



# KANNATTAVA PUUNTUOTANTO

Tapio ja Metsäntutkimuslaitos

Metsälehti Kustannus



Kannattava puuntuotanto





Kari Mielikäinen ja Mikko Riikilä (toim.)

KANNATTAVA  
PUUNTUOTANTO

[ METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Kirjasto

METSÄNTUTKIMUSLAITOS JA TAPIO  
METSÄLEHTI KUSTANNUS

PI 22250/4

KIR:9

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman nimenomaista lupaa.

Lupia teosten osittaiseenkin valokopiointiin myöntää tekijöiden ja kustantajien valtuuttamana KOPIOSTO ry. Muuhun käyttöön luvat on kysyttävä suoraan kunkin teoksen oikeudenhaltijoilta.

© 1997 Kustannusosakeyhtiö Metsälehti ja kirjoittajat

Toimittajat: Kari Mielikäinen, Metsäntutkimuslaitos  
Mikko Riikilä, Metsälehti

Graafiset esitykset: Sirkku Taponen, Metsälehti

Kannen suunnittelu: AD Juhani Järvinen/Julle Oy

Julkaisijat: Metsäntutkimuslaitos ja Tapio

Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti

ISBN 952-5118-06-1

Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 1997

# ALKUSANAT

Tapion ja Metsäntutkimuslaitoksen yhteinen arvio on, että Suomen pienmetsänomistajavaltaisissa oloissa metsänomistajien neuvonnassa tarvitaan uudenlaisia otteita. Valistuneet metsänomistajat haluavat päätöksentekonsa perusteeksi yhä useammin suoraan tutkimuksesta johdettua tietoa. He haluavat tietää myös annettujen suositusten perusteet. Tätä kehitystä ovat vahvistaneet metsälainsäädännössä ja yleensä metsäpolitiikassa tapahtuneet suuret muutokset.

Ympäristötietoisuuden kasvu ja sitä seurannut ympäristönäkökohtien korostuminen metsien käsittelyssä ovat saattaneet hämärtää sitä tosiasiaa, että metsätalouden pitää menestyäkseen olla kannattavaa. Vain kannattava metsätalous voi ottaa huomioon myös ympäristönäkökohdat.

Toteutunut kehitys asettaa myös metsäammattihenkilöille uusia vaatimuksia. Metsiin kohdistuvien monenlaisten vaatimusten takia käytännön metsänhoidossa joudutaan vertailemaan useita vaihtoehtoja keskenään. Taloudelliset näkökohdat ovat metsänomistajalla tavallisesti keskeisessä asemassa ratkaisua tehtäessä. Metsänomistajien päätöksentekoa avustavien ammattihenkilöiden pitäisi pystyä

esittämään myös taloudelliset perusteet metsänhoitoehdotustensa tueksi.

Mielestämme metsänomistajilla on tarjolla liian vähän yleistajuisesti esitettyä, tieteellisiin tutkimuksiin perustuvaa tietoa. Tämän takia käynnistimme yhteisen hankkeen, jonka tuloksena on syntynyt käsillä oleva kirja.

Olemme tietoisia, että parhaimmatkaan tutkimukset eivät pysty täydellisesti vastaamaan kaikkiin käytännön metsätalouden kysymyksiin. Uskomme kuitenkin, että tieteellisesti perusteltua tietoa käyttäen syntyy entistä parempia metsänhoitoratkaisuja. Mitä enemmän tutkimustietoa metsätaloudessa käytetään, sitä kestävämpiä metsänhoitoratkaisut ovat. Tutkimustietoon perustuvalla, taloudellisella metsänhoidolla on näin ollen laajempaakin yhteiskunnallista merkitystä.

Tämänkaltaisen hankkeen toteuttaminen pääasiassa tutkijoiden omin voimin on periaatteessa uutta. Erityisesti heille esitämme tehdystä työstä kiitoksemme. Kiitämme myös muita kirjan valmistumiseen vaikuttaneita.

Tässä olkoon uuden käytännön alku!

Ilmo Kolehmainen

Eljas Pohtila

KANNATTAVA PUUNTUOTANTO -kirjan painos on 2 500 kappaletta. Teos on painettu Enson Varkauden tehtaalla valmistetulle, päällystetylle puuvapaalle ”Designers Matt” painopaperille.

Paperin vahvuus on 115 grammaa neliömetriltä. Painokseen käytettiin paperia yhteensä 1 100 kiloa. Paperin raaka-aineesta 35 prosenttia on koivu- ja vajaat 30 prosenttia havuselluloosaa. Loppuosa koostuu mm. täyteaineista ja päällystepigmenteistä.

Paperin valmistukseen tarvittiin näin havusellua reilut 300 kiloa ja koivusellua noin 400 kiloa.

Havusellutonnin valmistuksessa kuluu mäntykuitupuuta 6,2 kuutiota. Tonni koivusellua syntyy 4,35 kuutiosta koivukuitua. Näin ollen kirjan tekemiseen kului siis 1,9 kiintokuutiometriä mäntykuitupuuta ja 1,7 kuutiota koivukuitua.

# SISÄLLYS

ALKUSANAT – <i>Ilmo Kolehmainen</i> ja <i>Elias Pohjala</i> .....	5	3.4 Pellonmetsityksen kannattavuus, <i>Jukka Aarnio</i> .....	48
1. JOHDANTO, <i>Matti Kärkkäinen</i> .....	9	3.4.1 Istutus .....	49
2. KANNATTAVUUDEN PERUSTEET .....	14	3.4.2 Luontainen metsittäminen ..	50
2.1 Metsän omistus ja kannattavuus, <i>Simo Hannelius</i> .....	14	3.4.3 Päätelmät .....	51
2.2 Metsä sijoituksena Etelä-Suomessa, <i>Antrei Lausti, Markku Penttinen,</i> .....	18	4. TAIMIKONHOITO, <i>Olli Salminen,</i> <i>Sauli Valkonen, Martti Varmola</i> .....	52
2.3 Kannattavuuden kriteerit, <i>Simo Hannelius</i> .....	21	4.1 Taimikonhoidon tavoitteet .....	52
2.4 Tulot saadaan metsän kasvusta, <i>Simo Hannelius</i> .....	24	4.2 Taimikonhoidon työläjit ja menetelmät .....	52
3. METSÄN UUDISTAMINEN .....	27	4.3 Taimikonhoidon kustannukset .....	53
3.1 Uudistushakkuiden ajoitus, <i>Lauri Valsta</i> .....	27	4.4 Taimikonhoidon vaikutus puun- tuotokseen ja metsikön tuottoon .....	59
3.2 Uudistamisen tekniikka ja talous, <i>Kaarlo Kinnunen</i> .....	34	4.5 Taimikonhoidon vaikutus viljelymänniköiden laatuun .....	62
3.2.1 Uudistusalan valmistaminen .....	34	4.6 Taimikonhoidon ajoitus .....	63
3.2.2 Luontainen uudistaminen .....	37	5. HARVENNUSHAKKUUT, <i>Jari Hynynen, Hannu Hökkä,</i> <i>Pentti Niemistö, Sauli Valkonen</i> .....	65
3.2.3 Kylvä .....	38	5.1 Metsänhoidolliset tavoitteet .....	65
3.2.4 Istutus .....	39	5.2 Harvennustavat .....	66
3.2.5 Sekamenetelmä .....	40	5.3 Harvennusten vaikutus puuntuotokseen .....	67
3.2.6 Alikasvoksen hyödyntäminen .....	41	5.4 Harvennusajankohta ja harvennusvoimakkuus .....	68
3.2.7 Taimikon varhaishoito .....	42	5.5 Metsikön harvennusohjelmat .....	69
3.2.8 Uudistumisaika .....	43	5.5.1 Männiköt .....	69
3.2.9 Uudistamisketjut .....	43	5.5.2 Kuusikot .....	73
3.2.10 Luonnon monimuotoisuu- den hoidon kustannukset .....	43	5.5.3 Koivikot .....	75
3.3 Ojitusalueiden uudistamisen erityispiirteet, <i>Markku Saarinen</i> .....	45	5.5.4 Sekametsät .....	78
		5.6 Ojitettujen turvemaiden harvennushakkuut .....	79
		5.7 Kaksijaksoisten metsien kasvatus .....	81
		5.8 Eri-ikäisen metsikön kasvatus .....	84



6.	PUUNKORJUU, <i>Pentti Hakkila,</i> <i>Matti Siren</i> .....	86	8.2	Suometsien lannoitus, <i>Jukka</i> <i>Aarnio, Seppo Kaunisto, Mikko</i> <i>Moilanen ja Heikki Veijalainen</i> .....	116
6.1	Puunkorjuun työvaikeustekijät .....	87	8.2.1	Perusteita .....	116
6.2	Ensiharvennukset .....	88	8.2.2	Lannoitustarpeen määrittäminen .....	117
6.2.1	Ensiharvennus teknis- taloudellisena ongelmana .....	88	8.2.3	Lannoitteet ja muut ravinnelähteet .....	118
6.2.2	Larvaläpimitan vaikutus kertymään .....	89	8.2.4	Peruslannoitus .....	120
6.2.3	Ensiharvennuspuu kuitu- teollisuuden raaka-aineena ...	90	8.2.5	Jatkolannoitus .....	121
6.2.4	Korjuuratkaisun vaikutus biomassakertymään .....	91	8.2.6	Lannoituksen sivuvaikutukset .....	121
6.3	Muut harvennukset .....	93	8.2.7	Kunnostuslannoitus .....	122
6.4	Korjuujälki .....	94	8.2.8	Yhteenveto .....	122
6.5	Puunkorjuu uudistushakkuilla .....	97	8.2.9	Lannoituksen kannattavuus turvemaileda .....	123
6.6	Metsänomistajan omatoiminen puunkorjuu .....	98	8.2.9.1	Peruslannoitus .....	123
6.6.1	Omatoimisen puun- korjuun tuottavuus .....	99	8.2.9.2	Jatkolannoitus .....	124
			8.2.9.3	Päätelmät .....	125
7.	KUNNOSTUSOJITUS, <i>Jukka Aarnio,</i> <i>Erkki Ahti, Leena A. Hytönen,</i> <i>Risto Lauhanen</i> .....	102	9.	PYSTYKARSINTA, <i>Simo Hannelius,</i> <i>Pentti Sairanen, Aili Tuimala</i> .....	127
7.1	Kunnostusojituksen tarve .....	102	9.1	Pystykarsinnan tavoitteet .....	127
7.2	Kunnostusojituksen valmistelu ja toteutus .....	104	9.2	Pystykarsinnan biologia .....	128
7.3	Kasvuvaikutukset ja kannattavuus .....	106	9.3	Pystykarsinnan toteuttaminen .....	129
7.4	Yhteenveto .....	107	9.4	Terveysriskit .....	129
8.	LANNOITUS, <i>Jukka Aarnio,</i> <i>Mikko Kukkola ja Eino Mälkönen</i> .....	109	9.5	Pystykarsinta metsikön hoitoketjussa .....	130
8.1	Kangasmetsien lannoitus, .....	109	9.6	Pystykarsinnan kannattavuus .....	132
8.1.1	Lannoituskohteiden valinta .....	110	10.	YKSITYISMETSIEEN PUUN- TUOTANNON JULKINEN TUKI, <i>Jukka Aarnio</i> .....	136
8.1.2	Lannoitteiden vaikutus metsämaahan .....	111			
8.1.3	Lannoituksen kannattavuus .....	111		Liite 1: laskelmien perustana käytetyt kantohinnat ja puuntuottamisen kustannukset .....	140
8.1.3.1	Kerta- lannoitukset .....	112			
8.1.3.2	Toistuvat lannoitukset .....	114			
8.1.4	Kunnostuslannoitukset .....	114			
8.1.5	Päätelmät .....	115			

