin havupuutaimikoihin. Yleensä kylvä ei sovellu minkäänlaisen viljelyalan täydennysmenetelmäksi. Kylvä ei sovellu myöskään lepikoihin, jotka halutaan muuttaa tuottoisiksi koivikoiksi. Uudistusaloilla, jotka sijaitsevat kaukana asutuksista ja teistä ja ovat hirvien suosimia alueita, rauduskoivun kylvä tai luontainen uudistaminen ovat lähes ainoita vaihtoehtoja.

Uudistusalan valmistus

Uudistusalan valmistukseen kuuluu joissakin tapauksissa kuivatus. Kuivatus on tarpeen mailla, joilla pohjavesi on lähellä maan pintaa. Tällaiset maat on ojitettava 1-2 vuotta ennen viljelyä. Uutena kuivatusmenetelmänä on vakiintunut ns. ojitusmätätys, jossa muokkaukone kaivaa ojaa n. 10-15 metrin välein ja siirtää ojamaat mätättäiksi molemmin puolin ojaa. Raivaus ja jätepuuston poisto on aina tarpeellinen toimenpide rauduskoivun uudistusosalalla. Rauduskoivu ei tarvitse verhojuuston suojaa esim. hallaa vastaan.

Uudistusalan maankäsittely on lähes aina tarpeellinen toimenpide. Parhaaseen tulokseen päästään hyvin vettä läpäisevillä kivennäismailla kulotuksen ja laikutuksen avulla. Mitä tiiviimmistä maista on kysymys sitä voimakkaampaa

maankäsittelyn tulee olla. Lievästi soistuneilla ja pohjaveden vaivaamilla uudistusaloilla ovat auras tai ojitus-mätästys käyttökelpoisia maankäsittelytapoja, kuten jo aiemmin todettiin. Ohutkunttaisilla, hyvin vettä läpäisevillä kivennäismailla riittää usein uudenaikaisilla laikkureilla tehty laikutus tai riittävän voimakas äestys. Käytettäessä kylvöä uudistusmenetelmänä on muokkauksen oltava voimakkaampaa ja kivennäismaata on paljastettava selvästi enemmän kuin istutettaessa. Maanmuokkauksella on tarkoitus myös helpottaa istutus- tai kylvötyötä sekä vähentää pintakasvillisuuden taimille aiheuttamaa haitallista kilpailua. Muokkauksen on todettu parantavan myös maan lämpöoloja.

Paikallisia alkuperiä suositellaan

Valittaessa uudistusalalle taimia tai siemeneriä on niiden alkuperään kiinnitettävä huomiota. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että käytetään mahdollisimman paikallisia siemen- ja taimialkuperiä. Esim. Etelä-Suomessa käytetään etelä-suomalaista ja Keski-Suomessa keski-suomalaista siemenalkuperää. Näin voidaan varmistaa hyvää lopputulosta. Rauduskoivun jalostuksessa saavutettu hyöty tulee myös ottaa mahdollisuutena huomioon. Jo aivan lähivuosina pystytään tuottamaan kaikki taimitarhojen käyttämä siemen muovinalaisissa siemenviljelyksissä. Myös kylvöihin on saatavilla jalostettua siementä. Suositeltavaa olisi kuitenkin kylvöissä käyttää kylvettävän alueen läheisyydestä hyvälaatuisista puista kerättyä siementä.

Istutus

Taimia pakattaessa, kuljettaessa ja lyhytaikaisesti varastoitaessa uudistusalueen läheisyyteen tulee olla erityisen huolellinen. On syytä aina varmistaa, etteivät taimien juuret tai juuripaakku pääse missään vaiheessa kuivumaan.

Istutuksiin on käytettävissä paljasjuurisia taimia tai erilaisia paakkutaimia. Paljasjuurisilla taimilla on kevätistutuksissa saatu syysistutuksia hieman parempia tuloksia. Säilyttämällä taimia kylmävarastossa voidaan istutusaikaa keväällä pidentää aina kesäkuun loppupuolelle saakka. Käytettäessä paakkutaimia istutusta voidaan siirtää kevästä varhaiskesään ja syksyyn. Istutusajoilla ei ole havaittu olevan merkittävää eroa paakkutaimien menestymisessä. Paljasjuuritaimia istutettaessa on pyrittävä aina käyttämään lepotilassa olevia taimia. Sen sijaan paakkutaimia voidaan istuttaa myös niiden ollessa lehdessä. Taimien kokoon tulee myös kiinnittää huomiota. Yleisohjeena voidaan pitää, että taimien tulee olla pidempiä kuin viljelyalan pintakasvillisuus on rehevimmillään.

Istutustavoilla ei ole todettu olevan kovin suurta merkitystä istutusten onnistumiseen. Tärkeämpää on istutustyön huolellinen tekeminen. Oikea istutussyvyys on 2-3 senttimetriä taimitarhasyvyyttä syvemmälle. Istutuspaikan valinnalla eri tavoin muokatuilla mailla on todettu olevan vaikutusta. Esimerkiksi isoon laikkuun sekä kivien ja kantojen pohjoispuolelle istuttaminen vaikuttaa suotuisasti taimien kehittymiseen.

Istustusihyys riippuu olennaisesti siitä, syntykö viljelyalalle luontaisesti lehtipuun siemen- tai vesasyntyisiä taimia huolehtimaan viljeltyjen taimien alaoksien

kuolemista ja karsiutumisesta. Viljavilla metsämailla on suositeltavaa istuttaa 1 500 - 2 000 tainta hehtaaria kohti. Metsitettäessä peltoja on niille myyrätuhoonkin vuoksi istutettava 2 000 - 2 500 tainta hehtaaria kohti. Pelloille ei myöskään synny luontaisesti siinä määrin taimia kuin metsämailla. Muutettaessa lepikoita tuottaviksi koivikoiksi riittää usein noin 1 000 kookasta tainta hehtaarille. Tällöin tiheä leppävesakko huolehtii viljeltyjen taimien laadusta.

Istutettujen taimien hyvän kasvun turvaamiseksi on istutusaloilla tehtävä tarkastus kahtena-kolmena istutusta seuraavana kesänä. Tällöin todetaan, haittaako pintakasvillisuus istutettujen taimien kehitystä. Jos pintakasvillisuuden torjuntaa joudutaan tekemään, paras aika siihen on kesäkuun lopusta heinäkuun alkuun. Mekaaninen heinäntorjunta, esim. polkemalla, on suositeltavin tapa poistaa pintakasvillisuuden taimille aiheuttama haitallinen kilpailu.

Kylvö

Koivun kylvö voidaan tehdä joko varhain keväällä tai syksyllä elo-syyskuussa. Jos kylvö tehdään keväällä, uudistusala on muokattava jo edellisenä syksynä. Syyskylvöissä muokkaus tehdään hieman ennen kylvöä. Kylvöjen onnistumiseen vaikuttavat säätekijät. Etelä-Suomessa keväällä usein toistuvat pitkät poutajaksot heikentävät kylvöjen onnistumista. Keskimäärin syys- ja kevätkylvöjen onnistumisessa ei ole todettu selvää eroa.

Erilaisilla kylvötavoilla ei ole todettu olevan kovin suurta merkitystä kylvöjen onnistumiseen. Parhaaseen tulokseen on päästy hajakylvöllä ja suunnatulla hajakylvöllä. Suunnatussa hajakylvössä siemenet levitetään vain muokkausjälkeen, jolloin päästään hajakylvöä huomattavasti pienemmällä siemenmäärällä, n. 1-2 kg/ha. Itämisedellytysten parantamiseksi voidaan suunnatussa hajakylvössä siemenet tiivistää maahan kevyesti kädellä tai jalalla painaen.

Kirjallisuus

- Jauhiainen, H. 1993. Toimi-laikkurista entistä tehokkaampi. *Metsälehti* 21. s. 19.
 Keto-Tokoi, P. 1993. Bracke-390-laikkurilla joustavaan maanmuokkaukseen. *Metsälehti* 22. s. 18-19.
 Raulo, J. 1981. Koivukirja. Gummerus. 131 s.
 Simonen, R. 1993. Kaikki taimitarhojen koivun siemenet kasvihuoneista. *Metsälehti* 21. s. 11.

RAUDUSKOIVUN LUONTAINEN UUDISTAMINEN

Timo Saksa

Biologiset edellytykset

Koivun luontaisen uudistumisen biologiset edellytykset ovat yleisesti ottaen maassamme hyvät. Suvullinen lisääntymiskyky siemensadon kautta on koivulla pioneeripuulajina erittäin suuri. Koivun siemensato on useimpina vuosina ylenmääräinen, vaikka koivun siemensadon vaihtelu vuodesta toiseen onkin hyvin suuri. Koivu kukkii toukokuussa, siemen tuleentuu noin kolmessa kuukaudessa ja varisee maahan heinä-elokuun vaihteesta lähtien (Sarvas 1952). Parhaimmillaan koivun siemensato nousee jopa 500 kg/ha, mutta heikoimpinakin siemenvuosina varisee neliömetrille useita satoja siemeniä. Ainakaan Etelä-Suomessa siemensato ei ole rauduskoivun luontaista uudistamista rajoittava tekijä (Savonen 1993).

Rauduskoivun siemenen itävyyden on todettu olevan yleensä melko hyvä, keskimäärin 72 % (Sarvas 1952). Koivun siemen on hyvin kevyt ja se vaatii itääkseen pitkähkön kostean kauden. Elokuussa itäneillä siemenillä katsotaan olevan parhaat kehittymismahdollisuudet, koska ne ennättävät kehityksessään riittävän pitkälle ennen talven tuloa. Vastaavasti talven yli säilyneillä ja vasta keväällä itävillä siemenillä on kohtuulliset kehitysedellytykset (Laiho 1993a).

Uudistaminen/uudistuminen eri olosuhteissa

Koivun alikasvosta tavataan jonkin verran varttuneissakin metsiköissä. Esim. kolmannen valtakunnallisen metsien inventoinnin mukaan alikasvokseksi katsottavaa lehtipuuta ($d_{1.3} < 10$ cm) oli väljennys- ja uudistusmetsissä yli kaksi sataa runkoa/ha (Laiho 1993b). Koivun taimia tavataan useimmiten mäntyylispuuston alla kohteissa, joissa metsikön valoilmasto on poikkeuksellisen hyvä. Koivun alikasvosuudistumista ei juurikaan ole metsien käsittelyssä hyödynnetty, mutta sitä voitaisiin käyttää esimerkiksi järvien rannoille jäävien suojakaistaleiden uudistamisessa sekä mahdollisesti joissakin suometsiköissä.

Varttuneessa metsässä koivun uudistuminen on kuitenkin varsin hidasta. Suonenjoella tehdyssä varttuneen metsän käsittelykokeessa todettiin harsinatyyppisen hakkuun hieman parantavan koivun taimettumisedellytyksiä (Saksa 1992a). Kahdessa näytemetsikössä toteutetun hakkuun ansiosta koivun taimien määrä nousi merkittävästi viiden vuoden kuluessa hakkuusta, mutta taimettuminen oli erittäin epätasaista. Myös Sarvas (1948) on todennut koivun taimettumisen olevan vähäistä ja erittäin ryhmittäistä tarkastellessaan keskitetyllä harsinnalla käsiteltyjä metsiköitä.

Uudistettaessa kuusta suojuspuumenetelmällä, jätetään koivua ja mäntyä usein suojuspuuston sekapuuksi. Koivun taimettumisen kuusen suojuspuualoilla on havaittu olevan melko heikkoa ja koivun määrä lisääntyi usein vasta suojuspuuston

poiston jälkeen (Leinonen ym. 1989). Saman suuntaisia havaintoja tehtiin Suonenjoella kahdella ns. Heikinheimon suojustuusasentoon hakatulla uudistusosalalla (taulukko 1). Erityisen kevyesti muokatulla näytealalla koivun uudistuminen jäi hyvin vaatimattomaksi.

Taulukko 1. Luontaisen uudistamisen tulos kuusen suojustuualoilla (Suonenjoki, Jalkala). Suojustuuasento (30-40 % koivua, loput mäntyä ja kuusta) 1985-86, maanmuokkaus 1987 ja suojustuuiden poisto 1991. Taimimäärät keväällä 1992.

Muokkaustapa	Taimien määrä, kpl/ha					Tyhjiä koealoja %
	Mänty	Kuusi	Raud. koivu	Hies-koivu	YHT.	
Äestys	220	780	610	2220	3830	25
Ekoäestys	50	520	50	1060	1680	50

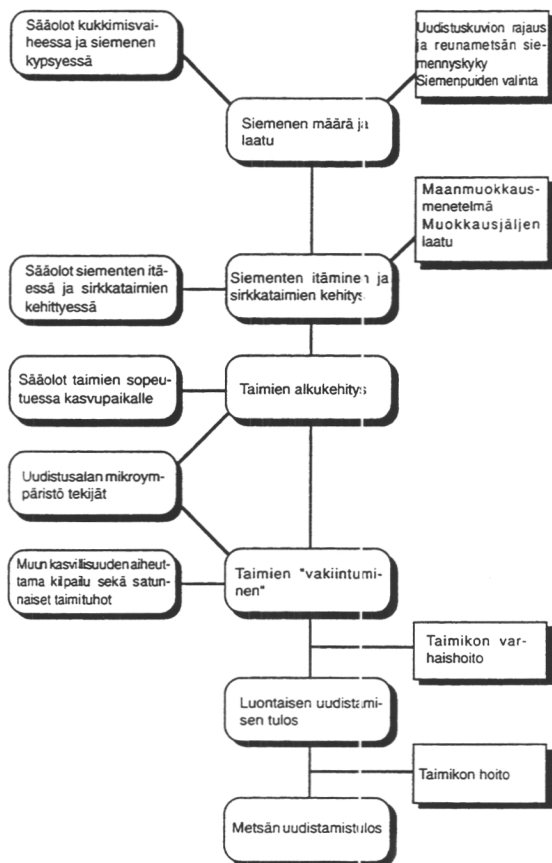
Maanmuokkaus edistää koivun uudistumista

Koivun uudistaminen siemenpuunetelmällä näyttäisi ainakin Raulon 1970-luvulla tekemien kokeiden perusteella onnistuvan hyvin (Raulo 1981). Hänen saamiensa tulosten mukaan voimakkaan maanmuokkauksen (nelinkertainen äestys) seurauksena koivun taimettuminen oli erittäin runsasta. Koivun taimimäärät vaihtelivat 15 000 :sta aina 70 000 taimeen/ha. Uudempien koivun luontaisen uudistamisen aloilla tehtyjen inventointien mukaan kehityskelpoisten koivun taimien määrä on ollut keskimäärin 3000 - 5000 kpl/ha, joiden lisäksi aloilla on ollut muutama sata kehityskelpoista havupuun tainta (Jääskeläinen 1993).

Avohakkuualoilla koivun uudistumisen on usein todettu olevan erittäin runsas. Muokatuilla männyn uudistusaloilla koivuja on tuoreella kankaalla keskimäärin 3800 kpl/ha ja kuivahkolla kankaalla keskimäärin hieman yli 2000 kpl/ha (Saksa 1992b). Koivun taimettuminen oli kuitenkin hyvin epätasaista, sillä joka toisella mittauskoealalla ei ollut siemensyntyisiä koivun taimia. Muokkaamattomilla avohakkuualoilla koivun taimien määrä jää yleensä selvästi edellä esitettyjä lukuja pienemmäksi (esim. Sarvas 1948).

Uudistamistulokseen vaikuttavista tekijöistä

Koivun luontaista uudistamista tulee katsoa uudistamisketjuna, jossa jokainen uudistamisketjun osavaihe on erinomaisen tärkeä lopputuloksen kannalta (kuva 1.). Vaikka koivun siemenellinen lisääntymispotentiaali on erittäin suuri, voidaan uudistusalan rajoittamisella vaikuttaa oleellisesti koivun uudistumisen edellytyksiin. Muokatuilla männyn uudistusaloilla havaittiin rauduskoivun taimettumisen heikkenevän oleellisesti, kun matkaa reunametsään kertyi yli 50 metriä (Saksa ym. 1990). Samaan tulokseen on päädytty myös kuloaloilla (Sarvas 1948).



Kuva 1. Kaaviokuva luontaisen uudistamisen tulokseen vaikuttavista tekijöistä.

Maanmuokkauksen ja koivun taimettumisen välinen yhteys on todettu monissa kokeissa (esim. Raulo & Mälkönen 1976, Ferm & Sepponen 1981) sekä inventointitutkimuksissa (esim. Saksa 1986). Jos kivennäismaata paljastetaan uudistusalalla hyvin runsaasti (yli 50 %:sti), voi koivun taimettuminen hyvissä olosuhteissa muodostua jo liiankin suureksi. Tällöin taimikon kehityksen ohjaaminen voi muodostua normaalia suuremmaksi kustannustekijäksi.

Avohakkuualan tai siemenpuualan aiemman puuston puulajisuhteiden on todettu vaikuttavan koivun uudistumiseen. Kuusivaltaiseen metsään tehdyillä uudistusaloilla koivun uudistumisen on todettu olevan selvästi parempi kuin sekametsään tehdyillä uudistusaloilla (Jääskeläinen 1993). Ilmeisesti sekametsässä jo valmiina oleva pintakasvillisuus (ruohot ja hevät) rajoittaa erityisesti kuivina kausina koivun taimettumista maanmuokkauksesta huolimatta.

Vaikka siemensato ja siementen itäminen ja taimien alkukehitysolosuhteet sanelevat perustan luontaisen uudistamisen tulokselle, voidaan sitä parantaa ja ohjata toivottuun suuntaan niin taimikon varhaishoidon (heinäys, perkaus) kuin varsinaisen taimikonhoidon (harvennus) avulla.

Yhteenveto

Rauduskoivun luontaisen uudistamisen edellytykset ovat yleensä ottaen hyvät. Koivun siementuotanto ei aseta esteitä luontaisen uudistamisen käytölle. Pioneeripuulajina koivu uudistuu parhaiten siemenpuumethodilla tai avohakkuun/kaistalahakuun ja reunametsäsiemennyksen seurauksena. Molemmissa tapauksissa riittävän koivun taimettumisen edellytyksenä on maanmuokkaus. Parhaat koivun luontaisen uudistamisen tulokset saavutetaan kuusivaltaisiin metsiin tehdyillä uudistusaloilla.

Kirjallisuus

- Ferm, A. & Sepponen, P. 1981. Aurasjäljen muuttuminen ja kasvillisuuden kehittyminen metsänuudistusaloilla Lapissa 10 vuoden aikana. Summary: Development of ploughed tracks and vegetation on reforestation areas in Finnish Lapland during a period of 10 years. *Folia Forestalia* 493. 19 s.
- Laiho, O. 1993a. Koivun uudistaminen ja kasvat. Metsäntutkimuspäivä Porissa 1992 (toim. Laiho, O. & Luoto T.). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 470: 28-34.
- Laiho, O. 1993b. Lehtipuuston esiintyminen 1950-luvun alussa Etelä-Suomessa. Metsäntutkimuspäivä Porissa 1992 (toim. Laiho, O. & Luoto T.). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 470: 35-40.
- Leinonen, K., Leikola, M., Peltonen, A. & Räsänen, P.K. 1989. Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Summary: Natural regeneration of Norway spruce in Pirkka-Häme forestry board district, southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 209. 53 s.
- Raulo, J. 1981. Koivukirja. Gummerus. Jyväskylä. 131 s.
- Raulo, J. & Mälkönen, E. 1976. Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla. Summary: Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil. *Folia Forestalia* 252. 15 s.
- Saksa, T. 1986. Männyn taimikoiden kehitys muokatuilla viljelyaloilla Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueissa. Summary: The development of Scots pine plantations on prepared reforestation areas in northern Karelia in Finland. *Folia Forestalia* 644. 60 s.
- Saksa, T. 1992a. Regeneration after selection cutting - some experimental results. Silvicultural alternatives. Proceedings from an internordic workshop, June 22-25, 1992 (ed. M. Hagner). Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Silviculture. Reports 35:125-127.
- Saksa, T. 1992b. Männyn istutustaimikoiden kehitys muokatuilla uudistusaloilla. Abstract: Development of Scots pine plantations in prepared reforestation areas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 418. 48 s.
- Saksa, T., Nerg, J. & Tuovinen, J. 1990. Havupuutaimikoiden tila 3-8 vuoden kuluttua istutuksesta tuoreilla kankailla Pohjois-Savossa. Summary: State of 3-8 years old Scots pine and Norway spruce plantations. *Folia Forestalia* 753. 30 s.
- Sarvas, R. 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Summary: A research on the regeneration of birch in South Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 35(4). 91 s.
- Sarvas, R. 1952. On the flowering of birch and the quality of seed crop. Seloste: Koivun kukkimisesta ja siemensadon laadusta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(7). 38 s.
- Savonen, E.-M. 1993. Koivun siemensato ja siementen käsittely. Metsäntutkimuspäivä Porissa 1992 (toim. Laiho, O. & Luoto T.). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 470: 21-27.

Haastattelut:

Jääskeläinen, T. 1993. 1980-luvulla muokattujen rauduskoivun luontaisen uudistamisen alojen inventointi kesällä 1993 Pohjois-Karjalassa. Ennakkotieto, julkaisematon.

RAUDUSKOIVUN KASVATUS

Pentti Niemistö

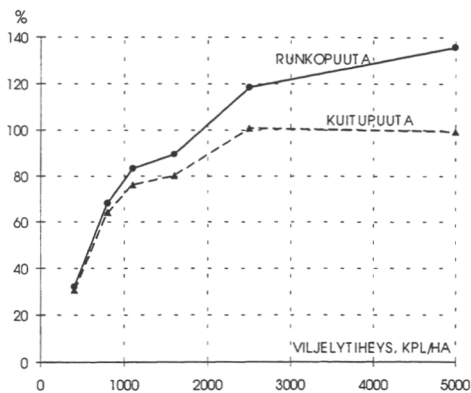
Rauduskoivun viljely alkoi 1960-luvulla

Rauduskoivua on viljelty maassamme 1960-luvulta lähtien yhteensä noin 130 000 ha, pääasiassa Etelä- ja Keski-Suomessa. Vilkkaimmat koivun istutusvuodet olivat 1970-luvun alkupuoliskolla (7000 ha/v) ja taas 1980-luvun lopulta tähän päivään (yli 10 000 ha/v). Ensimmäisen viljelyhuipun aikana syntyneet koivikot ovat parhailtaan ensiharvennusvaiheessa. Voimakkaat vaihtelut viljelymäärissä johtuvat esimerkiksi pellonmetsitystarpeesta ja taimituhojen aiheuttamista pettymyksistä. Tuhojen syynä ovat olleet pääasiassa myyrät, hirvet ja uudistusalojen voimakas heinittyminen tai rauduskoivulle sopimaton kasvupaikka (Raulo 1979 ja 1981). Myös teollisuuden koivupulalla on ollut vaikutusta koivunviljelyn suosion kasvuun viime vuosina. Lisäksi peltojen metsityksessä on ryhdytty käyttämään hieskoivun taimia etenkin turvepelloilla (3,1 miljoonaa tainta vuonna 1991, Aarne 1992).

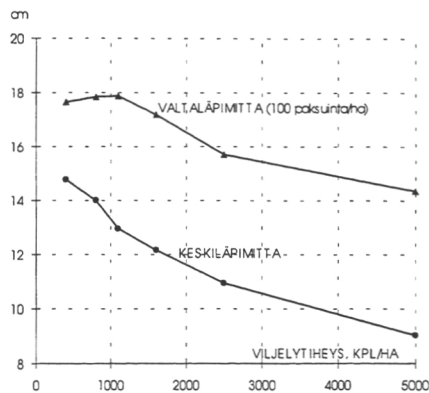
Metsäntutkimuslaitoksen Muhoksen tutkimusasemalla on tutkittu viljelykoivun kasvatustiheyttä pitkäaikaisilla kestokokeilla. Erilaisia viljelytiheyksiä (400-5000 kpl/ha) koskevat tulokset ovat peräisin Varkaudessa, Muhoksella ja Suonenjoella sijaitsevista kokeista noin 20 ikävuoden ajalta, ja harvennushakkuiden tulokset Pieksämäellä olevista kahdesta harvennuskokeesta. Suurin osa kokeista sijaitsee entisillä pelloilla. Tutkimuksissa selvitettiin istutus- ja kasvatustiheyden vaikutuksia rauduskoivikon tuotokseen ja ulkoiseen laatuun sekä ensiharvennuksen ajankohtaa, voimakkuutta ja taloudellisuutta.

Viljelytiheys

Rauduskoivun istutustiheydeksi suositellaan nykyisin 1600 kpl/ha ja vähemmänkin, mikäli viljelyalalle on odotettavissa täydentävää luontaista lehtipuuta (Metsänhoitosuositukset 1989). Uusien tutkimustulosten mukaan käytäntö on oikea, mikäli viljelytaimien kuoleminen jää alle 15 prosenttiin. Istuttamalla 2500 koivua hehtaarille voitiin tosin tuottaa ensiharvennukseen mennessä noin 30 % enemmän runkopuuta ja 15 % enemmän kuitupuuta (kuva 1) kuin em. suositustiheydessä. Kasvupaikasta johtuvan erilaisen kasvunopeuden takia neljän koemetsikön keskiarvot laskettiin suhteellisina lukuina siten, että suurin kuitupuun tuotos koemetsikössä sai arvon 100. Lukuarvot olivat näin menetellen lähellä koemetsiköiden hehtaarikohtaista keskituotosta (m^3/ha) 20 vuoden iällä, joten niitä voi käyttää tarvittaessa myös tähän tarkoitukseen. Tiheyden 1600 kpl/ha kohdalla tuotuskäyrissä havaittava notkahdus johtuu ilmeisesti siitä, etteivät kasvupaikat olleet yhtä viljavia keskenään.



Kuva 1. Istustiheyden vaikutus 20-vuotiaan rauduskoivikon suhteelliseen runko- ja kuitupuun tuotokseen (suurin kuitupuun tuotos=100)



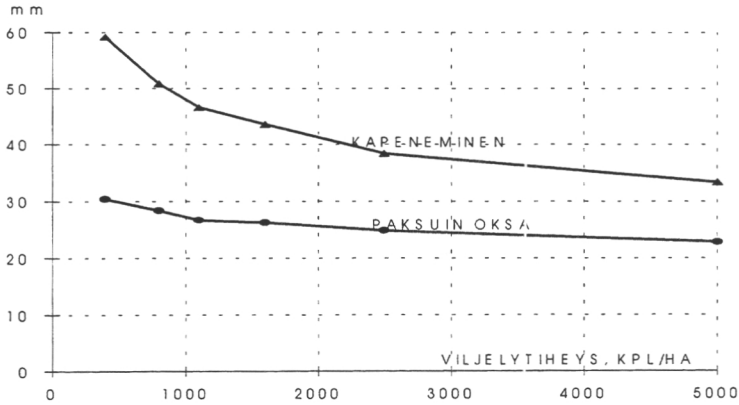
Kuva 2. Istustiheyden vaikutus 20-vuotiaan rauduskoivikon keski- ja valtaläpimittaan (=sadan paksuimman puun keskiläpimittaan)

Valtaläpimitan kehitys hidastui normaalia suuremman tiheyden takia 1,5 cm ja keskiläpimitan kehitys 1,2 cm ensiharvennukseen mennessä (kuva 2). Alempi kasvatustiheys nopeutti kaiken kokoisten, myös metsikön suurimpien puiden järeytymistä, mutta kun istustiheys putosi alle 1100 kpl/ha, ei valtapuiden paksuuskasvu enää hyötynyt väljemmästä kasvutilasta.

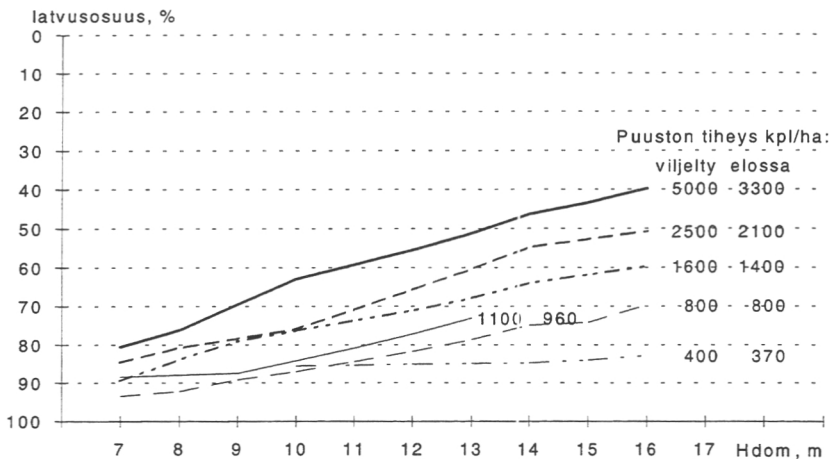
Tiheimmillä koaloilla rauduskoivun vuotuinen tilavuuskasvu oli 11-15 vuoden iässä $10,5 \text{ m}^3/\text{ha}$ ja viisi vuotta myöhemmin noin $13 \text{ m}^3/\text{ha}$. Tiheydessä 1600 kpl/ha vuosikasvu oli noin 2 kuutiometriä ja tiheydessä 1100 kpl/ha noin 3 kuutiometriä alempi.

Puiden ulkoista laatua tutkittiin mittaamalla paksuimman oksan läpimitta neljän metrin matkalla puun tyveltä ja rungon kapeneminen ($d_{1,3-d_{6,0}}$). Paksuinta oksaa käytetään yleisesti tukkien laatuluokittelussa. Muiden oksien paksuus korreloi paksuimman oksan läpimitan kanssa, mutta rungon kapenemisen todettiin kuvaavan vielä paremmin puun yleistä oksaisuutta. Suositustiheyden 1600 kpl/ha ylittäminen alensi paksuimman oksan läpimittaa keskimäärin 1,4 mm tiheydessä 2500 kpl/ha ja 3,8 mm tiheydessä 5000 kpl/ha. Rungon kapeneminen pieneni vastaavasti 5 ja 10 mm (kuva 3).

Viljelytiheydessä 5000 kpl/ha oksat kuolivat tulevan tyvitukin (5 m) alueelta 12 metrin valtapituuteen mennessä. Elossa oli silloin vielä 3300 koivua hehtaarilla. Elävän latvuksen osuus oli tässä vaiheessa keskimäärin 55 % puun pituudesta (kuva 4). Varsinaisen vihreän latvuksen osuus on jonkin verran pienempi, koska latvusrajan mittarina on käytetty alimman elävän oksan kiinnittymiskohtaa rungossa. Kasvun kannalta riittävänä latvusosuutena pidetään koivulla 50 % (Niemistö 1991), joten tiheimpien koalojen harventamisella on kiire 12 metrin valtapituudessa.



Kuva 3. Istutustiheyden vaikutus 20-vuotiaan rauduskoivun rungon kapenemiseen ($d_{1,3}-d_{6,0}$) ja neljän metrin matkalta puun tyveltä mitatun paksuimman oksan läpimittaan.



Kuva 4. Rauduskoivun latvuksen keskimääräinen kehitys (elävän latvuksen osuus puun pituudesta) erilaisilla puustotiheyksillä 20 vuoden ikään mennessä.

Harvennushakkuut

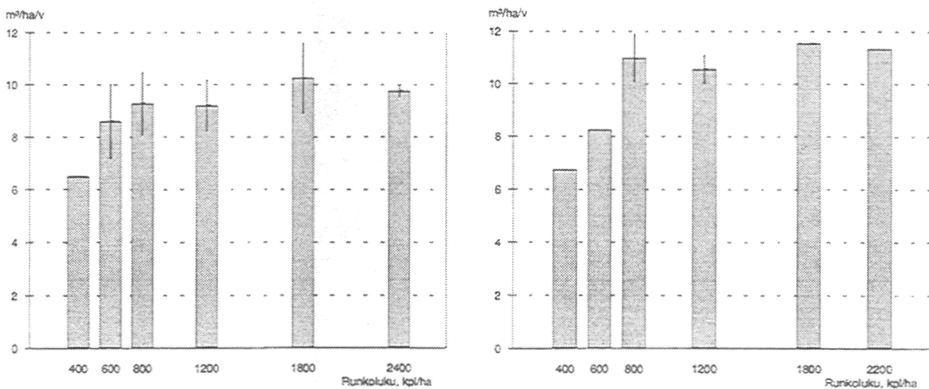
Vaikka tiheä koivikko tuottikin puuta enemmän kuin suositustiheys 1600 kpl/ha, sen kannattavuutta heikensivät ensiharvennuksessa vastaan tulevat ongelmat. Jos taimikon tiheys oli 2000-2500 kpl/ha, jouduttiin harvennus tekemään jo 12-14 metrin valtipituudessa latvusten liiallisen supistumisen välttämiseksi (kuva 5).