Lukujen 2, 4, 5, 6, 7, 8 ja 9 vastuukirjoittajien nimet on alleviivattu ko. lukujen alussa olevissa kirjoittajaluetteloissa.

# 1. JOHDANTO

*Matti Kärkkäinen, MMT, tutkimusjohtaja*

## *Metsätalouden teollinen perusta*

Suomen kansantalous on riippuvaisempi metsätaloudesta ja -teollisuudesta kuin minkään muun teollisuusmaan, koska metsävaramme ovat niin runsaat, että valtaosa puujalosteista riittää vientiin. Euroopassa Saksalla, Ranskalla ja Ruotsilla on Suomea suuremmat puuvarat, mutta Suomi on väestömäärään suhteutetun viennin perusteella laskien maailman metsäriippuvin maa.

Suomen metsäteollisuus vie tuotannostaan neljä viidesosaa. Viennin osuus on suurin

eräissä paperilajeissa, mutta vienti on merkittävää jopa lastulevyteollisuudessa, joka voittoaikaisesti kaikkialla on kotimarkkinateollisuutta tuotteen alhaisen hinnan takia, jolloin kuljetuskustannukset vaikuttavat paljon hintakilpailukykyyn.

Sellu- ja paperiteollisuuden sekä myös mekaanisen metsäteollisuuden – erityisesti vanerin, OSB- ja MDF-levyjä tuotannossa – vientimarkkinoiden kehittyminen maailmanlaajuisiksi on merkinnyt mittakaavaedun korostumista. Tuotantolaitokset ovat kasvaneet yhä



*Suomen puunkäyttö voi puujalosteiden kysyntäennusteiden perusteella arvioiden kohota noin miljoonalla kuutiolla vuodessa. Jos mm. paperintuotannon kasvu Suomessa jää tätä pienemmäksi, markkinaosuutemme pienenee. Kuva Risto Pöntinen.*

suuremmiksi. Samalla metsäteollisuuden omistusjärjestelyt ovat vauhdittuneet, koska vain vakavaraiset, taseeltaan voimakkaat yritykset pystyvät vaadittaviin, mittaviin investointeihin.

Mittakaavaedun ekonomiassa on olennaisesti kyse siitä, että pääomakustannukset tuoteyksikköä kohti alenevat tehdaskoon kasvussa.

Tehdaskoko alentaa pääomakustannusten lisäksi työvoimakustannuksia, koska pääomavaltaisessa paperi- ja selluteollisuudessa työ on valtaosin valvontaa, ohjausta ja johtamista. Näin ollen tehtaiden suurentuminen alentaa tuotannon yksikkökustannuksia. Vähän koneellistetussa tuotannossa työkustannukset riippuvat vain vähän laitospoosta.

Tuotannon integroimisen ansiosta voidaan säästää pääoma- tai työkustannuksia. Joskus myös raaka-ainekustannukset alenevat kun tuotantolaitoksia liitetään yhteen. Integrointitietuja saavutetaan pääasiassa kuiduttavassa teollisuudessa. Kun esimerkiksi sellun ja hienopaperin tuotanto integroidaan, säästetään investoinneissa (kuivauskone, pulpperit ym.) ja käyttökustannuksissa, koska sellu voidaan pumpata kuivaamattomana paperitehtaalte. Myös metsäteollisuuden energiantuotantoa voidaan integroida.

Integrointitietujen vuoksi teollisuus laajentaa tuotantoaan nykyisillä toimipaikoillaan todennäköisemmin kuin lähtee rakentamaan tehtaita uusille paikkakunnille.

Mekaanisessa metsäteollisuudessa integrointietu jää yleensä vähäiseksi. Esimerkiksi höyläämön sijoitus sahan yhteyteen ei juuri anna kilpailuetuja verrattuna höyläämön sijaintiin loppukäyttäjän luona.

Puujalosteiden reaalisten maailmanmarkkinahintojen jatkuva aleneminen on ollut pääsyy siihen, että kilpailukykyisen tehtaan minimikoko on kasvanut. Toisaalta hintojen aleneminen on mahdollistanut tuotannon merkittävän kasvun, koska tuotteet ovat yhä

laajemman kuluttajakunnan saavutettavissa erityisesti köyhissä maissa. Varakkaammissa yhteiskunnissa reaalihintojen aleneminen kasvattaa kulutusta.

Suomen arvioidaan tulevaisuudessakin menestyvän sellaisten metsäteollisuustuotteiden valmistuksessa, joissa voidaan saavuttaa mittakaava- tai integrointietua. Edullinen perusvoima on olennaisen tärkeää jalostettaessa Suomen runsaita kuusivaroja mekaanista kuitua sisältäviksi paperilaaduiiksi. Muuten heikkoja kilpailuedellytyksiä voidaan korvata korkealuokkaisella osaamisella, innovaatioiden varhaisella omaksumisella ja korkealuokkaisuella asiakkaiden palvelulla.

### *Raakapuun kysynnän kehitys*

Mm. FAO:ssa ja metsäteollisuudessa arvioidaan, että, puujalosteiden kysyntä jatkaa vakaata kasvuaan. Tasaantumista ei ole odotettavissa ainakaan seuraavien 15 vuoden kuluessa. Metsäteollisuus ei ole vielä saavuttanut samaa kypsyysastetta kuin esimerkiksi terästeollisuus, jossa kysynnän kasvu on jo hiipunut. Tähän vaikuttavat seuraavat seikat:

- Metsäteollisuustuotteiden maailmanmarkkinoiden reaalihinnat ovat jatkuvasti laskeutuneet erityisesti paperi- ja selluteollisuudessa. Tämä on tuonut tuotteet laajemman kuluttajajoukon ulottuville ja pitänyt kysynnän kasvun korkealla tasolla.
- Paperiteollisuustuotteiden kysynnän riippuvuus elintason kohoamisesta on säilynyt. Selvin kysynnän riippuvuus elintasosta on paino- ja kirjoituspaperissa.
- Ruokakuntien koon pieneneminen teollisuusmaissa on lisännyt kysyntää. Kehitys jatkuu useissa maissa.
- Elintason kohotessa mainonnan merkitys kasvaa. Vaikka sähköisen viestinnän osuus on kohoamassa, erityisesti postimyyntin kasvu on lisännyt mainonnassa käytetyn



paperin määrää merkittävästi.

- Postimyyntin lisääntyminen sekä kuljetus-  
suoja vaatavien kestokulutushyödykkeiden  
(mm. mikrotietokoneet, tulostimet,  
videolaitteet) kysynnän kasvu on lisännyt  
pakkaamisen tarvetta.
- Myös itsepalvelumyymälöiden yleistymi-  
nen on voimakkaasti kasvattanut myynti-  
pakkausten merkitystä. Pakkausteollisuus  
on kierrätyskuidun merkittävin käyttäjä.
- Poliittisen ja työpaikoilla toteutuvan de-  
mokratian lisääntyminen on lisännyt tar-  
vetta kopioida asiakirjoja. Samaan suun-  
taan vaikuttaa tulostusmahdollisuuksien  
paraneminen. Tietokoneiden tulo koteihin  
ja pientoimistoihin on toistaiseksi pikem-  
minkin lisännyt kuin vähentänyt paperin  
kysyntää.

Maailmanlaajuisesti paperin kysynnän arvel-  
laan kasvavan vuosittain 2–4 prosenttia pape-  
rilajista riippuen.

#### *Mekaaninen metsäteollisuus*

Mekaanisen metsäteollisuuden tuotteiden ky-  
syntä kasvaa maailmalla vakaasti, mutta olen-  
naisesti hitaammin (keskimäärin 0,5–2 pro-  
senttia tuotteesta riippuen) kuin paperin ja  
kartongin.

Joidenkin uusien levytuotteiden kysyntä  
kasvaa jopa nopeammin kuin paperilla. Suur-  
ten tuotantomääriensä vuoksi sahatavaran  
merkitys on kuitenkin edelleen ylivoimainen  
muihin tuotteisiin verrattuna.

Sahatavaran kysynnän kasvu on vakiintu-  
nut Pohjois-Amerikassa ja Länsi-Euroopassa  
samaksi kuin väestön kasvu. Henkeä kohti  
laskettu kulutus on pysynyt ennallaan yli 30  
vuotta. Toisin kuin paperiteollisuudessa, ky-  
syntä ei näytä lisääntyvän elintason noustessa.  
Toisaalta näköpiirissä ei ole mitään, mikä uh-  
kaisi mekaanisten puujalosteiden vakiintu-  
nutta kysynnän kasvua.

Sahatavaran käyttökohteet ovat kuitenkin  
muuttuneet. Rakentamisen osuus kulutuk-  
sesta on pysynyt noin 70 prosentissa, mutta  
heikkolaatuisen sahatavaran käyttö betonoin-  
tiin ja tilapäisrakenteisiin on vähentynyt. Sa-  
malla puun käyttö korjausrakentamiseen, pa-  
neeleihin ja julkisivujen materiaalina on li-  
sääntynyt.

Suomalaiselle puuntuottajalle tämä mer-  
kitsee ennen muuta sahatavaran laatuvaati-  
musten korostumista. Euroopassa käytettävä  
heikkolaatuinen, halpa sahatavara tuotetaan  
entistä suuremmalta osin mm. Baltiassa ja esi-  
merkiksi Chilessä. Korkealuokkaisen, näky-  
viin pintoihin käytettävän sahatavaran tuo-  
tanto saattaa jopa nykyisestään keskittyä Poh-  
joismaihin.

#### *Puuhuolto*

Suomen metsäteollisuuden markkinaosuus-  
den säilyttäminen nykyisellään kasvattaisi  
puunkäyttöä noin miljoonan kuutiometrin  
vuosivauhdilla. Teollisuuden nykyisen puun-  
tarpeen tyydyttäminen ei ole osoittautunut  
kohtuuttoman vaikeaksi yksityismetsien puu-  
varannon kasvun ja raakapuun tuonnin ansi-  
osta.

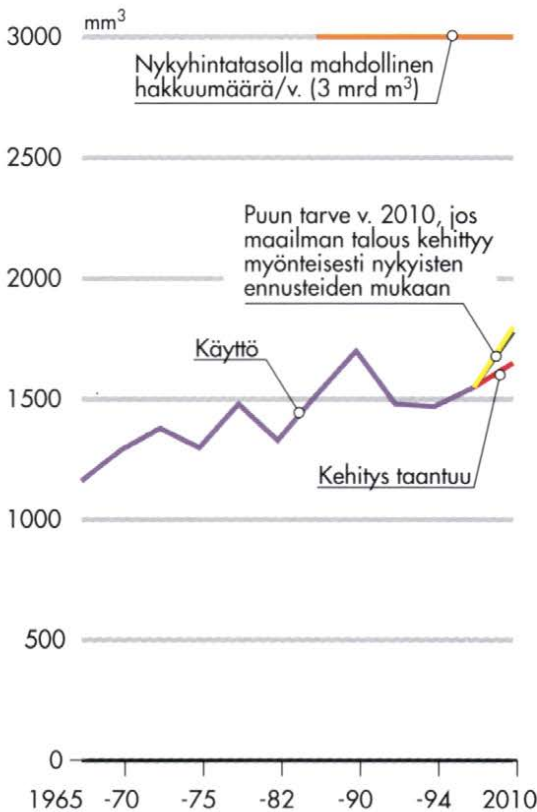
Vuosina 1990–2005 maailman vuotuisten  
teollisuuspuun hakkuiden arvioidaan lisään-  
tyvän noin 400 miljoonaa kuutiota. Suomen  
vuotuisten hakkuiden pitäisi lisääntyä vuo-  
den 1990 tasosta noin 12 miljoonaa kuutio-  
metriä, jotta asemamme puun ensikuitujen  
tuottajana säilyisi nykyisellä tasollaan.

Vuoden 1990 jälkeen toteutetut metsäteol-  
lisuuden investoinnit ovat pitäneet alan yllä  
esitetyllä kasvu-uralla. Tuotannon voidaan ar-  
vioida kasvavan myös tulevaisuudessa, mikä  
turvaa kotimaisen raakapuun kysynnän.

Suomen metsien hyödyntämistä pysyy  
samalla tasolla kuin 1970-luvulla, jos markki-  
napuun hakkuut kasvavat vuosittain noin  
miljoonalla kuutiometriällä seuraavien 15

vuoden aikana. Tämä johtuu siitä, että hakkuumahdollisuudet kasvavat metsien ikärakenteen muuttumisen vuoksi voimakkaasti.

Maaailman raakapuumarkkinat eivät lupaa puunhintojen kohoamista nykyistä korkeammalle tasolle. Nykyiset teollisuuspuun hakkuut (1,6 miljardia m<sup>3</sup>/v) ovat noin 60 prosenttia nykyisen hintatason mukaisista hakkuumahdollisuuksista. Puusta ei siis maailmanlaajuisesti näytä muodostuvan niukkuusartikkelia, vaikka paikallista vakavaa pulaa teollisuuspuusta onkin olemassa mm. Kaakois-Aasian nopeasti kasvavilla markkinoilla.



Kuva 1.1: Teollisuuspuun kysyntä ja tarjonta nykyisellä hintatasolla, koko maailma.



*Metsänomistajaperhe viime kädessä päättää, millaista metsätaloutta metsälöllä harjoitetaan. Päätöksenteko ei läheskään aina perustu pelkästään taloudellisiin perusteisiin. Kuva Risto Pöntinen.*

#### Monitavoitteinen metsätalous

Puuntuotanto on vain osa metsiemme kokonaisannista. Metsissä säilytetään kasvi-, eläin- ja sienikunnan geeniperimää, joka halutaan siirtää myös tuleville sukupolville. Metsä tarjoaa ihmisille lisäksi mahdollisuuksia monenlaiseen virkistytymiseen.

Tässä teoksessa käsitelty puuntuotanto onkin vain yksi osa metsätaloutta eikä kaikilla metsälöillä edes tärkein. Metsänomistaja päättää viime kädessä, millaista tuotantoa hän haluaa metsälöllään harjoittaa metsälain ja luonnonsuojelulain puitteissa.



Puuntuotannon ja metsän muiden käyttömuotojen yhdistäminen ei poikkeuksellisia olosuhteita lukuunottamatta ole vaikeaa tai edes kovin kallista.

Metsälaki velvoittaa sopeuttamaan puuntuotantoa luonnontilaisilla tai niihin verratta-

villa avainbiotoopeilla, jotka erikseen luetellaan laissa. Niitä ovat pienvesien lähiympäristöt, rehevät, korvet, lehtolaikut, ojittamattomien soiden pienet kangassaarekkeet sekä rotkot, kurut jyrkänteet, kalliot, kivikot, louhikot ja karut vähäpuustoiset suot.

## 2. KANNATTAVUUDEN PERUSTEET

*Simo Hannelius, MMK, vanhempi tutkija*

### 2.1 Metsän omistus ja kannattavuus

Metsäkiinteistö on pääomaa kuten muutkin sijoitukset, vaikka siihen liittyy monia erityispiirteitä. Puu on metsänomistajalle sekä tuotantoväline että myyntituloja tuottava lopputuote. Puun tuotantoaika on poikkeuksellisen pitkä. Lisäksi tuotantoon sitoutuu huomattavasti pääomaa.

Sijoittaja etsii pääomalleen sijoituskohteita odotettavissa olevien tuottojen, riskien ja rahaksi muutettavuuden eli likvidiyyden perusteella.

Metsää ei yleensä osteta ja myydä nopean voiton toivossa, koska kiinteistökauppa ku-

luineen on kallista ja työlästä. Metsätalouden kannattavuus perustuukin ensisijaisesti puun myynneistä kertyviin tuloihin. Puuntuotannon kustannukset lohkaisevat keskimäärin 5–15 prosenttia metsistä saatavista hakkuutu-loista.

Metsänomistaja ei voi täysin vapaasti muuttaa puuta rahaksi, koska metsien käsittelyä säädellään lailla. Päätehakkuun voi tehdä vasta, kun puusto on saavuttanut säädetyin tai järeyden. Harvennettaessa on jätettävä riittävän kasvun turvaava puusto.

Raakapuulle on toistaiseksi riittänyt kysyntää, mikä vähentää metsänomistuksen riskiä. Puustoisen tilan omistajan maksuvalmius on hyvä. Näin metsä tuo taloudellista turvaa yllettävien tilanteiden varalle. Myyntituloja voi



*Etelä-Suomessa metsä on antanut omistajalleen keskimäärin 3–4 prosentin reaalisien tuottojen. Kuva Simo Hannelius.*

tulouttaa omien tarpeiden mukaan. Metsätalouden tehostamiseen voi lisäksi sijoittaa vähäisellä riskillä.

Yksityiset omistavat metsistä kaksi kolmannesta. Metsänomistuksen taloudellisia tavoitteita voidaan näin ollen arvioida kotitalouksien taloudellisista tarpeista lähtien.

### *Metsänomistajien tavoitteet*

Metsänomistajien tavoitteet ovat epäyhtenäisiä. Osasyynä tähän on, että metsänomistajaksi tullaan yleisimmin perimällä. Vain 10–20 prosenttia yksityismetsänomistajista on ostanut tilansa vapailta markkinoilta.

Metsäntutkimuslaitoksessa on kyselytutkimuksin selvitetty metsänomistajien tavoitteita. Metsälle asetetut vaihtelevat tavoitteet voidaan tulkita erilaisiksi sijoituskäyttäytymiseksi, jonka perusteella metsänomistajat on luokiteltu eri ryhmiin.

**Metsästä eläviä** on neljäs metsänomistajista. Heistä useat asuvat tilallaan ja harjoittavat myös maataloutta. Metsä on tärkeä työ- ja hakkuutulojen lähde. Kestävät hakkuumahdollisuudet käytetään tarkoin. Metsästä elävät asettavat metsäpääomansa tuottovaatimuksen suunnilleen puuston kestävän tuotokyvyn mukaiseksi, 3–4 prosenttiin.

#### **Omistajille tärkeitä tavoitteita ovat:**

- hakkuutulot
- varautuminen yllätyksellisiin tilanteisiin kuten työttömyyteen, avioeroon, jne.
- taloudellinen turvallisuus
- suurien hankintojen kuten asunnon tai auton rahoittaminen
- lainojen lyhennykset
- lasten opintojen rahoittaminen
- maaomaisuuden pitäminen suvun hallussa
- luonnon ja ympäristön hoito
- metsän itseisarvo

**Säästäjät** arvostavat metsän tuomaa taloudellista turvallisuutta. Säästäjiin lukeutuu viidennes metsänomistajista. He ovat keskimääräistä vanhempia sekä koulutetumpia ja asuvat yleensä tilan ulkopuolella. Puuta myydään harvoim, mutta suurina erinä. Pitkiä kiertoaikoja suosiva säästäjä hyväksyy pääomalleen päätehakkukypsän havupuuston arvokasvu-prosenttia alemman tuottovaatimuksen (1–2 prosenttia).

**Virkistyskäyttäjät** korostavat metsien aineettomia hyötyjä ja myyvät puuta muita vähemmän. Joka neljäs metsänomistaja lukee itsensä tähän ryhmään. Heidän omistamat tilat ovat keskimääräistä pienempiä. Pääoman tuottovaatimus on samaa luokkaa kuin säästäjillä.