Silloin harvennushakkuu oli taloudellisesti kannattamaton, koska kuitupuukertymä oli enimmilläänkin vain 20-30 m³/ha ja hakatun kuiturungon tilavuus keskimäärin noin 30 dm³.

Tiheydessä 1600 kpl/ha ensiharvennus kannatti tehdä 14-16 metrin valtapituudessa siten, että kasvatettavien koivujen elävä latvus muodosti vähintään puolet puun pituudesta. Hakkuukertymä sisälsi tällöin kuitupuuta 30-50 m³/ha ja rungon käyttöosan keskitilavuus oli useimmiten yli 50 dm³. Viljelykoivun pituuskehitys on erittäin nopeaa, joten järkevälle harvennukselle on yleensä aikaa vain 2-3 vuotta. Liian aikainen harvennus ei tuota taloudellisesti ja liian myöhäinen johtaa latvusten supistumiseen ja sitä kautta tulevan vanerituotoksen alenemiseen.

Peltojen metsityksessä voimakas heinittyminen ja koivujen oksaisuus ovat usein ongelmia. Mikäli taimituhoihin varautumisen ja teknisen laadun takia koivikko perustetaan suositusta tiheämpänä, kannattaa taimikko harventaa tarvittaessa latvuston sulkeutumisen jälkeen. Muunlaista taimikonhoitoa koivikko ei yleensä tarvitse kunhan heinätorjunta on hoidettu ensimmäisinä vuosina kunnolla.

Uusien tutkimustulosten mukaan ensiharvennus kannatti tehdä voimakkaana. Nyrkkisäännön mukaan täystiheästä koivikosta hakataan ensiharvennuksessa joka toinen puu pois. Metsikköön jää siis kasvamaan 700-800 suurinta ja paraslaatuista koivua. Jotkut tulokset tukevat tätäkin voimakkaampaa käsittelyä. Pieksämäellä sijaitsevassa harvennuskokeessa ei voimakaskaan harvennus tiheyteen 600 kpl/ha vielä alentanut merkittävästi koivikon tilavuuskasvua, mutta rinnakkaisessa koemetsikössä siitä aiheutunut kasvutappio oli ensimmäisellä 5-vuotisjaksolla 2,5 m³/ha/v ja Pälkäneellä sijaitsevassa kokeessa vastaava kasvutappio oli 2 m³/ha/v.



Kuva 5. Pieksämäellä viljeltyjen rauduskoivikoiden tilavuuskasvu ensimmäisellä 5-vuotiskaudella 13 ja 14 metrin valtapituudessa eri tiheyksiin tehdyn harvennuksen jälkeen.

Ensiharvennuksen mennessä koivun oksat ovat yleensä kuolleet tulevan tyvitukin osuudelta. Harvennuksessa ja pian sen jälkeen suuri osa oksista irtoaa itsestään, mutta vanerikoivun laatu kannattaa kuitenkin varmistaa karsimalla kuivat oksat pois tyvitukin pituudelta. Kuivat ja lahot oksat heikentävät vanerin laatua jo sinänsä ja lisäävät samalla lahoriiskä rungossa. Elävien oksien karsinnasta on erilaisia tuloksia (Heikinheimo 1953, Heiskanen 1958, Vuokila 1976), mutta nykyisten käsitysten mukaan sitä on vältettävä, koska koivu saa erittäin herkästi lahotartunnan.

Toisen harvennuksen ajankohtaa ei tutkimusten perusteella voida vielä täsmällisesti määrittää, mutta voimakkaan ensiharvennuksen jälkeen voidaan edellyttää, että toisen harvennuksen kertymästä on jo merkittävä osa vaneripuuta. Tämä parantaa selvästi koivun kasvatuksen kannattavuutta. Vaneritukin minimikokoa suurempien koivujen poistaminen ja sitä pienempien lisävaltapuiden jättäminen lihomaa lienee tässä vaiheessa mahdollista, vaikka koivikon yläharvennusta ei Mielikäisen & Valkosen (1991) mukaan voida yleisesti suositella. Puuston aikaisempi käsittely ja latvusten kunto sanelevat kuitenkin rajat puuvalinnalle. Toisessa harvennuksessa jätettävän päätehakuukoivikon tiheys on noin 400 kpl/ha. Edullisin kiertoaika vaihtelee Oikarisen (1983) mukaan parhaiden kasvupaikkojen 40 vuodesta huonompien 60 vuoteen.

Puuaineen laatu uusien tutkimusten haaste

Tulosten perusteella suositeltava rauduskoivun viljely- ja kasvatusihteys on 1600 kpl/ha. Pelloilla ja erityisen viljavilla metsämailla on harkittava suurempaa tiheyttä taimituhojen varalta ja oksaisuuden vähentämiseksi. Silloin taimikko kannattaa tarvittaessa harventaa latvusten sulkeuduttua. Voimakas ensiharvennus tehdään 14-16 metrin valtapituudessa tiheyteen 700-800 kpl/ha. Tällöin harvennushakkuu on taloudellisesti kannattava, koivun oksat ovat kuolleet tyvitukin pituudelta ja elävän latvuksen osuus puun pituudesta on vähintään puolet. Toista harvennusta kannattaa lykätä siihen vaiheeseen, kun merkittävä osa kertymästä on jo vaneritukin mitoissa. Harvennuksessa jätetään noin 400 runkoa hehtaarilla.

Edellä esitetyt tulokset ja suositukset perustuvat viljelykoivun tuotoksen ja ulkoisen laadun tutkimuksiin. Viime aikoina on esitetty näkemyksiä, joiden mukaan rungon sisäinen tekninen laatu ei ole niin hyvä, kuin ulkoa voisi päätellä. Erilaisten lahovikojen ja ruskotäpläkärpäsen toukkakäytävien esiintymistä tutkitaan aktiivisesti. Esimerkiksi Metsäntutkimuslaitoksessa on käynnistetty vuonna 1993 tutkimus, jossa näihin ongelmiin etsitään vastausta 85 koemetsikön avulla. Puuaineen teknisten ominaisuuksien ja vikojen tutkiminen voi aiheuttaa muutoksia edellä esitettyihin kasvatusohjeisiin.

Kirjallisuus

- Aarne, M. (toim.). 1992. Metsätilastollinen vuosikirja 1990-91. Yearbook of forest statistics 1990-91. SVT Maa- ja metsätalous 1992:3. Folia Forestalia 790. 281 s.
- Heikinheimo, O. 1953. Puiden keinollisesta karsimisesta. Metsätaloudellinen aikakausilehti. s. 153-154.
- Heiskanen, V. 1958. Tutkimuksia koivun karsimisesta. Summary: Studies on pruning of birch. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 49.3. 68 s.
- Metsänhoitosuosituksset. 1989. Keskusmetsälautakunta TAPIO. 55 s.
- Mielikäinen, K. & Valkonen, S. 1991. Harvennustavan vaikutus vartuneen metsikön tuotokseen ja tuottoihin Etelä-Suomessa. Summary: Effect of thinning method on the yield of middle-aged stands in southern Finland. Folia Forestalia 776. 22 s.
- Niemistö, P. 1991. Hieskoivikon kasvustiheys ja harvennusmallit Pohjois-Suomen turvemilla. Summary: Growing density and thinning models for *Betula pubescens* stands on peatlands in northern Finland. Folia Forestalia 782. 36 s.
- Oikarinen, M. 1983. Etelä-Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for silver birch (*Betula pendula*) plantations in southern Finland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 113. 75 s.
- Raulo, J. 1979. Suomen ensimmäinen laaja koivun viljelykokeilu. Teollisuuden Metsäviesti 1. s. 18-19.
- Raulo, J. 1981. Koivukirja. Gummerrus. Jyväskylä. 131 s.
- Vuokila, Y. 1976. Karsimisen vaikutus männyn ja koivun terveystilaan. Summary: Effect of green pruning on the health of pine and birch. Folia Forestalia 281. 13 s.

ONKO HIESKOIVULLA PAIKKAA METSÄTALOUDESSA ?

Jussi Saramäki

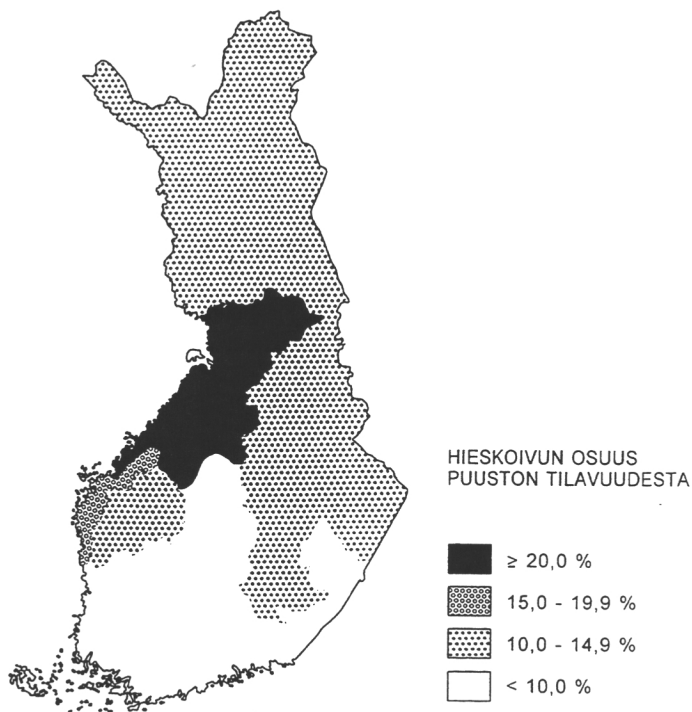
Hieskoivu on kosteiden maiden puulaji

Hieskoivun suhteellisesti runsain esiintyminen keskittyy Pohjanmaalle (kuva 1). Sen osuus koivujen keskinäisestä tilavuudesta on myös suurimmillaan samalla alueella. Keskimäärin hieskoivua on kolme kertaa enemmän kuin rauduskoivua. Ainoastaan Helsingin ymäristössä ja Ahvenanmaalla rauduskoivu on hieskoivua yleisempi (Ferm 1989). Hieskoivuvaltaiset metsiköt keskittyvät turvemaille.

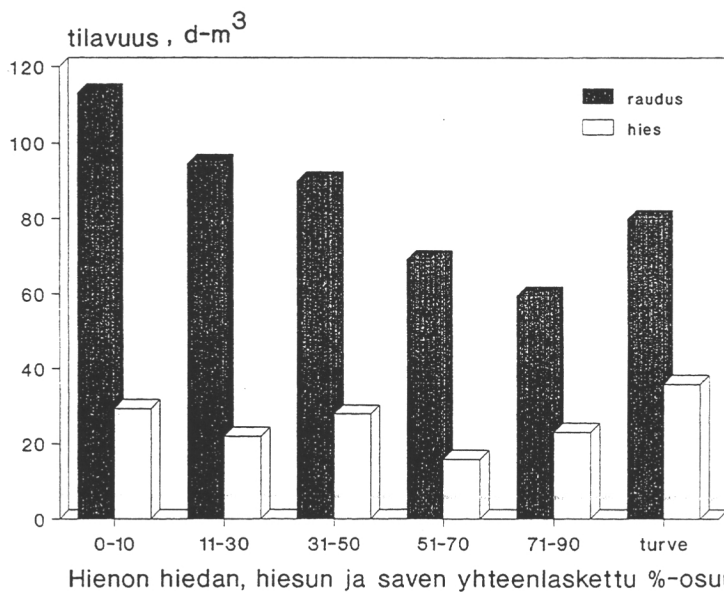
Hieskoivun tiedetään kasvavan ja tuottavan heikommin kuin rauduskoivun ja havupuiden (esim. Koivisto 1957, Raulo 1977, Saramäki 1977, Oikarinen 1980, Ferm & Niemistö 1992). Tuotoserot ovat suurimpia rehevillä kivennäismailla ja pelloilla, missä viljeltyjen rauduskoivikkojen valtapuut ovat olleet 30 vuoden iällä tilavuudeltaan kaksinkertaisia verrattuna hieskoivikon valtapuihin (Raulo 1977). Luontaisesti syntyneiden koivikkojen tuotoserot eivät ole yhtä suuria (Koivisto 1957). Koivulajien suhteelliset tuotoserot pienenevät maaperän muuttuessa huonommin vettä läpäiseväksi kuten hiesupitoisilla kivennäismailla ja turvemaille (kuva 2, Saramäki ym. 1991). Ajateltaessa puhtaasti puuntuotoksen kannalta ei ole perusteita perustaa hieskoivikkoa. Väitetään, että on kasvupaikkoja, joissa vain hieskoivu menestyy. Tätä väitettä eivät tutkimukset tue. Voidaan kuitenkin todeta, että hieskoivu kärsii vähemmän ravinnepuutoksista ja liiallisesta märkyydestä kuin rauduskoivu tai havupuut. Tämä ohjaa hieskoivun ja -koivikon käytön suuntaamista.

Hieskoivu syntyy helposti kosteille kasvualustoille luontaisesti. Kuitenkin vanhoilla pelloilla hieskoivun taimia - etenkin kasvatuskelpoisia taimia - on keskimäärin yllättävän vähän (kuva 3, Hynönen & Saksa 1991). Toisaalta kivennäismaiden kosteikkopainanteissa on monesti hyvin tiheä koivun taimikko. Saksan (1989) mukaan Etelä-Savon männyn uudistusaloilla luontainen taimettuminen oli sitä voimakkaampaa mitä peittävämmän maanpinta oli käsitelty, mutta siemensyntyisiä lehtipuiden taimia oli vähänlaisesti. Pohjois-Savon metsänviljelyaloilla hyväksyttiin keskimäärin 500 hieskoivun tainta täydennykseksi havupuutaimikkoon (Saksa ym. 1990). Saman alueen kivennäismaiden pellonmetsityksissä oli myös keskimäärin 500 siemensyntyistä hieskoivun tainta, mutta luontainen taimettuminen oli hyvin vaihtelevaa ja ryhmittäistä (Hynönen & Saksa 1991). Turvepelloilla yli 80 %:lla koaloista ei ollut yhtään kasvatuskelpoista hieskoivun tainta.

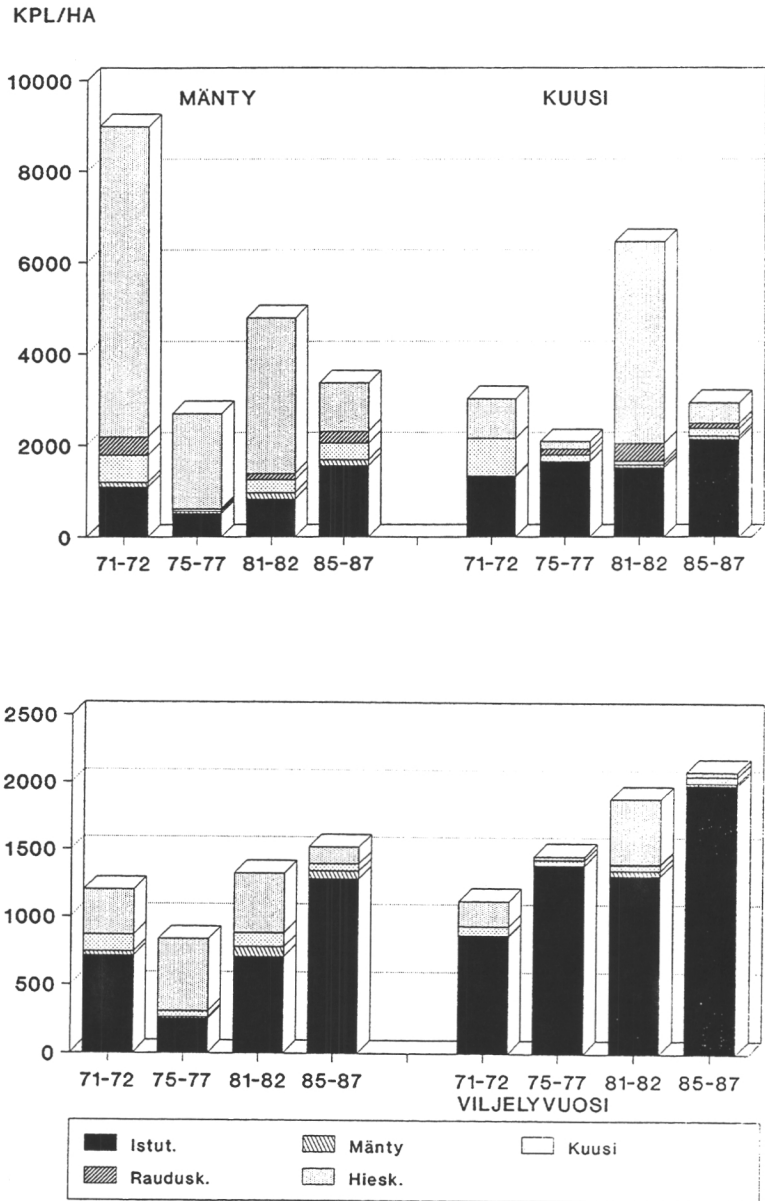
Hieskoivu on pioneeripuulaji, joka valtaa ensimmäisenä syystä tai toisesta puuttomia alueita. Osalla näitä alueita myös muut pioneeripuulajit kuten rauduskoivu ja leppä tulevat hyvin toimeen. Koska hieskoivu on vahvujuurinen ja maata parantava puulaji, se toimii 'tienraivaajana' seuraaville puusukupolville. Tällaisia kohteita ovat esimerkiksi ojitetut avosuot ja maankohoamisen ansiosta paljastuneet entiset merenpohjat. Samoin hieskoivu tulee kysymykseen turvetuotannosta vapautuneiden suonpohjien metsittämisessä.



Kuva 1. Hieskoivun osuus puuston tilavuudesta Fermin (1989) mukaan.



Kuva 2. 20-vuotiaiden hiesten ja raudusten keskimääräinen koko maan hienoaineksien osuuden suhteen pohjois-karjalaisessa aineistossa. Vertailuna puiden tilavuudet turvemilla (Saramäki ym. 1991).



Kuva 3. Keskimääräiset taimimäärät männyllä ja kuusella 1970-luvun alussa, puolivälissä, 1980-luvun alussa ja puolivälissä metsitetyillä turvepelloilla Hynösen & Saksan (1991) mukaan. Ylemmässä kuvassa on esitetty kaikkien taimien määrät ja alemmassa kuvassa kasvatuskelpoisiksi arvioitujen taimien määrät (istutettu = perusmetsitys + täydennysviljely).

Mille maille hies sopii?

Missä hieskoivu sitten on sopiva puulaji? Hieskoivu on kasvupaikan ravinnevaatimuksiltaan samanlainen kuin rauduskoivukin eli se vaatii hyvin menestyäkseen kohtuullisen rehevän maapohjan. Kivennäismailla missä vesi ei ole vaivana rauduskoivu tuottaa ja kasvaa selvästi hieskoivua enemmän sekä puhtaana metsikköä että havupuiden seassa kasvaessaan. Veden vaivaamilla - useimmiten hienojakoisilla - kivennäismailla hieskoivu on selvästi kilpailukykyisempi suhteessa rauduskoivuun, joskin sen kasvu on sielläkin raudusta heikompaa, mutta elossapysyminen parempaa. Metsikkökuvioilla on painanteita, joiden metsittäminen havupuilla ei onnistu veden ja/tai hallan vuoksi. Luontaisen hieskoivun hyväksyminen tällaisissa kohteissa on taloudellisesti ja metsien monipuolisuuden säilyttämisen vuoksi hyvin perusteltua. Kannattaa kuitenkin muistaa, että rauduskoivulla saavutetaan aina parempi kasvutulos ja muuten samat positiiviset vaikutukset kuin hieskoivulla, joten missä on mahdollisuus valita, suositaan rauduskoivua.

Hieskoivun kasvukyky on nuorella iällä hitaampaa kuin rauduskoivulla ja niinpä hieskoivu ei yhtä helposti muodostu havupuita varjostavaksi ylispuuksi taimikossa kuin rauduskoivu (Mielikäinen 1985). Karuilla soilla, jonne hieskoivu myös suhteellisen helposti uudistuu, hies kuitenkin jää huonomuotoiseksi ja sen kasvu havupuita selvästi heikommaksi. Täydentävänä puuna se voidaan kuitenkin jättää havupuumetsikköön suhteellisen karullakin kasvupaikalla. Positiivisina piirteinä on tällöin otettava huomioon sen lehtikarikkeen maan happamoitumista vähentävä vaikutus ja etenkin sammalten kasvua ehkäisevä peitto maanpinnassa. Havupuutaimikoiden täydentäjänä - kun muita puulajeja ei ole tarjolla - hieskoivu on varteenotettava. Hieskoivu on kuitenkin lyhytikäisempi kuin havupuut. Jätettäessä hieskoivuja sekapuiksi havupuumetsikköön on varauduttava poistamaan ne pääosin jo harvennuksissa. Tällöin hieksen varhainen hyvä kasvu voidaan hyödyntää ja käyttää sitten havupuiden pitempään jatkuva kasvukyky hyväksi. On muistettava, ettei hieskoivusekoitus paranna metsikön kokonaistuotosta verrattuna puhtaaseen havupuumetsikköön (Mielikäinen 1985).

Olemassa oleva hieskoivikko on jo varsin pienestä koosta alkaen kasvatuskelpoinen. Vaikka hieksen tuotos onkin muita puulajeja heikempi, ovat uudistamiskustannukset niin suuri rasite, ettei ole yleensä taloudellisesti perusteltua lähteä poistamaan jo syntynyttä hieskoivikkoa, mikäli se on ehtinyt jo saavuttaa muutaman metrin pituuden. Hieskoivu tuottaa pääasiassa sellupuuta ja vain poikkeustapauksissa voidaan kasvatuksen päätavoitteena pitää vaneripuun kasvatusta. Kuitupuun kasvatuksen ollessa tavoitteena, voidaan hieskoivikko kasvattaa varsin tiheänä ja tyytyä vain yhteen harvennukseen (Niemistö 1991). Kiertoaika on tällöin Etelä-Suomessa noin 50 vuotta. Vaneria kasvatettaessa noudatetaan soveltuvien osin rauduskoivikoiden kasvatusohjeita. Lehtomaisen kankaan ja turvekankaan hieskoivikossa voidaan noudattaa mustikkatyypin rauduskoivikon kasvatusohjetta.

Varsinkin Itä-Suomessa hieskoivua on viime vuosina käytetty ongelmallisiksi koetuilla metsityskohteilla - ennen muuta tiivispohjaisilla kivennäismaapelloilla ja turvepelloilla. Näilläkin kohteilla kyse on enemmänkin hätävarjelun liioittelusta,

sillä useimmissa tapauksissa samoihin paikkoihin saataisiin syntymään myös raudus- tai havupuumetsä, mikäli siihen onnistutaan saamaan viljelty hieskoivikko. Hieskoivun menestyminen tällaisissa kohteissa on merkki siitä, että muutkin puulajit olisivat voineet siellä menestyä. Vastaavasti voidaan sanoa, että kohde jossa on epäonnistuttu muilla puulajeilla, on todennäköisesti vaikea metsittää myös hieskoivulla. Monesti ongelmalliset kohteet olisi viisaampi jättää metsittymään luontaisesti. Kun hieskoivun kasvu ja tuotos on raudusta ja havupuita heikompi, ei ole ainakaan taloudellisia perusteita käyttää hieskoivua metsänviljelyyn. Maisemalliset ja metsäluonnon monipuolistamiseksi saattavat muuttaa tilanteen joissakin kohteissa toiseksi.

Riistan kannalta lehtipuusekoitus ja lehtipuuryhmät havupuumetsissä ovat tervetulleita ja tärkeitä. Mikäli nämä katsotaan merkittäviksi tekijöiksi - kuten käsittääkseni tulisi tehdä - laajenevat myös hieskoivun käyttömahdollisuudet. Hirvi käyttää koivua hyväkseen ja koivualikasvoksen jättäminen hirven laidunalueille pienentää painetta muiden puulajien taimikoiden syöntiin. Toisaalta hieskoivu ei ole suosituinta hirven ravintoa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että vaikka hieskoivu on hyvä pioneeripuulaji, se häviää kasvussa rauduskoivulle ja havupuulle, joten hieskoivua ei juurikaan kannata viljellä. Hieskoivua ei voi käyttää epäonnistuneen metsänviljelyn 'pelastajana.' Hieskoivu on kuitenkin hyvä havupuumetsikön täydentäjä erityisesti tiiviillä ja turvemaiilla sekä pienten aukkojen täyttäjänä. Jo syntynyt hieskoivikko on taloudellista useimmiten kasvattaa kiertoajan loppuun. Metsien monimuotoisuuden ja metsämaiseman vuoksi hieskoivua voi suosia sille puhtaasti taloudellisesti sopimattomissa kohteissakin etenkin kun se on maata parantava ja happamoitumista ehkäisevä lehtipuu kuten rauduskoivukin.

Kirjallisuus

- Ferm, A. 1989. Hieskoivun kasvatusta soilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 322:40-52.
- Ferm, A. & Niemistö, P. 1992. Rauduskoivu hieskoivua tuottoisampi. Käytännön Maamies 12:66-67.
- Hynönen, T. & Saks, T. 1991. Peltojen metsitystulos Pohjois-Savossa 1970- ja 1980-luvulla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391:29-34.
- Koivisto, P. 1957. Etelä-Suomen hoidettujen raudus- ja hieskoivikoiden kehityksestä. Moniste. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. 158 s.
- Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 133. 79 s.
- Niemistö, P. 1991. Hieskoivikoiden kasvatustiheys ja harvennusmallit Pohjois-Suomen turvemaiilla. Folia Forestalia 782. 36 s.
- Oikarinen, M. 1980. Viljelykoivikon, -kuusikon ja männikön kasvusta ja tuotoksesta. Metsäntutkimuslaitos. Muhoksen tutkimuskeskuksen tiedonantoja 21:16-25.
- Raulo, J. 1977. Development of dominant trees in *Betula pendula* Roth and *Betula pubescens* Ehrh. plantations. Seloste: Viljeltyjen raudus- ja hieskoivikoiden valtapuiden kehitys. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 90(4). 15 s.
- Saks, T. 1989. Männyn taimikoiden tila auraus- ja äestysaloilla Etelä-Savossa. Folia Forestalia 733. 32 s.
- Saks, T., Nerg, J. & Tuovinen, J. 1990. Havupuutaimikoiden tila 3-8 vuoden kuluttua istutuksesta tuoreilla kankailla Pohjois-Savossa. Folia Forestalia 753. 30 s.
- Saramäki, J. 1977. Ojitettujen turvemaiden hieskoivikoiden kehitys Kainuussa ja Pohjanmaalla. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 91(2). 59 s.
- Saramäki, J., Ferm, A. & Valkonen, S. 1991. Ennakkotuloksia pelloille viljeltyjen raudus- ja hieskoivujen kasvusta sekametsinä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391:49-54.

KOIVU RAAKA-AINEENA

Erkki Verkasalo

Koivun käyttömuodot

Koivua on käytetty Suomessa teollisiin tuotteisiin 1800-luvun puolivälistä lähtien. Ensimmäisenä aloitti lankarullateollisuus v. 1873. Suomen lankarullien vienti oli parhaimmillaan 80 % maailman rullakaupasta. Puun käytön hyötösuhde oli tässä heikko, sillä raaka-aineesta saatiin valmista tavaraa vain 12 %. Jätteet eivät kelvanneet muuksi kuin polttopuiksi. Sahajauho käytettiin kuivike- ja pakkausaineeksi.

Koivun sahaus alkoi todennäköisesti jo 1850-luvulla. Tuotantomäärät ovat polkeneet paikallaan 1920-luvulta lähtien, joitakin poikkeusvuosia lukuunottamatta. Suuri osa tuotannosta on mennyt puusepän- ja erityisesti huonekaluteollisuudelle, jossa lähinnä muoti on määrännyt eri puolajien suosion. Myös koivun sahauksen huippu, 0,6 milj. m³/a, ajoittui 1960-luvun puoliväliin. Särnäyttä sahatavaraa saadaan koivutukeista vähemmän kuin havutukeista, keskimäärin 35 %.

Vaneriteollisuuden syntyminen oli kuitenkin varsinainen sysäys koivun käytölle. Tasan 100 vuotta sitten aloitti Karkussa toimintansa Wiikari Oy, joka valmisti vaneria ja vaneripohjaisia tuoleja, laatikoita yms. koivusta vuoden 1899 konkurssiinsa asti. Pysyvän vaneriteollisuuden aloitti Wilhelm Schauman Jyväskylässä 1912. Vaneriteollisuus ohitti sahateollisuuden koivun käyttäjänä vuonna 1918. Kehitys oli tämän jälkeen niin suotuisaa, että suomalainen koivuvaneri hallitsi maailman lehtipuuvaneri-markkinoita 1920- ja 1930-luvuilla. Sotavuodet ja neljän tehtaan jääminen luovutusalueelle aiheuttivat tilapäisen taantumän.

Vanerikoivun käytön huippu, 2 milj. m³/v, ajoittui 1960-luvun puoliväliin. Tämän jälkeen koivuraaka-aineen niukkuus ja Kaakkois-Aasian uusien toimittajien kilpailu johtivat kriisiin, josta teollisuus selvisi tuotekehityksellä: erikoistumalla kalliisiin, koivupohjaisiin erikoistuotteisiin ja käyttämällä suuria määriä kuusta tuotteissa, joiden ominaisuudet ja hinta määräytyivät pääasiassa koivun mukaan. Viimeisen parin vuoden aikana on tukkien hinnan laskun ja edullisten valuuttakurssimuutosten turvin ryhdytty valmistamaan myös merkittäviä määriä puhdasta kuusivaneria. Pitkällä tähtäimellä koivu lienee edelleen vaneriteollisuuden pääraaka-aine. Puun käytön hyötösuhde on vaneriteollisuudessakin alhainen, sillä valmista perusvaneria saadaan koivutukeista 25-30 % ja kuusitukeista 35-40 %.

Vaneri- ja sahapuun lisäksi järeällä koivulla on ollut ja on edelleen monia erikoiskäyttötarkoituksia. Erityisen haluttuja ovat olleet loimu- ja visakoivu huonekalu- ja sisustusviiluksi ja koriste-esineisiin. Myös tavallinen koivu käy näihin tarkoituksiin. Mainittakoon lisäksi käyttö parkettina, jääkiekkomailoissa ja soittimissa. Nytemmin historiallisia käyttökohteita ovat tulitikkulaatikot, sukset, keihäät, rauta- ja raitiotievaunujen ja lentokoneiden vanerit ja monet käyttöesineet.

Koivupienpuun perinteinen käyttö on ollut kiinteistöjen polttopuuna. Merkitys energian tuotannossa alkoi laskea voimakkaasti 1950-luvulla, mikä johti harvennuskoivun menekkivaikeuksiin. Romahdus oli niin suuri, että teollisuuden koivun käytön lisääntyminen ei ole vieläkään pystynyt korvaamaan polttopuun käytön vähenemistä. Niinpä 1950- ja 1960-luvun "koivuvihakauden" kestäneen vähenemisen jälkeen koivuvarat ovatkin kasvaneet 1970-luvulta lähtien. Toinen syy on ollut ojitusalueiden (hies)koivuvarojen voimakas kasvu. Koivun suosiminen sekapuuna ei liene vielä näkynyt metsätaseessa.

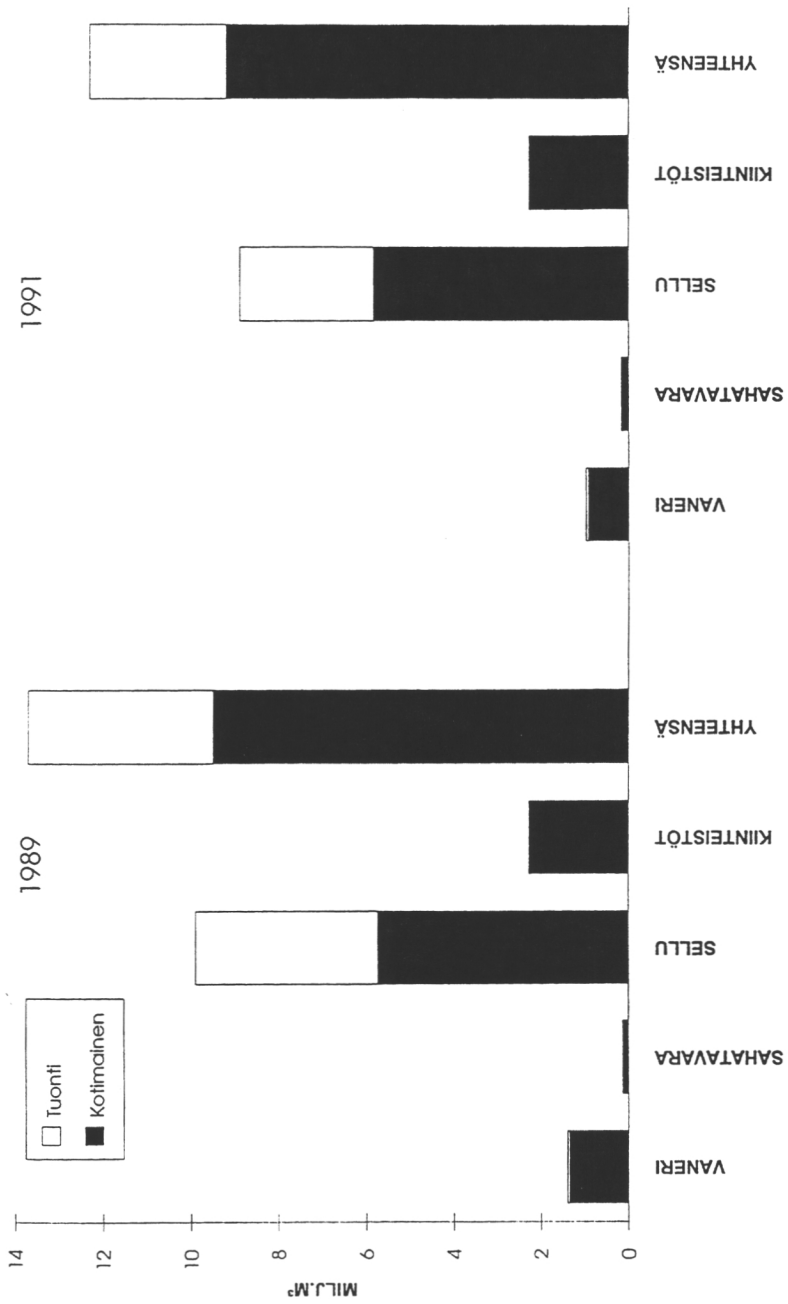
Koivua yritettiin käyttää selluteollisuudessa jo 1920-luvulla. Kuitenkin vasta 1950-luvulla keksittiin koivun kuidutukseen sopiva sulfaattikeittomenetelmä. Käyttö kasvoi tämän jälkeen tasaisesti saavuttaen 4 milj. m³/v ennen 1970-luvun puolivälin öljykriisejä. Sellu- ja paperiteollisuuden laman seurauksena koivun käyttö putosi tällöin puoleen, enemmän kuin havupuiden käyttö. Suhdannevaihtelut koettiin koivukuitupuumarkkinoilla yleensäkin selvemmin kuin havukuitupuumarkkinoilla. Taito käyttää koivua merkittäviä määriä paino- ja kirjoituspaperien valmistuksessa on 1980-luvun loppupuolelta lähtien lisännyt koivukuitupuun kysyntää jälleen huomattavasti. Koivun tarve on Suomen selluteollisuudessa nykyisin jo yli 10 milj. m³/v.

Koivupienpuuta on käytetty myös lastu- ja kuitulevyteollisuudessa. Näiden teollisuuden alojen raaka-aine on nykyisin pelkästään sahojen ja vaneritehtaiden jättepuuta. Koivua käytetään vanerihakkeen muodossa.

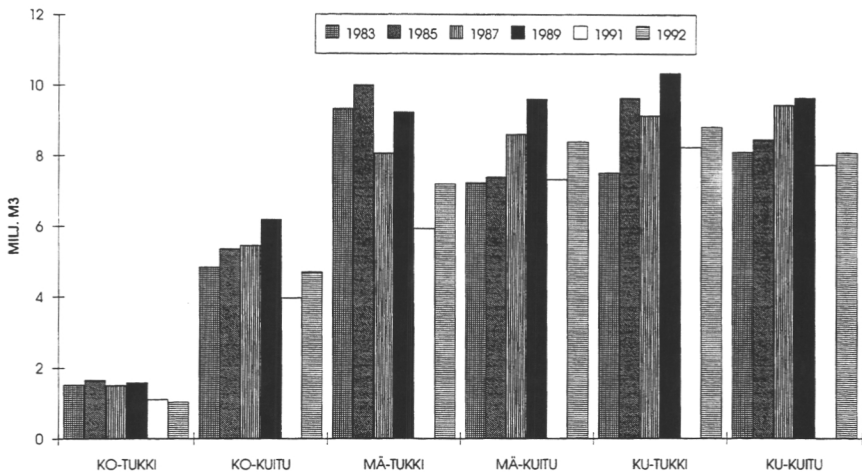
Koivun käytön nykyinen laajuus

Kuvassa 1 on esitetty kotimaisen ja ulkomailta tuodun koivun käyttömäärät Suomen metsäteollisuudessa tyypillisinä runsaan ja laimean puunkäytön vuosina, 1989 ja 1991. Vaneriteollisuuden koivun käyttö on ollut tyypillisesti 1-1,5 milj. m³/v ja sahatteollisuuden 0,1-0,2 milj. m³/v. Tuonnin osuus on ollut pieni, muutamia kymmeniä tuhansia kuutiometrejä vuodessa lähinnä Venäjältä ja Ruotsista.

Selluteollisuus on vajaan 10 milj. m³:n käyttömäärällä suurin koivun kuluttaja. Tuonnin osuus on lähes puolet. Tämä määrä käsittää sekä etupäässä Venäjältä tulevan koivun että lähinnä Etelä-Amerikasta tulevan eukalyptuksen. Kiinteistöjen puunkäyttö, joka on käytännössä lähes kokonaan polttopuuta, on arviolta noin 2 milj. m³/v. Tähän lukuun sisältyy arvionvaraisena huomattava virheriski.



Kuva 1. Kotimaisen ja ulkomaisen koivun käyttö Suomen metsäteollisuudessa vuosina 1989 ja 1991. Kuitupuun tuonti sisältää koivun lisäksi muun lehtipuun (valtaosin eukalyptusta) (Aarne 1993).



Kuva 2. Koivun, männyn ja kuusen markkinahakkuut puutavaralajeittain vuosina 1983-1992 (Aarne 1993).

Puunkäytön pieneneminen vuodesta 1989 vuoteen 1991 näkyy vaneritukkien ja ulkomailta tuodun koivukuitupuun vähenemisellä. Sen sijaan kotimaisen koivukuitupuun käyttö on jopa kasvanut. Tämä kylläkin saattaa johtua pikemminkin Venäjän koivun tuonnin häiriöistä vuonna 1991 kuin kotimaisen koivun runsaista hankinnoista. Suuri osa kotimaan koivusta lienee ollut edellisen vuoden hankintaa: koivukuitupuuta on mahdollista varastoida ilman kohtuuttomia sellun saanto- ja laatutappioita.

Kuvassa 2 on esitetty koivun ja muiden pääpuulajien markkinahakkuutilastot viimeisen 10 vuoden ajalta. Niiden mukaan koivutukin markkinahakkuut olivat suurimmillaan vuonna 1985 ja pienimmillään vuonna 1992. Koivukuitupuun hakkuuhuippu oli havukuitupuun lailla vuonna 1989 ja selvä pohja vuonna 1991. Suhdanteet ovat edelleenkin vaikuttaneet eniten koivun hakkuisiin: koivua hakattiin vuonna 1991 vain 65 % vuoden 1989 ennätyshakkuumäärästä, kun vastaavat osuudet olivat männyllä 70 % ja kuusella 80 %. Puutavaralajeittain tarkasteltuna vain mäntytukkien hakkuut ovat vaihdelleet koivutukkien ja -kuitupuun hakkuita voimakkaammin.

Koivun edut raaka-aineena

Koivupuun luontaiset edut sekä mekaanisen että kemiallisen metsäteollisuuden raaka-aineena liittyvät läheisesti puuaineen tasalaatuisuuteen. Tämä ominaisuus johtuu hajapatkiloisuudesta ja putkiloiden tasaisesta jakautumisesta yli koko vuosiluston.

Kesäpuun osuus on pieni. Kevät- ja kesäpuun raja on vähittäinen ja niiden tiheys suhteellisen pieni. Puuaine on tyypillisesti tasaisen kellahtavan tai punertavan

vaaleaa, joskus melkein valkeaa ja himmeäkiiltoista. Sydänpuu ei erotu väriltään pintapuusta. Vanhoilla puilla se saattaa tosin muuttua pintapuuta tummemmaksi. Rauduskoivulla esiintyy esteettisesti arvokkaita erikoisuuksia, visakoivua ja laine- eli loimukoivua.

Koivupuun kuidut ovat ohuita ja lyhyehköjä. Nämä eivät tuo paperiin lujuutta mutta sen sijaan tiivyyttä, läpinäkymättömyyttä ja hyvät painatusominaisuudet. Puuaine on keskiraskasta, keveimmillään ytimen lähellä olevassa nuorpuussa ja raskaimmillaan puun pinnassa tai sen lähellä. Tiheys on riittävän korkea takaamaan puuaineelle hyvän lujuuden, kimmoisuuden, sitkeyden ja taipuisuuden.

Koivupuuta on helppo työstää, erityisesti sorvata mutta myös sahata, viiluttaa ja vuolla, niin manuaalisesti kuin koneellisesti. Höylätyt pinnat ovat tavallisesti sileitä ja kauniskiiltoisia. Liima-, naula- ja ruuviliitokset ovat pitäviä. Pintakäsiteltävyys (petsaus, lakkaus) on myös hyvä. Puuaineen kuivausta helpottavat kohtalaisen vähäinen kutistuminen ja paisuminen (eläminen) ympäristön kosteuden muuttuessa sekä pinta- ja sydänpuun pieni kosteusero. Puuaine on myös varsin haponkestävää.

Taulukossa 1 on lueteltu koivupuun keskimääräisiä anatomisia, fysikaalisia ja mekaanisia ominaisuuksia kuuseen, pyökkiin ja tammeen verrattuna. Kuusi on tässä esimerkkinä tyypillisestä rakennuspuusta, pyökki koivun kaltaisissa tuotteissa käytettävistä vaneripuusta ja tammi arvokkaasta huonekalu- ja parkettipuusta.

Koivun haittapuolet raaka-aineena

Metsiemme koivu ei ole useinkaan erityisen hyvää raaka-ainetta ulkoisilta ominaisuuksiltaan, etenkin mekaaniselle metsäteollisuudelle. Koivut eivät yleensä ole järeydeltään mäntyjen ja kuusien veroisia. Rungot ovat varsinkin hieskoivulla ja erityisesti turvemaidella yleensä ainakin jossain määrin mutkaisia, lenkoja, haaraisia ja/tai soikeita. Sekä järeytymistä että runkomuotoa voidaan parantaa metsänjalostuksen keinoin. Sama koskee oksaisuutta. Koivun runko karsiutuu helposti tyveltään, mutta hankalia piirteitä nimenomaan luonnonkoivujen ylemmissä osissa ovat oksien runsaus, ryhmittäisyys, paksuus, terveiden ja kuolleiden/lahojen oksien esiintyminen ja oksien lahonaltius.

Koivu on yleensäkin altis laholle. Nykytiedon mukaan hieskoivu on herkempi lahoamaan kuin rauduskoivu. Selviä runkolahoa indikoivia tekijöitä ovat yli-ikäisyys, vesasyntyisyys, kasvaminen paksaturpeisella suolla, myyrätuhot, pintahalkeamat ja -korot sekä lahot oksat. Rungon tyviosassa on usein koivun ruskotäpläkärpäsen (*Dendromyza betulae*) toukkien jälsikerrokseen kaivamia, korkkisolukon täyttämiä käytäviä. Toukat eivät vaaranna puun elämää, mutta käyttävät jättävät vaneriviiluun sen laatua ja arvoa alentavia ruskotäpliä.

Taulukko 1. Koivun puuaineen keskimääräisiä anatomisia, fysikaalisia ja mekaanisia ominaisuuksia kuuseen, pyökkiin ja tammeen verrattuna (keskimmäinen arvo on puulajille tyypillinen keskiarvo ja vasemman- ja oikeanpuoleiset arvot käytännössä esiintyviä ääriarvoja) (Wagenfuhr & Schreiber 1989). Suomalaista puuta koskevat tulokset on esitetty vahvennettuna (Jalava 1945, Hakkila 1966).

Ominaisuus	Koivu <i>Betula verrucosa ja pubescens</i>	Kuusi <i>Picea abies</i>	Pyökki <i>Fagus sylvatica</i>	Tammi <i>Quercus robur</i>
Kuidun pituus, mm	0,34...1,0...1,7	1,3...2,8...4,3	0,6...1,3	0,28...0,88...1,6
Soluseinämän paksuus (2W), μm	4,2...5,3...6,7	1,9...3,5...4,9 ¹	3,6...7,5...10,3	2,9...4,2...5,3
Soluontelon läpimitta (L), μm	4,0...8,5...14,5	9,3...10,7...11,6 ²	3,5...7,1...11,2	6,5...12,5...22,5
Huokoisuus (c), %	59	71	55	57
Tiheys, kg/m^3				
Kuiva-tuore ($\rho_{d\sigma T}$)	Raudus: 497 Hies: 482	378		
Kuiva-ilmakuiva (ρ_{12-15})	510...650...830 Raudus: 600 Hies: 580	330...470...68	540...720...910	430...690...960
Tuore ($\rho_{\sigma T}$)	800...850...900	700...800...850	820...1070...1270	900...1150
Kutistuma, %				
Pituus (β_l)	0,6	0,3	0,3	0,4
Säde (β_r)	5,3	3,5...3,7	5,8	3,5...4,7
Tangentti (β_t)	7,8	7,8...8,0	11,8	7,7...10,0
Tilavuus (β_v)	13,7...14,2	11,6...12,0	14,0...17,9...21,0	
Staattinen lujuus, MPa				
Taivutus (σ_{bR})	75...144...152 105	49...78...136 84	73...121...206	74...88...105
Puristus (σ_{dR})	37...50...98 53	33...50...79 44	40...61...97	54...61...67
Veto (σ_{7R} II)	34...134...265	21...90...245	56...132...177	50...90...180
Leikkaus (τ_{aR})	12...14 8,7	4,0...6,7...12,1 6,8	6,4...7,8...18,6	6...11...13
Taivutuskimmo- moduuli (E_b II), GPa	14,2...16,2 14,8	7,3...11...21,4 13,4	9,8...15,7...17,7	10,0...11,7...13,2
Iskutaivutus-lujuus (a), kJ/m^2	44...98...128	10...46...110	29...98...186	10...60...160
Brinell-kovuus (HB I), MPa	22...49	12	27...40	34

Kuusella: ¹ Kevätpuu, ² Kesäpuu

Koivupuutavara on altis väri-, laho- ja hyönteisvioille metsä- ja tehdasvarastoissa. Tosin vikaantumisen on yhden kesän varastoinnissa vielä lievää. Varsinkin konehakuissa syntyy tyvitukkiin huolestuttavan paljon kaatohalkeamia ja -repeämiä. Merkitystä on myös sydänhalkeamilla, joita ilmestyy heti kaadon ja varastoinnin, haudonnan ja sorvauksen yhteydessä. Koivupuun halkaisu on kuitenkin varsin vaikeaa.

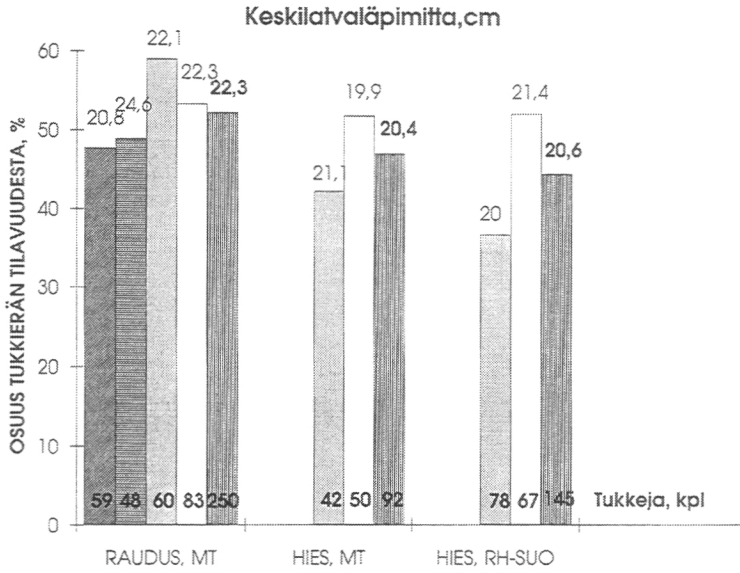
Koivupuun kestävyys on kuivana hyvä, mutta sään vaihteluissa huono, joten puu ei sovellu nopean lahoavuutensa ja sienille ja hyönteisille alttiutensa vuoksi ulkokäyttöön. Koivupuulla on taipumusta halkeiluun ja kieroutumiseen kuivattaessa, minkä vuoksi kuivaus on tehtävä hitaasti ja varovaisesti. Koivupuun vetolujuus on varsin alhainen painoon nähden, minkä vuoksi se ei sovellu rakennuspuuksi. Puuaine ei myöskään ole erityisen kovaa. Kovuus voidaan kuitenkin parantaa tammen veroiseksi lämpö- ja painekäsittelyllä.

Millaisia puutavaralaji- ja raaka-ainekertymiä on odotettavissa luonnonmetsien hies- ja rauduskoivun päätehakuista?

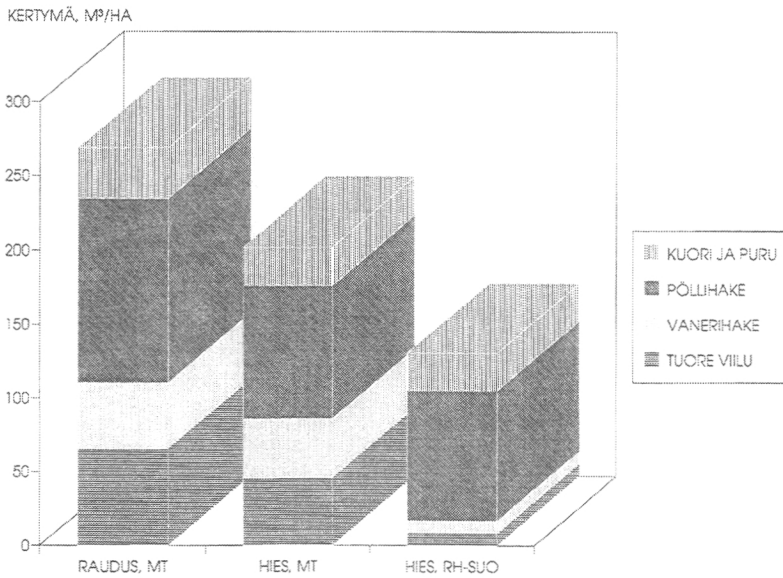
Raudus- ja hieskoivun kelpoisuutta saha- ja vaneripuuksi kasvattamiseen on metsätaloudessa totuttu vertailemaan lähinnä tukkipuun tuotoksen ja kasvatuksen vaatiman ajan perusteella. Puun käyttäjän kannalta on olennaista, millaista raaka-ainetta ja mihin hintaan kummastakin koivulajista saadaan. Tämä taas riippuu tuotteen saannosta ja laadusta sekä hankintakustannuksista.

Seuraavassa esitetään esimerkki siitä millaisia puutavaralaji- ja raaka-ainekertymiä voidaan odottaa luonnonmetsien hies- ja rauduskoivun päätehakuista 70-80 vuoden ikävaiheessa. Puutavaralajikertymiä koskevat tulokset perustuvat Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla tehtyihin metsänhoidolliselta tilaltaan vähintään tyydyttävien raudus- ja hieskoivuvaltaisten metsiköiden koealamittauksiin ja samoista metsiköistä kaadettujen koepuiden mittauksiin. Vaneriviilun saantoa koskevat tulokset (kuvat 3 ja 4) perustuvat Keski-Pohjanmaalta ja Itä-Hämeestä peräisin olleiden käytännön raudus- ja hiestukkierien koesorvauksiin Schauman Wood Oy:n Jyväskylän ja Finnforest Oy:n Hämeenlinnan vaneritehtailla.

Kuten kasvu- ja tuotostutkimusten tulosten perusteella voidaan odottaa, luonnonmetsien rauduskoivut olivat päätehakuuvaiheessa selvästi hieskoivuja kookkaampia, niiden tukkipuuprosentti oli korkeampi ja hehtaarikohtainen tukkipuun kertymä oli oleellisesti suurempi (taulukko 2). Viljavuudeltaan samantasoisella kangasmaalla (MT) ero rungon keskikoossa oli selvä rauduskoivun eduksi mutta hehtaarikohtainen tukkipuuprosentti oli samalla tasolla. Tämä johtui siitä, että runkojen järeytyessä (ja ikääntyessä) yhä enenevä osuus tukin minimimittavaatimusten puolesta mahdollisesta tukkipuusta alitti tukinlaatuvaatimukset. Syynä tähän jo aikaisemmissa tutkimuksissa todettuun seikkaan on runkolahon eteneminen tyvestä, lahoista oksista ja pintahalkeamista ja -koroista sekä rungon ylemmän osan paksuuksaisuus ja mutkaisuus.



Kuva 3. Tuoreen, vanerin valmistukseen käyttökelpoisen viulun saanto luonnonmetsien hies- ja raudustukkieristä.



Kuva 4. Raaka-aineiden kertymät luontaisesti syntyneen, 70-80 -vuotiaan raudus- ja hieskoivikon päätehakkussa, 600 runkoa/ha.

Taulukko 2. Tukan ja kuitupuun hakkuukertymä ja rungon keskikoko luontaisesti syntyneen, 70-80-vuotiaan raudus- ja hieskoivikon päätehakkuussa Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla, 600 runkoa/ha.

Koivulaji	Kasvupaikka	Tukkia	Kuitupuuta m ³ /ha	Yhteensä	Keski- runko m ³
Raudus	MT	126	143	269	0,448
Hies	MT	98	104	202	0,337
Hies	Ruohoinen turvemaa	19	102	121	0,202
Hies	Mustikkainen- suursarainen turvemaa	9	107	116	0,193
Hies	Puolukkainen- piensarainen turvemaa	5	72	77	0,128

Yleensäkin tukkipuuprosentti on järeänkin koivikon päätehakkuussa alhainen männikköihin ja kuusikkoihin verrattuna. Mielikäisen tutkimusten mukaan se on hieskoivikoissa parhaimmillaankin vain 40 % ja rauduskoivikoissa 60 %. Tässä suhteessa varsinkin hieskoivikoiden välillä oli suuria eroja. Alustavien tulosten perusteella voidaan yhtyä Heiskasen 1950-luvulla tekemiin päätelmiin: parhaat kangasmaiden hieskoivikot ovat lähes parhaiden rauduskoivikoiden veroisia, mutta huonoimmat hieskoivikot ovat oleellisesti huonoimpia rauduskoivikoita huonompia.

Hieskoivun omimmilla kasvupaikoilla, viljavilla turvemaidella, rungot olivat selvästi pienempiä kuin MT-kankailla. Tukkipuun osuus oli keskimäärin alhainen. Hieskoivikoiden laatu vaihtelu oli suuri myös turvemaidella. Parhaat turvemaiden hieskoivikot olivat tuskin samanveroisia kuin MT-kankaiden hieskoivikot keskimäärin.

Rauduskoivun puuaine on rakenteensa, tiheydensä ja lujuutensa puolesta vain hieman hieskoivun puuainetta parempaa vanerin ja sahatavaran raaka-ainetta. Hieksen tukit ovat runkojen pienemmän järeyden vuoksi pienempiä ja ne sisältävät enemmän viulun saantoa ja varsinkin laatua heikentäviä vikoja kuin rauduksen tukit. Näiden tekijöiden vaikutukset nähtiin selvästi koesorvaustuloksissa. Tuoretta, vanerin tekoon käyttökelpoista viilua saatiin MT-kankaiden raudustukeista 52 %, MT-kankaiden hiestukeista 47 % ja ruohoisten turvemaiden hiestukeista 44 % (kuva 3). Saanto vaihteli kuitenkin suuresti sekä raudus- että hieserien välillä. Niinpä käyttökelpoista viilua saatiin parhaista hieseristä jopa enemmän kuin huonoimmista rauduseristä.

Kun yhdistetään puutavaralajikertymiä ja tuotteiden saantoa koskevat tulokset tarkasteltujen raudus- ja hieskoivun päätehakkuumetsiköiden tasolle, voidaan vertailla leimikoiden arvoa vaneripuun käyttäjän kannalta. Tuotteiden saantoa koskevat tulokset voidaan tässä tapauksessa yleistää metsikkötasolle vain karkeasti,

koska viulun saanto tutkittiin eri metsiköistä peräisin olevista tukeista kuin mistä tehtiin metsikkömittaukset. Joka tapauksessa tuoretta, vanerin tekoon käyttökelpoista viilua saatiin MT-kankaiden raudusmetsiköistä 66 m³/ha (23 %), MT-kankaiden hiesmetsiköistä 46 m³/ha 21 % ja ruohoisten turvemaiden hiesmetsiköistä vain 8 m³/ha (8 %) (kuva 4). Täten viljavien kangasmaiden hieskoivikot olisivat keskimäärin kohtuullisen hyviä vaneripuulähteitä rauduskoivikoihin verrattuna. Turvemaiden hieskoivikoista vanerin raaka-ainetta voidaan sen sijaan odottaa vain vähän.

Koivuraaka-aineen laadun ja käytön parantamismahdollisuudet

Koivusta on tullut niukkuustekijä sekä vaneri- että selluteollisuuden tuotannon kehittämiseksi. Syynä eivät sinänsä liene liian pienet koivuvarat, vaan niiden painottuminen sekapuustoihin (tukki) ja korjuukustannuksiltaan kalliisiin harvennusmetsiin (kuitupuuhu). Vaneritehtaiden yleisestä koivutukkipulasta huolimatta viimeisimmät valtakunnan metsien inventoinnit ovat osoittaneet järeän koivun hakkuusäästöjä. Tämä ristiriita on johtunut ainakin siitä, että huomattava ja laadultaan ilmeisesti paras osa koivutukista on kuusi-koivu ja mänty-koivusekametsissä, jolloin koivutukin markkinoille tulo on ollut sidoksissa havutukin menekkiin ja hintatasoon. Osa potentiaalisesta vanerikoivusta sijaitsee myös pitkän kuljetusmatkan päässä vaneritehtailta ja vanerikoivun kertymä yhdeltä leimikolta on usein niin pieni, että sen erottelua koivukuitupuun joukosta ei ole pidetty kannattavana.

Kuitenkin koivutukin puustamaksukyky on niin hyvä suhteessa kuitupuuhun, että entistä suurempi osuus koivusta tulisi saada kulkemaan vaneritehtaiden kautta. Tämä koskee erityisesti pintaviiluksi soveltuvaa, oksatonta tai hieno-oksaista koivua, josta vaneritehtailta on ensisijaisesti pulaa. Vaneritehtaiden koivuhuollosta huolehtimisen tärkeyttä kuvaa hyvin se, että koivuvaneri ja koivu-kuusi-sekavanerit ovat ulkomaisia kilpailijoita parempien ominaisuuksiensa ansiosta kyenneet säilyttämään markkinajohtajuuden ja korkean hintatason vientimarkkinoilla.

Tuotantotekniikan kehittyminen viimeisen viiden vuoden aikana on parantanut huomattavasti viulun saantoa ohuista ja mutkaisista pölleistä, joten tällaisenkin koivuraaka-aineen käyttö voi olla perusteltua mikäli oksaisuuslaatu on hyvä. Tällaista raaka-ainetta lienee piankin saatavissa paljonpuhutuista viljelyrauduskoivikoista, mikäli ne ovat säilyneet ilman merkittäviä hirvi- ja myyrätuhoja, ruskotäpläkärpäsen aiheuttamia värivikoja ja eri syistä mahdollisia lahovikoja. Myös kuivien oksien pystykarsinnalla voidaan saavuttaa huomattavaa hyötyä oksattoman raaka-aineen tuottamiseksi, mikäli se tehdään välttämättä värin- ja lahovikojen syntymiselle altistavia karsinta-aikoja. Yleisesti ottaen pystykarsinta on työläjää kuitenkin varsin kallis.

Aktiivisen rauduskoivun kasvattajan on syytä pitää mielessä koivikoiden harvennuksista huolehtimisen tärkeys järeyskehityksen turvaamiseksi. Tässä mielessä merkitystä olisi myös haavan ja lepän menekin parantamisella, jolloin niiden harventamisella saataisiin tilaa järeän koivun kasvattamiselle. Samoin hirvikannan vähentäminen olisi ensiarvoisen tärkeää.

Hieskoivun merkitys vanerikoivun lähteenä on suurempi kuin yleisesti tiedetään. Raudus- ja hieskoivun osuudesta vaneritehtaiden puuhuollossa ei kylläkään ole olemassa tilastotietoja. Hieskoivutukin kokonaistilavuus metsissä on kuitenkin noin puolet rauduskoivutukin kokonaistilavuudesta. Koivutukki on pääkasvualueillaan, Itä-Hämeessä, Etelä-Savossa ja Itä-Savossa, selvästi raudusvaltaista. Sen sijaan Länsi- ja Keski-Suomessa sekä Pohjois-Savossa ja Pohjois-Karjalassa raudus- ja hiestukkia on suunnilleen yhtä paljon.

Hieskoivun vaneripuuksi kasvattamista ja hankintaa on mahdollista lisätä lähinnä Etelä- ja Keski-Suomen MT- ja OMT-kangasmailla, mm. aukkoisiksi muuten jäävien männiköiden ja kuusiköiden sekapuuna. Viljavilla turvemailla mahdollisuuksia on vähemmän. Vaneripuuta voidaan odottaa lähinnä ruohoisilta ja suursarasilta maapohjilta, joilla vaneripuuta voidaan odottaa vain siemensyntyisistä, lahottomista ja runkomuodoltaan parhaista hieskoivuyksilöistä. On syytä korostaa, että hies- ja rauduskoivu ovat tuskin koskaan todellisia metsänkasvatuksen vaihtoehtoja metsikkötasolla, koska niiden edut tulevat näkyviin erilaisilla kasvupaikoilla ja koska raudus on sille sopivilla paikoilla joka tapauksessa selvästi hiestä tuottoisampi. Kasvatuspäätöstilanne esiintyykin männyn/kuusen, hieskoivun ja näiden sekametsän välillä.

Koivutukkien pilaantuminen ennen prosessia aiheuttaa vielä nykyisinkin tuntuvia taloudellisia menetyksiä vaneritehtaille. Täten hankintaketjun nopeuttamisesta on saatavissa nopeasti lievitystä vanerikoivupulaan - sekä määrällisesti että laadullisesti.

Kysymys sinänsä on uusien käyttömuotojen kehittäminen koivulle. Koivuvarojen puolesta mahdollisuuksia on lähinnä PK-sektorilla tapahtuvaan erikoistuotantoon. Nähtäväksi jää, mikä merkitys tulee olemaan uusilla puuaineen modifiointimenetelmillä, joilla voidaan huomattavasti parantaa koivun pintakovuutta ja vähentää kosteuselämistä. Pohjoismaiden tasolla puhutaan koivun sahauksen lisäämisestä. Ruotsalaiset kokemukset osoittavat, että sikäläinen sahateollisuus on kiinnostunut vain parhaista oksattomista koivulaaduista huonekalukomponenttien raaka-aineeksi. Vain maalattavissa tuotteissa ja huonommassa parkettilaadussa hyväksytään pieniä oksia. Kuvaavaa on ollut, että suomalainen vaneriteollisuus kilpailee Ruotsissa sikäläisten sahojen kanssa koivutukeista ja on pystynyt maksamaan niistä selvästi paremman hinnan.

Uusia puulevytuotteita ovat mm. MDF-levy (puolikova, liimattu kuitulevy), waferlevy (isopalaisista lastuista liimattu levy) ja OSB-levy (edellisen kaltainen, mutta pinta- ja keskilastut suuntaissiroteltu). Niiden tuotantohankkeet ovat ainakin toistaiseksi kariutuneet Suomen korkeisiin valmistuskustannuksiin suhteessa tuotteen hintaan sekä epävarmaan kansainväliseen kilpailuasemaan. Täten koivusella vaikuttaa jatkossakin ainoalta merkittävältä käyttömuodolta koivukuitupuulle, elleivät sitten energiapuuna käytön edellytykset parane ratkaisevasti.