**Monitavoitteiset** sekä rahastavat että rakastavat metsiään, aineelliset ja aineettomat tavoitteet ovat tasavertaisia. Monitavoitteisten metsissä saatetaan tehdä suuriakin hakkuuita. Pääoman tuottovaatimus on samalla tasolla kuin metsästä elävillä. Tähän luokkaan kuuluu kolmannes metsänomistajista

Mitä korkeamman tuottovaatimuksen metsänomistaja pääomalleen asettaa, sitä lyhyemmiksi esimerkiksi kiertoajat käyvät.

**Kuluttajametsänomistaja** nauttii tilansa kaikki hakkuumahdollisuudet välittömästi. Metsänhoitosijoituksiin ei puunmyyntituloista useinkaan jää rahaa. Lopputulemana voi olla loppuun hakatun metsätilan myynti. Kulutuksen suosiminen nostaa siis pääomalle asetetun tuottovaatimuksen korkeammalle, kuin mihin kestävässä metsätaloudessa voidaan päästä.

*Eri metsänomistajaryhmien metsäpääomalleen asettamat tuottovaatimukset.*

- Säästäjät, pääoman tuottovaatimus 1–2 %
- Käyttäjät, pääoman tuottovaatimus 3–4 %
- Sijoittajat, pääoman tuottovaatimus yli 4 %



*Puunmyyntitulojen suhde omaisuuden arvoon*

Metsätalouden sijoitusten kannattavuuden ja tuottoprosentin arviointi on hankalaa, koska tuottoja joudutaan odottamaan pitkään. Paljaalta maalta lähdettäessä metsään on sijoitettava vähintään 20–30 vuotta ennen kuin tuloja alkaa kertyä. Pääosa sijoituksen hyödyistä lankeaa 50–100 vuoden kuluttua eikä metsänomistaja niistä enää itse ehdi nauttia. Tämän vuoksi päätehakkuun jälkeinen metsän uudistaminen on lakisääteinen velvoite.

Metsätalouden kannattavuutta voidaan mitata vertaamalla pitkällä aikavälillä metsästä keskimäärin saatavia vuotuisia nettotuloja tilan käypään arvoon. Metsäkiinteistön käypä arvo määritellään sen mukaan, mitä tilasta todennäköisesti saataisiin vapailla markkinoilla myytessä (taulukko 2.1).

Mm. arvopapereihin sijoittamisen kannattavuutta arvioitaessa otetaan huomioon tuottojen ja kustannusten lisäksi pääoman arvon muutos vuoden kuluessa. Metsätalouden kannattavuuslaskelmissa vuotuiset arvomuutokset sivuutetaan mm. sen vuoksi, ettei metsällä ole yksiselitteistä markkina-arvoa. Metsänomistajat eivät myöskään vaihda tilojaan lyhytjänteisesti markkinoilla.

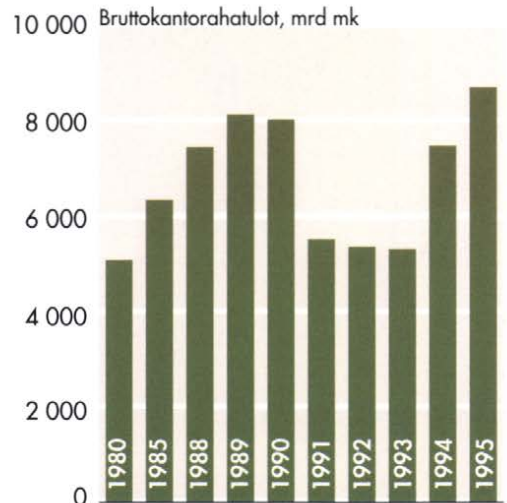
Metsäteollisuuden suhdanteet vaikuttavat merkittävästi markkinoille tulevan puun määrään, bruttokantorahasummaan ja metsätalouden kannattavuuteen (kuva. 2.1).

Vuonna 1995 puukauppa oli vilkasta. Kantorahatut ja metsätalouden kannattavuus kohosivat keskimääräistä paremmiksi. Markkinapuuta hakattiin 57 miljoonaa kuutiota, joka on varsin lähellä kestäviä vuotuisia hakkuumahdollisuuksia.

Metsätalouden tuottoprosentti nousi vuonna 1995 eteläisessä Suomessa 4–7 prosenttiin, Oulun läänissä 3,5 ja Lapissa 2,2 prosenttiin. Koko maassa metsätalouden kannattavuus oli vajaat 4 prosenttia. Laskelmiin ei sisälly metsätalouden hallinnon kuluja,

*Taulukko 2.1: Lääneittäiset brutto- ja nettokantorahatut (mk/ha) sekä metsänhoidon kulut vuodelta 1995 ja metsätalouden tuottoprosentit.*

Lääni	Bruttokantorahatut, mk/ha	Kulut, mk/ha	Nettokantorahatut, mk/ha	Metsätal. kannattavuus, %
Uusimaa	628	44	584	4,07
Turun ja Porin	594	42	552	4,45
Häme	832	50	782	5,46
Kymen	757	45	712	5,35
Mikkeli	936	51	885	6,91
P-Karjala	558	45	513	4,83
Kuopio	688	45	643	6,53
Keski-Suomi	664	44	620	5,91
Vaasa	407	43	364	3,95
Oulu	224	26	198	3,52
Lappi	91	13	78	2,26
KOKO MAA	434	33	401	3,78



*Kuva 2.1: Yksityismetsien bruttokantorahatut 1980–95.*

metsänhoitomaksuja eikä veroja. Verojen jälkeinen kannattavuus jäi vajaan prosenttiyksikön alemmaksi. Yllä esitettyjen tuottoprosenttien mukaan voidaan arvioida metsätalouden sijoituksille asetettavia tuottovaatimuksia.

### Metsän markkinahinnat

Metsä, kuten maanomistus yleensä, on melko riskitön sijoitusmuoto. Metsä tuottaa markkinoilla kysyttyä raaka-ainetta. Maalla on usein muutakin käyttöä. Metsätilojen hintavaihtelut ovatkin 1980-luvun lopulta alkaneen voimakkaan taantumana aikana olleet pienempiä kuin esimerkiksi asunto- ja pörssi-osakkeiden, omakotitonttien ja peltomaan.

Kaikesta huolimatta myös metsämaan reaalihinta on laskenut (kuva 2.2). Hintataso pysyi vakaana koko 1980-luvun, mutta kääntyi alenevien kantohintojen vetämänä laskuun. Vuonna 1995 hinnat nousivat hieman puun hyvän kysynnän ja hinnan ansiosta. Metsäkiinteistöjen kauppahintojen suhdetta vallitsevaan kantohintatasoon on havainnollistettu kuvassa (kuva 2.3).

Kuvassa 2.3. esitetty suhdeluku pysyi melko vakaana vuosina 1981–1993. Sen jälkeen metsämaan hinta suhteessa havutukkipuun hintaan on laskenut 20 prosenttia. Metsän ostaminen

on siis edullisempaa kuin 1980-luvulla.

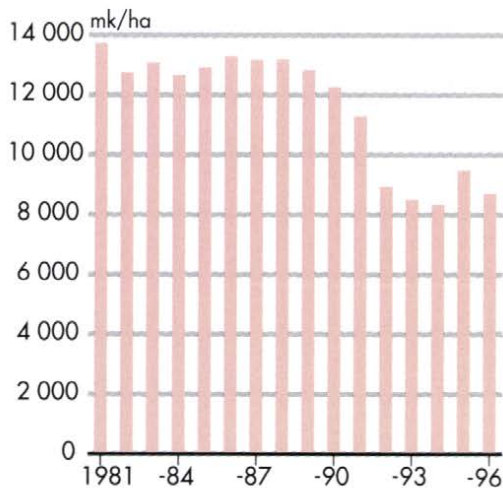
Metsämaakauppojen vuotuinen lukumäärä on lisääntynyt viime vuosikymmenen alun 1 200 kaupasta yli 2 000 kauppaan.

Metsätiloista maksetut keskimääräiset, minimi- ja maksimihinnat vuonna 1995 vähintään 10 hehtaarin edustavissa kiinteistökaupoissa (määräalojen ja koko kiinteistöjen kaupat) olivat taulukon 2.2. mukaiset.

Omistajaa vaihtaneilla metsätiloilla puuston keskitilavuus on yleensä pienempi kuin yksityismetsissä keskimäärin. 1980-luvun puolivälissä tehdyn tutkimuksen mukaan myyntiin tulleissa metsissä oli 30 prosenttia keskimääräistä vähemmän puuta. Tämä on otettava huomioon metsämaan hintatilastoja tulkittaessa.

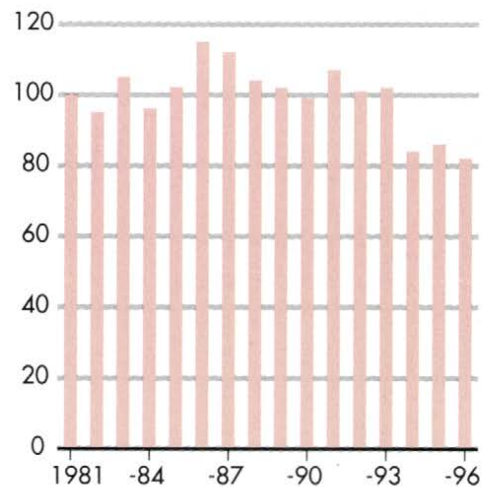
Metsätalouden kannattavuutta esittävän taulukon 2.1. pääoma-arvot on arvioitu ottaen huomioon, että tilaston keskihinnat vastaavat ”alipuustoisten” tilojen hintoja. Taulukon alhaisimmat hinnat kuvaavat taimikkovaltaisten tilojen arvoa. Korkeimmat hinnat

METSÄKIINTEISTÖJEN REAALIHINNAT 1981–96



Kuva 2.2: Metsämaan keskimääräiset kauppahinnat vuodesta 1981 alkaen. Vähintään 2 hehtaarin metsäalojen kaupat.

METSÄKIINTEISTÖJEN KAUPPAHINNAN SUHDE HAVUTUKIN KANTOHINTAAN



Kuva 2.3: Vuosina 1981–1996 metsän keskimääräisen hehtaarihinnan suhde havutukin kantohintaan, vuoden 1981 arvo = 100.



*Taulukko 2.2: Metsämaan keskihinnat vuonna 1995, vähintään 10 hehtaarin metsäpalstojen kaupoissa.*

Lääni	Hehtaarihinta, mk/ha		
	Keski- määrin <sup>1)</sup>	Min.	Max.
Uudenmaan	11 000	3 200	28 000
Turun ja Porin	10 100	1 800	34 000
Hämeen	11 000	2 900	32 000
Kymen	10 300	1 900	23 000
Mikkelin	10 200	2 000	23 000
Pohjois-Karjalan	7 300	1 000	26 000
Kuopion	7 000	2 800	19 000
Keski-Suomen	8 200	1 200	37 000
Vaasan	6 400	1 000	22 000
Oulun	4 100	500	17 000
Lapin	3 200	700	9 000

1) Metsähehtaarin keskihinta on otettu maanmittaus-  
hallituksen ylläpitämästä kiinteistöjen kauppahinta-  
rekisteristä.

on maksettu runsaspuustoisista tiloista, joiden hinnat jäivät yleensä alemmiksi kuin tilan puustolle laskettu hakkuuarvo.

#### *Kirjallisuutta:*

- Hannellius, S., Leikola, M. & Tuimala, A. 1989. Metsäkirja. WSOY.  
Karpainen, H. 1992. Metsänomistuksen muuttuvat tavoitteet. Työtehoseuran metsätiedote n:o 15.

## 2.2 Metsä sijoituksena Etelä-Suomessa

*Antrei Lausti*, KTM, tutkija,  
*Markku Penttinen*, dosentti, erikoistutkija

Metsä tarjoaa omistajalleen sekä taloudellisia hyötyjä että aineettomia arvoja. Metsänomistuksen kannattavuuden tarkastelu pelkästään taloudellisiin tunnuksiin perustuen onkin lähestymistapana suppea, mutta sen etuina ovat mitattavuus ja laskennallisuus. Lisäksi metsätalouden taloudellinen tulos kiinnostaa useimpia metsänomistajia.

Metsäntutkimuslaitoksessa on parin vuoden ajan tutkittu metsänomistamisen sijoitustuottoa. Tuotto koostuu vuosittaisista hakkuutuloista, puuvarojen nettolisäyksestä ja kantohintojen muutoksesta.

Tuotto on suhteutettu metsän markkinaarvoon. Tämän perusteella on laskettu metsän tuottoprosentit. Menetelmänä on prosentuaalinen tuotto/riskianalyysi. Sijoitustuotosta on vähennetty hoitokustannukset ilman valtion tukia. Nämä kustannukset vähentävät tuottoja noin 0,4 prosenttiyksikköä.

Tutkimus perustuu Metsäntutkimuslaitoksen puuvara-, hakkuu-, hinta- ja kustannustietoihin vuosilta 1972–1996. Sijoituskohteena metsää verrataan asuntoihin, pörssiosakkeisiin ja muihin arvopapereihin. Niitä koskevat tuotto- ja kustannustiedot on hankittu asianomaisia toimialoja käsittelevistä lähteistä kuten Helsingin Arvopaperipörssistä ja Tilastokeskuksesta.

Tuloksena on saatu kansainvälisestikin ainutlaatuiset tiedot metsänomistuksen kannattavuudesta myös alueittain ja puutavaralajikohtaisesti.

#### *Yksityismetsätalouden tuotto koko Suomessa*

Yksityismetsien nimellistuotto vuosina 1972–1983 oli 13,6 prosenttia ja vuosina 1984–

1996 6,6 prosenttia, jotka reaalitytuotoiksi muunnettuina olivat 2,9 ja 3,1 prosenttia. Metsäteollisuusosakkeiden reaalitytuotto nousi vuosien 1972–83 0,7 prosentista 12,2 prosenttiin vuosina 1984–96.

Verotus on vähentänyt metsän tuottoa keskimäärin 0,5 prosenttiyksikköä vuosina 1980–95, jos veroasteeksi oletetaan 36 prosenttia. Verotuksen vaikutus tuottoon vaihtelee 0,43:stä 0,58 prosenttiyksikköön, kun veroaste muuttuu 31:stä 41 prosenttiin.

### Sijoitusvaihtoehdot

Metsä on sijoituksena antanut samantasaisen tuoton kuin asunnot, joskin metsässä riski on ollut hieman suurempi. Osakkeet ja liikekiinteistöt ovat olleet tuottoisimmat, mutta samalla riskialteimmat sijoitusmuodot. Yritysten joukkovelkakirjat osoittautuivat turvallisiksi ja hie- man metsää tuottoisammiksi sijoituskohteiksi.

Etenkin viimeisten 10 vuoden aikana met- säteollisuusosakkeiden tuotot ovat vaihdelleet merkittävästi. Yksityismetsien tuotto on yl-

lättävänkin tarkasti seurannut noin vuoden viiveellä metsäteollisuusosakkeiden tuotto- indeksii (riippuvuus- eli korrelaatiokerroin 0,64).

Perinteisesti hakkuutuloja on sijoitettu ku- lutukseen, maatalouden investointeihin ja asuntoihin. Niiden rinnalle on viime vuosina tullut lukuisia kilpailevia sijoituskohteita. Suhtautuminen riskiin ratkaisee arvostaako metsänomistaja turvallisuutta, jota edustavat mm. valtion obligaatiot, vai korkeaa tuottoa ja riskiä, jota edustavat erityisesti osakkeet.

Metsä oli 1970-luvulla selvästi asuntoja pa- rempi sijoituskohde, mutta 1980-luvulla sen kilpailukyky sijoituksena heikkeni. Asuntojen kiinnostavuus puolestaan parani oleellisesti metsään ja muihinkin sijoituskohteisiin ver- rattuna aina vuoteen 1989, jonka jälkeen ta- pahtui romahdus.

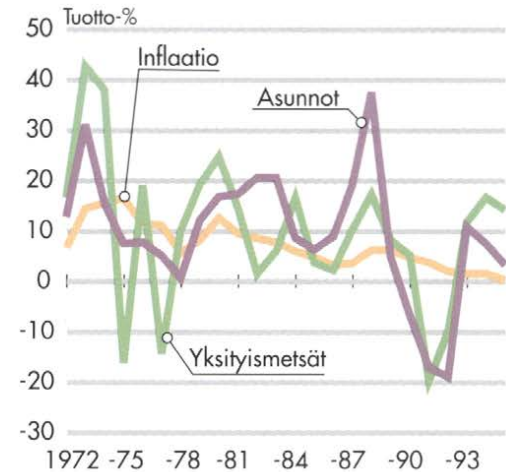
### Metsän tuoton osatekijät Etelä-Suomessa

Vuosina 1972–1996 yksityismetsien keski- määräinen vuotuinen tuotto oli Etelä-Suo-

Taulukko 2.3: Metsäomaisuuden ja muiden si- joituskohteiden keskimääräiset nimellistuotot kulut vähennettyinä 1972–96.

	Tuotto, %	Vuotuinen vaihtelu eli riski, %
Osakkeet	14,8	27,1
-metsäteollisuusosakkeet	13,6	27,6
Liikekiinteistöt	12,5*	24,5*
Yritysten joukkovelkakirjat	10,9*	3,3*
Metsä (koko Suomi)	10,0	14,8
Asunnot	10,0	12,7
Valtion obligaatiot	9,0*	5,8*
Inflaatio	7,0	4,7

\*)1972–94



Kuva 2.4: Metsäomaisuuden ja asuntojen vuo- sittaiset tuotto prosentit 1972–1995.

nessa 10,3 prosenttia ennen kustannusten vähentämistä. Inflaatiosta puhdistamisen ja kustannusten vähentämisen jälkeen reaalitytuoksi jäi 2,9 prosenttia.

Voimakkaimmin vaihtelua metsän tuotto-prosenttiin ovat aiheuttaneet kantohintojen muutokset. Metsän antaman nimellistuoton – 10,3 prosenttia – osatekijöiden tarkastelu osoittaa, että kantohinnat ovat Etelä-Suomessa nousseet keskimäärin vähemmän (6,0 prosenttia) kuin inflaatio (7,0 prosenttia).

Puuston nettolisäyksen osuus metsän nimellistuotosta oli Etelä-Suomessa 1,4 ja hakuiden 2,9 prosenttiyksikköä. Em. tekijät ovat sidoksissa toisiinsa. Laskelmassa niiden yhteenlaskettu osuus pysyy vakaana. Puuston nettolisäyksen osuus tuotosta kasvaa, jos hakkuut vähenevät ja päinvastoin. Yhdessä ne edustavat metsien kasvua.

#### *Puutavaralajikohtaiset tuotot Etelä-Suomessa*

Puutavaralajikohtaisiin tuottoihin vaikuttavat tarkastelujakson aikana puun käytössä tapahtuneet muutokset. Koivukuitua ei 1972 arvostettu raakapuumarkkinoilla läheskään siinä määrin kuin 1990-luvulla. Metsänhoitokustannuksia ei ole sisällytetty puutavaralajikohtaisiin laskelmiin.

#### *Yhteenveto*

Metsän tuotto on ylittänyt inflaatiotason puuston nettolisäyksen ansiosta, vaikka kantohinnat ovatkin kohonneet keskimääräistä inflaatiovauhtia hitaammin. Kemiallisen metsäteollisuuden menestys näkyy kuitupuun, erityisesti koivukuidun myönteisenä hintakehityksenä.

Puulajeista koivu on antanut parhaan tuoton, mikä johtuu tarkasteluajanjakson aikana tapahtuneesta koivun parantuneesta arvostuksesta raakapuumarkkinoilla.

Kuusen tuotto kohoaa aavistuksen mäntyä paremmaksi, koska mäntykuidun hintakehitys on tarkastelujakson aikana ollut puutavaralajeista heikoin. Uusimmat sellutehdasinvestoinnit saattavat jatkossa kohentaa mäntykuidun tuottoa.

Voimakkaiden suhdannevaihteluiden vuoksi metsäteollisuusosakkeisiin liittyy suuri riski. Metsänomistamiseen liittyvä riski on ollut pienempi kuin metsäteollisuudessa.

Metsäteollisuus on tuottanut heikosti voimakkaan inflaation aikana. Inflaation laannuttua tuotto on kohentunut. Metsänomistamisen tuottoa tämä ei kuitenkaan ole parantanut.