Kirjallisuus

- Aaltio, M. 1987. Koivutukin varastoinnin taloudellinen merkitys vanerin valmistuksessa. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, puunjalostusosasto, puun mekaanisen teknologian laboratorio. 62 s.
- Aarne, M. (toim.). 1993. Metsätalostollinen vuosikirja 1992. SVT Maa- ja metsätalous. 317 s.
- Aro, P. 1960. Koivuvaneritukkien ja sorvipölkkyjen halkeaminen. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 52(4): 1-41.
- Bole, B.P. 1987. Veneer production today with the spindleless lathe. Forest Industries Clinic and Machinery Show, Portland, Oregon. Moniste. 6 s. Miller freeman Publications Inc., San Francisco, California.
- Creating a new image for paper birch. 1982. *Minnesota Science* 37(2-3): 16-18.
- Ekström, H. 1987. Lövvirke - Tillgångar och industriell användning. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för virkeslära. Rapport nr 197. 123 s. + liitt.
- Elowsson, T. 1989. Förutsättningar för tillverkning av björkkomponenter - en tillverksgren med goda framtidsutsikter. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för virkeslära. Rapport nr 206. 69 s. + liitt.
- Erickson, R., Petersen, H.D., Larson, T.D. & Maeglin, R.L. 1986. Producing studs from paper birch by saw-dry-rip. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory. Research Paper FPL-465. 13 s. Madison, Wisconsin.
- Ferm, A. 1990. Nuorten vesasyntyisten hieskoivikoiden kehitys ja lahoisuus turvemilla. *Folia Forestalia* 744. 17 s.
- Hakkila, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 61(5): 1-98.
- , Heikkilä, P. & Michelsen, P. 1970. Vanerikoivujen rasiinkaatoaika. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 70(2): 1-42.
- Heiskanen, V. 1957. Raudus- ja hieskoivun laatu eri kasvupaikoilla. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 48(6): 1-99.
- 1958. Tutkimuksia koivujen karsimisesta. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 49(3): 1-68.
- 1966. Tutkimuksia koivujen vikaisuuksista, niiden vaikutuksesta sorvaustulokseen sekä niiden huomioonottamisesta laatuluokituksessa. *Acta Forestalia Fennica* 80(3): 1-28.
- & Saikku, O. 1976. Koivuvaneritukin hinnan muodostuminen. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto. Moniste. 120 s.
- Hägg, A. 1988. Lönsamheten av björkinblandning i barrskog. Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för virkeslära. Rapport nr 201. 62 s. + liitt.
- Jalava, M. 1945. Suomalaisen männyn, kuusen, koivun ja haavan lujuusominaisuuksista. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 33(3):1-66.
- Juvonen, R. & Kariniemi, J. 1984. Vaneriteollisuus. Mekaaninen metsäteollisuus 1. Ammattikasvatushallitus - Suomen puutalousinsinöörien yhdistys ry., Helsinki. 189 s.
- Kairi, M. 1977. Viulun sorvaustekniikan kehittämistarve tuotannon kannalta katsoen. Julkaisussa: Juvonen, R. (toim.). Teknillinen korkeakoulu, puun mekaanisen teknologian laboratorio. Lisensiaattiseminaari. s. 183-202.
- Keltikangas, M. & Seppälä, K. 1977. Ojitusalueiden hieskoivikoiden kasvatusta taloudellisenä vaihtoehtona. *Silva Fennica* 11(1): 49-68.
- Kohmo, I. 1984. Lehtipuuston runkolukusarjat Etelä-Suomen piirimetsälautakuntien alueilla 1977-1982. *Folia Forestalia* 582. 19 s.
- Koivisto, P. 1958. Etelä-Suomen hoidettujen raudus- ja hieskoivikoiden kehityksestä. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. Konekirjoite. 158 s.
- Kucera, B. 1980. Fysiske og anatomiske egenskaper hos lavlandsbjörk. Norges landbruksvidenskaplige forskningsråd. Sluttrapport 343. 15 s. Oslo.
- 1983. Kvalitetskrav til skurlast av lauvtre. Norges landbrukshøgskole, Institutt for treteknologi. 19 s. Ås-NLH.
- 1984. Björkevirkets mekaniske, teknologiske og fysiske egenskaper. Norges landbruksvidenskaplige forskningsråd. Sluttrapport 500. 20 s. Oslo.
- Kuhno, P., Neittaanmäki, P. & Tiihonen, T. 1983. Sorvipölin keskittämismenetelmien vertailu tietokonesimulointia käyttäen. *Paperi ja Puu* 65(10): 626-629.
- Kujala, V. 1946. Koivututkimuksia. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 34(1): 1-34.
- Kärkkäinen, M. 1978. Käytännön tuloksia koivuviulun saannosta. *Folia Forestalia* 368. 16 s.

- 1978. Viilusaannon teoreettinen malli. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 95(2): 1-42.
- 1984. Miten koivuun tulisi suhtautua metsätaloudessa. *Silva Fennica* 18(1): 1-34.
- 1986. Koivuvaneritukki ja -runkojen arvosuhteet. *Silva Fennica* 20(1): 45-57.
- 1989. Industriell användning av björk i Finland. Skogskonferensen 1989, Ultuna 5.12.-6.12., Björk och Asp. Moniste. 13 s.
- Larson, T.D., Erickson, R.W. & Boone, R.S. 1986. Comparison of drying methods for paper birch SDR flitches and studs. USDA Forest Service, Forest Products Laboratory. Research Paper FPL-465. 13 s. Madison, Wisconsin.
- Lehonkoski, N.A. 1949. Vanerikoivujemme nykyinen laatu. *Metsätaloudellinen aikakauslehti*, s. 16-18.
- Meriluoto, J. 1965. Raaka-ainetekijöiden vaikutus sorvatus koivuviilun määrään ja laatuun. *Acta Forestalia Fennica* 80(1): 1-55.
- Mali, J. 1980. Kotimaisten puulajien ja tuontipuulajien tekniset ominaisuudet ja käyttö. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Puulaboratorio. Tiedonanto 3. 43 s. + liitt.
- Mielikäinen, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 99(3): 1-82.
- 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 133: 1-79.
- Niemistö, P. 1992. Hies- ja rauduskoivun kasvatuksen erot. Julkaisussa: Hartikainen, S. (toim.). Metsien kasvatust-seminaari. Metsäkeskus Tapion metsäosaston julkaisu nro 1, s. 30-32.
- Ollinmaa, P.J. 1955. Koivun vetopuun anatomisesta rakenteesta ja ominaisuuksista. *Acta Forestalia Fennica* 64(3): 1-263.
- Pekkala, O. & Uusvaara, O. 1980. Kuitupuun metsävarastoinnin vaikutus massan saantoon ja laatuun. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 96(4): 1-24.
- Raulo, J. 1979. Rauduskoivujälkeläistöjen rungon laatu Etelä- ja Keski-Suomessa. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 97(5): 1-21.
- Ronkanen, A.J. 1968. Koivu ja sen teollinen käyttö 1900-luvulla. *Puumies* 6: 158-159.
- Sachsse, H. 1988. Holzqualität von Birken. Die Baumart Birke und ihre anatomischen Eigenschaften. *Holz als Roh- und Werkstoff* 46: 441-446.
- Sahakoivun ja erikoiskoivutukin laatuvaatimukset. 1988. Vilkonsaha Oy. Hirvensalmi. Moniste. 2s.
- Salmi, J. 1987. Suomalaisia ja ulkomaisia puulajeja. Osa II: Lehtipuut A...N. Helsingin yliopiston metsäteknologian laitos. Tiedonantoja n:o 35. 282 s.
- 1987. Koivun puuaineen ominaisuudet ja käyttö. *Sorbifolia* 18(3): 123-132.
- Saramäki, J. 1979. Ojitettujen turvemaiden hieskoivikoiden kehitys Kainuussa ja Pohjanmaalla. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 91(2): 1-59.
- Sarvas, R. 1949. Rauduskoivu vai hies vanerikoivuna parempi? *Metsätaloudellinen aikakauslehti*, ss. 51-53.
- Schulman, E. 1989. Koivun ruskotäpläkärpäsen (*Dendromyza betulae* E. Kang.) esiintymisestä koivuissa ja sen vaneriteollisuudelle aiheuttamista menetyksistä. Moniste. 5 s. Pietarsaari.
- Spelter, H. & Sleet, G. 1989. Potential reduction in plywood manufacturing costs resulting from improved technology. *Forest Products Journal* 39(1): 8-15.
- Söyriälä, P. 1981. Raaka-aineen sekä sorvaus- ja liimaolosuhteiden vaikutus koivuvanerin lujuusominaisuuksiin. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Tutkimuksia 17. 60 s.
- Tuompo, E. 1988. Pöllinkeskittimien ominaisuuksien ja puuraaka-aineen muodon vaikutuksesta sorvatus viilun saantoon. Teknillinen korkeakoulu, puunjalostusosasto, puun mekaanisen teknologian laboratorio. Lisensiaattityö.
- 1988. Viilun sorvauksen simuloinnista. Teknillinen korkeakoulu, puun mekaanisen teknologian laboratorio. Julkaisu 50. 51 s.
- Verkasalo, E. 1987. Hies- ja rauduskoivutukit vaneriteollisuuden raaka-aineena. *Puumies* 5: 36-39.
- 1988. Hieskoivu vaneripuuna. Julkaisussa: Metsäteknologian teemapäivä Suonenjoella 16.2.1988. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 286: 96-109.
- 1990. Koivu ja haapa mekaanisen metsäteollisuuden raaka-aineena Yhdysvalloissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 367. 93 s.
- 1990. Tuloksia hies- ja rauduskoivutukki koesorvauksesta Metsä-Serla Oy:n Hämeen tehtailla. Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto. Moniste. 40 s. Julkaisematon.
- 1993. Koivupuutavaran vikaantumisen pitkittyneessä metsävarastoinnissa ja sen vaikutus viilun saantoon, laatuun ja arvoon. *Folia Forestalia* 806. 31 s.
- Wagenfuhr, R. & Schreiber, C. 1989. Holzatlas. 3. Auflage. VEB Fachbuchverlag Leipzig. 720 s.
- Vesterinen, E. 1956. Kelpaavatko koivu ja haapa rakennuspuuksi? *Suomen Puutalous* 2:63.

KUINKA PERUSTAN SEKAMETSÄN ?

Sauli Valkonen

Sekametsän perustamisessa useita vaihtoehtoja

Taloudellisesti arvokkaat sekametsät muodostuvat Suomessa yleensä männyn, kuusen ja koivun yhdistelmästä (Mielikäinen 1985). Sekametsän kasvattaminen on hieman monimutkaisempaa kuin yhden puulajin metsikön. Ongelmat on kuitenkin helppo ratkaista silloin, kun tuntee sekametsien luontaisen kehityksen pääpiirteet ja osaa soveltaa niitä metsänhoidossa (Kuusela 1990). Ennen metsikön perustamista sekametsässä täytyy miettiä seuraavia asioita ja tehdä niitä koskevia päätöksiä:

1. Kasvatettavat puulajit
2. Puulajien kasvurytmi ja kilpailu: sopivatko puulajit kasvatettaviksi keskenään kyseisellä kasvupaikalla
3. Puulajisuhteet: puulajien osuudet metsikön runkoluvusta, tilavuudesta tai pohjapinta-alasta metsikön eri kehitys- ja ikävaiheissa
4. Puuston tilajärjestys: sekoitus yksin puin vai puulajit eri kokoisissa ryhmissä (ryhmän halkaisija yleensä 5-30 m)
5. Puuston jaksoisuus: kasvatetaanko puulajeja yhdenkokoisina samassa latvuseroksessa vai valopuulajia ylempänä ja varjopuulajia alempana jaksona
6. Sekoituksen kesto aika: kasvatetaanko lisäpuulajia tai ylempää jaksoa yhtä pitkään kuin pääpuulajia tai alemmaa jaksoa

Sekametsä tehdään taimikon hoitovaiheessa

Päätöstä sekametsän perustamisesta ei välttämättä tarvitse tehdä vielä päätehakkuvaiheessa eikä kahden puulajin viljeleminen yhtä aikaa ole yleensä tarpeen. Eri puulajien kasvurytmit on vaikea sovittaa yhteen. Viljelyistä puulajeista hitaammin kasvava voi jäädä liian paljon jälkeen nopeammin kasvavasta (kuva 1). Luontaisia taimia syntyy viljelyaloille yleensä runsaasti (kuva 2). Niistä on varaa valita kokonsa ja sijaintinsa puolesta sopivat sekapuut taimikon täydennykseksi.

Sekametsä perustetaankin yleensä taimikkoa hoidettaessa. Silloin tarvitaan näkemystä siitä, millainen metsän pitäisi olla kymmenien vuosien kuluttua ja mitä siihen mennessä pitäisi tapahtua.

Sekametsän kasvattajan on syytä tuntea eri puulajien kasvurytmit erilaisilla kasvupaikoilla. Jos mänty- tai koivusekapuuston halutaan kehittyvän yhtä nopeasti kuusen kanssa, hitaammin kasvuun lähtevä kuusi tarvitsee nuorena etumatkaa.

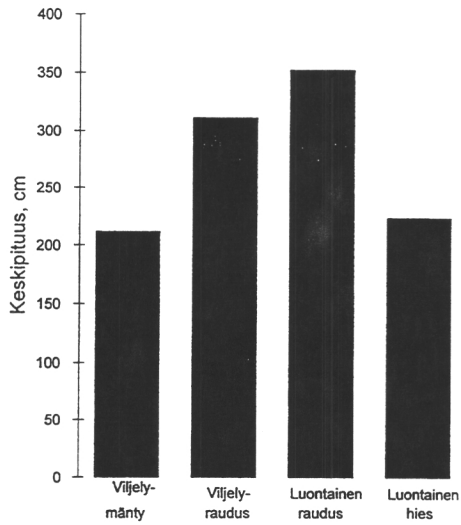
Kuusikon perkauksessa kasvamaan jätettävien mäntyjen ja siemensyntyisten koivujen tulisi olla seuraavia suosituspituuksia lyhyempiä, jos pyritään yksijaksoiseen metsään (Mielikäinen 1985):

Kuusen keskipituus	Mäntyjen ja koivujen pituudet, cm	
	Tuore kangas	Lehtomainen kangas
1 m	80	40
2 m	200	190
2-5 m	200-500	200-500

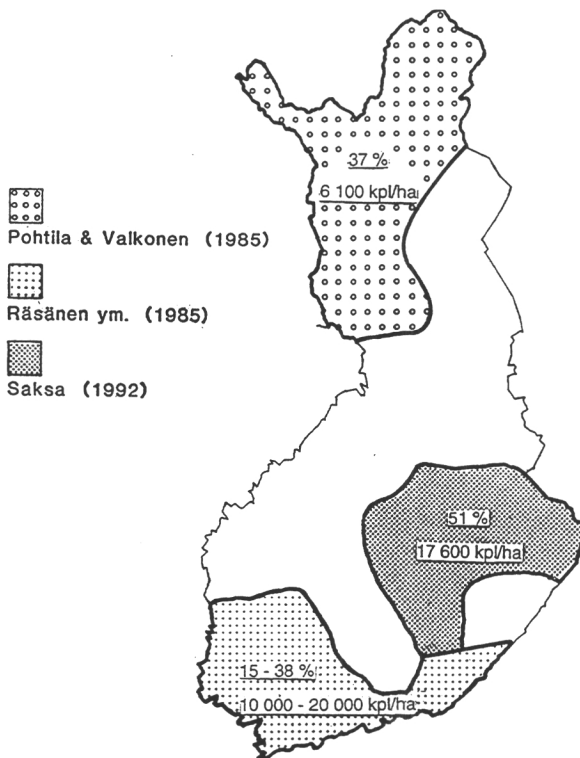
Koivun runkoluku pienenee sekametsikön vanhetessa. Suurta vahinkoa ei kuitenkaan aiheudu, jos koivun annetaan kasvaa kuusen edelle. Kuusi menestyy kaksijaksoisessa metsässä lehtipuuston alla (Hanneliuss 1978, Andersson 1984, Tham 1988), mutta sen kasvu hidastuu jonkin verran (kuva 3). Ylempi jakso voidaan kasvattaa vanerikoivikoksi kuusen tulevaisuuden vaarantumatta. Mänty ei sovi yhtä hyvin yleemmäksi jaksoksi kuin koivu. Ylispuumännystä tulee liian oksikkaita rehevillä, kuuselle sopivilla mailla. Kaksijaksoisen metsän suurin ongelma on puunkorjuu: taimikko voi vaurioitua pahasti, jos ylispuiden hakkuussa ei toimita varovasti.

Sekametsän puulajisuhteet muuttuvat metsikön kehittyessä. Metsän kasvattajan kannattaa ohjailia niitä hakkuilla tavoitteidensa mukaisiksi. Lyhytikäisen koivun kasvu hidastuu aikaisemmin kuin havupuiden kasvu. Sen osuutta on syytä vähentää metsikön varttuessa (kuva 4). Koivun osuus metsikön runkoluvusta voi olla taimikossa paljon suurempi kuin sen myöhemmissä kehitysvaiheissa on tavoitteena. Voidaan myös kysyä tarvitseeko havupuita viljellä enempää kuin 1000 kpl/ha, jos sekametsän syntyminen ja hyvä hoito voidaan varmistaa.

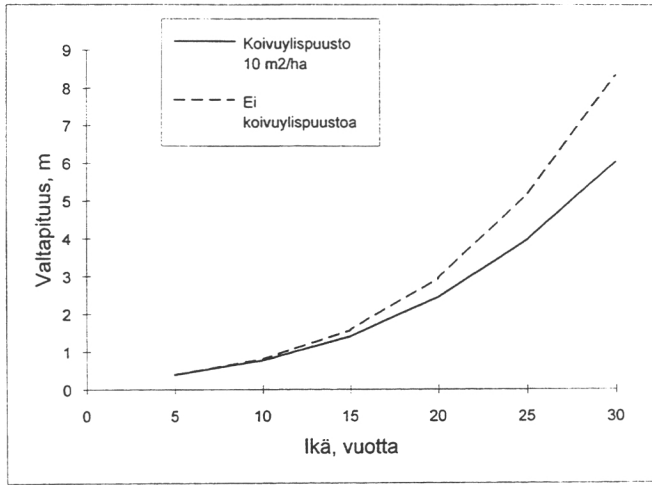
Muutkin puulajit kuin mänty, kuusi ja koivu sopivat sekametsiin. Jalot lehtipuut on syytä perustaa ja kasvattaa sekametsinä. Kalliita, yksin puin hoidettavia tammen taimia tarvitsee istuttaa vain muutama sata kappaletta hehtaaria kohti useamman puun ryhmissä. Tammimetsikön runkoluku on tukkipuuvaiheessa enää 100-200 kpl/ha (Almgren ym. 1986, Antikainen 1992). Kuitupuukokaisen tammen yksikköhinta on vain pieni murto-osa järeän tammitukin hinnasta. Tammiryhmien väliin viljellään helpompihoitoista, halvempaa puulajia, joka tuottaa kuitu- tai polttopuuta ja estää tammen alaoksien kasvua ja vesioksien muodostusta (kuva 5). Kaksijaksoinen kuusi-lehtikuusimetsä, josta on saatu hyviä kokemuksia Keski-Euroopassa, saattaisi olla hyvä vaihtoehto puhtaalle lehtikuusikolle Suomessakin (Schmidt-Vogt 1986, Kramer 1988).



Kuva 1. Taimien keskipituus istutetun sekametsän kokeessa 10 vuotta viljelyn jälkeen (Ähtäri, tuore kangas).

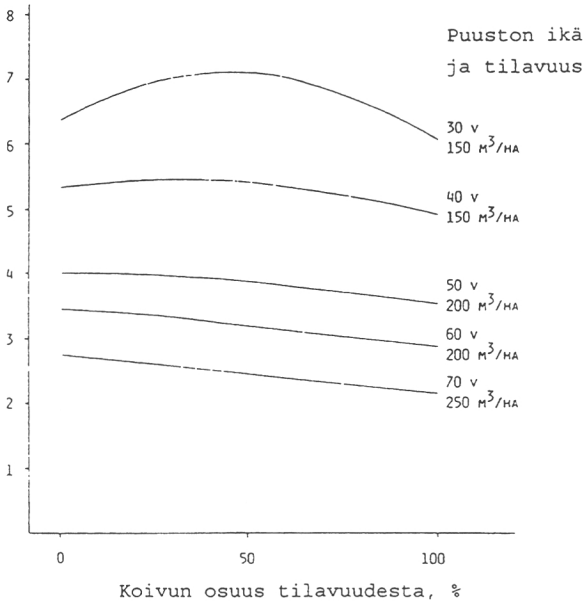


Kuva 2. Luontaisten taimien osuus kasvatuskelpoisista taimista (%) ja kokonaismäärä (kpl/ha) männyn istutustaimikoissa eräissä taimikoiden inventoinneissa.

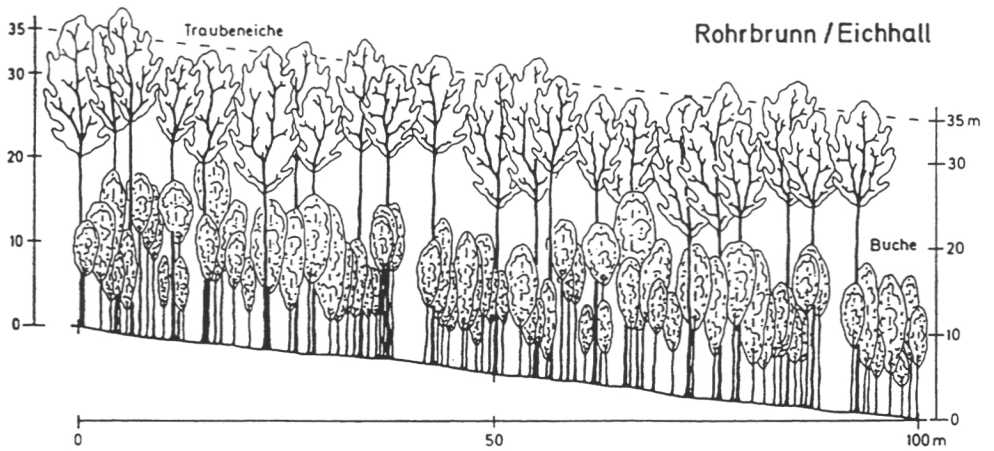


Kuva 3. Koivuylipuuston vaikutus kuusen viljelytaimien valtapituuden kehitykseen. Yli- puuston pohjapinta-ala kuusta istutettaessa 10 m²/ha.

Tilavuus-
kasvuprosentti



Kuva 4. Koivun osuuden ja puuston iän vaikutus mänty-rauduskoivu -sekametsän kasvuun (Mielikäinen 1980).



Kuva 5. Kaksijaksainen tammi-pyökki -sekametsä (Mayer 1984). Traubeneiche = tammi (*Quercus petraea*), Buche = pyökki (*Fagus sylvatica*).

Kirjallisuus

- Almgren, G., Ingelög, T., Ehnström, B. & Mörttnäs, A. 1986. Ädellövskog - ekologi och skötsel. Skogsstyrelsen. Jönköping. 136 s.
- Andersson, S-O. 1984. Om lövröjning i plant- och ungskogar. Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift 82(3-4):69-95.
- Antikainen, M. 1992. Tammimetsien hoito. Helsingin yliopiston metsäekologian laitoksen julkaisuja 1. 105 s.
- Hanneliuss, S. 1978. Istutuskuusikon tiheys - tuotoksen ja edullisuuden tarkastelua. Summary: Initial tree spacing in Norway spruce timber growing-an appraisal of yield and profitability. Folia Forestalia 359. 51 s.
- Kramer, H. 1988. Waldwachstumslehre. Verlag Paul Parey. Hamburg. 374 s.
- Kuusela, K. 1990. The dynamics of boreal coniferous forests. SITRA 112. 172 s.
- Mayer, H. 1984. Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage. 3. Auflage. Stuttgart. 514 s.
- Mielikäinen, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Summary: Structure and development of mixed pine and birch stands. Communications Instituti Forestalis Fenniae 99(3): 82 s.
- Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. Communications Instituti Forestalis Fenniae 133. 79 s.
- Pohtila, E. & Valkonen, S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Summary: Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned forests of Finnish Lapland. Folia Forestalia 631. 19 s.
- Räsänen, P., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978-1979 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration in the six southernmost Forestry Board Districts of Finland. Results from the inventories 1978-1979. Folia Forestalia 637. 30 s.
- Saksa, T. 1992. Männyn istutustaimikoiden kehitys muokatuilla uudistusaloilla. Abstract: Development of Scots pine plantations in prepared reforestation areas. Mikkeli. Osajulkaisut 1-4 eri inventoinneista: Folia Forestalia 644, 702, 733, 753.
- Schmidt-Vogt, H. 1986. Die Fichte. Band II/1. Hamburg. 563 s.
- Tham, Å. 1988. Yield prediction after heavy thinning of birch in mixed stands of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.). Sammanfattning: Produktionsförutsägelse vid kraftiga gallringar av björk i blandbestånd av gran (*Picea abies* (L.) Karst.) och björk (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.). Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Yield Research. Report 23.

JALOT LEHTIPUUT PELTOJEN METSITYKSEN VAIHTOEHDOKSI

Olli Uusvaara

Jalot lehtipuut kiinnostavat

Jaloja lehtipuita Suomessa ovat tammi, vaahtera, vuori- ja kynäjalava, lehmus ja saarni. Eräänlaisena puolijalona lehtipuuna on pidetty tervaleppää ehkä siksi, että sen kasvupaikkavaatimukset, maisema-arvot, puuaineen ominaisuudet ja käyttö muistuttavat jaloja lehtipuita.

Jalojen lehtipuiden esiintyminen rajoittuu meillä etupäässä eteläisimpään Suomeen, jossa ne kuitenkin varsin harvoin esiintyvät metsiköinä. Niiden luontaiset kasvupaikat on suurimmaksi osaksi raivattu pelloiksi eikä jäljellä olevilla esiintymillä ja tehdyillä istutuksilla ole ollut suurta metsätaloudellista merkitystä. Maisemalliset arvot ovat kuitenkin paikoitellen huomattavat jopa usein suuremmat kuin tavallisimmilla puulajeillamme. Erityinen merkitys jaloilla lehtipuilla on ollut kaupunkien puistoissa sekä maaseudulla kartanoiden, isojen maalaistalojen, kirkkojen ja rautatieasemien puistoissa ja kujannepuina. Ne lisäävät maisemien koristeellisuutta ja vaihtelevuutta eri vuodenaikoina ja ylläpitävät maaseudun historiallisia ja kulttuuriarvoja.

Jaloja lehtipuita istutettiin ja suosittiin vuosisadan alussa ja viimeksi 1930-luvulla, mutta sen jälkeen tässä toiminnassa on ollut vuosikymmeniä kestänyt tauko. Myös näitä puulajeja koskeva tutkimustyö on ollut vähäistä. Käytännön ja tutkimuksen hajanaisuudesta huolimatta Suomessa on jalojen lehtipuiden viljelyn ja hoidon asiantuntemusta. Esimerkkinä mainittakoon Fiskarsin pitkäaikaiset kokemukset jalojen lehtipuiden, etenkin tammen kasvatuksesta Länsi-Uudellamaalla.

Nykyisiä tammimetsiä uhkaavat kuusettuminen, lisääntyvät rakennuspaineet sekä puulajin tuntemattomuus ja tietämättömyys sen biologisiin ominaisuuksiin sopivista hoitotoimista. On ilmeistä, että ilmaston lämpenemisen seurauksena jalopuumetsät lisääntyvät tulevaisuudessa, jolloin tarvitaan metsänhoidollisia ohjeistoja muillekin puulajeille kuin männylle, kuuselle ja koivulle.

Jalopuiden viljely ja hoito on ollut Metsäntutkimuslaitoksen ohjelmassa jo laitoksen perustamisesta lähtien. Professori Olli Heikinheimon aikoinaan perustamat kokeet eivät kuitenkaan suppeutensa ja pienialaisuutensa vuoksi anna oikeata kuvaa jalopuumetsiköiden menestymisestä ja kehityksestä Suomessa. Viime vuosina on mielenkiinto virinnyt uudestaan sekä jalopuiden viljelyyn ja olemassa olevien metsien hoitoon että alan tutkimukseen. Antikainen (1992) on laatinut opinnäytetyön pohjalta opaskirjan "Tammimetsien hoito", jonka tarkoituksena on levittää tietoa jalopuumetsien, erityisesti tammimetsän hoidosta. Metsäntutkimuslaitoksessa on ryhdytty perustamaan eri puolilla Etelä-Suomea metsikkötasolla jalopuumetsiköitä, joiden tarkoituksena on sekä alan tutkimuksen edistäminen että maiseman monimuotoisuus, tiedon välittäminen ja

jalopuuviljelmien kehittäminen. Opinnäytetyönä on aloitettu tutkimus, jonka tavoitteena on selvittää jalojen lehtipuiden luontaista esiintymistä ja viljelyn laajuutta sekä jalopuumetsien kasvua ja kehitystä (Rantala 1993).

Jalojen lehtipuiden viljelyä, hoitoa ja käyttöä koskeva tutkimustyö sekä käytännön kokeet ovat olleet viime aikoina verrattain vähäisiä. Käsikirjatyypistä tietoa niiden teknisistä ominaisuuksista, levinneisyydestä, yleisistä tuntomerkeistä, fysikaalisista, mekaanisista ja kemiallisista ominaisuuksista sekä käsiteltävyydestä (työstö, kuivaus, liimaus jne.) ja käytöstä ovat ulkomaisten puulajien ohella esittäneet Salmi (1977, 1978) ja Mali (1980). Uusvaara ja Pekkala (1979) ovat tutkineet kotimaisten puulajien puu- ja massateknisiä ominaisuuksia.

Ruotsissa on kehitys jalojen lehtipuiden kasvatuksessa ja tutkimuksessa ollut samansuuntainen kuin Suomessa. Niiden merkitys metsätaloudessa on tosin koko ajan ollut paljon suurempi kuin Suomessa, ja ne ovat aina olleet Etelä-Ruotsissa itsestään selvä osa maisemaa ja metsänhoitoa. Myös Ruotsissa on julkaistu opaskirja, jonka tavoitteena on levittää tietoutta paitsi laadukkaan jalopuutavaran tuottamisesta, myös luontoon, ympäristöön ja kulttuuriarvoihin liittyvistä kysymyksistä (Almgren ym. 1984).

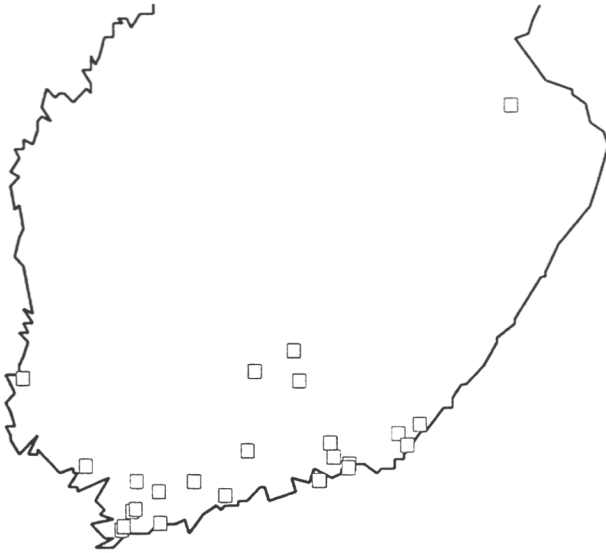
Jalopuiden esiintyminen ja kasvupaikkavaatimukset

Jalot lehtipuut kasvavat Suomessa levinneisyysalueensa pohjoisrajoilla. Sen vuoksi niiden kasvatuksesta ja puun laadusta ulkomailla saatuihin kokemuksiin ja tutkimustuloksiin on meillä suhtauduttu varauksin. Jalopuiden esiintyminen on keskittynyt Suomessa ilmastollisesti edullisimpiin osiin. Niiden kasvualue rajoittuu Etelä- ja Keski-Suomen alueelle siten, että tammen levinneisyysalueen pohjoisraja kulkee lähellä lounais- ja etelärannikkoa ja lehmuksen pohjoisraja kulkee Vaasan eteläpuolelta Iisalmen ja Nurmeksen kautta Laatokan koillispuolelle (Kalela 1961). Vaahteran ja saarnin esiintymisalueiden rajat ovat edellämainittujen vyöhykkeiden välissä. Kuitenkin riittävä lämpösusma ja sopiva pienilmasto mahdollistavat satunnaisia esiintymiä varsinaisen pohjoisrajan ulkopuolellakin. Jalopuut ovat vallitsevina puulajeina vain erittäin pienillä metsämaan pinta-aloilla Ahvenanmaalla ja Lounais-Suomessa (Metsätalastollinen vuosikirja 1990-1991, 1992).

Tekeillä olevaa opinnäytetyötä varten on löydetty ja rekisteröity noin 40 vuosina 1978-92 perustettua jalopuumetsikköä (kuva 1, Rantala 1993). Tarkkaa jalopuuviljelyjen lukumäärää, johon tässä tapauksessa on luettu mukaan myös tervaleppä, on vaikea selvittää. Kaikkia metsiköitä ei nimittäin löydetä, mutta viljelyjen kokonaismäärä Suomessa lienee noin 60 metsikköä. Lähes puolet kaikista istutuksista on tammea, ja samoin lähes puolet on istutettu 1980-90 lukujen vaihteessa tai sen jälkeen.

Kaikki jalot lehtipuut tarvitsevat kasvupaikakseen multavia lehtoja tai lehtomaisia kankaita. Tammen juuristo tunkeutuu syvälle. Ilmeisesti siksi se sietää suhteellisen hyvin jäykkiäkin savimaita. Tammi sietää tervalepän tapaan myös lyhytaikaisia tulvia.

Jalopuutaimikoiden koealat 1993



Kuva 1. Nuorten jalopuutaimikoiden sijainti (Rantala 1993).

Jalot lehtipuut kasvavat enimmäkseen sekametsinä kuusen, koivun ja tervalepän kanssa, ja ovat runsaasti valoa vaativia puulajeja. Vaahtera ja lehmus tosin sietävät nuorena myös varjostusta ja tammi suorastaan vaatii varjoa suoran ja laadukkaan rungon kasvattamiseksi. Jalopuut, etenkin tammi, vaativat nuorena myös suurta kasvatusiheyttä, jotta rungon alaoksat kuolisivat ja karsiutuisivat.

Jalopuiden puuaineen ominaisuudet ja käyttö

Jalopuiden puuaineen ominaisuudet ovat erittäin hyviä mekaanisessa metsäteollisuudessa, mutta eivät toisaalta anna mitään erityisetuja massa- ja paperiteollisuudessa. Tammen puuaine on kellertävää, sydänpuussa vaalean- tai tummanruskeaa, painavaa, kovaa, voittaen lujuudessa ja samalla joustavuudessa kaikki muut eurooppalaiset puulajit. Myös sen työstöominaisuudet ovat hyvät. Tammi on kuuluisa huonekalu- ja rakennuspuu. Lajin rakentaminen on jopa hävittänyt vuosisatojen aikana Suomesta hyvärunkoiset tammet. Muita käyttökohteita ovat esimerkiksi parketit, paneelit, viilut ja vesirakentaminen. Vaikka meillä lähes kaikki tammi on tuontitavaraa, myös Suomessa kasvaneen hoidetun tammen puuaine on arvokasta. Tammitukista maksetaan moninkertaisesti tavanomaisiin kotimaisiin havu- tai vaneritukkeihin verrattuna. Sahatun tammipuutavaran hinta voidaan laskea vähintään tuhansissa markoissa kuutiota kohti.

Saarnen puuaine on pintapuun alueella kellertävää ja sydänpuussa vaaleanruskeata. Se on melkein yhtä kovaa ja painavaa kuin tammi mutta sitkeämpää. Sen vuoksi sitä on käytetty lujuutta vaativissa käyttötarkoituksissa kuten urheiluvälineissä ja työkaluissa. Myös huonekalu- ja puusepänteollisuudessa on saarni ollut suosittu.

Vaahteran puuaine on vaaleaa, melko kovaa, tasarakenteista ja koristeellista. Puuta on helppo työstää ja höylätyt pinnat ovat erittäin sileitä. Vaahteraa käytetään huonekalu-, vaneri- ja puusepänteollisuudessa sekä vaaleutensa takia mm. erilaisissa taloustavaroissa.

Jalavan pintapuu on kellertävänharmaata, sydänpuu punaisenruskeaa ja koristeellista. Se on kauneimpia eurooppalaisia puulaatujia. Puu on keskiraskasta ja keskikovaa, mutta sillä on taipumus halkeilla ja kieroutua, mikä aiheuttaa tiettyjä vaatimuksia puun kuivausohjelmalle. Puun työstö on vaivatonta. Höyläpintaa on kuitenkin vaikeaa saada sileäksi, joten se vaatii jälkihiontaa. Jalavan puun käyttö on monipuolista. Erityisen arvokasta se on huonekaluissa sorvattuna tai viiluna sekä rakennusten hienoissa sisärakenteissa.

Lehmuksen puuaine on kellanvalkeata, pehmeähköä ja suhteellisen kevyttä mutta sitkeätä. Sen vuoksi se ei kelpaa rakennuspuuksi, mutta on erinomaista huonekaluteollisuudessa, puu-upotuksissa ja veistoksissa.

Tervalepän puuaineen väri vaihtelee punertavanvalkoisesta ruskeanpunaiseen, ja väri tummenee jonkin verran ilman vaikutuksesta. Puu on kevyehköä, ei halkeile ja vääntyile sanottavasti ja työstö- sekä pintakäsittelyominaisuudet ovat hyvät. Puuta käytetään vanereihin leikattuna ja sorvattuna, lastu- ja kuitulevyihin, paperi- ja selluteollisuuteen, kehyksiin sekä huonekaluihin ja keittiökalusteisiin. Tervalepän käyttö puusepänteollisuudessa mm. keittiökalusteisiin on päässyt meillä jo alkuun.

Harmaaleppää on Suomessa tervaleppää runsammin, ja sen puuaineen ominaisuudet ja käyttömahdollisuudet ovat lähes samat kuin tervalepällä.

Jalopuiden viljelyn erityispiirteitä

Tammimetsikkö voidaan perustaa joko kylvämällä tai istuttamalla. Kylvö tehdään parhaiten kevätkylvönä kynnettyyn ja äestettyyn peltoon tai metsämaahan juuri avohakkuun jälkeen. Terhot, joiden tarve on noin 20 000 kpl/ha (40-70 kg), asetetaan 3-6 cm:n syvyyteen ja peitetään. Epäonnistumisriski kylvössä on kuitenkin suuri, sillä useat eri eläimet käyttävät terhoja ravintonaan. Sen vuoksi tammimetsä perustetaan etupäässä istuttamalla.

Tammimetsän istutustiheyden on oltava istutusvaiheessa suuri. Puhtaan tammimetsän runkoluvun tulisi teoriassa olla 10 000-12 000 tainta/ha, mutta tällaisen tiheyden saaminen tulee kalliiksi. Verhopuuston tai istutettavan sekapuuston avulla taimiluku voidaan vähentää 4000-7000 taimeen ja jopa 2000 taimeen/ha, mikäli kuusia istutetaan tammien väleihin sama määrä kuin tammia. Sekapuuden käyttäminen parantaa tammen laatua ja kasvatuksen taloudellisuutta.

Tammen taimet voidaan istuttaa paitsi riveihin myös ryhmittäin noin 10 metrin välein ja kasvattaa väleissä muita puulajeja. Ryhmien väli voi olla esimerkiksi 10 metriä ja yhteensä 500-600 tainta/ha.

Lopputavoitteena voidaan pitää 50-70 huippuyksilöä/ha 120-130 vuoden kuluessa. Puut saavuttavat kiertoajan kuluessa vähintään 70 cm:n rinnankorkeuslähpimitan.

Tammen taimikko vaatii huolellista hoitoa. Tammi kuten muutkin jalopuut on arka rikkaruohoille ja jyrsijöiden tuhoille aina siihen saakka, kun taimet ovat kasvaneet yli hirven tai peuran syöntikorkeuden. Alkuvaiheessa rikkaruohot täytyy torjua taimien ympäriltä joko mekaanisesti tai kemiallisesti ja suojata taimi verkoilla tms. suojuksilla jäniksiltä ja myyriltä. Hyvä suojauskeino myyriä ja jäniksiä vastaan ovat kasvuputket, jotka paitsi suojaavat taimen tuhoeläimiltä, muodostavat myös kasvua voimakkaasti lisäävän pienoiskasvihuoneen. Noin 5 vuoden kuluessa itsestään hajoavilla putkilla on saavutettu tammella ensimmäisenä vuonna noin 80 % ja toisena kasvukautena jopa 200 % parempi kasvu kuin suojaamattomilla taimilla (Uusvaara 1993). Hirvieläinten erityisesti suosimilla paikoilla voidaan joutua rakentamaan verkkoaita istutusten ympärille. Tämä ratkaisu on kuitenkin kallis. Suuri taimitiheys on usein riittävä tae siitä, että hirvituhosta jää riittävästi taimia uuden metsän syntyyn.

Taimien vakiinnuttua niitä voidaan leikata pituuskasvun kiihdyttämiseksi. Laatua parantava karsinta voidaan aloittaa viimeistään 7-8 cm paksuissa rungoissa. Tammi ei ole lahonaltis, joten se kestää hyvin sekä leikkausta että pystykarsintaa.

Tammen kuten muidenkin jalopuiden kasvattamisen periaatteena on, että latvusto säilytetään aina sulkeutuneena. Harvennushakkuut tehdään vasta sitten, kun latvat ovat kiinni toisissaan, käytännössä noin 10 vuoden välein. Puita poistetaan hakkuissa vain 20 % pohjapinta-alasta kerrallaan. Jos tammen runkoon kehittyä vesioksia harvennuksen jälkeen, ne sahataan pois. Laatutammien kasvattamiseksi on syytä tehdä 2-3 pystykarsintaa 10-12 metrin korkeudelle asti, jolloin saadaan kaksi oksatonta tyvitukkiä. Karsinta, kuten leikkauskin olisi syytä tehdä kevättälvella sienien iskeytymisvaaran vuoksi.

Yleinen tammen metsikkömuoto on ylitiheä 80-100 vuotias tammi-sekametsä, jonka puiden läpimitat vaihtelevat ja latvukset ovat muodostumassa kasvun kannalta liian pieniksi. Tällaisessa metsikössä voidaan valittuja 70-100 runkoa/ha kasvattaa hyvin vielä 200 vuoden ikään asti.

Muiden jalojen lehtipuiden kasvupaikkavaatimukset ja hoito ovat monessa suhteessa samanlaisia kuin tammella. Muut jalopuut eivät kuitenkaan vaadi yhtä suurta istutustiheyttä. Vaahteralle suositeltu istutusväli vaihtelee 1.25 - 2.0 metriin. Myös tervalepälle sopii istutusväli 2.0 metriä, mutta jos laatupuuta kasvatetaan, olisi taimiväli lyhennettävä 1.5 metriin.

Vaahteralle suositellaan sekapuukasvatusta, koska se on tämän puulajin luontainen kasvutapa. Sopivia vaahteran seuralaisia ovat erityisesti saarni, tammi, haapa ja harmaaleppä. Myöhemmissä kehitysvaiheissakin käytetään vaahteralla tiheää kasvuasentoa oksikkuuden kurissa pitämiseksi. Sille ei suositella pystykarsintaa lahoalttiuden vuoksi. Vaahteralle kuten muillekin jalopuille suositellaan kiertoajan kuluessa useita verrattain varovaisia harvennuksia.

Ongelmallisimpia puulajeja laatupuun kasvatuksen kannalta ovat jalava ja lehmus. Ne kasvavat tavallisesti pieninä puuryhminä, ja tulevat helposti oksikkaiksi ja haarakkaiksi ja lehmus on altis muodostamaan vesioksia. Sen vuoksi tungos nuoruusvaiheen kasvuympäristössä sekä varovaiset harvennukset ovat hyvin paikallaan. Hyvien siemenvuosien harvuus ja siemenen huono itävyys sekä puun

elinympäristöjen muuttuminen ovat johtaneet siihen, että lehmus on tullut Suomessa yhä harvinaisemmaksi. Lehmus on selvinnyt elämän taistelussa etupäässä hyvän varjonkestävyytensä ja sitkeän vesatuottonsa ansiosta.

Myös saarnen taimikko on perustettava tiheänä. Ruotsissa suositellaan istutusvälejä 1.8x2 metriä, mutta usein käytetään myös ryhmittäistä istutusta kuten tammella. Torsten Rancken suosittelee saarnen istuttamista aina suojuspuuston alle hallan torjumiseksi. Tällöin suojuspuustoa on vähennettävä taimikon varttuessa.

Jalopuiden soveltuvuus pellon metsitykseen

1960- ja 70-lukujen vaihteessa alkaneen laajamittaisen peltojen metsityksen tarkoituksena oli supistaa viljelyalaa. Vuonna 1993 metsitystavoite maassamme oli yli 10 000 ha ja kaikkiaan metsitetty peltoala ylittää jo 150 000 ha:n rajan. Metsäntutkimuslaitoksessa käynnistyi vuonna 1990 laajamittainen "peltojen metsitysmenetelmät" -tutkimushanke, johon on tutkimusten myöhemmissä vaiheissa liitetty mukaan myös jalojen lehtipuiden kasvatusta ja käyttöä koskevia kysymyksiä (Ferm & Polet 1991).

Yhteiskunta on erilaisin rahoitustavoin tukenut metsitystä. Vuoden 1992 alusta oli olemassa neljä rahoitustapaa: metsityspalkkio, viljelemättömyyssopimus ja maisemanhoito, metsitys metsänparannusvaroin ja metsitys omin varoin ja siitä saatava veronhuojennus. Näistä jäljellä ovat enää kaksi viimeksimainittua. Kuitenkin myös metsänparannusvaroja on vain niukasti saatavissa. Metsityksen verovapaus on 15-30 vuotta ja metsänparannussäännösten mukaan metsittäjä saa taimet ilmaiseksi ja sen lisäksi 30-70 % työnjohtokustannuksista (Ahtiainen ym. 1992).

Pellot soveltuvat yleensä hyvin metsitettäväksi jalopuilla, sillä ne menestyvät luontaisestikin vain ravinnerikkaimmilla, lehtoja ja käenkaali-mustikka-tyyppiä vastaavilla kasvupaikoilla. Silti peltojen metsittämiseen liittyy paljon ongelmia tehtiinpä metsitys jalopuilla tai tavallisimmilla puulajeillamme. Vaikka monet maamme parhaiten kasvavista metsiköistä on perustettu entisille pelloille, on varsin yleinen käsitys, että peltojen metsitykset onnistuvat huonosti. Metsitys yleensä onnistuu sitä huonommin mitä pitempi aika on kulunut pellon maatalouskäytöstä metsitykseen.

Pitkäaikaisista kokeista saadut tulokset osoittavat, että maanmuokkaus on tärkeää peltoja metsitettäessä. Maanmuokkauksella vaikutetaan kasvupaikan vesitalouteen, lämpö- ja ravinneoloihin sekä pintakasvillisuuden kilpailuun. Yleensä on havaittu, että pelloille tulisi istuttaa vain isokokoisia taimia, koska ne selviävät paremmin rikkakasvien kilpailusta.

Jalopuut, etenkin tammi, vaativat kehityksensä alkuvaiheissa monenlaisia hoitotoimenpiteitä, esimerkiksi suurta kasvatustiheyttä, leikkausta, suojausta ja karsintaa. Jos perustettavaa taimikkoa ei hoideta tai suojata hyvin rikkaruhoilta ja tuhoeläimiltä, on koko kasvatusta turhaa. Jalopuiden kasvatuksesta muodostuu siten pääpuulajeihin verrattuna ylimääräisiä kustannuksia, mutta toisaalta on myös aikaanaan saatava puuaine erityisen arvokasta.

Vaikka pellot ravinnevarojensa ja maalajinsa suhteen soveltuvat yleensä hyvin jalopuuviljelyyn, liittyy asiaan myös paljon vaikeuksia, jotka osittain ovat yhteisiä kaikille puulajeille peltoviljelyssä. Peltomaiden ominaisuuksia ajatellen ravinteiden riittävyys ei yleensä tuota ongelmia. Sen sijaan liian runsas ravinnemäärä tai ravinteiden epäsuhta voi muodostua ongelmalliseksi. Jalopuuviljelyyn tarkoitettujen peltojen ravinteet tulisi tutkia ennen viljelytoimenpiteitä. Ravinneongelmat eivät niinkään ole puustojen alkukehityksessä, kuin myöhemmin ilmenevissä kasvuhäiriöissä, jotka heikentävät ja vaurioittavat puustoja.

Kuivuutta kestäväenä tammaa voi kasvattaa eteläisillä moreenirinteillä, joilla sen voimakas paalujuuri pystyy hakeutumaan ravinteisempiin kerrostumiin. Lyhytaikaisia tulvia sietävänä sitä, samoin kuin saarneakin, voi kasvattaa vesistöjen lähellä tervaleppävyöhykkeen yläpuolella. Kosteita ja karuja maita sekä hallanarkoja paikkoja tulisi välttää. Jäykkäsaviset pellot soveltuvat tammelle, kun taas muut jalopuut tulevat niillä huonommin toimeen. Jalava ja saarni ovat vaativampia kasvupaikaltaan siinä suhteessa, että ne ovat kalkinsuosijoita. Pienilmastoltaan kylmille aloille, kuten savipohjaisiin notkelmiin suositellaan jalopuille lehmusta lukuun ottamatta verhopuustoa.

Peltojen metsitys on monessa suhteessa helpompaa ja työkustannukset alhaisemmat kuin metsämaan uudelleen metsityksessä. Pellot ovat maastoltaan tasaisia, maaperä on lähes kivetöntä ja syvälle muokattua ja maan vesitalous on kunnossa. Samoin perustiestö on yleensä olemassa. Toisaalta Suomen oloihin tehdyt jalopuiden kasvu- ja hoitomallit puuttuvat. Jalopuumetsikön monivaiheisista perustamis- ja hoitotoimenpiteistä johtuen kustannukset nousevat korkeiksi. Oikeilla kasvupaikoilla jalopuiden kasvu ja tuotos ovat kuitenkin verrattavissa männyn ja kuusen tuotokseen. Maisemallisia ja virkistystekijöihin liittyviä arvoja ei kuitenkaan voida mitata rahassa.

Ympäristönsuojelun näkökohtia

Pellonmetsityksen tarkoituksena on muuttaa pelto pysyvästi metsäksi. Metsänparannusvarat voidaan periä takaisin, jos taimikko muutetaan ennen aikojaan takaisin pelloksi, asutusalueeksi tms. Jalopuuistutuksilla on kaksi päämäärää: perustaminen talousmetsäksi, jolloin metsiköt ovat tavallisesti laaja-alaisia. Ensisijaisena tavoitteena on tällöin hyvälaatuisen puutavaran tuottaminen. Toisaalta jalopuumetsikön perustamisessa voivat painottua myös virkistys- ja maisema-arvot, kun se perustetaan näkyvälle paikalle asutuksen lähelle.

Peltojen metsityksessä kohteet voidaan jakaa maisemallisesti eri tyyppeihin niiden sijainnin sekä entisen ja tulevan käytön perusteella. Tärkeimpiä ovat ympäristönsuojelullisesti merkittävät alueet, kuten vesistöjen varret, pohjavesialueet, asuntojen lähialueet ja teiden varret. Syrjässä olevilla peltoalueilla on syytä noudattaa erilaisia metsityspäätöksiä kuin laajoilla peltoaukeilla ja kulttuurimaisemissa. Viimeksimainituissa on vanhaa maisematyyppiä pyrittävä suojelemaan siten, ettei istutuksin suljeta maisemia, joihin ihmissilmä on vuosikymmenien aikana tottunut. Tässä suhteessa erityiskohteita ovat vanhojen kylämaisemien ympäristöt rakennusryhmineen, hakamaaineen ja kujanteineen.

Kirjallisuus

- Ahtiainen, A., Kostamo, J., Leppänen, T. & Sampakoski, P. 1992. Pellonmetsittäjän opas. Taimi-Tapio Oy. 47 s.
- Almgren, G., Ingelög, T., Ehnström, B. & Mörtnäs, A. 1986. Ädellövskog - ekologi och skötsel. Skogsstyrelsen. Jönköping. 136 s.
- Antikainen, M. 1992. Tammimetsien hoito. Helsingin yliopiston metsäekologian laitoksen julkaisuja. 1. 105 s.
- Kalela, A. 1961. Metsät ja metsien hoito. Porvoo. 367 s.
- Mali, J. 1980. Kotimaisten puulajien ja tuontipuulajien tekniset ominaisuudet ja käyttö. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, Puulaboratorio, Tiedonanto 3. 43 s. + liitt. 74 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1990-91. 1992. Folia Forestalia 790. 281 s.
- Ferm, A. & Polet, K. (toim.) 1991. Peltojen metsitysmenetelmät. Tutkimushankkeen väliraportti. 120 s.
- Rantala, S. 1993. Jalot lehtipuut peltojen metsityksessä. Koemetsiköiden sijaintia koskeva aineisto. Metsäntutkimuslaitos.
- Salmi, J. 1977. Suomalaisia ja ulkomaisia puulajeja. Osa II: Lehtipuut A...N. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos, tiedonantoja 17. 227 s.
- Salmi, J. 1978. Suomalaisia ja ulkomaisia puulajeja. Osa III: Lehtipuut O...Ö. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos, tiedonantoja 38. 298 s.
- Uusvaara, O. 1993. Tammen taimien kasvua kasvuputkissa koskevia laskelmia. Metsäntutkimuslaitos.
- Uusvaara, O. & Pekkala, O. 1979. Eräiden ulkomaisten ja kotimaisten puulajien puu- ja massateknisiä ominaisuuksia. Summary: Technical properties of the wood and pulp of certain foreign and uncommon native tree species. Communicationes Instituti Forstalis Fenniae 96.2. 59 s.

METSÄNUUDISTAMINEN KUSTANNUSPAINEESSA

Kaarlo Kinnunen

Tavoitteet uusiksi?

Kantohintojen aleneminen ja puun käyttöä suurempi kasvu ovat tärkeimmät syyt siihen, että moni metsänomistaja miettii, kannattaako metsään sijoittaa enempää kuin laki minimitasolla vaatii uuden kasvun turvaamiseksi. Yhteiskunnan taholta tehtävää panostusta metsätalouteen ollaan myös vähentämässä, jolloin yksityistä rahoitusta on lisättävä, mikäli toimintaa ei supisteta tai suunnata halvempiin menetelmiin.

Meillä ei kuitenkaan ole minkäänlaista tietoa siitä, millainen hintataso ja käyttöaste puulla on edes silloin kun nyt perustettavista metsistä saadaan ensimmäiset kantorahatulot puhumattakaan siitä, kun niistä korjataan pääsato 80-100 vuoden kuluttua. Uudistamismenetelmää valittaessa ei tulisikaan liikaa tuijottaa suhdanteita, eikä kohtuullista panostamista metsään uuden kasvun turvaamiseksi voitane asettaa kyseenalaiseksi. Tarve kehittää taloudellisia ja erilaisia käyttäjäryhmiä palvelevia menetelmiä metsänuudistamiseksi on kuitenkin entisestään kasvanut. Nykyään ei ole enää itsestään selvää, että tavoitteena on aina mahdollisimman hyvä taloudellinen tulos, vaan osa metsänomistajista on valmis tinkimään taloudellisesta tuloksesta esim. virkistyskäytön tai esteettisten arvojen hyväksi. Siksi menetelmien tulisi olla riittävän monipuolisia, jotta jokainen voisi valita niistä tarkoituksiinsa sopivimmat.

Metsien "vajaakäyttö" ei saisi olla peruste tinkiä metsänuudistamistoimenpiteissä. Valtaosa "hakkuusäästöstä" kertyy männylle, mikä suurelta osin on seurausta siitä, että 1950-60-luvuilla perustetut laajat viljelmät ovat saavuttamassa parhaan kasvun vaiheensa. Hakkuukypsyä nämä puustot ovat vasta 40-50 vuoden kuluttua. Kuusella ja koivulla kasvun ja poistuman erotus on jopa pienentynyt jaksolla 1984-89 (Suomen 1990). Ellei puulle todellakaan löydy lisäkäyttöä tulevaisuudessa, metsän muilla käyttömuodoilla on ainakin lisääntyvät markkinat ja mahdollisuudet siirtää metsää pois talouskäytöstä otetaan ilolla vastaan luonnonsuojelupiireissä.

Metsänuudistamiskustannukset alas

Uudistamiskustannuksia laskettaessa on tärkeää ottaa huomioon koko uudistamisketjun kustannukset sekä aika, joka on kulunut täystuottoisen kasvupaikalle sopivan metsikön syntymiseen. Itseasiassa tämäkään ei vielä riitä, vaan tarkastelu pitäisi voida ulottaa jopa koko kiertoaikaa koskevaksi. Vaikeutta lisää se, että kaikki uudistamismenetelmät sisältävät runsaasti hajontaa, jolloin päätökset joudutaan tekemään todennäköisyyksiin perustuen. Lyhyellä tähtämellä metsänuudistamiskustannuksia voitaisiin nopeasti alentaa siirtymällä **männyn uudistamisesta istutuksesta luontaiseen uudistamiseen ja kylvöön**. Pitkällä tähtämellä puuntuottamiskustannuksissa eri uudistamismenetelmien välillä ei liene

suurta eroa. Kylvö ja luontainen uudistaminen tarjoavat kuitenkin istutusta halvemman vaihtoehdon perustaa metsikkö riittävän tiheänä puiden laatukehityksen säätelymiseksi. Vaikka männyn istutusala on jo supistunut, se oli vielä vuonna 1991 puolet männyn aktiivista uudistusala (Metsänhoito- ja perusparannustyöt 1991, 1993). On vaikea sanoa, mikä olisi tavoiteltava suhde, mutta mahdollisuuksia männyn istutuksen korvaamiseksi kylvöllä tai luontaisella uudistamisella on vielä paljonkin.

Saksan (1992) mukaan joka viidennessä istutuskohteessa tyydyttävä uudistumistulos olisi saavutettu yksinomaan **luontaisen taimettumisen** avulla. Jos nämä olisi siis pystytty määrittämään ennakkoon, istutusta ei ilmeisesti olisi kannattanut tehdä, koska sen eduksi jäi vain muutaman vuoden aikavoitto taimikon alkuunlähdössä. Ongelmana on se, ettei luontaisesti hyvin uudistuvia aloja pystytä varmuudella määrittämään ennalta. Jos luontainen uudistaminen kuitenkin keskitetään hyviin siemenvuosiin ja käytetään kasvupaikalle sopivaa maanmuokkausta, luontaisen uudistamisen onnistumisen todennäköisyyttä voidaan merkittävästi parantaa.

Istutus vaatii aluksi melko suuren kertapanostuksen, mutta säästää myöhemmin jälkihoitokuluissa luontaiseen uudistamiseen ja kylvöön verrattuna. Istutuskustannusta voidaan pienentää lähinnä käyttämällä pieniä taimia, jotka ovat sekä hinnaltaan että istutuskustannuksiltaan halvempia kuin isot. Toinen säästökeino on vähentää istutettavien taimien määrää. Tämä keino sopii parhaiten sellaisille uudistusaloille, joilla on tai on odotettavissa luontaista täydennystä. Ihanne olisi, että vain arvokkain päätepuusto tarvitsisi istutusta ja harvennuspusto syntyisi luontaisesti.

Kylvössä peruskustannus (kylvötyö- ja materiaalikustannukset) on vain kolmasosa istutuskustannuksista. Istutusta hitaamman alkukehityksen takia taimikon hoitoon joudutaan todennäköisesti sijoittamaan enemmän kuin istutettaessa. Menetelmien keskinäiseen edullisuuteen vaikuttaa lisäksi, miten suureksi istutuksen aikavoitto arvioidaan ja miten se hinnoitellaan. Näiden samoin kuin kylvön tukkipuun laatua parantavan vaikutuksen arvioiminen rahassa on vaikeaa. Karkeasti voidaan arvioida, ettei eri menetelmien välillä ole kovin suuria eroja taimikon perustamiskustannuksissa. Rehevillä mailla kylvön kilpailukyky on huonompi, koska hitaan alkukehityksen takia jälkihoito on kallista ja jää sen takia helposti tekemättä. Tällöin seurauksena on usein uudistamisen epäonnistuminen. Kylvön kilpailukykyyn parantamista muokkauksen yhteydessä tehtävän kemiallisen heinäntorjunnan avulla ollaan selvittämässä.

Kylvön etuna istutukseen nähden on helppo koneellistettavuus. Tämä on erällä seuduilla lisännyt suuresti kylvön suosiota. Karuhkoilla mailla männyn koneellisella kylvöllä on saatu lupaavia tuloksia (Kinnunen 1992, 1993). Menetelmän soveltuvuudesta muille puulajeille ja reheville maille ei vielä tiedetä, mutta odotettavissa ovat samat ongelmat kuin käsinkylvössäkin.

Ongelmallisten alueiden uudistaminen

Yleisimpiä ongelma-alueita ovat märät painanteet, joita on useimmilla uudistusaloilla. Ongelmana ei ole niinkään se, etteivätkö ne uudistuisi, vaan että niille saataisiin haluttu puulaji. Yleensä ne uudistuvat herkästi hieskoivulle ja hieskoivun alle syntyy usein kuusialikasvos. Joudutaankin vakavasti harkitsemaan, kuinka paljon ollaan valmiita uhraamaan rahaa taistelussa tätä luontaista kehitystä vastaan ja saadaanko esim. kuusen istutuskustannuksille riittävästi katetta. Metsien monimuotoisuuttakin ajatellen tällaisten kohteiden uudistaminen luontaista kehitystä mukailleen on perusteltua. Syntyvän hieskoivikon laadusta riippuen voidaan valita, missä määrin sitä käytetään hyväksi. Ääripäät ovat pelkkä alkuvaiheen suojuspuusto kuusen alkuunlähdon turvaamiseksi, toisella laidalla kasvattaminen vanerikoivuksi.

Monimuotoisuus - kustannustekijä vai säästömahdollisuus?

Taloustmetsän monimuotoisuuden lisäämisen vaikutusta kustannuksiin on vaikea arvioida ennen kuin on määritelty, mitä monimuotoisuudella tarkoitetaan ja kuinka sitä pyritään edistämään. Suomen metsänomistusrakenne, ilmasto ja maaperä yhdessä ovat taanneet ilman erityispyrkimyksiäkin varsin monimuotoisen metsän syntymisen. Neljäkymmentä vuotta sitten tapahtunut muutos puukohtaisesta kuvioittaiseen metsänkäsittelyyn lisäsi laaja-alaista monimuotoisuutta, mutta alkoi toisaalta pienentää pienialaista vaihtelua. Nähtäväksi jää, herääkö puukohtainen käsittely monimuotoisuuden nimissä uudelleen henkiin. Meneillään olevat tutkimukset antavat toivottavasti valaistusta siihen, kuinka paljon puukohtainen ja kuvioittainen käsittely poikkeavat toisistaan puuntuotoksessa ja mikä on niiden anti metsien monimuotoisuudelle.

Kun monimuotoisuutta toteutetaan välttämällä turhaa siistimistä ja puuttamalla metsän kehitykseen vain silloin, kun siihen on pakottavaa tarvetta, saadaan jopa kustannussäästöä. Lisähyötyä voidaan vielä saada odotettavissa olevasta puuaineen laadun paranemisesta. Täysin vapaata kilpailua ei metsissä voida kuitenkaan sallia taloustuloksen kärsimättä.

Lopuksi

Metsänuudistamiseen ja koko puuntuottamiseen kohdistuu nykyisin paljon moninaisempia paineita kuin ennen. Lyhyesti voidaan todeta, että meidän pitäisi pystyä tuottamaan puuta entistä enemmän, entistä halvemmalla ja entistä pehmeämmin menetelmin. Tällaisen yhtälön ratkaiseminen ei ole helppoa. Vaikeutta lisää se, että tulokset näkyvät hitaasti, jolloin virheetkin näkyvät konkreettisesti vasta pitkällä viiveellä. Itsenäisten päätöksentekijöiden runsaus aiheuttaa sen, että myös kurssin muutokset ovat hitaita. Tämä on ollut ja lienee vastaisuudessaakin Suomen metsätalouden onni.