*Taulukko 2.4: Metsätalouden harjoittamisen puutavaralajikohtainen sijoitustuotto Etelä-Suomessa jaettuna hinta-, hakkuu- ja puuston nettolisäyskomponentteihin.*

	Ajanjakso	Tuotto, %	Hinta, %	Puuston nettolisäys, %	Hakkuu, %	Puuston nettolisäys ja hakkuu yht. %
Mäntytukki	1978–96	8,5	4,6	0,8	3,1	3,9
Mäntykuitu	1972–96	10,2	5,8	2,3	2,2	4,5
Kuusitukki	1978–96	8,6	4,4	0,9	3,3	4,2
Kuusikuitu	1972–96	10,8	6,4	1,8	2,5	4,4
Koivutukki	1972–96	10,9	5,8	0,4	4,7	5,1
Koivukuitu	1972–96	12,9	7,4	2,8	2,6	5,5
Yhteensä	1972–96	10,3	6,0	1,4	2,9	4,4



### *Kirjallisuutta:*

- Binkley, C. S. & Washburn, C. L., 1990. The Financial Risk of Private Timberland Investment in South Carolina. USDA Forest Service, Southeastern Center for Forest Economics Research. Box 12254, Research Triangle Park, N.C. 27709. SCFER Working paper No. 69.
- Cabbage, F. W., Harris, T. G. & Redmond, C. H. 1989. Measuring Risk and Returns of Timber Investments Using the Capital Asset Pricing Model. The Georgia Agricultural Experiment Stations College of Agriculture, University of Georgia. Research Report 562.
- Penttinen, M. & Kinnunen, M., 1992. Profitability of Forestry in Jointly-owned Forests of Northeastern Finland and Lapland. Tiivistelmä: Metsätalouden kannattavuus Koillis-Suomen ja Lapin yhteismetsissä. *Silva Fennica* 26(4): 211–217.
- Penttinen, M. & Lausti, A. & Kasanen, E & Puttonen V., 1996. Risks and Returns in Forest Investments in Finland. *Liiketaloudellinen Aikakauskirja* 45 (1):111–124.
- Sevola, Y. (ed.). 1996. Yearbook of Forest Statistics 1996. Metsätaloustilastollinen vuosikirja 1996. The Finnish Forest Research Institute, Helsinki.
- Thomson, T. A., 1991. Timber And Financial Portfolios: 1937–1986. Proceedings of the 1991 Symposium of System Analysis in Forest Resources. USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station. General Technical Report SE-74. s. 217–224.

## 2.3 Kannattavuuden kriteerit

*Simo Hannelius*, MMK, vanhempi tutkija

Tässä kirjassa tarkastellaan metsänhoitotoimien taloudellista kannattavuutta metsikkötasolla. Tuloksia voidaan soveltaa mm. tehtäessä ehdotuksia hakkuista ja metsänhoitotoimista. Teoksessa pyritään myös etsimään uusia ratkaisuja, joilla metsäsijoitukset ohjautuisivat tuottoisimpiin kohteisiin.

Metsänomistajan minimimitavoitteena on turvata sijoituksensa ostovoima tulevaisuudessa, mutta sijoitukselle on asetettava myös korkovaade. Korkeus on korvaus siitä, ettei kaikkia varoja kuluteta heti. Puuntuotantoon tehtäviä sijoituksia voidaan koron perusteella verrata sekä keskenään että suhteessa kilpaileviin sijoituskohteisiin. Sijoitusten kannattavuutta tarkastellaan ensisijaisesti niiden tuottamien nykyarvojen perusteella.

### *Nykyarvo*

Tulevaisuuteen ajoittuvien tulojen tai menojen nykyarvo lasketaan diskonttaamalla. Odotettavasta tulosta (menosta) tehtävä diskonttausvähennys on sitä suurempi, mitä korkeampaa tuottovaatimusta eli laskentakorkoa käytetään ja mitä pidemmän odotusajan päässä tulot (menot) ovat.

Diskonttaus on siis korkolaskun vastakohta. Kun tietylle summalle lasketaan korkoa, se ajan mittaan kasvaa alkuperäistä suuremmaksi. Diskontattaessa tulevaisuuteen ajoittuvaa summaa alennetaan korkoprosentin mukaan nykyhetkeen.

**Esimerkki:** Männikön lannoitus maksaa 900 markkaa hehtaarilla ja tuottaa 2 400 markan lisäkasvun, joka on hakattavissa 8 vuoden kuluttua (kuva 2.5).

Tulo-odotuksen nykyarvo lannoitusvuonna riippuu sijoitukselle asetetusta tuottovaatimuksesta (= nykyarvon laskentakorko). Sijoi-

tuksen nettonykyarvo saadaan, kun nykyarvosta vähennetään investoitu summa.

Tuottovaatimuksella 4 prosenttia sijoituksen nykyarvo kohoaa 1 752 markkaan ja nettonykyarvo 852 markkaan. 8 prosentin tuottovaatimuksellakin sijoitus antaa kohtalaisen tuoton.

13 prosentin tuottovaatimuksella lannoituksen tuottaman hakkuuarvon lisäyksen nykyarvo on yhtä suuri kuin sijoitettu summa, nettonykyarvo on siis 0. Nettonykyarvoon 0 johtava laskentakorko on sama kuin sijoituksen sisäinen korko.

16 prosentin tuottovaatimuksella tuoton nykyarvo on pienempi kuin sijoitettu summa. Tällöin sijoitus ei enää ole kannattava.

Puuntuotantoinvestoinnin tulevien tuottojen nykyarvon voi mieltää investointihetkellä otetuksi, nykyarvon suuruiseksi lainaksi, jonka korkoprosentti on sama kuin sijoitukselle asetettu tuottovaatimus.

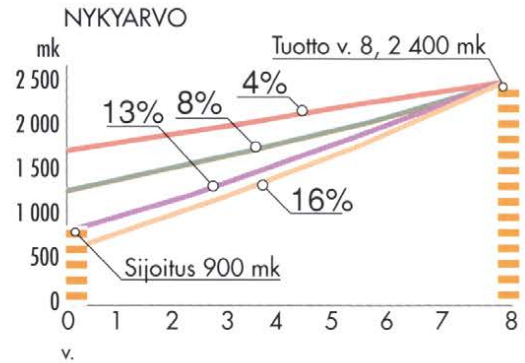
Lannoitus-esimerkissä metsänomistaja pystyy maksamaan 4 prosentin korolla otetun 1752 markan lainan korkoineen takaisin 8 vuodessa. Osa lainasta (900 markkaa) käytetään kulujen kattamiseen. Kulujen jälkeen jäävä osa, nettonykyarvo (852 markkaa) jää siis lannoittajan voitoksi. Lainan korkoon kuuluu 648 markkaa (2 400 mk–1 752 mk).

Vaihtoehtoisten sijoitusten tarjoamia ny-

kyarvoja vertailemalla voidaan etsiä kannattavimmat sijoituskohteet.

Tuotoille asetettava korkovaatimus riippuu sijoittajan aikajänteestä. Lyhyitä sijoituksia suosivat tavoittelevat korkeampaa reaalista tuottoa kuin pitkäjänteisesti sijoittavat, jotka ulottavat investointiensä aikajänteen jopa seuraavalle sukupolvelle yltäväksi.

Kiertoajan pituisissa sijoituslaskelmissa nykyarvojen laskeminen ei tuota konkreettista kuvaa nykyarvon suuruudesta, mutta osoittaa eri sijoitusvaihtoehtojen edullisuusjärjestyksen.



Kuva 2.5: Investoinnin tuottama nykyarvo ja sisäinen korko. Esimerkkinä metsänlannoitus.

#### ESIMERKKKI:

Metsänlannoituksen kannattavuus. Lisäkasvu hehtaarilla on 12 kuutiometriä tukkia, joka voidaan hakata 8 vuoden kuluttua. Silloin lisäkasvun hakkuuarvo on 2 400 markkaa. Lannoituksen kustannukset ovat 900 markkaa.

Tulon odotuksen (T) nykyarvo (A) lasketaan kaavalla:

$$A = T / (1 + p / 100)^n$$

A = Tulon nykyarvo

T = Tulon odotus vuonna n

p = Korkovaade, %

n = Tulon odotusaika, vuosia

Korko-prosentti	Odotusaika, v	Diskontto-kerroin*	Nykyarvo, mk/ha	Nettonykyarvo, mk/ha
4	8	0,73	1 752	852
6	8	0,63	1 512	612
8	8	0,54	1 296	396
10	8	0,47	1 128	228
12	8	0,40	960	60
14	8	0,35	840	-60

\*  $1 / (1 + p / 100)^n$



### *Sisäinen korko*

Sijoituksen sisäinen korko on nykyarvoa helppotajuisempi tunnus pitkäaikaisten sijoitusten tuottojen arvioimiseen. Se kuvaa sijoituksen tulonansaintakykyä. Sisäinen korko lasketaan sijoitussumman, saatavan tulon ja niiden välisen odotusajan perusteella.

Sisäinen korko on laskentakorkokanta (p), jolla sijoitus (900 mk/ha) kasvaa korkoa korolle laskien yhtä suureksi kuin sijoituksen 8 vuodessa tuottama puun myyntitulojen lisäys (2 400 mk/ha) (ks. esimerkki).

Sisäinen korko (p) voidaan ratkaista nykyarvon kaavasta funktiolaskimella kokeillen:  $1,13 \text{ korotettuna potenssiin } 8 \text{ on } 2,66. 900 \text{ mk} \times 2,66 = n. 2\,400 \text{ mk}$ . Sijoituksen sisäinen korko on siis 13 prosenttia.

### *Inflaatio*

Metsätalouden kannattavuuden tunnusluvut kuvaavat inflaatiosta puhdistettua reaalkorkoa, koska laskelmat perustuvat sijoitusvuoden hintatasoon. Esimerkiksi pankkitalletuksen reaalkorko lasketaan vähentämällä nimelliskorosta vuotuinen inflaatio.

Tämän kirjan kannattavuuslaskelmien perustana on käytetty elinkustannusindeksillä korjattuja vuosien 1986–95 keskimääräisiä kantohintoja. Metsätulojen ostovoimaa verrataan siis kotitalouksien hankkimien hyödykkeiden hintojen kehitykseen.

Vuosina 1993–96 inflaatio oli noin prosentin vuodessa eikä viitteitä inflaation kiihtymisestä ole näköpiirissä. 1950-luvulta aina 1990-luvulle inflaatio oli keskimäärin 7–8 prosenttia vuodessa

Nopean inflaation aikana lainarahalla sijoittaminen oli yleensä kannattavaa. Viime vuosina lainarahan reaalkorot ovat inflaation hidastumisesta johtuen kohonneet. Näin velasta aiheutuu sijoittajalle aiempaa enemmän korkokustannuksia, jotka heikentävät puuntuotantoon tehtävien sijoitusten edullisuutta.

Parhaissa kohteissa lainarahan käyttö voi edelleen olla nipin napin kannattavaa.

Sijoitukset on edullisinta tehdä ensisijaisesti omin varoin. Säästöön jääviä hakkuutuloja kannattaa tosin sanoen sijoittaa metsänhoitoon. Useimmat metsäsijoitukset tuottavat paremmin kuin pankkitalletusten enintään 2 prosentin nimelliskorot. Tuottoja vertailtaessa on kuitenkin otettava huomioon myös tulojen odotusajan pituus.

### *Korkokanta*

Nykyarvolaskelmissa korkokanta on määritettävä sijoittajakohtaisesti. Käytettävään korkokantaan vaikuttavat lisäksi mm. kansantalouden tai viennin näkymät. Sijoitukseen sisältyvä riski nostaa sijoitukselle asetettavaa tuottovaatimusta. Metsänomistajan taloudellinen asema voi muuttua nopeasti, jolloin myös korkonäkemyks muuttuu.

Omilla varoillaan investoiva metsänomistaja voi asettaa sijoituksilleen alemman tuottovaatimuksen kuin lainavaroin toimiva. Puuntuotannon sijoitukset ovat olleet melko riskittömiä. Puulla on ollut useimpia muita raaka-aineita vakaampi kysyntä ja hinta.

Korkovalintojen yhtenä lähtökohtana on metsätaloudesta keskimäärin saatavat tuotto-prosentit (3–6 prosenttia). Ne on esitelty taulukossa 2.1. Uusien sijoitusten tuottojen voidaan olettaa asettuvan samalle tasolle.

### *Kirjallisuutta:*

- Aho, T. 1982. Investointilaskelmat. *Ekonomia-sarja* 76. Weilin + Göös.
- Hannellius, S., Leikola, M. & Tuimala, A. 1989. *Metsäkirja*. WSOY.
- Holopainen, V. 1976. *Metsätalouden liikeoppi*. Otava.
- Ollonqvist, P. & Oksanen, L. 1988. Päättös metsän uudistamisesta. Teoksessa: *Metsä, yritys, yhteiskunta*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 288.

## 2.4 Tulot saadaan metsän kasvusta

*Simo Hannelius, MMK, vanhempi tutkija*

Puuston kasvu on neulasten tai lehtien yhteyttämisen tulosta. Yhteyttämisen tuloksena syntyy bruttotuotos, josta osa kuluu puun elintoimintoja ylläpitävään hengitykseen. Bruttotuotoksen ja elintoimintoihin kulutettujen yhteyttämistuotteiden erotus on nettotuotos, josta suurin osa kertyy runkopuuhun.

Mitä vanhemmiksi puut varttuvat, sitä suurempi suhteellinen osa bruttotuotoksesta kuluu elintoimintoihin. Samalla puuston suhteellinen nettokasvu alenee. Vanhenevan puuston nettokasvu lähestyy nollaa. Lopulta laho alkaa pienentää terveen runkopuun tilavuutta ja samalla myös puuston taloudellista arvoa.

Kuvassa 2.6. havainnollistetaan puun brut-

totuotoksen, neulasten ja runkopuun hengityksen sekä puuston nettotuotoksen muuttamista metsikön ikääntyessä. Metsän nettotuotos on suurimmillaan kuvan esimerkki-metsikössä 40–50 vuoden ikävaiheessa.

Kuva 2.7. osoittaa luonnontilaisen männikön runkopuun vuotuisen brutto- ja nettokasvun sekä luonnonpoistuman osuuden metsikön eri ikävaiheissa kuivahkolla kanakaalla Etelä-Suomessa. Luonnonpoistuma alkaa mäntyjen kuollessa ylitheyteen latvuston sulkeuduttua. Varjoa sietävissä kuusikoissa luonnonpoistuma alkaa myöhemmin kuin männiköissä ja koivikoissa.

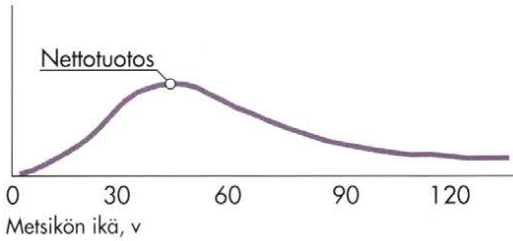
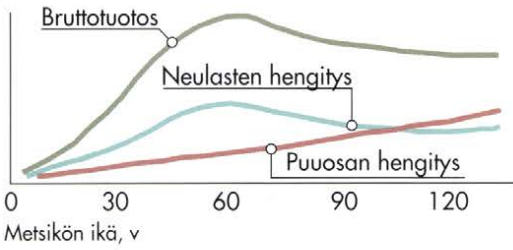
### *Eri puulajien kasvurytmit*

Puulajien biologiset ominaisuudet vaikuttavat puuston kasvurytmiin. Pioneerilajien, mm. koivun, haavan ja lepän kasvu on nuorena nopeaa. Lehtipuiden kasvu kuitenkin

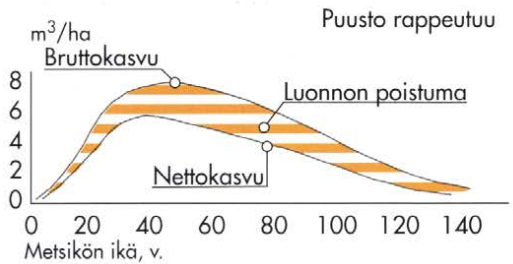


*Männyn kasvu hidastuu kiertoajan lopulla nopeammin kuin kuusen. Kuva Simo Hannelius.*





Kuva 2.6: Periaatekuva metsikön biomassan vuotuisesta brutto- ja nettotuotoksesta sekä bruttotuotoksen jakautumisesta neulasten ja puuosan hengitykseen sekä nettotuotokseen metsikön iän lisääntyessä.



Kuva 2.7: Runkopuun vuotuinen bruttokasvu, luonnonpoistuma ja nettokasvu Etelä-Suomen kuivahkon kankaan luonnontilaisessa männikössä.

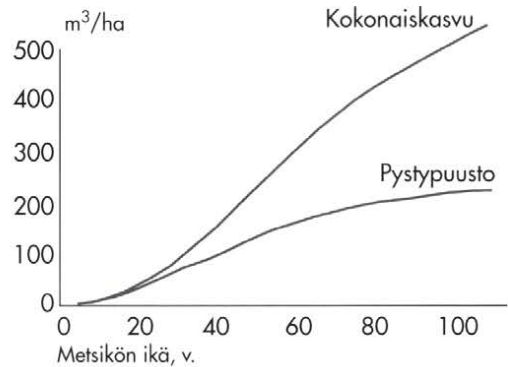
taantuu varhain, ja metsiköt alkavat rappeutua jo ennen 100 vuoden ikävaihetta. Mänty ei ole yhtä vahva kasvupaikkojen valtaaja kuin lehtipuut, mutta senkin kasvu on nopeimmillaan suhteellisen nuorella iällä.

Kuusi on vahvin kliimaks-puulajimme,

joka vähitellen valtaa lähes kaikki kasvupaikat, ellei esimerkiksi metsäpalo palauta kehitystä eli suknessiota lähtöruutuun. Kuusikon kasvu lähtee pioneeripuulajien metsiköitä hitaammin liikkeelle, mutta pysyy korkeana pidempään. 100-vuotias kuusikko tuottaa tuoreella kankaalla enemmän kuutiota kuin vastaavan ikäinen männikkö tai koivikko.

Suomessa tavallisilla lehtipuilla kannattaa varhain huipentuvan kasvun vuoksi käyttää lyhyempiä kiertoaikoja kuin havupuilla. Pitkään hyvässä kasvuvauhdissa pysyviä kuusikoita voisi periaatteessa kasvattaa muita puulajeja pidemmin kiertoajoin, elleivät ne vanhentuessaan altistuisi lahovioille. Etelä-Suomessa kuusikoiden laho alkaa yleistyä puuston saavuttaessa 130 vuoden ikävaiheen. Juurikäävän vaivaamalla alueilla laho iskee huomattavasti nuorempiin kuusikoihin.

Kuvassa 2.8. esitetään Etelä-Suomen kuivahkon kankaan männikön kokonaiskasvu ja pystyvuuston tilavuuden kehitys. Latvuston sulkeutumisen jälkeen puiden keskinäinen kilpailu kiihtyy. Tappiolle jääneet rungot kuolevat valon puutteeseen. Metsätaloudessa otetaan harvennushakkuin talteen puusto, joka muuten kiertoajan kuluessa menetettäisiin luonnonpoistumana.

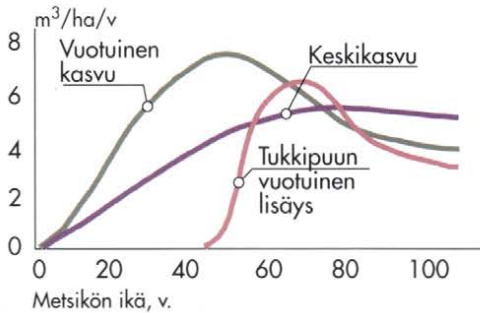


Kuva 2.8: Puuston kokonaiskasvuun ja runkopuuston tilavuuden iän mukainen kehitys.

## Runkopuun tuotos

Kuvassa 2.9. esitetään männikön vuotuinen kasvu ja keskikasvu sekä tukkipuun tuotos metsikön eri ikävaiheissa. Keskikasvu saadaan, kun tiettyyn ikävaiheeseen mennessä kertynyt kokonaiskasvu jaetaan puuston iällä.

Vuotuisen kasvun ja keskikasvun kuvaajien leikkauspiste osoittaa kiertoajan, jolla saavutetaan suurin runkokuun tuotos hehtaaria ja vuotta kohden. Esimerkkimännikössä se on noin 75 vuotta.



Kuva 2.9: Puuston vuotuisen kasvun, keskikasvun ja tukkipuun kasvun kehittyminen. Esimerkki on Etelä-Suomen kuivahkon kankaan hoidetusta talousmänniköstä.