Kirjallisuus

- Kinnunen, K. 1992. Tuloksia kone- ja käsinkylvöstä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 426:123-133.
- Kinnunen, K. 1993. Luonnonsiemennyksen ja kylvön yhdistelmä männyn uudistamisessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 470:13-20.
- Metsänhoito- ja perusparannustyöt, vuosi 1991, 1993. Metsätalastiedote 186. Metsäntutkimuslaitos. Metsien käytön tutkimusosasto.
- Saksa, T. 1992. Männyn istutustaimikoiden kehitys muokatuilla uudistusaloilla. Abstract: Development of Scots pine plantations in prepared reforestation areas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 418. 48 s.
- Suomen metsien kasvu 1985-1989. 1990. Lehdistötiedote 24.5. Metsäntutkimuslaitos.

MITÄ TEHDÄ OKSAISELLE ISTUTUSMÄNNIKÖLLE?

Simo Hannelius

Oksaisia viljelymänniköitä on vähintään 500 000 hehtaaria

Metsänviljely alkoi Suomessa laajassa mitassa 1950-luvun lopulla ja männyn osuus viljelymänniköitä perustettaessa on ollut suurin. Viljavien kasvupaikkojen männiköt ovat yleisiä Etelä-Suomessa. Seitsemännen valtakunnanmetsien inventoinnin (ajanjaksona 1977-82) mukaan tällä alueella oli seuraavat määrät taimikoita ja nuoria mäntymetsiä (Salminen 1983). Huomattakoon, että vastaavaa tulostusta 8. inventoinnin tiedoista ei ole toistaiseksi käytettävissä.

	Pinta-ala, ha	Viljelyn osuus, %
Pieni taimikko	758 000	70
Varttunut taimikko	1 451 600	41
Nuori kasvatusmetsä	1 517 400	17
Yhteensä/keskim.	3 727 800	37

Pienen taimikon rajana on 1,3 metrin pituus, jota pitemmät puustot luetaan varttuneisiin taimikoihin. Viljelytavoista kylvöä on käytetty pääasiassa kuivahkoilla ja sitä karummilla mailla ja istutusta mustikkatyypillä ja sitä viljavammilla kasvupaikoilla.

Oksaisuudesta aiheutuvia laatuongelmia esiintyy vähintään mustikkatyypillä oleville maille istutetuissa mäntymetsissä. Näiden laajuudesta saadaan käsitys männyn viljelypinta-alasta veroluokkien IA ja IB mailla. Mainitut veroluokat yhdistettiin veroluokaksi I vuodesta 1988 alkaen. Veroluokkaan I kuuluva osuus männiköiden viljelyalasta oli pienissä taimikoissa 47 % eli pinta-ala yhteensä noin 250 000 hehtaaria. Viljellen perustetuista varttuneista taimikoista ja nuorista kasvatusmetsistä kolmannes kasvaa I veroluokan mailla. Näiden yhteinen pinta-ala on noin 245 000 hehtaaria. Oksaisiksi kehittyvien ja kehittyneiden viljelymänniköiden pinta-ala on siis nykyisin vähintään 500 000 hehtaaria ja niiden määrä on edelleen lisääntynyt 7. inventoinnin ajankohdasta (1977-1984). Mäntyä on viety pienissä taimikoissa eli ajanjaksona 1970-1980 enemmän viljaville maille kuin aiemmin perustetuissa varttuneissa taimikoissa ja nuorissa metsissä 1950- ja 1960-luvuilla.

Nopea kasvu lisää oksaisuutta

Männyllä läpimitan voimakas paksuuskasvu lisää oksien vahvuutta. Suureen kasvunopeuteen liittyy myös alhainen puuaineen tiheys (Hakkila 1966, Kärkkäinen 1977, s. 177), mikä näkyy erilaisilla metsätyypeillä kasvaneiden mäntyjen puuaineessa. Kasvupaikan merkitys tiheyseroihin vähenee kuitenkin puiden vanhetessa. Erityisesti viljyvät ja harvahkot mäntytaimikot näyttävät tuottavan oksikkaita puita, joista on

odotettavissa huonoa sahatavaraa (Uusvaara 1985). Vastaavasti korkeaa laatua parhaiten indikoivana tekijänä pidetään hidasta kasvua taimikkovaiheessa, mikä saadaan aikaan maaperältään karuissa olosuhteissa, taimien välisellä kilpailulla kasvutilasta tai emopuiden varjostuksella.

Kellomäki (ym. 1992) on kartoittanut metsänhoidollisia ratkaisumalleja laatukasvatuksen perusteiksi ja laatinut suosituksia käytännölle. Kasvupaikan viljavuus määräsi poikkeuksetta oksikkuuden yleisen määrän. Puuston tiheys pienensi sitä enemmän oksikkuutta, mitä karumpi kasvupaikka oli kyseessä. Taimikon runsas kasvutila lisäsi oksikkuutta. Hitaasti kasvavalle männylle muodostuu selvästi ohuemmat oksat kuin nopeakasvuiselle ja vuosiluston leveys kannonkorkeudella on paras ulkoisten ja rungon sisäisten tunnusten kuvaaja (Uusvaara 1991).

Männyn kasvatuksessa mustikkatyyppin tai sitä viljavammilla mailla ei käytännössä voida saavuttaa hieno-oksaisuutta kuten varsinaisilla kuivan kankaan mäntymailla, kun otetaan huomioon viljelytiheyden funktiona kohoavat kustannukset. Laatukasvatuksen strategian tulisikin perustua luontaiseen uudistamiseen tai kylyvöön (Kinnunen 1993). Istutustaimikoiden luontainen täydentyminen tosin parantaa tilannetta usein (esim. Saksa 1992). Istutusmetsiköitä aikanaan perustettaessa on ilmeisesti ollut epärealistisia odotuksia ja toiveita saada lähes samanlainen tukkiosuus päätehakuissa kuin täysin toisenlaisissa olosuhteissa syntyneistä ja kasvaneista männiköistä (vrt. Ekö & Agestam 1990).

Istutusmänniköt karsiutuvat luontaisesti syntyneitä huonommin ennen muuta 40...60 vuoden iässä. Tätä ikävaihetta myöhemminkin viljelymännynissä on rungon sisäisiä oksia (oksakyyhmyjä) enemmän kuin luontaisesti syntyneissä puissa. Uusvaaran (1974) mukaan noin viidennes tukkirungoista ei kelpaa edes kolmannen luokan tukiksi ja tukkien laatu jää kokonaisuudessaan heikoksi. Laatuvaatimusten kiristyminen 1980-luvun lopulla on lisännyt raakkitukin osuutta edellisestä. Ongelmaksi ovat muodostuneet erityisesti laho- ja kuivaoksaisten välitukit, joita siirtyy laatuvaatimuksia kiristettäessä yhä enemmän kuitupuiksi.

Tavoiteltaessa männiköiden kasvatuksessa kannattavuutta pyritään yhtäältä nopeaan kasvuun, jolloin hakkuutulojen odotusaika lyhenee. Toisaalta tavoitteena on mahdollisimman arvokkaan eri puutavaralajien laatujakauman tuottaminen. Pääsääntöisesti mitä hitaammin mänty kasvaa, sitä parempaa laatua tuotos sisältää. Näiden kahden keskenään ristiriitaisen tavoitteen välistä tulisi löytää metsänhoitoa varten käytännön ratkaisut.

Onko oksikas männikkö vajaatuottoinen ja miten sitä tulisi kasvattaa?

Tuotto-odotuksiin perustuvien laskelmien selvitetään onko 25-vuotias oksainen männikkö vajaatuottoinen ja tämän perusteella uudistettavissa. Mikäli näin ei ole, laskelmilla arvioidaan myös oksikkaaksi kehittyneen männikön kasvatustapoja seuraavien kysymysten muodossa:

1. Kuinka usein nopeakasvuista männikköä tulisi harventaa?
2. Millaista kiertoaikaa tulisi käyttää?

Metsänkasvatuksesta odotettavien tulojen perusteella arvioitiin, onko viljavan kasvupaikan nopeakasvuinen, mutta poikkeuksellisen huonolaatuinen nuori männikkö taloudellisessa mielessä vajaatuottoinen (käsitteen tarkempi tarkastelu käydään tekstissä myöhemmin). Poikkeuksellisen huonon laadun on tulkittu tarkoittavan sitä, ettei metsiköstä tulla saamaan lainkaan sahatukkia.

Oletukset mäntysahatukin heikosta laadusta

Odotusarvojen laskemiseksi tarvitaan tuotosmalleja siitä, millaisia hakkuupoistumia on odotettavissa yhden kiertoajan kuluessa. Heikkolaatuisuudesta aiheutuvat tulonodotusten menetykset perustuvat tämän työn laskelmissa oletuksiin. Alhainen puuaineen laatu merkitsee sitä, että tukkipuuna ei saada sitä osuutta, mikä olisi mahdollista saada runkopuun järeyden mukaan arvioiden.

Viljelymetsiä koskevien tutkimustulosten perusteella epävarmimmin arvioitava tunnus on puuaineen laatu; onko viljelymännikön tuottamasta järeästä runkopuusta ylipäättään sahatukiksi? Puuston laadun kohoamisesta saatava hyöty realisoituu vasta myöhemmissä hakkuissa, ennen muuta pätehdäkuussa. Viljelymänniköiden laatuksymykset; mahdollisuudet laadun parantamiseen (pystykarsinta ja laatuharvennus) kiertoajan kuluessa ovat niin ikään olleet toistuvien epäilyjen aiheina (esim. Uusvaara 1991).

Laatuksymyksen vaikutuksen arvioimiseksi taloudelliselta kannalta tuotoksen rakenneluvut hinnoiteltiin eri puutavaralajien kantohinnoilla ja oletuksilla siitä, kuinka suuri suhteellinen osuus tuotostallin ennusteesta on sahatukkia. Näin saadaan laskettua parhaisiin ja huonoimpiin laatukehityksen arvioihin perustuvat odotusarvot. Tarkasteltavat vaihtoehdot ovat seuraavat:

1. Tukkiisuuden suuruus hakkuupoistuman rakenteesta riippuu vain rungon järeydestä eli osuus vastaa 100-prosenttisesti tuotostallien mukaista arviota (paras teoreettinen laatujaakauma).
2. Erilaiset vikaisuudet alentavat tukkiisuuden määrää hakkuupoistumissa 25 prosentilla, jolloin kuitupuun määrä lisääntyy vastaavasti.
3. Erilaiset vikaisuudet alentavat tukkiisuuden määrää hakkuupoistumissa 50 prosentilla, jolloin kuitupuun määrä lisääntyy vastaavasti.
4. Erilaiset vikaisuudet alentavat tukkiisuuden määrää hakkuupoistumissa 75 prosentilla, jolloin kuitupuun määrä lisääntyy vastaavasti.
5. Koko tuotos on kuitupuuta (huonoin laatu).

Edellä kuvatussa ongelmatilanteessa, kuten useimmissa muissakin metsänkäsittelyn vaihtoehtoissa, joudutaan eriaikaisten tulojen ja menojen arvostusongelmaan eli arvioimaan erilaisten tulonodotusten suuruus tai ainakin vaihtoehtojen edullisuusjärjestys. Odotusarvo tarkoittaa laskentateknisessä mielessä nettotulojen nykyarvoa. Nykyarvot lasketaan diskonttausperiaatteella ja olettaen pääomamarkkinat täydellisiksi.

Kilpailevat metsänhoidolliset vaihtoehdot

Vajaatuottoisuuden arviointi lähtee vertailusta, jossa arvioidaan 25-vuotiaan oksaisen männikön odotusarvoa parhaan metsänhoidollisen vaihtoehdon odotusarvoon. Vajaatuottoisen metsikön tilalle perustettavan uuden metsikön odotusarvon tulee olla suurempi kuin männikön edelleen kasvatuksen. Metsäkeskus Tapion vajaatuottoisuus määrittellään kyseisessä tilanteessa seuraavasti: "Viljavan kasvupaikan huonolaatuinen, mutta hyväkasvuinen männikkö, jota yleensä pidetään hyvän kasvunsa vuoksi kehitettäväksi kelvollisena, voidaan kuitenkin poikkeuksellisen huonon laatunsa vuoksi uudistaa vajaatuottoisena."

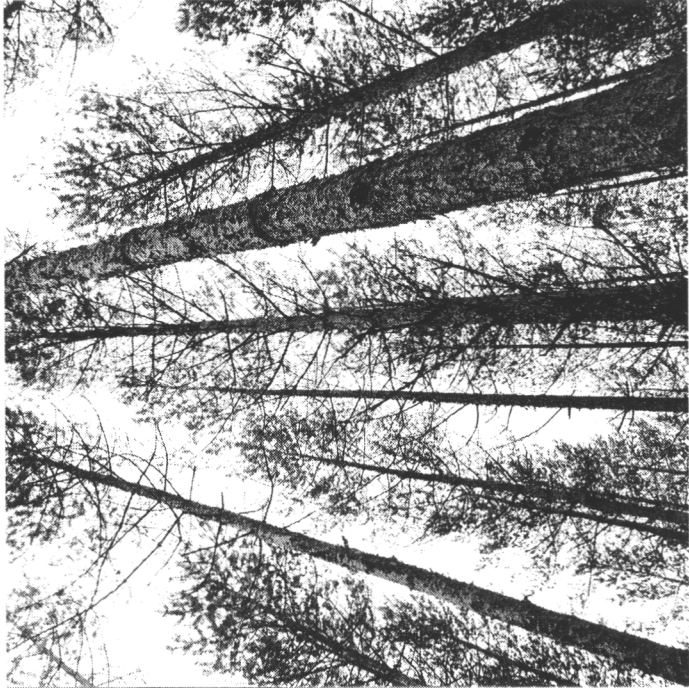
Puulajivalinta viljavalle, vähintään mustikkatyypin ravinteisuustasoa olevalle maalle, on monitahoinen kysymys. Mustikkatyypin mailla mänty tulee vielä biologisilta ominaisuuksiltaan kyseeseen, mutta tätä viljavammilla mailla valinta pitää tehdä muiden pääpuulajien kesken. Biologisessa mielessä kuusi ja koivu eivät kilpaile, vaan täydentävät metsäekosysteemissä toisiaan. Koivu on kevätkesän hallaa avoimella kasvupaikalla kestävä pioneeri, jonka suojiin hallanarka kuusi aina ennemmin tai myöhemmin tulee. Lopulta kuusi valtaa lehtipuilta kliimaks-puulajina kasvupaikan.

Etsittäessä puulajia viljavan kasvupaikan männikön avohakkuun jälkeen, rauduskoivu on taloudellisessa mielessä kuusta kilpailukykyisempi. Kilpailukykyisyys perustuu metsikön nopeaan varhaiskehitykseen, puulajin ja siitä valmistettävien puutavaralajien niukkuuteen ja varsinkin vaneritukin muita puutavaralajeja korkeampaan kantohintatasoon. Nopean kasvun vuoksi tulonodotusajat ovat lyhyempiä kuin havupuulajeja kasvatettaessa, mikä on koivun merkittävin kilpailuetu. On ilmeistä, että koivun eri puutavaralajit tulevat säilyttämään raakapuumarkkinoilla kilpailukykyinsä suhteessa havupuutavaralajeihin ja mahdollisesti parantamaankin sitä tulevaisuudessa.

Rauduskoivu ja mänty poikkeavat puulajeina merkittävästi ominaisuuksiltaan siinä, että edellisen kasvatuksessa viljelymetsien teknistä laatua ja runkokuun jalostusarvoa on jo saatu kohotetuksi metsänjalostuksen keinoin luonnonmetsiin verrattuna. Luontaisesti syntyneet ja kehittyneet rauduskoivikot sen sijaan ovat huonolaatuisia, usein lahovikaisia jo nuorella iällä. Hoitamattomina ne ränsistyvät ja ovat alttiita monille tuhoille. Luontaisesti syntyneissä sekametsissä, joissa kasvaa kuusta ja koivua, koivutukin laatu sen sijaan on yleensä korkealaatuista.



Kuva 2. 30-vuotias rauduskoivikko on istutettu kulotetulle lehtomaiselle kankaalle. Perustettava koivikko ei kuitenkaan ole 25-vuotiaan oksaisen männikön edelleen kasvatusta kilpailukykyisempi vaihtoehto.



Kuva 1. Oksaisiksi kehittynyt mustikkatyyppin nuori männikkö on pystykarsittu.

Laskelmien lähtötiedot

Ensimmäisenä vaihtoehtona on männiköiden kasvatusta ja siinä metsikkö saa kasvaa edelleen tuotosmallien mukaan 25 vuoden ikävaiheesta lähtien. Toisena vaihtoehtona on koivikon kasvatusta ja siihen sisältyy ensin 25-vuotiaan männikön päätehakkuu ja sen jälkeisen koivikon metsityskustannukset ja 7 vuoden kuluttua lisäksi taimikonhoidon kustannus. Tämän jälkeen tulonodotukset kertyvät harvennuksista ja päätehakkuusta. Hallinta- yms. vuotuis-kustannuksia ei oteta laskelmissa huomioon, koska niitä arvioidaan aiheutuvan yhtä paljon eri vaihtoehtoisissa.

Eri kasvatustapaohjelmien tuotosmallit on valittu ongelman kannalta mahdollisimman realistisiksi ja käytännön metsätalouteen soveltuviksi. Männiköiden tuotosmallit valittiin siten, että taloudellisilla vertailulaskelmilla saadaan käsitys kiertoajan merkityksestä odotusarvoihin ja harvennusten lukumäärä valittiin siten, että harvennuspoistuma oli riittävän suuri koneellisen puunkorjuun kannalta.

Tutkimuksen tuotosaineistoina on käytetty Metlan julkaisemia tuloksia kylvömänniköiden ja istutettujen rauduskoivikoiden kasvusta, tuotoksesta ja rakenteesta (Oikarinen 1983 ja Vuokila & Väliaho 1980). Viljelytavalla sellaisenaan ei ole juuri merkitystä hoidettujen talousmänniköiden tuotokseen. Lisäksi on käytetty Siitosen kehittämää MELA-mallia (metsälaskelma) männikön tuotosmallin konstruomiseksi (Ojansuu ym. 1991). Täydentäviä tuotosvertailuja on tehty Metlan pitkäaikaisten kestokokeiden ja Koiviston (1959) tuottotaulujen perusteella.

Tuotostuotot hinnnoiteltiin vuosien 1980-1992 Etelä-Suomen (Oulun lääniin rajoittuva osa maata) keskimääräisillä kantohinnoilla ja ne muunnettiin vuoden 1992 hintatason mukaisiksi elinkustannusindeksin muutokertoimilla.

Männikkö ei ole vajaatuottoinen; raudus häviää oksaiselle istutusmännikölle

Viljelykoivikkoa, jonka kiertoaika on 50 vuotta, verrattiin 25-vuotiaan männikön edelleen kasvatukseen odotusarvolaskelmilla. Vertauskohteena oli odotusarvoltaan paras männikkö eli 50 vuoden kiertoajan kasvatustapa.

Koivikon perustaminen merkitsee ensin nuoren männikön avohakkuuta, josta arvioidaan saatavan kuitupuuta hakkuuarvoltaan noin 10 000 markkaa hehtaarilta. Hakkuuarvo otettiin huomioon rauduskoivikon odotusarvossa.

Männikön edelleen kasvatusta lyhyellä kiertoajalla on edullisempaa kuin koivikon istutus ja kasvatusta kaikissa arvioiduissa tapauksissa, kun korkokanta on vähintään kolme prosenttia. Jos korkokanta on kolme prosenttia, viljavimpien kasvupaikkojen männikön edelleen kasvatusta 50 vuoden kiertoajalla on likimain yhtä edullista kuin koivikon perustaminen ja kasvatusta edellyttäen, että koivikosta saadaan järeys-suhteiden mukaan tukkia eli teoreettisesti edullisin määrä. Mitä korkeampaa laskentakorkoa käytetään, sitä kannattavampaa on jatkaa männyn kasvatusta.

Edullisuusjärjestykseen vaikuttavat lähinnä koivikon perustamishetkellä maksettavat suurehkot viljelykustannukset ja koivikosta saatavien tulojen pitkä odotusaika. Korkea korkovaade pienentää tuotto-odotusten nykyarvoja voimakkaasti odotusajan kasvaessa.

Jos vaihtoehtoja arvioidaan lisäksi mahdollisten riskitekijöiden näkökulmasta, koivikon istuttamisen on laskelmissa oletettu onnistuvan ilman tuhoja. Koivikon metsityksissä on käytännössä kuitenkin ollut monia tuhoja aiheuttavia tekijöitä, kun taas 25 vuoden iän jälkeen männikön kasvatuksessa niitä ei juuri esiinny.

Tulonodotusaikojen näkökulmastakin männikön edelleen kasvatus on rauduskoivulle uudistamista edullisempi vaihtoehto. Tulot saadaan nopeammin ja varmemmin, mikä puoltaa ratkaisua yksityistaloudellisesti. Yhteenvetona odotusarvovertailujen perusteella voidaan todeta, että oksikkaaksi kehittynyt viljelymännikkö on kilpailukykyisin vaihtoehto eikä sitä voida pitää vajaatuottoisena.

Heikosta laadusta aiheutuva tuottotappio

Seuraavassa asetelmassa on esitetty 3...9 prosentin korkokannoilla lasketut odotusarvot parhaan ja huonoimman laatuoletuksen mukaan. Näiden erotusarvo on teoreettisesti suurin laadun heikkenemisestä aiheutuva tuottotappio.

Laskelma perustui tuotosmalliin, jonka kiertoaika oli 85 vuotta. Vertailun parhaassa vaihtoehdossa sahatukkia saadaan kaikki tukin järeyden saavuttanut runkopuu ja heikoimmassa tapauksessa kaikki runkopuu on mäntykuitupuuta. Laadun alenemisestä aiheutuva (puutavaralajisiirtymä tukista kuitupuuhun) odotusarvon pieneneminen on enimmillään seuraava:

Korko, %	Laatutappion odotusarvon maksimi, mk/ha	Laatutappion osuus parhaan laatuennusteen odotusarvosta, %
3	13 470	28
5	6 410	25
7	3 310	21
9	1 810	17

Laadun heikkenemisestä aiheutuva odotusarvon aleneminen on enimmillään 25...30 prosenttia, kun korkokantana käytetään metsätaloudesta keskimäärin saatavia tuottosadanneksi 3...5 prosenttia.

Nopeakasvuista oksaista männikköä harvennettava usein

Kun korkovaatimus on alhainen (odotusarvot yhden prosentin mukaan laskettuina), harvoin ja usein toistuvien harvennusten vaihtoehdoille lasketut odotusarvot ovat yhtä

suuria. Kun ajalle annetaan lisää painoarvoa päätöksenteossa eli nostetaan ajan arvostusta korkovaateena, jo kolmen prosentin korolla tiheästi toistuvat ja alhaiseen puustopääomaan tyytyvä harvennusmalli on harvoin toistuvia harvennushakkuita edullisempi vaihtoehto. Hakkuiden siirtäminen myöhempään ajankohtaan pienentää odotusarvoa sitä enemmän, mitä korkeampaa laskentakorkoa käytetään.

Koneellisen korjuun näkökulmasta on pidetty suotavana, että korjuukertojen lukumäärää kiertojen kuluessa pienennetään havumetsissä jopa yhteen. Viljavilla mailla, joilla kasvatusvaiheessa olevan metsikön puuntuotoksen taso on suuruusluokkaa 10 kuutiota hehtaarilla vuodessa, on kuitenkin edullisempaa harventaa 10...15 vuoden välein kuin jättää harvennukset vain 1...2 kertaan kiertojassa.

Lyhyt kiertoaika, jos sahatukkia ei juuri saada

Kolmen prosentin korkokannalla odotusarvot ovat likimain yhtä suuret eri kiertajoilla. Viiden prosentin ja sitä suuremmilla korkokannoilla odotusarvot suurenevät kiertojen lyhyessä. Metsänomistajalle on edullisinta kasvattaa viljavan kasvupaikan männikkö lyhyellä, noin 50 vuoden kiertojalla, kun reaalin tuottovaatimus on vähintään viisi prosenttia.

Jos nuori viljavan kasvupaikan 25-vuotias männikkö hakattaisiin, sen hakkuuarvo olisi noin 10 000 markkaa hehtaarilla eli noin kaksinkertainen metsikön perustamiskustannuksiin verrattuna. Jos se hakataan 50 vuoden ikäisenä ja kaikki puu on kuitupuuta, metsikön odotusarvo on yhdeksän prosentin korkovaatimuksen mukaan laskien 9 730 markkaa hehtaarilla. Tämän 25 vuoden periodin kuluessa puuston määrä lisääntyy 125 kuutiometristä hehtaarilla lähes 400 kuutiometriin hehtaarilla, jolloin männikön 25 vuoden keskikasvu on 10,7 m³/ha vuodessa.

Metsänomistajan on näin ollen mahdollista saada parhaassa kasvussa olevasta männiköstä, vaikkei siitä tulisi lainkaan tukkia, lähes 9 prosentin reaalin tuotto kasvattamalla metsikköä edelleen. Tämä on selvästi enemmän kuin on mahdollista saada useimmista muista metsätaloudellisista sijoitusvaihtoehdoista. Huomattakoon lisäksi, että jo 50 vuoden iässä tukkia on kokonaistilavuudesta 80 prosenttia, jos tukkiosuus lasketaan pelkästään puuston järeyden perusteella.

Kirjallisuus

- Ekö, P. & Agestam, E. 1990. Kvalitetstill på bördig mark. Sveriges Skogsförbunds Tidskrift 2.
- Hakkila, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Lyhennelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 66(8). 60 s.
- Hannellius, S. 1993. Viljavan kasvupaikan nuoren ja huonolaatuisen istutusmännikön kasvatusvaihtoehdot. Summary: Alternative growing methods for young and poor quality Scots pine plantations on fertile sites. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 452. 55 s.
- Hannellius, S., Leikola, M. & Tuimala, A. 1989. Metsäkirja. Porvoo. 383 s.

- Harvennushakkuiden taloudellinen merkitys ja toteuttamisvaihtoehdot. Metsäntutkimuslaitos, Metsäteho ja Jaakko Pöyry Oy. Maa- ja metsätalousministeriö. 121 s.
- Huuri, O. 1976. Kallistumisilmiö istutusmänniköissä. Tiedustelun tuloksia. Summary: Tilting of planted pines; survey results. *Folia Forestalia* 265. 22 s.
- Kellomäki, S., Lämsä, P., Oker-Blom, P. & Uusvaara, O. 1992. Männyn laatukasvatus. Summary: Management of Scots pine for high quality timber. *Silva Carelica* 23. 133 s.
- Kinnunen, K. 1993. Männyn kylvö ja luontainen uudistaminen Länsi-Suomessa. Abstract: Direct sowing and natural regeneration of Scots pine in western Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 447. 36 s.
- Kiviniemi, M. 1992. Metsäoikeus. Jyväskylä. 319 s.
- Koivisto, P. 1959. Kasvu- ja tuottotaulukoita. Koonnut Pentti Koivisto. Summary: Growth and yield tables. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51.8. 49 s.
- Kuusela, K. 1967. Vajaatuoitoisen metsikön käsite valtakunnan metsien inventoinnissa. Tapion julkaisuja 4. 4 s.
- Kuusela, K. & Salminen, S. 1984. Etelä-Suomen nuoret metsät. Julkaisussa metsänuudistamisen ja taimikonhoidon periaatteet. Toim. Virtanen, J., Norokorpi, Y. & Kaunisto, S. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 135. 12 s.
- Kärkkäinen, M. 1980. Mäntytukkirunkojen laatuluokitus. Summary: Grading of pine sawlog stems. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 96.5. 152 s.
- Kärkkäinen, M. 1983. Tuloksia pystykarsittujen mäntyjen sahaustesta. *Folia Forestalia* 520. 19 s.
- Kärkkäinen, M. & Uusvaara, O. 1982. Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Abstract: Factors affecting the quality of young pines. *Folia Forestalia* 515. 28 s.
- Metsänhoitosuosituksen. 1989. Keskusmetsälautakunta Tapio. 55 s.
- Metsänparannusasetus 30.4.1987. 5 s.
- Oikarinen, M. 1983. Etelä-Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for silver birch (*Betula pendula*) plantations in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 113. 75 s.
- Ojansuu, R., Hynynen, J., Koivunen, J. & Luoma, P. 1991. Luonnonprosessit metsälaskelmassa (MELA) - metsä 2000 -versio. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 385. 59 s.
- Parviainen, J. & Antola, J. 1986. Taimien kehitys ja juuriston morfologia eri taimilajeilla perustetuissa mäntyistutuksissa. Summary: The root system morphology and stand development of different types of pine nursery stock. *Folia Forestalia* 671. 29 s.
- Saari, E. 1968. Vajaatuoitoisen metsikön ja metsämaan käsite. Summary: The notation of reduced stands and forest soils. *Silva Fennica* 3(2). 14 s.
- Salminen, S. 1983. Puulajit ja perustamistavat Etelä-Suomen nuorissa metsissä. Teollisuuden Metsäviesti 4. 4 s.
- Uusvaara, O. 1974. Wood quality of plantation grown Scots pine. Lyhennelmä: Puun laadusta viljelymänniköissä. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 80.2. 105 s.
- Uusvaara, O. 1981. Minkä laatuista puutavaraa istutusmänniköistämme. Suomen puutalous 2:26-28.
- Uusvaara, O. 1985. The quality and value of sawn goods from plantation-grown Scots pine. Seloste: Viljelymänniköistä saadun sahatavaran laatu ja arvo. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 130. 53 s.
- Uusvaara, O. 1991. Havaintoja nuorten istutusmänniköiden oksikkuudesta ja puuaineen laadusta. Observations about the branchiness and the wood quality of young plantation-grown Scotch pine. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 377. 56 s.
- Vuokila, Y. & Väliäho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99.2. 271 s.

METSÄNVILJELYN KONEELLISTAMINEN

Arto Rummukainen ja Leo Tervo

Koneellistamiskokeiluja 1960-luvulta alkaen

Puunhakkuun koneellistuminen ja vapaan ammattitaitoisen tilapäistyövoiman puute on tehnyt metsäntilajelyn toteutuksesta viime aikoina ongelman. Viljely on ollut edelleen maanmuokkausta lukuunottamatta kokonaan käsityötä. Jo 1960-luvulla kokeiltiin useita maataloustraktoriin kiinnitettäviä istutuskoneita (Appelroth 1969). Tekninen kehitys kulki taloudellisen kilpailukyvyn edellä myös 1970- ja 80-lukujen vaihteessa, jolloin Serlachiuksen täysautomaattisen istutuskoneen (Kaila 1984) kehittäminen lopetettiin kannattamattomana. Suurin ongelma on ollut sopivan istutuskohdan valinta hakkuutähteisessä moreenimaassa ja elävän viljelymateriaalin hellävarainen käsittely. Silloin kun kausityövoimaa on tarjolla, on koneen vaihtoehto, pottiputki-istutus muokattuun maahan, hyvin nopeaa ja edullista. Keräsen ja Ojalan (1992) mukaan istuttajan keskimääräinen päivätuotos on 0,5 ha Metsähallituksen töissä.

Istutuksen koneellistamisen kehittämiseen käytettävät varat Ruotsissa keskitettiin Serlachiuksen konekehityksen lopettamisaikoina 1980-luvun alussa yhden, Silva Nova, istutuskoneen kehittämiseen (Berg 1990). Sadan miljoonan kruunun panostuksen jälkeen on 1990-luvun alussa saatu vuosittain muutama toimiva prototyyppi käyttöön. Tämän suurmetsätalouden istutuskoneen lisäksi on markkinoille tullut uusia yksinkertaisempia ja halvempia istutuskoneita Suomessa ja Ruotsissa.

Kylvöä on tehostettu vuosikymmenien ajan kylvölaitteilla (Kinnunen 1993), joiden rinnalle mekaniikan ja elektroniikan kehitys ovat viime vuosina tuoneet automaattisia kylvökoneita. Lähes täysin koneellistetulle maanmuokkaukselle on asetettu lisää vaatimuksia ympäristön huomioon ottamiseksi. Puun vajaakäytön ja hinnan laskun takia metsätalouteen ei enää olla innokkaita sijoittamaan suuria panoksia. Tämä johtaa menetelmien tehostamisen ja kustannussäästöjen lisäksi metsänhoitotarpeen uudelleen harkintaan. Metsäntilajelyllä on voimakas murros edessä.

Maanmuokkaus

Maanmuokkaus on raskaana työvaiheena lähes täysin koneellistettu (Fryk 1989, Herranen & Högnäs 1987). Äestys (2/3 käsitellyistä uudistusaloista) sopii kuiville ja kosteahkoille maille sekä kylvöön että istutukseen (Hämäläinen & Vastamäki 1991). Kivikkoisimmat, turve- ja kosteat viljavat maat vaativat muita muokkausmenetelmiä. Tehokas auraus (1/5 käsitellyistä aloista) on jäämässä pois, koska sen jatkuva työjälki jättää luontoon liian pitkäaikaiset voimakkaat jäljet. Tilalle tuleva mätästys (vajaa 1/5 aloista) on monipuolinen, mutta kallis menetelmä verrattuna äestykseen ja laikutukseen. Metsäntilajelijain omassa työssä käytetään

yksinkertaisia laikkureita ja kynsiä, joilla humusta poistetaan kuivahkoilla kankailla.

Muokkauksen kehittämiseen on suurin tarve viljavilla mailla. Myös jyrsintä on parinkymmenen vuoden tauon jälkeen tulossa uusin konein käyttöön (Mannerkoski ym. 1993). Jyrsintäjälki on paikalleen palautettuna huomaamaton ja tarjonnee kosteimpia oloja lukuun ottamatta hyvän ilmavan kasvualustan uudelle puusukupolvelle. Ruotsissa on kehitteillä laikkujyrsimeen perustuvia viljelykoneita ja Suomessa jatkuva jyrsin. Luontaisen uudistamisen lisääntymisen myötä lisääntyy myös siemen- ja mahdollisesti suojustuiden alle sopivien muokkausmenetelmien käyttö. Kaikkialla työnjäljen on oltava huomaamatonta ja kullekin uudistusalan viljavuustyyppille tulee voida soveltaa sopivinta muokkausmenetelmää. Käytettävien koneiden tulee olla ketteriä, koska uudistusalat ovat pieniä ja tulevaisuudessa suojavaivohyökköiden ja lahopökökelöiden säästämisen takia entistä rikkonaisempia.

Kylvö

Suomessa on kylvämiseen kehitetty useita automaattilaitteita (mm. suomalaiset TTS-Sigma, TOP 100 ja Tume MKL 2 sekä ruotsalainen Bräcke), jotka voidaan liittää maanmuokkuskoneisiin (esim. Haataja 1991 ja Rummukainen & Tervo 1992). Karuilla mailla konekylvön tulokset muokattuun maahan ovat olleet vähintään tyydyttävät (Korhonen & Mänty 1991). Kylvön koneellistamisessa on pyrkimys siemenen mahdollisimman tarkkaan sijoittamiseen viljavaan kohtaan, jolloin säästetään siemeniä tai sitten suuremman siemenmäärän kylväminen valikoimattomiin kohtiin, jolloin määrä takaa tuloksen onnistumisen. Kylvökoneen tulee pystyä tarkkaan annosteluun ja häiriötapausten kontrollointiin esim. automaattihälytyksellä. Siemenet eivät saa rikkoutua käsittelyn aikana. Kylvön ja maanmuokkauksen edullisimpia yhdistelmiä tutkitaan koko ajan. Kylvöä käytetään jonkin verran myös sellaisilla uudistusaloilla, joille on jätetty siemenpuut.

Ruotsissa ei ole käytännön mittakaavassa kylvetty metsää vuosikymmeniin, mutta uuden tutkimuksen perusteella on siellä kehitetty kasvualustan pienvalmistukseen perustuva menetelmä (Bergsten 1988), jonka koneellistaminen on meneillään. Uuden menetelmän teho perustuu kivennäismaan pintaan painettavaan kärjellään olevan pyramidin muotoiseen kuoppaan, jonka pohjalle siemen asettuu. Pintaa syvemmällä siemenellä on enemmän kosteutta käytettävissään. Eroosio valuttaa siemenen päälle ohuen suojaavan ja mahdollisesti lämmittävän maakerroksen. Heikinheimon (1940) mukaan siementen itävyysprosentti laskee mikäli hietakerroksen paksuus on yli 4 mm.

Kylvö on istutukseen verrattuna helppoa organisoida, koska viljelymateriaali vie vähän tilaa eikä ole kovin herkkää säilytysoloille. Kylvön määrä lisääntyy pyrittäessä edullisempiin uudistuskustannuksiin. Kylvöä käytettäessä on muistettava, että taimikonhoitotarve saattaa olla suurempi kuin istutuksen jälkeen. Kylvön soveltuvuutta viljavampien maiden viljelyyn ja eri puulajeilla selvitellään mm. Metsäntutkimuslaitoksen toimesta.

Istutus

Hevosvetoisen auran vakoon on istutettu metsää jo viime vuosisadalla Amerikassa. Auraukseen perustuvat istutuskoneet ovat nopeita ja soveltuvat helposti sekä paljasjuurisille että paakkutaimille. Niiden ongelmana on Suomen metsämaiden yleisin maatyyppe eli moreeni, jonka kiviin aura särkyä ja tulos jää huonoksi. Turvemaidella ja pelloilla auroja on käytetty Suomessakin. Tällöin työn tuottavuudeksi on saatu jopa tuhat tainta tunnissa (Appelroth & Harstela 1970). Koneen kääntäminen sarkojen päässä laskee tuottavuutta melkoisesti. Vetokoneen tulee pystyä työskentelemään pehmeällä alustalla. Auraavia koneita on kokeiltu myös lyhytkiertoviljelmien perustamiseen lähinnä pelloille hyvällä menestyksellä (Harstela & Tervo 1983).

Moottorisahaan terälaitteiston paikalle kiinnitettävä 1960-luvun moottorimyyrä kairasi taimelle kuopan ja sen ympärille humuksettoman laikun. Tätä periaatetta on sovellettu Ruotsissa useissa pienen tela- tai pyörämaasturin ympärille rakennetuissa istutuskoneissa. Kahden koneen vierellä kävelevän ja reikiä kairaavan istuttajan työn yhteistuottavuudeksi on saatu 200...300 tainta tehotunnissa (von Hofstén 1992). Taimet kulkevat ajoneuvon kyydissä. Koneen pääomakustannukset ovat Suomessa korkeat. Pelkkä laikunteko maanmuokkauksena ei sovellu kosteille maille, jotka ovat pääasiallisia istutuskohteita.

Ruotsin metsätalouden lippulaiva Silva Nova on raskaan kuormaakantavan metsätraktorin päälle rakennettu maanmuokkaus- ja istutuskone. Etu- ja takarungon välissä oleva äes/jyrsimet muokkaavat kaksi piennarta, joihin paineilmalla toimivat istutusputket painavat pottitaimet. Kone tarvitsee kaksi henkilöä; koneen kuljettajan ja taimien syöttäjän. Ruotsalaisten laskelmien mukaan työ oli kannattavaa, jos kone istuttaa 1 400 tainta tehotunnissa, koneen tekninen käyttöaste on 75 % ja 90 % istutetuista taimista on istutettu hyväksyttävästi (Rummukainen 1993). Kesällä 1993 on näihin arvoihin päästy ajoittain. Kone sopii parhaiten karkeahkoille kivennäismaille, jotka Suomessa pyritään enenevässä määrin uudistamaan luontaisesti. Turvemaille ei 20 tonnia painavaa konetta voi ajatellakaan. Uudistusalojen keskikoko Pohjois-Ruotsin teollisuuden omissa metsissä on 30 ha, eli yli kymmenen kertaa suomalaisten yksityismetsien uudistusala suurempi. Koneen kustannuskilpailukyvyyn säilyttäminen edellyttää lähes ympärivuotista työskentelyä, koska peruskoneen käyttäminen muihin tehtäviin on hankalaa.

Halvempi istutuskonevaihtoehto on ollut Ruotsissa pari vuotta tarjolla. Siinä kaivinkoneen kauhalla paikalle on kiinnitetty Öje-Planter (esim. Riikilä 1992). Kuljettaja kääntää muotoillulla levyllä maasta pienen mättään, johon istuttaa pottiputken periaatteella taimen. Alumiiniputkista tehtyyn kahteen sisäkkäiseen syöttökiekkoon mahtuu 66 tainta kerrallaan. Suomessa oli kesällä 1993 kaksi konetta käytössä. Maanmuokkauksen ja istutuksen tuottavuus oli 100...200 tainta tehotunnissa. Keskeytysaikojen osuus oli 15 % työajasta. Kaivinkoneen ja istutuslaitteen yhteistoiminta ei aluksi sujunut hyvin. Kivisyys pienentää tuottavuutta ja heikentää työnjälkeä. Lisäkehityksellä laitteistosta tulee toimiva.

Öje-Planter -istutuslaite-maanmuokkain maksaa noin neljännes miljoona markkaa. Kaivinkonealustaa voidaan käyttää viljelykauden ulkopuolella töihin, mikä parantaa istutuksen taloudellisuutta. Alustavien laskelmien mukaan kustannukset olivat kuitenkin erillistä äestystä ja ihmistyönä tehtyä pottiputki-istutusta jonkin verran kalliimmat. Istutuksen jälkeen suoritetun inventoinnin mukaan 75...85 % taimista oli istutettu kelvollisesti. Tulos on hieman ihmistyötä heikompi.

Pottiputken toimintaperiaatteeseen perustuu myös kaksi kesää kokeiltu Ilves-istutuslaite, joka on kuormaimen kouran paikalle vaihdettava lisälaite maataloustai metsätraktoriin. Laite koostuu taimipäydällä liikkuvasta hihnakiinnitteisestä holkistosta, joista taimet pudotetaan pottiputken läpi maahan. Tiivistysvarret puristavat pottitaimen paikalleen. Laite vaatii etukäteen muokatun maan. Toisaalta laitteella voidaan istuttaa kaikkiin muokkausjälkiin. Kuljettaja voi valita jokaiselle taimelle mahdollisimman hyvän istutuskohdan. Tämä yksittäisperiaate on toisaalta myös koneen nopeutta rajoittava tekijä. Taimipöydälle mahtuu kerrallaan 100 tainta. Lähes kaikkia paakkutaimityyppejä voidaan koneella istuttaa. Ääritapauksissa tämä voi vaatia istutusputken halkaisijan muuttamista.

Kolmen tutkitun prototyypin työn tuottavuus vaihteli välillä 180...230 tainta tehotunnissa. Laite maksaa noin 50 000 markkaa. Se voidaan hyvin nopeasti vaihtaa kouran paikalle. Normaali kuormaimen hydraulikka riittää käyttämään laitetta. Peruskonetta ja kuormaajaa voidaan käyttää istutuskauden aikana myös muihin töihin. Tuotantoajasta viidesosa oli keskeytyksiä, jotka pääosin johtuivat koneiden säätöjen hakemisesta ja työn opettelusta. Alustavien laskelmien mukaan työn tuottavuus 250 tainta tehotyötunnissa käytetyllä maataloustraktorialustalla olisi jo kilpailukykyinen käsinistutuksen kanssa (Rummukainen 1993). Lisäkehitystä tuottavuuden nostamiseksi tulee tehdä lähinnä taimien syöttölaiteiston parantamiseksi.

Ilves-istutuslaite istutti kesällä 1992 taimet keskimäärin 2,7 cm maanpinnan alle (paakun yläpinnasta mitattuna). Taimet jäivät kallistuneeseen asentoon, jos traktori oli voimakkaasti vinoissa kulkusuuntaan nähden poikittain. Taimista 70 % oli hyvin istutettu heti istutuksen jälkeen suoritetun inventoinnin mukaan. Syksyn inventoinnin mukaan kunnossa oli yli 90 % taimista. Toisen kasvukauden syksyn inventoinnin mukaan hyvässä kunnossa olevien taimien osuus oli pudonnut 80 %:iin. Kuolleiden taimien osuus oli kuitenkin vain 3 %. Parikymmentä prosenttia taimista oli mutkaisia. Kahden kasvukauden jälkeen mutkat voivat oieta myöhemmin, mutta taimivaiheen mutkaisuuden vaikutusta tyvipuun laatuun ei tunneta vielä riittävästi.

Kehityssuuntia

Metsäviljelyn määrä pienenee puuntuotantokustannusten vähentämisen myötä. Samalla lisääntyvät luontaisen uudistamisen työmäärät. Kaiken kaikkiaan uudistamisalat vähenevät. Istutus keskittyy viljavimmille ja vaikeimmin uudistattaville maille. Maanmuokkauksen on tällöin tuotettava maan pinnasta kohollaan oleva, kasvillisuudesta vapaa istutuskohta. Maan vesitalouden säätely on useasti tarpeen. Kuivahkot ja kuivat kankaat uudistetaan kylvämällä tai

siemenpuilla. Tällöin on tarpeen maanmuokkaus, joka paljastaa kivennäismaan. Maanmuokkauslaitteiden työpöjäljen tulee olla säädettävissä uudistamisalan pienvaihtelun mukaan. Monipuolista työpöjälkeä tekevät koneet voivat toimia taloudellisesti pienilläkin uudistusaloilla.

Istutus ja kylvö koneellistuvat lähiaikoina. Koneet kehittyvät taloudellisemmiksi, teknisesti luotettavammiksi ja tuottavat parempaa työpöjälkeä samalla kun kilpailevan ihmistyövoiman hinta kohoaa ja tarjonta vähenee. Suomen oloihin sopivat parhaiten lisälaitteet, koska istutuskausi on niin lyhyt. Pienet istutusalat vaativat ketteriä koneita.

Kirjallisuus

- Appelroth, S.-E. 1969. Tutkimus metsänistutuskoneista - m/TTS, Ylö ja Holkki. Summary: A study of tree planting machines - m/TTS, Ylö ja Holkki. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 68(5): 83 s.
- & Harstela, P. 1970. Tutkimuksia metsänviljelytyöstä I. Kourukuokka, kenttäläpö, taimivakka, taimilaukku sekä istutuskoneet Heger ja LDM-1 istutettaessa kuusta peltoon. Summary: Studies on afforestation work I. The use of the semi-circular hoe, the field spade, plant basket, plant bag and the Heger and LDM-1 tree planters in planting spruce in fields. *Folia Forestalia* 85. 32 s.
- Berg, S. 1990. Studier av mekaniserade system för markberedning och plantering. Summary: Studies of mechanized systems for scarification and planting. *Forskningsstiftelsen Skogsarbeten*. Dissertation. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogsteknik, Garpenberg. 114 s.
- Fryk, J. 1989. Makrbehandlingsteknik - Slutrapport från ett av Nordiska Skogsarbetsstudiernas Råd genomfört forskningsprojekt 1985-88. *Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Redögörelse* 4. 35 s.
- Harstela, P. & Tervo, L. 1983. Technical and cost factors in the production of cuttings for energy plantations in nurseries. Editors. Nilsson, P.O. & Zsuffa, L. 1983. Short rotation forest biomass - Production technology and mechanization. Proceedings of a workshop held by the IEA Forestry Energy Programme on October 11, 1982 at Vetre, Norway. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Operational Efficiency. Internal Report 229: 12-26.
- Hedman, L. & Håkansson, L. 1992. Småskalig delmekaniserad skogsplantering. Sveriges lantbruksuniversitet, Avdelning för skogsförnyelse. *Plantnytt* 1: 1-4.
- Heikinheimo, O. 1940. Metsäpuiden taimien kasvatus taimitarhassa. Referat: Versuche in Baumschulen. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 29 (1). 97 s.
- Herranen, T. & Högnäs, T. 1987. Kehittämisjaoston maanmuokkaukokeilut vuosina 1969 - 1987. Metsähallitus, Kehittämisjaosto, Tutkimusselostus 152. 48 s.
- von Hofsten, H. 1992. Delmekaniserad plantering - ett skogsodlingsystem för små trakter. Rationaliseringskonferens 1992. Skogsarbeten, Kista, Sverige. s. 44-45.
- Hämäläinen, J. & Vastamäki, A. 1991. Maanmuokkausmenetelmät ja konekalusto vuonna 1989. Summary: Methods and machinery for site preparation in 1989. *Metsätehon katsaus* 10. 8 s.
- Kaila, S. 1984. G. A. Serlachius Oy:n istutuskone. *Metsätehon katsaus* 9. 6 s.
- Keränen, R. & Ojala, J. 1992. Metsänhoitotöiden tuottavuus Metsähallituksen työmailla 1991 - Tuottavuus työvoiman käytön perustaksi. Metsähallitus, Kehittämisjaosto, Seloste 2. 3 s.
- Kinnunen, K. 1993. Männyn kylvö ja luontainen uudistaminen Länsi-Suomessa. Abstract: Direct sowing and natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 447. 145 s.
- Korhonen, P. & Mänty, J. 1991. Koneellinen kylvö maanmuokkauksen yhteydessä - Konekylvöjen inventointitulokset ja kylvölaitteiden esittely. Metsähallitus, Kehittämisjaosto, Tiedote 3. 6 s.
- Mannerkoski, H., Kolström, T. & Pukkala, T. 1993. Kaistajyräintä istutusalueen maanmuokkausmenetelmänä. Joensuun yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta, Tiedonantoja 4. 16 s.
- Riikilä, M. 1992. Kaivuriin liitetty kone istuttaa mättäaseen. *Metsälehti* 21. s. 15.
- Rummukainen, A. 1993. Metsänistutuksen koneellistaminen on jälleen ajankohtaista. *Työteho* 1:38-42.
- & Tervo, L. 1992. Sädden kan mekaniseras. *Skogsbruket* 9: 8-9.

PUUNKORJU OJITUSALUEEN KUNNOSTUKSEN PULLONKAULA?

Risto Lauhanen

Kunnostustarve 100 000 hehtaaria vuodessa

Metsäojituksen painopiste on siirtynyt uudisojituksesta kunnostusojitukseen. Kunnostusojituksen tavoitteena on palauttaa suon vesitalous uudisojituksen jälkeistä tilaa vastaavalle tasolle. Parantunut vesitalous ja happitalous tehostavat turvemaan mikrobitoimintaa ja ravinnekiertoa turvaten näin puuston suotuisaa kasvukehitystä (Ahti ym. 1988, Ahti 1991, Lauhanen 1992a).

Eri arvioiden mukaan vuotuinen kunnostusojitustarve on yli 100 000 hehtaaria vuosina 1986-2005. Suoritteet ovat kuitenkin jääneet noin 60-70 prosenttiin tavoitteesta. Rajoitteina töiden toteutukselle on pidetty ennen kaikkea riittämätöntä rahoitusta. Viime aikoina myös rahoituksen saantia eli kunnostusojitusta edeltäviä harvennushakkuita ja taimikonhoitotöitä koskevat vaatimukset ovat nousseet esteeksi töiden toteutukselle.

Nykyisin aukaisemattomat ojalinjat viivästyttävät töiden toteutusta. Kun aikaisemman metsänparannustoiminnan tulokset olisi turvattava, ojitusalueiden puunkorjuusta näyttääkkin tulleen pullonkaula.

Kunnostusojituksen tärkeät näkökohdat

Mikäli puustoa harvennetaan tai metsä uudistetaan, on kunnostusojitus nykyisen käsityksen mukaan tarpeen (Ahti ym. 1988, Lukin 1988, Olkinuora 1990). Ojitusalueilla tehtävät harvennushakkuut kohottavat pohjavesipintaa, jolloin jäljelle jäävän puuston kasvuolot huononevat (Heikurainen & Päivänen 1970, Heikurainen 1980, Päivänen 1982, Ahti ym. 1988). Heikurainen (1980) on arvioinut, että noin 14 m³:n muutos puuston tilavuudessa merkitsee 10 cm:n muutosta pohjaveden syvyydessä. Ojien kunnostus on myös varautumista häiriötekijöiden, kuten runsassateisten kesien varalle. Versosyövän tai muiden tuhojen vaikutukset puustoon eivät olisi niin haitallisia, jos suon vesitalous on kunnossa (Ahti 1991).

Vuosina 1930-1978 ojitetuista suometsiköistä yli 40 % oli hakkuin käsittelemättömiä (Keltikangas ym. 1986). Inventointihetkeä seuraavan 10 vuoden aikana taimikonhoitoa olisi tarvittu 10 %:lla ja kasvatushakkuita 15 %:lla tutkituista metsiköistä. Uudistushakkuita esitettiin 2 %:lla metsiköistä. Paavilaisen ja Tiiosen (1988) mukaan lähimmän 5-vuotiskauden hakkuutarve metsämaan soilla oli VMI 7:n tulosten mukaan noin 20 % kaikissa kehitysluokissa. Vastaava lukuarvo toisen 5-vuotiskauden aikana oli 7-14 %.

Taulukko 1. Harvennuksen vaikutus pohjavesipinnan nousuun (Päivänen 1982).

Pohjavesipinnan syvyys (cm) harventamattomalla vertailualueella	Kuusivaltainen alue			Mäntyvaltainen alue		
	Harvennusvoimakkuus, % puuston tilavuudesta					
	17	26	100	17	30	100
	Pohjavesipinnan nousu, cm					
10	1	5	6	0	3	6
30	4	10	15	3	6	12
50	7	15	24	6	9	18

Vuonna 1992 Satakunnan metsälautakunnan alueella inventoitiin samana vuonna kaivettuja kunnostusojitushankkeita yhteensä 288 hehtaarin alueella. Hakkutarvetta esiintyi, jos metsikön pohjapinta-ala ylitti leimausrajan tai oli enintään 2 m²/ha sen alapuolella. Ennakkotulosten perusteella hakkuuehdotus tehtiin 45 %:lla pinta-alasta. Vain 55 % hankkeista oli Tapion ohjeiden mukaan metsänhoidollisesti tyydyttävässä tilassa (Silver ja Saarinen 1993).

Taimikonhoitotöiden, kasvatushakkuiden ja kunnostusojitusten laiminlyöntien pelätään aikanaan kostautuvan. Pääteleimikossa pieniläpimittaisten puiden osuus kasvaa, ja sahapuun osuus vähenee tulevaisuudessa sekä määrällisesti että laadullisesti. Myös korjuu vaikeutuu ja sen yksikkökustannukset kasvavat (Hakkila 1992, Mielikäinen ym. 1992). Metsästä saatavat nettotulot pienenevät pitkällä aikavälillä. Tiheiköissä yksittäisten puiden kasvu ja elinvoima heikkenevät. Mikäli puustoja ei harvenneta, hyönteistuhojen mahdollisuus kasvaa (Larsson 1984, Hakkila 1992, Lauhanen 1992a). Männyn versosurman aiheuttajasieni viihtyy hyvin kosteissa ja varjoisissa olosuhteissa, myös turvemilla (Vasander & Lindholm 1985, Ahti 1991). Edelleen luonnonpoistumasta vapautuva hiilidioksidi voimistaa kasvihuoneilmiötä (Hakkila 1992, Harvennushakkuiden... 1992).

Kunnostusojituksen ja puunkorjuun ongelmat

Suometsien hakkuumahdollisuudet eivät ole tulleet täysimääräisesti hyödynnetyiksi. Antolan (1980) mukaan ojitusmetsien välttämättömiä metsänhoito- ja perusparannustöitä ei ole pystytty täysimääräisesti toteuttamaan, koska suoalueilla ei ole sopivaa tiestöä.

Koska suomaasto on huonosti kantavaa, pääosa korjuusta tapahtuu talviaikana. Suot ovat toisaalta tasaisia ja vähäkivisiä (Saarilahti 1981, Rummukainen 1984, Eeronheimo 1991). Ojastot haittaavat ajourien sijoittelua ja korjuukaluston liikkumista. Talvikorjuussa ongelmaksi muodostuu kuivattujen turvemaiden huono rou-

taantuminen. Kyse on nimenomaan kuivuneesta pintaturpeesta (Saarilahti 1981, Eeronheimo 1985, Högnäs 1985).

Korjuukoneet ja hakkuutähteet vaurioittavat ojia. Vaikeat korjuuolot ja puutteellinen suunnittelu aiheuttavat helposti puustolle runko- ja juuristovaurioita (Saarilahti 1981, Heikka 1985, Högnäs 1985, Ojitusalueiden... 1989, Sirén 1990).

Erityisesti pieniläpimittaisten lehtipuiden osuus on ojitusalueilla selvästi suurempi kuin kangasmetsissä (Hökkä & Laine 1988, Paavilainen & Tiihonen 1988). VMI 7:n perusteella rinnankorkeusläpimitaltaan alle 14,5 cm:n puiden osuus suometsien lehtipuuston kokonaistilavuudesta on Etelä-Suomessa 60 % ja Pohjois-Suomessa 77 % (Paavilainen & Tiihonen 1988).

Puuston keskitilavuus on soilla alhaisempi kuin kangasmailla; Etelä-Suomessa 70 m³/ha ja Pohjois-Suomessa 38 m³/ha. Vastaavat luvut olivat 1980-luvulla kaikilla metsämailla 101 m³/ha ja 54 m³/ha. Koska suopuuston tilajärjestys on epätasainen, harvennushakkuiden suunnittelu ja harvennusmallien soveltaminen on ongelmallista (Pohjola 1983, Paavilainen & Tiihonen 1988, Eeronheimo 1991, 1993).

Suometsien hehtaarikohtaiset hakkuukertymät ovat pieniä. Esimerkiksi 41-50 vuotta vanhoilla ojitetuilla etelä-suomalaisilla isovarpuisilla rämeillä kokonaishakkuukertymä oli 12-41 m³/ha, ja sararämeillä vastaavasti 29-41 m³/ha (Multamäki 1967). Yksityismetsien turvemailla metsätaloussuunnitelmissa vuosille 1974-1983 ehdotettujen hakkuiden kertymä oli keskimäärin 33 m³/ha. Avohakkuis- sa se oli 87 m³/ha ja harvennushakkuissa 29 m³/ha (Eeronheimo 1985). Metsähal- lituksen suometsissä keskimääräinen hakkuukertymä vuosina 1984-1985 oli 34 m³/ha (Pohjola 1983). Pienestä hakkuukertymästä ja runkojen pienestä keskitila- vuudesta johtuen korjuun yksikkökustannukset kohoavat suuriksi (Lilleberg 1990).

Puunkorjuun ja kunnostusojituksen yhteen sovittaminen

Puunkorjuu on tehtävä ennen kunnostusojitusta. Metsätehossa on laadittu toimintamalli ojitusalueiden puunkorjuuta varten. Mallissa kuvataan puunkorjuun ja kunnostusojituksen sekä muiden metsänparannustöiden ajoitusjärjestelyä (Ojitus- alueiden... 1989). Suuret hankkeet ovat perusteltuja korjuun ja ojituksen yksikkökustannusten alentamiseksi. Malli korostaa yhteistyötä metsälautakunnan, hanketilojen ja puukaupan eri osapuolten välillä.

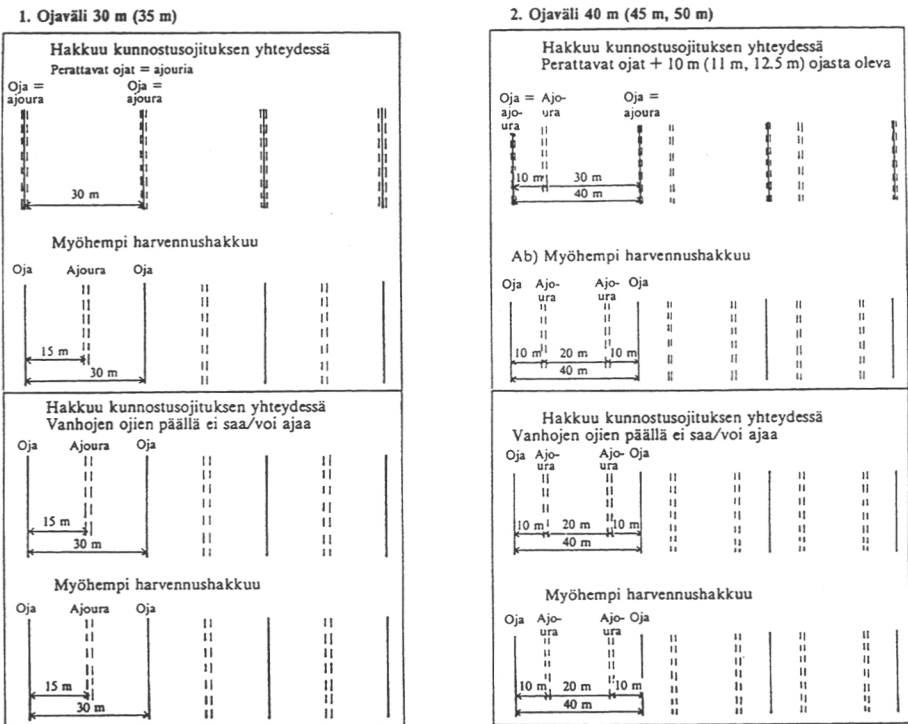
Metsätehon mallin mukaan ojavälien tulee olla sellaiset, etteivät hakkuut vaikeudu eikä ajouratiheys nouse liian suureksi. Puunkorjuun helpottamiseksi ojitussuunnitelmaan sisällytetään piennartasanteiden, rumpujen ja ajoluiskien rakentaminen. Vedenjakajille jätetään kannaksia ja sarkaojien yläpää jätetään irti niskaojista, ellei niskaojien vesien johtaminen edellytä ojien yhdistämistä (Ojitusalueiden... 1989).

Malli edellyttää, että täydennysojia ei tehdä vanhoille ojitusalueille, joiden sarkale- veyks on 55 metriä tai sitä pienempi. Ajouran tekeminen ojan päälle on kielletty, jos

ojaa ei perata tai se on upottava. Ajouran tekeminen ojan viereen on myös kiellettyä, koska ojaan joutuu helposti hakkuutahteita ja paras kasvualusta tuhlautuu ajouran pohjaksi.

Oja-aukon leveyden tulee olla vähintään 5 metriä ja puut on ehdottomasti korjattava ennen ojitusta (Ojitusaluiden... 1989). PATU M 100 -kaivuriselvityksessä korjaamatonta, paikoin ainespuun mitat täyttävää puutavaraa kulkeutui ojalinjoilta kaivumaiden mukana ojanvarsille aiheuttaen noin 10 % jäljelle jäävän puuston runkovaurioista (Lauhanen 1992b). Lisäksi latvuksia tarttui kaivulaitteeseen ja putoili ojiin.

Oja-aukon leveys kasvutappioiden aiheuttajana herättää aina keskustelua (Keltikangas 1971). Jos ojalinjoi ei hakata riittävän leveäksi, puunkorjuun ja kaivutyön yhteydessä puustovauriot yleistyvät (Isomäki & Kallio 1974, Siren 1990). Erityisesti kuusikot ja koivikot ovat lahoherkkiä. Muutama vuosi sitten kaivettujen ojien lähellä näkee runsaasti tuulikaatoja, joiden korjaamisesta aiheutuu helposti ylimääräisiä kustannuksia.



Kuva 1. Metsätalon esimerkki ajourien ja ojaverkoston suunnittelusta (Ojitusaluiden... 1989).

Ratkaisumalleja puunkorjuun ja kunnostusojituksen ongelmiin

Metsätehon toimintamalli antaa hyvän perustan puunkorjuun ja kunnostusojituksen yhteen sovittamiselle. Järkevän kunnostusojitushankkeen aikaansaanti edellyttää osakkaiden, puukaupan eri osapuolten sekä metsänparannusorganisaation välistä yhteistyötä. Jo suunnittelu- ja konekaluston siirtokustannusten vuoksi on pyrittävä laajoihin ojitushankkeisiin. Leimikkokeskitysten avulla myös puunostajat saisivat kustannussäästöjä (Ojitusalueiden... 1989).

Telamaasturit ovat yksi ratkaisu ojitettujen turvemaiden metsäkuljetuksen korjuuongelmiin. Niiden alhainen pintapaine mahdollistaa kesäaikaisen puunkorjuun turveilla. Lisäksi raiteenmuodostus ja puustovauriot jäävät metsätraktoreiden aiheuttamia vaurioita pienemmiksi (Takalo & Väyrynen 1987, Eeronheimo 1991). Isännänlinjan telamaastureita varten ajourat voidaan tehdä jopa 2-3 metriä leveiksi. Telamaasturin kuorma on kuitenkin pieni ja työn tuottavuus jää siitä syystä alhaiseksi, mikä nostaa kustannuksia. Toisaalta metsänomistajien omatoimisen puunkorjuun koneellistaminen on ongelmallista suuren investointitarpeen takia.

Myös uusia urakointimalleja on tarpeen kehittää kustannusten alentamiseksi ja koneyritysten työllisyyden turvaamiseksi. Samalla alueella koneyrityksiä voisi työskennellä koordinoitusti eri työnantajien palveluksessa läpi vuoden (Eeronheimo 1993). Tulevaisuudessa samalla tela-alustaisella peruskoneella voidaan hakkuiden lisäksi tehdä ojitukset, maanmuokkaus sekä kylvö- ja istutustyöt (Johansson 1993).

Markkinoille tullut 2,2 tonnia painava LA-MA 10 -pienkaivuri on vaihtoehto siellä, missä ojalinjoja ei haluta aukaista tai hakattavaa puuta ei ole. Yksitelaisen, ojan pohjassa kulkevan kaivurin tuottavuus ojan perkauksessa oli 66-133 metriä tehotunnissa kaivuvaikeusluokissa 1-3. Puustovaurio-osuus runkoluvusta jäi alle prosenttiin, ja koneen käyttötuntikustannukset alle 300 markan. Paksuturpeisilla, vetisillä soilla koneen uppoamisvaara oli toki olemassa. Aivan ojassa kasvava, ainespuun mitat täyttävä hieskoivikko estää koneen liikkumisen. Kaikkiaan koneen pieni koko ja tekniikka täyttävät osan ympäristönsuojelun kiristyvistä vaatimuksista. Laskeutusaltaiden puhdistukseen kone ei ulottuvuutensa takia kuitenkaan sovellu (Lauhanen & Takalo 1993).

Julkinen valta voi epäsuorasti ympäristöverotuksella ohjata energian käyttömuotoja. Muissa pohjoismaissa puuhakkeen käyttö on energiaverotuksella saatu ympäristölle haitallisena pidettyjä fossiilisia polttoaineita kannattavammaksi (Hakkila 1992).

Pienikokoinen harvennuspuu on saatava metsistä liikkeelle. Suora julkinen pitkäjänteinen tuki metsänparannusavustuksina metsäomistajalle tai koneyritykselle on yksi mahdollisuus. Vaihtoehtoisesti on harkittava avustuksia paikallisille energialaitoksille. Kun puu lähtee liikkeelle, työllisyys paranee ja raha lähtee liikkeelle. Jos esimerkiksi hakkeen keruuta lisätään 10 milj. m³ vuodessa, saataisiin 6800 välitöntä vuosityöpaikkaa. Ottamalla huomioon lisäksi kerrannaisvaikutukset

koko kansantalouteen saataisiin 1,3-kertainen määrä pysyviä vuosityöpaikkoja (Hakkila 1992).

Kirjallisuus

- Ahti, E., 1991. Kunnostusojituksen puuntuotanto- ja ympäristövaikutukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 374: 12-14.
- , Päivänen, J. & Vuollekoski, M. 1988. Kunnostusojitus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 308: 46-55.
- Antola, A. 1980. Ojitusalueillakin tarvitaan teitä. *Silva Fennica* 14(2): 201-202.
- Eeronheimo, O. 1985. Suometsien hakkuumahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 188. 22 s.
- , 1991. Suometsien puunkorjuu. Summary: Forest harvesting on peatlands. *Folia Forestalia* 779. 29 s.
- , 1993. Suometsien puunkorjuu. Sammandrag: Virkesdrivning på torvmark. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 457:22-27.
- Hakkila, P. 1992. Metsäenergia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 422. 51 s.
- Harvennushakuiden taloudellinen merkitys ja toteuttamisvaihtoehdot. 1992. Maa- ja metsätalousministeriö. 121 s.
- Heikka, T. 1985. Meri Trackmo -telatraktori suopuuston harvennuksessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 207. 38 s.
- Heikurainen, L. 1980. Kuivatuksen tila ja puusto 20 vuotta vanhoilla ojitusalueilla. Summary: Drainage condition and tree stand on peatlands drained 20 years ago. *Acta Forestalia Fennica* 167. 39 s.
- & Päivänen, J. 1970. The effect of thinning, clear cutting, and fertilization on the hydrology of peatland drained for forestry. Harvennuksen, avohakkuun, ja lannoituksen vaikutus ojitetun suon vesioloihin. *Acta Forestalia Fennica* 104. 23 s.
- Högnäs, T. 1985. Ojitusalueiden puunkorjuu. Metsähallitus. Kehittämisjaosto. Hirvas. PM 13. 27 s.
- Hökkä, H. & Laine, J. 1988. Suopuustojien rakenteen kehitys ojituksen jälkeen. Summary: Post-drainage development of structural characteristics in peatland forest stands. *Silva Fennica* 22(1): 45-65.
- Isomäki, A. & Kallio, T. 1974. Consequences of injury caused by timber harvesting machines on the growth and decay of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Seloste: Puunkorjuukoneiden aiheuttamien vaurioiden vaikutus kuusen lahoamiseen ja kasvuun. *Acta Forestalia Fennica* 136. 25 s.
- Johansson, J. 1993. Anläggningsmaskiner som basmaskiner i skogsbruket. NSR-projektin katsaus. Käsikirjoitus.
- Keltikangas, M. 1971. Sarkaleveyden vaikutus ojitusinvestoinnin taloudelliseen tulokseen. Summary: Effects of drain spacing on the economic results of forest drainage investments. *Acta Forestalia Fennica* 123. 70 s.
- , Laine, J. & Seppälä, K. 1986. Vuosina 1930-78 metsäojitetut suot: ojitusalueiden inventoinnin tuloksia. Summary: Peatlands drained for forestry in 1930-1978: Results from field surveys on drained areas. *Acta Forestalia Fennica* 193. 94 s.
- Larsson, S. 1984. Insektsangrepp och trädvitalitet. *Skogsfakta* 3: 21-25.
- Lauhanen, R. 1992a. Kunnostusojituksen ongelmat ja tutkimustarpeet. Abstract: Ditch network maintenance, its problems and research needs. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 409: 1-45.
- Lauhanen, R. 1992b. PATU M 100 -kaivuri metsäojituksessa. Abstract: PATU M 100 excavator in forest drainage. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 401. 21 s.
- Lauhanen, R. & Takalo, T. 1993. Yksitelainen LA-MA 10 -kaivuri metsäojien perkauksessa. Abstract: LA-MA 10 single track backhoe in forest ditch cleaning. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 458. 45 s.
- Lilleberg, R. 1990. Possibilities of multi-tree processing in thinnings. Teoksessa: (Sirén, M. toim.) Machine design and working methods in thinnings. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 355: 187-140.
- Lukin, J. 1988. Kuivatustekniikan ja puuston vaikutus pohjavedenpinnan syvyyteen 25 vuotta vanhoilla ojitetuilla rämeillä. Tutkielma. Helsingin yliopisto. 66 s.

- Multämäki, M. 1967. Hakkuukertymän jakautumisesta puutavaralajeihin metsäojitetuilla soilla Etelä-Suomessa. Summary: On the distribution of the cutting quantity into timber product groups in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 64(2). 46 s.
- Ojitusalueiden puunkorjuun ja metsänparannustöiden yhteensovittaminen. 1989. Metsäteho. Helsinki. 40 s.
- Olkinuora, M. 1990. Kunnostusojituksen vaikutus pohjavesipinnan tasoon ja puuston kasvuun. Tutkielma. Helsingin yliopisto. 54 s.
- Paavilainen, E. & Tiihonen, P. 1988. Suomen suometsät vuosina 1951-1984. Peatland forests in Finland in 1951-1984. *Folia Forestalia* 714. 29 s.
- Pohjola, T. 1983. Puuston vaihtelu ojitusalueiden nuorissa kasvatusmetsissä. Metsähallitus. Kehittämisyhteisö. Hirvas. Tutkimusraportti 137. 10 s.
- Päivänen, J. 1982. Hakkuun ja lannoituksen vaikutus vanhan ojitusalueen vesitalouteen. Summary: The effect of cutting and fertilization on the hydrology of an old forest drainage area. *Folia Forestalia* 516. 19 s.
- Rummukainen, A. 1984. Peatland properties and their evaluation for wood harvesting. Final report for "Harvesting on peatlands" a research project of the Nordic Research Council on Forest Operations (NSR), 1977-1983. Suon ominaisuudet ja niiden tutkiminen puunkorjuun kannalta. Yhteisöjohtamisen metsätutkimuksen neuvoston (NSR) "Puunkorjuu turvemailla"-projektin loppuraportti, 1977-1983. Helsingin yliopiston metsätieteiden laitoksen tiedonantoja 45. 119 s.
- Saarilahti, M. 1981. Koneiden uppoaminen suometsien korjuussa. Summary: Sinkage of forest machines during harvesting operations on peatlands. *Silva Fennica* 15(3): 323-331.
- Silver, T. & Saarinen, M. 1993. Selvitys ojitusalueiden metsänhoidollisesta tilasta vuonna 1992 kaivetuissa hankkeissa Satakunnan metsäautakunnassa. Ennakkotulokset sisältävä käsikirjoitus.
- Sirén, M. 1990. Cost of mechanized thinning to the stand - how to evaluate. Teoksessa: Sirén, M. (toim.). Machine design and working methods in thinnings. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 355: 23-40.
- Takalo, S. 1987. Pientelamaasturi puutavaran kuormajuonnossa. Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 250: 36-50.
- Vasander, H. & Lindholm, T. 1985. Männynversosyöpätuhot Laaviosuon jatkolannoituskoealueella. Damage caused by Pine die-back (*Ascochyta blight*) on refertilization trial plots on Laaviosuo, Lammi, southern Finland. *Suo* 36(4-5): 85-94.

HARVENNUSPUUN KORJUJÄLKI JA SEN MERKITYS

Matti Sirén

Tapion tulokset saaneet laajaa huomiota

Tiedotusvälineitten perusteella on ajoittain näyttänyt siltä, että harvennusmetsiemme puunkorjuu on pois raiteiltaan. Metsäkeskus Tapion korjuujälkiseurannan tuloksia on uutisoitu usein varsin dramaattisesti. Kun Tapion tuloksia katselee tarkemmin, ne eivät niin suuresti poikkea aiemmista tutkimustuloksista, joiden mukaan koneellisen korjuun jälki on pääsääntöisesti hyväksyttävällä tasolla.

Metsäkeskus Tapio asetti vuonna 1993 korjuujäljelle seuraavat vähimmäisvaatimukset:

- jäävän puuston määrän on oltava vähintään 85 % Tapion suosituksen mukaisesta
- vaurioituneiden runkojen osuus ei saa olla yli 9 % (pahoin vaurioituneita runkoja ei saa olla yli 5 %) jäljelle jäävien puiden määrästä
- ajourien keskimääräisen leveyden on oltava alle 5 m ja ajouravälin on oltava vähintään 20 m
- yli 10 cm syviä ajourapainumia ei saa olla yli 10 % ajourien kokonaispituudesta.

Korjuujälki katsotaan erinomaiseksi, jos puuston määrä on Tapion metsänhoitosuosituksen mukainen, uraväli vähintään 20 m ja uraleveys alle 4,5 m. Urapainumia saa olla enintään 5 % urapituudesta ja vauriopuita 5 %.

Tapio tarkasti 195 konehakuuleimikkoa vuonna 1993 (Korjuujälkiselvitys 1993). Yleisarvostelussa tarkastellaan korjuuta kokonaisuutena, ja otetaan huomioon muitakin kuin mitattuja näkökohtia. Tarkastetut leimikot jakautuivat eri luokkiin siten, että 25 % oli työjäljeltään erinomaisia, 57 %:lla työmaista jälki oli tyydyttävä ja 18 %:lla se oli huono.

Tapion vaatimukset alittuivat useimmiten jäävän puuston määrässä, sillä jäävä puusto oli suosituksen alarajan ja lainvalvontarajan välissä 40 %:ssa leimikoista, ja joka kuudes leimikko oli hakattu selvästi suosituksia harvemmaksi.

Tarkasteltaessa Tapion tuloksia keskiarvolukuina ne eivät poikkea kovin paljon aiemmista tutkimustuloksista. Tuloksissa kiinnitty huomio erityisesti jäävän puuston määrään, missä ero vaatimusten ja toteutuneen korjuujäljen osalta oli suurin. Tuloksia esiteltäessä olisi kuitenkin tiedettävä myös tarkastettujen leimikoiden puusto ennen hakkuuta.

Vauriomäärien suora vertailu aiempiin Tapion ja muiden laitosten inventointeihin ei ole mahdollista erilaisen menetelmän takia. Ensi vuoden inventoinnin vaurioluokitusta muutettaneen suuntaan, joka ottaa huomioon kunkin vauriotyyppin taloudelliset seuraamukset.

Tapion tulokset perustuvat laajaan aineistoon, ja valvonnan olemassaolo koneellistamisen murrosvaiheessa on ensiarvoisen tärkeää. Seuranta ja eri osapuolten yhteistyötä kehitetään edelleen. Seuraavassa esitellään joitakin muissa tutkimuksissa saatuja tuloksia.

Metsäkuljetuksen vauriotaso kohtuullinen

Hakkuu miestyönä aiheuttaa vain vähän vaurioita. Kriittisin aika on nila-aika kevät-kesällä, jolloin kuori irtoaa vähäisestäkin kosketuksesta. Metsäkuljetuksen vauriot ovat vähentyneet koneiden kehittymisen myötä. Koneiden ohella korjuuajan valinnalla ja leimikon huolellisella suunnittelulla on ratkaiseva vaikutus korjuujälkeen.

Metsäkuljetuksessa on tutkimusten mukaan vaurioitunut keskimäärin 1-2 % jäävästä puustosta (Sirén 1980, Lilleberg 1984, 1986). Metsätraktorin ja maataloustraktorin vauriomäärissä ei ole ollut oleellisia eroja. Viime vuosina markkinoille on tullut telalustaisia pieniä metsätraktoreita, jotka on suunniteltu erityisesti huonosti kantavien maiden puunkorjuuseen. Pienkoneiden korjuujälki on hyvä, mutta suhteellisen pienestä kuormakoosta johtuen koneet eivät ole olleet kovin kilpailukykyisiä. Toisaalta nykyisten kuormatraktoreiden maastoystävällisyys on toista luokkaa kuin vuosikymmen sitten. Tuolloin kymmenen tonnin kuormaa kantamaan tarvittiin 13 tonnin kone, ja kun renkaat olivat kapeita, koneiden jäljet maastossa näkyivät. Kun nyt 10 tonnin kone kantaa 10 tonnin kuormaa ja koneet varustetaan 600-700 mm leveillä pallorenkailla, mahdollisuus hyvään metsäkuljetusjälkeen on koneiden puolesta olemassa.

Vaikka metsäkuljetuksen vauriot ovat keskimäärin tyydyttävällä tasolla, huomattavaa leimikoittaista vaihtelua esiintyy. Metsäkuljetusvauriot keskittyvät ajourien reunapuihin ja ovat kooltaan suuria. Ajouran reunapuiden pitäisi olla kasvukunnossa hyödyntämässä ajourilta vapautunutta tilaa. Viime vuosien leutoina talvina huonosti kantavia leimikoita on jouduttu korjaamaan sulan maan olosuhteissa. Tällöin raiteilta on usein mahdotonta kokonaan välttää maastoystävällisilläkään korjuukoneilla.

Hakkuukoneiden kehittyminen vähentänyt konehakkuun vaurioita

Konehakkuun osuus puunkorjuussa on kasvanut nopeasti, ja vuonna 1995 sen osuuden ennustetaan olevan jo 80-90 % metsäteollisuuden puunkorjuusta. Hakkuukoneet ovat tulleet myös harvennuksiin. Harvennusten koneellistamisen myötä ajourasuosituksia on muutettu täyskoneellisen hakkuun mahdollistaviksi. Kun aiemmin vaadittiin 30 m uraväliä, uravälin pitää nyt olla vähintään 20 m. Osa hakkuukoneista pystyy myös toimimaan kapeilla hakkuu-urilla, joilla metsäkuljetuskone ei aja. Jos tällaisten hakkuu-urien leveys on alle 3 m, niitä ei lueta mukaan uramäärää mitattaessa.

Harvennusten hakkuukoneet ovat yksioteharvestereita. Metsäkonealan kova kilpailu ja kasvaneet hakkuukonemarkkinat ovat nopeuttaneet konekehitystä. Koneiden nosturit ja ohjaamot ovat kehittyneet, ja ne antavat mahdollisuuden hyvään työtälkeen ja

puuvalintaan. Korjuun lopputulos riippuu kuitenkin ratkaisevasti kuljettajan taidoista ja asenteesta.

Kun koneellisia harvennuksia aloiteltiin 1980-luvun alussa, koneet olivat yksioteprosessoreita, joille hakkuumies kaatoi puut. Konehakkuu oli uutta sekä suunnittelijoille, kuljettajille että konevalmistajille. Vaurioinventoinneissa todettiin korkeita, jopa keskimäärin yli 10 % vauriomääriä. Näistä ajoista monille jäi epäily konekorjuun huonosta soveltuvuudesta harvennusmetsiin (Sirén 1982).

Konekehitys on kuitenkin näkynyt myöhemmissä tuloksissa. Harvesteri-metsätraktori-korjuuketjun vauriotaso on nykyään 2-4 % luokkaa, joskin huomattavaa leimikoittaista vaihtelua esiintyy (Mäkelä 1989a, 1989b). Varsin monentyyppiset koneratkaisut ovat osoittautuneet toimiviksi harvennuksissa. Valtaosa Suomessa myydyistä harvesterista on 12-13 tonnin kokoluokkaa, ja nämäkin koneet voivat toimia harvennuksissa. Pienempiä, pääasiassa tela-alustaisia harvestereita on kehitetty erityisesti ensiharvennuksiin. Nämä vain 2 m leveät koneet pystyvät työskentelemään tiheässäkin puustossa metsäkuljetusurien välissä, jolloin myös 30 m uraväli täyskoneellisessa hakkuussa on mahdollinen.

Harvesteri kulkee yleensä vain kerran samalla uralla. Koska harvesteri ei kannaa kuormaa, koneen aiheuttamat maaperävauriot ovat vähäisiä. Kone voi vielä puida eteensä uralle havumaton, ja konehakkuu saattaa vähentää myös metsäkuljetuksen maaperävaurioita.

Kun metsäkuljetuksen vauriot keskittyvät uran reunapuihin ja lähelle puiden tyviä, hakkuuvaurioita syntyy usein kaukanakin uralta ja korkealla rungoissa. Varsin usein vaurion aiheuttaa käsiteltävä puu, ja kesällä kuori irtoaa erityisen helposti. Vaikka konehakkuun vauriot ovat keskimäärin pienempiä ja pinnallisempia kuin ajovauriot, erityisesti kuusikoissa seurausvaikutukset saattavat olla vakavia. Kuusikoiden korjuuta kesällä tulisi välttää.

Metsäntutkimuslaitoksella on parhaillaan meneillään laaja hakkuukonetyötä koskeva tutkimus, jossa yhtenä tutkimuskohteena on hakkuukonetyön vaurioherkkyys eri työoloissa. Kesäkorjuun vaurioalttius on näkynyt selvästi ennakkotuloksissa.

Kuljettajan tehtävät lisääntyvät

Koneenkuljettaja vaikuttaa ratkaisevasti korjuutulokseen. Harvennuksissa kuljettajan työnkuva on laajentunut, sillä hän valitsee useimmiten poistettavat puut ja tehtävänä on myös taloudellista tulosta ajatellen tärkeä apteraus. Usein myös ajourasuunnittelu on koneenkuljettajan vastuulla. Kuljettajalle annetaan vastuu kasvatusmetsästä, jonka tulevaisuuden tuottokyvyllä harvennuksen hyvällä onnistumisella on tärkeä merkitys. Kun vielä urakatyön tuotosvaatimukset painavat kuljettajaa, onko yhdelle miehelle säilytetty liikaa vastuuta?

Kaikkien edellisten tehtävien hoitaminen onnistuu taitavalta ja motivoituneelta kuljettajalta, jos leimikon ulkoiset olosuhteet, kuten korjuuaika, ovat oikeat. Koneenkuljettajan ja toisaalta metsurin tekemän puuvalinnan on tutkimuksissa todettu

olevan kilpailukykyinen työnjohdon tekemän leimauksen kanssa. Koneenkuljettajan valitessa poistettavat puut vauriotason on todettu olevan hieman alempi kuin etukäteen leimattaessa. Jäävän puuston oikean määrän toteamiseksi on kehitetty runkolukuun perustuvat harvennusmallit, joiden toteutumista kuljettaja voi helposti seurata.

Helpossa maastossa urasuunnittelun jättäminen kuljettajalle onnistuu, vaikeammassa maastossa ennakkosuunnittelu on välttämätöntä jo koneen tuotoksenkin kannalta. Kuljettajan vastuun lisääntyessä työn jäljen seuranta ja palaute ovat tärkeitä. Joissakin yrityksissä korjuutyön laatu otetaan huomioon myös taksassa. Metsäkeskus Tapion valvonta on myös tärkeää vaiheessa, jossa konekorjuu lisääntyy ja on usein uutta sekä kuljettajalle, suunnittelijalle että metsänomistajille.

Eräs mahdollisuus työnjäljen seurantaan ulkopuolisen kontrollin lisäksi on eräissä ruotsalaisyrityksissä käytetty menetelmä, jossa kuljettaja harvennusleimikon korjattuaan itse kontrolloi työnjäljen suhteellisen vähän aikaa vievällä mittausrutiinilla. Saadessaan välittömän palautteen hän voi seurata oman työnsä onnistumista. Kuljettaja raportoi tulokset myös työnjohdolle.

Hyvä korjuujälki välttämätöntä

Harvennushakkuut ovat välttämättömiä metsän tuottoa ajatellen. Tuotoskyvyn säilyttämiseksi vaaditaan hyvä korjuujälki. Puunkorjuussa käytettävät menetelmät eivät saa aiheuttaa tarpeettomia tappioita metsälle. Millaisia vaikutuksia ja kustannuksia puustovauriot, ajourat ja raiteet sitten aiheuttavat?

Korjuu voi aiheuttaa sekä kasvu- että laatutappioita. Puustovauriot, maaperä- ja juuristovauriot ja ajourat aiheuttavat kasvutappioita. Puustovauriot aiheuttavat laatutappioita kuusella lahon ja männyllä korojen muodossa. Korjuujäljellä on merkitystä laajemminkin, kun kuvaan otetaan myös apteeraus, jonka onnistuminen etenkin myöhemmissä harvennuksissa vaikuttaa metsänomistajan saamaan tuloon. Sekundäärisiä vauriovaikutuksia ovat harvennuksen aiheuttamat tuuli- ja lumituhot sekä kesäkorjuun yleistymisen aiheuttama maannousemariski.

Tappioiden määrittäminen markkoina on vaikeaa, koska vaurioiden seurausvaikutukset kasvupaikoittain vaihtelevat huomattavasti. Puustovauriot ovat haitallisimpia kuusella lahonarkuuden takia, saahan kuusi puuaineen rikkoutuessa lahon lähes poikkeuksetta. Raiteet ovat erityisen haitallisia karun kasvupaikan kuusikoissa, joissa kasvu muutenkin on huonoa. Hyvällä kasvupaikalla oleva kuusikko kykenee toipumaan lievästä maaperävaurioista nopeasti, mutta uhkana on lahon leviäminen juurivaurioista. Lahoherkkyyden ja lahon etenemisnopeuden on todettu olevan suurin hyväkasvuisilla puilla.

Kiinnostavin kustannuserä lienee kuitenkin ajourien määrä ja väli. Ensiharvennuksessa luodaan pohja koko korjuuajan ajourastolle. Ajouraväli on helposti mitattavissa, uraleveyden mittaaminen on jo varsin monitahoinen ongelma. Uraleveyden mittaamiseen on kehitetty useita menetelmiä, sillä leveyttä voidaan tarkastella joko korjuutekniseltä tai biologiselta kannalta.

Ajouran avaamisen aiheuttamat menetykset johtuvat kahdesta tekijästä. Vaikka ajouran reunapuut pystyvät paremmalla kasvulla hyödyntämään uralta vapautunutta kasvutilaa, osa urasta jää puuntuotannolliseen vajaakäyttöön. Toisaalta uria avattaessa joudutaan poistamaan kasvatettaviksi tarkoitettuja puita. Pohjoismaissa on tehty paljon selvityksiä ajouran aiheuttamista kasvun menetyksistä.

Metsäntutkimuslaitoksessa tehdyn laskelman mukaan 4 m ura aiheuttaisi 20 m uravälillä noin 7 % ja 30 m uravälillä noin 5 % kasvutappion harvennusta seuraavana 10-vuotiskautena (Niemistö 1989). Näissä luvuissa ei ole vielä otettu huomioon mahdollisia raiteiden tai reunapuuston vaurioitumisen aiheuttamia menetyksiä.

Korjuuteknisesti ero 20 m ja 30 m uravälillä on merkittävä. Kapeampi uraväli mahdollistaa täyskoneellisen korjuun uralta poikkeamatta, sillä korjuukoneiden poikkeaminen urilta lisää vaurioriskiä. Toisaalta ajouravälin tihentyessä suurempi osuus puustosta on vaurioitumiselle alttiita ajouran reunapuita. Tiheämmällä uraverkostolla uraa kohti kuljetettava puumäärä pienenee, jolloin syvien raiteiden riski vähenee.

Oheisessa esimerkkilaskelmassa (liite 1) esitetään arvio korjuuvaurioiden kustannuksista hyväkasvuissa harvennuskuusikossa. Laskelmassa oletetaan kaikkien seurausvaikutusten realisoituvan seuraavassa harvennuksessa, vaikka käytännössä esimerkiksi osa vaurioituneista puista tullaankin poistamaan vasta päätehakuussa. Suurin kustannuserä laskelmassa on ajourat. Ilman ajouria laajamittainen puunkorjuu ei kuitenkaan ole mahdollista, ja toisaalta ensiharvennuksessa on esimerkkitapauksessa luotu pohja koko kiertoajan puunkorjuulle. Ajourien avaamisesta aiheutuvat kustannukset näyttävät suurilta, mutta koko kiertoajan tuottoihin suhteutettuna ne ei ole kohtuuttomia.

Hyvään korjuujälkeen kaikki edellytykset

Harvennuspupun korjuu kestää menetelmien ja koneiden puolesta vertailun maailmalla myös korjuujäljen osalta. Kuitenkaan ensiharvennuksessa, jota on pidettävä vielä paljolti metsänhoidollisena toimenpiteenä, ei saisi yksioikoisesti toimia puunkorjuun ehdoilla. Harvennuksiin on oltava tarjolla useampia sekä koneellisia että miestyövaltaisia vaihtoehtoja. Isäntien omatoimiselle puunkorjuulle ensiharvennuksat ovat otollinen kohde, jossa selvittäään hyvinkin kevyillä kone-investoinneilla.

Huolellisen suunnittelun merkitys korostuu harvennuksissa. Tämä koskee sekä yksittäisen leimikon että koko korjuun suunnittelua. Kunkin leimikon korjuun oikea ajoitus vaatii yrityksiltä riittäviä leimikkoreservejä, mihin päästään vain puukaupan hyvällä sujumisella. Korjuukoneiden työllistäminen edellyttää ympärivuotisia hakkuita. Viime vuosina on hakkuukoneita alettu varustaa kantokäsittelylaitteistoilla, ja meneillään olevissa kokeissa maanousemasiemen torjunnan on todettu sujuvan konehakuun yhteydessä teknisesti hyvin. Torjunnan taloudellinen kannattavuus selviää vasta pidempiaikaisissa kokeissa, mutta ainakin riskialttiimmilla seuduilla kuusikoiden kesäharvennus edellyttää kantokäsittelyä.

Edellytykset tehokkaaseen ja toisaalta metsäystävälliseen puunkorjuuseen ovat olemassa konekorjuun aikakaudella. Puuhuollon eri osapuolten yhteistyöllä taataan paras mahdollinen korjuutullos.

Kirjallisuus

Korjuujälkiselvitys 1993. Metsäkeskus Tapio. Helsinki.

Lilleberg, R. 1984. Kasvatushakkuiden korjuujälki. Summary: The state of harvested thinning stands. Metsätehon tiedotus 388. 16 s.

- 1986. Harvennushakkuuleimikoiden korjuujälki kehittyneempiä menetelmiä käytettäessä. Summary: Advanced harvesting methods and damage to residual growing stock. Metsätehon katsaus 12. 4 s.

Mäkelä, M. 1989a. Koneellinen puunkorjuu männikön ensimmäisessä harvennuksessa. Summary: Mechanical harvesting in first thinning of pine stands. Metsätehon katsaus 10. 6 s.

- 1989b. Koneellinen puunkorjuu kuusikon ensimmäisessä harvennuksessa. Summary: Mechanical harvesting in first thinning of spruce stands. Metsätehon katsaus 10. 6 s.

Niemistö, P. 1989. A simulation method for estimating growth losses caused by strip roads. Scandinavian Journal of Forest Research 4: 203-214.

Sirén, M. 1980. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa. Summary: Stand damage in thinning operations. Folia Forestalia 474. 23 s.

- 1982. Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa kuormainproessorilla. Summary: Stand damage in thinning operations with a grapple loader processor. Folia Forestalia 528. 16 s.

Liite 1. Esimerkkilaskelma korjuuvaurioiden kustannuksista (MMyo Pekka Kokko)

Leimikkotiedot:

OMT-kuusikko, $h_{\text{dom}} = 18 \text{ m}$, $\text{ppa} = 22 \text{ m}^2$, $d = 20 \text{ cm}$, runkoluku = 670 kpl/ha, kasvu = $13 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$, ikä = 40 v.

Seuraava hakkuu 60-vuotiaana, jolloin vauriopuut poistetaan. Tällöin tyvitukki 200 litraa, tukki/kuitusuhde 80/20.

Korjuujälki harvennuksessa (3 vaihtoehtoa)

Puustovauriot, % (3/4 runkovaurioita, 1/4 juurivaurioita)

	Lievät	Pahat		
Kohde 1	4,0	1,0		
Kohde 2	4,1	4,9		
Kohde 3	0,0	5,1		
	Urapainuma, % (syvyys)	Uraleveys, m	Uraväli, m	
Kohde 1	5 (2 cm)	4,50	20,0	
Kohde 2	10 (4 cm)	5,00	20,0	
Kohde 3	10 (6 cm)	5,00	18,0	

Korjuuvaurioiden aiheuttamat tappiot

Kasvutappiot	Kohde 1		Kohde 2		Kohde 3	
	m^3	mk	m^3	mk	m^3	mk
Ajourat	10,0	1360	13,9	1890	15,4	2094
Urapainumat	0,4	59	0,9	122	1,6	218
Puustovauriot	0,5	68	1,2	163	0,9	122
Laatutappiot						
Lahotappio	2,5	175	6,8	473	6,0	420
Yhteensä	13,4	1662	22,8	2648	23,9	2854
	Kohde 1	Kohde 2	Kohde 3			
Menetysten nykyarvo (3 %:n korolla)	920	1466	1580			

Eri tappiolähteiden %-osuudet kokonaistappiosta

	Kohde 1	Kohde 2	Kohde 3
Ajourat	81,9	71,4	73,4
Urapainumat	3,5	4,6	7,6
Puustovauriot	4,1	6,1	4,3
Lahotappiot	10,5	17,9	14,7
Yhteensä	100,0	100,0	100,0

Käytetyt kantohinnat, mk/m^3 : KUT = 150, KUK = 80

Jari Parviainen, METLA, metsänkasvatuksen tutkimusosasto Metsänkasvatuksen tavoitteet muuttuvat	3
Jaakko Rokkonen, METLA, metsänkasvatuksen tutkimusosasto Rauduskoivun viljelymenetelmät	6
Timo Saksa, HY, Maaseudun tutkimus- ja koulutuskeskus, Mikkeli Rauduskoivun luontainen uudistaminen.....	9
Pentti Niemistö, METLA, Muhoksen tutkimusasema Rauduskoivun kasvatus	13
Jussi Saramäki, METLA, Joensuun tutkimusasema Onko hieskoivulla paikkaa metsätaloudessa?	19
Erkki Verkasalo, METLA, metsänkasvatuksen tutkimusosasto Koivu raaka-aineena.....	24
Sauli Valkonen, METLA, metsänkasvatuksen tutkimusosasto Kuinka perustan sekametsän	37
Olli Uusvaara, METLA, metsänkasvatuksen tutkimusosasto Jalot lehtipuut peltojen metsityksen vaihtoehdoksi	42
Kaarlo Kinnunen, METLA, Parkanon tutkimusasema Metsänuudistaminen kustannuspaineessa	50
Simo Hannelius, METLA, metsänkasvatuksen tutkimusosasto Mitä tehdä oksaiselle istutusmännikölle?	54
Arto Rummukainen, METLA, metsänkasvatuksen tutkimusosasto ja Leo Tervo, METLA, Suonenjoen tutkimusasema Metsänviljelyn koneellistaminen	63
Risto Lauhanen, METLA, Kannuksen tutkimusasema Puunkorjuu ojitusalueen kunnostuksen pullonkaula?	68
Matti Sirén, METLA, metsänkasvatuksen tutkimusosasto Harvennuspuun korjuujälki ja sen merkitys	75