Kuvan 2.9. männikössä tukkia alkaa muodostua 45 vuoden iässä. Tukkipuun vuotuinen lisäys ylittää koko puuston vuotuisen kasvun 65–80 vuoden iässä, mikä aiheutuu nopeasta puutavaralajisiirtymästä. Runkojen järjestyminen siis muuttaa kuitupuuta tukin mitat täyttäväksi puutavaraksi. Tässä vaiheessa puuston arvo lisääntyy nopeasti.

Mitä viljavammasta kasvupaikasta on kyse, sitä nopeammin puut saavuttavat tukkikoon ja sitä varhaisemmassa ikävaiheessa puutavaralajisiirtymä tukkipuuksi alkaa.

Metsän kasvuun liittyy kaksi vastakkaista taloudellista tekijää. Runkokuun tuotos ja puuston arvokasvu huipentuvat kiertoajan loppupuoliskolla. Toisaalta vanheneva puusto kuluttaa elintoimintoihinsa yhä suuremman osan nettotuotoksesta. Samalla runkokuun alttius lahoille lisääntyy.

## Kirjallisuutta:

- Hannelius, S. & Kuusela, K. 1995. Pohjoisen havumetsän maa. Forssan Kustannus OY.  
Kuusela, K. 1966. Puuston järjestely Keski-Euroopan ja Britannian metsätaloudessa. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 66.2.

# 3. METSÄN UUDISTAMINEN

Lauri Valsta, MMT, vanhempi tutkija

## 3.1 Uudistamishakkuiden ajoitus

Ikääntyvän puuston kasvu hidastuu, erilaiset tuhot alkavat lisääntyä ja myös puun laatu heikentyy. Taloudellisesti uudistaminen tulee ajankohtaiseksi, kun metsänomistajan haluaa realisoida hakkuukypsään puustoon sitoutuneen pääoman tai kun todetaan, että seuraava puusukupolvi antaa nykypuustoa korkeamman tuoton. Näin ollen talousmetsä uudistetaan tavallisesti ennen kuin puusto rappeutuu teknisesti.

Metsänomistaja voi periaatteessa tyydyttää rahantarpeensa uudistushakkuun sijasta kohdistamalla hakkuut kasvatusmetsiin tai myymällä metsämaata. Niinpä uudistamisen tuottoja on verrattava muihin vaihtoehtoihin, jotka saadaan yhteismitallisiksi laskemalla niille nykyarvo metsänomistajalle mielekkäällä korkokannalla.

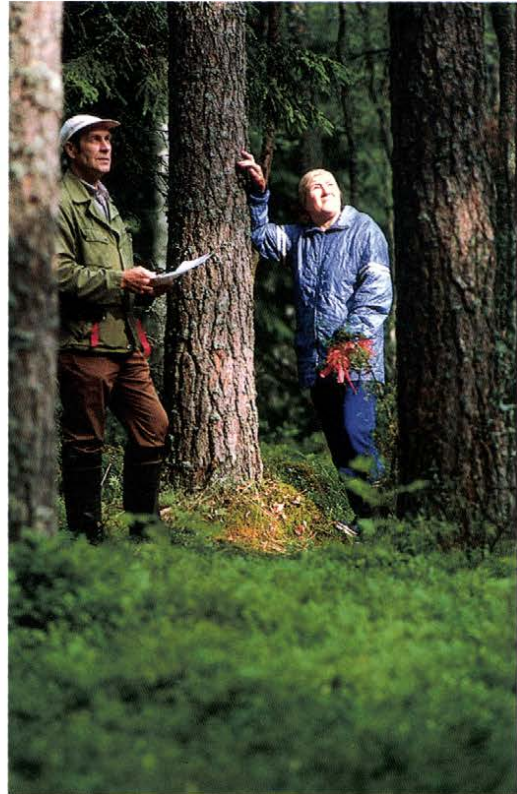
Kasvatusmetsien arvokasvu on yleensä nopeaa, joten niiden liiallinen harventaminen johtaa selviin tappioihin.

Edullisin uudistamisajankohta voidaan haarukoida laskemalla metsikkötietojen perusteella tulevien tuottojen nykyarvot eri pituisille kiertoajoille.

Käytännön uudistamispäätökset perustuvat metsiköstä mitattaviin tunnuksiin, joille on etukäteen laskettu uudistuskypsyttä kuvaavia arvoja. Tunnuksina käytetään mm. metsätyyppiä sekä puuston keskiläpimittaa ja ikää. Lisäksi uudistushakkuun ajoitukseen vaikuttavat mm. metsänomistajan rahantarve ja kantohintatason vaihtelut sekä puustoa

mahdollisesti vaivaavat tuhot, esimerkiksi juurikäpää.

Kasvatustiheyden, harvennusten ja kiertoajan valintojen avulla metsänkasvatus voi tuottaa tavoitellun tuloksen hyvin erilaisissa taloudellisissa olosuhteissa eläville metsänomistajille.

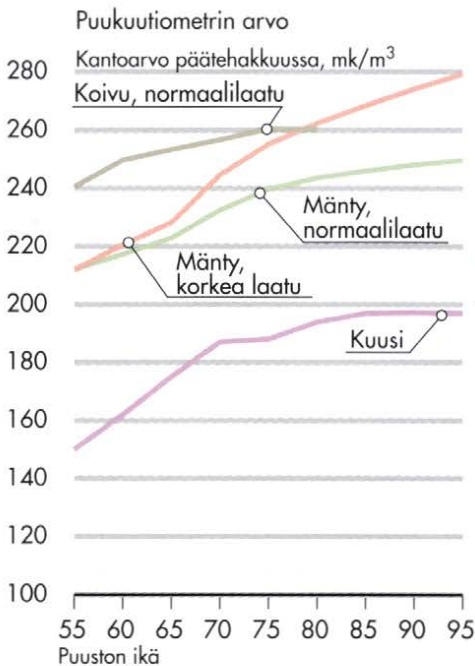


*Metsikön uudistamisajankohta voidaan määrittää erilaisten laskelmien avulla. Käytännössä metsänomistajan rahantarve ja kantohintojen vaihtelut sanelevat useimpien uudistamishakkuiden ajoituksen. Kuva Risto Pöntinen.*



Eri puulajien muodostamien metsiköiden arvo kehittyä iän myötä eri tahtiin. Kuvaan 3.1. on koottu esimerkit viljelymetsiköiden päätehakkuu- ja puuston yksikköarvon ( $\text{mk}/\text{m}^3$ ) kehityksestä. Männylle on lisäksi laskettu vaihtoehto hyvälaatuiselle metsikölle, jossa tukkiosan yksikköarvon oletetaan kasvavan 3 prosentilla jokaisesta rinnankorkeusläpimitan senttiä kohti yli 27 senttimetrin puilla. Normaalilaadussa yksikköarvon nousu on oletettu 0,75 prosentiksi.

Kun puuston määrä tai puun yksikköarvo eivät enää sanottavasti kasva, on uudistamis päätös viimeistään ajankohtainen. Kuva 3.1. osoittaa koivun havupuita nopeamman kehityksen ja toisaalta korkealaatuisen männyn selvästi pidempään jatkuvan arvon lisäyksen kiertoaikaa pidennettäessä.



Kuva 3.1: Päätehakkuupuuston yksikköarvon ( $\text{mk}/\text{m}^3$ ) kehitys tyyppillisissä viljelymetsissä pääpuulajeillamme.

Kiertoaika voidaan määrittää puuston arvokasvun perusteella. Arvokasvu on puuston kantoraha-arvon muutos. Uudistuskypsyn metsikön arvokasvu riippuu mm. puuston määrästä, iästä, järeydestä ja lahoisuudesta.

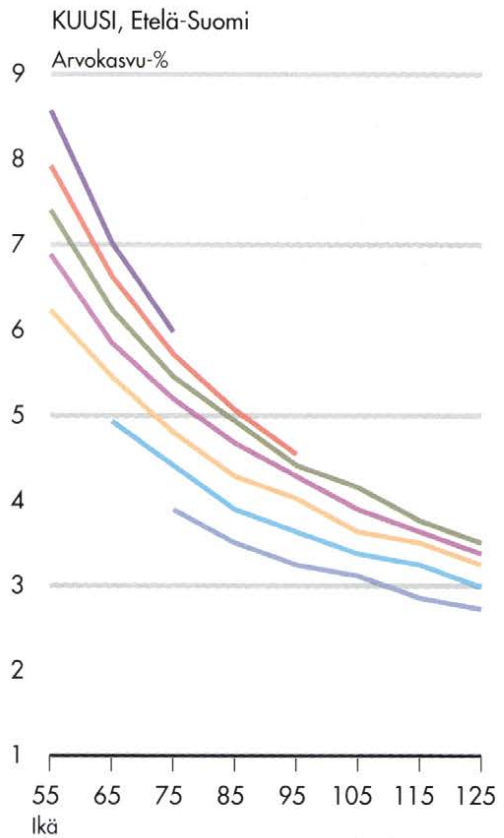
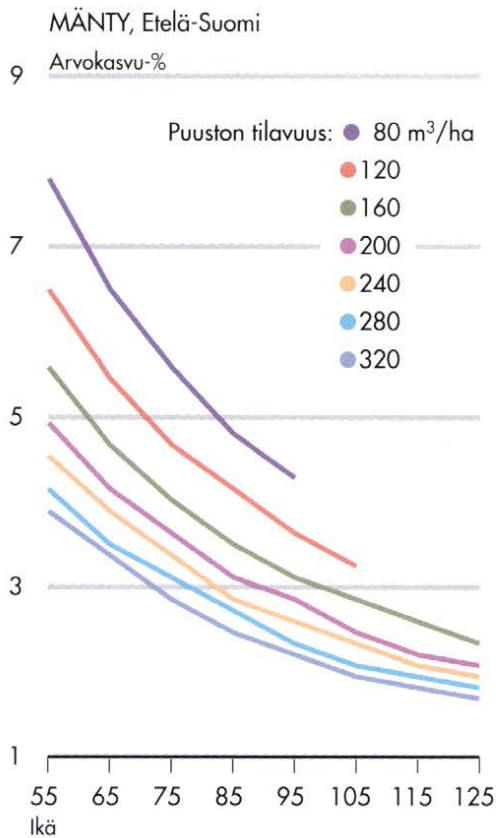
Arvokasvua voidaan tarkastella absoluuttisena ( $\text{mk}/\text{ha}/\text{v}$ ) tai suhteellisena (%). Suhteellinen arvokasvu saadaan jakamalla absoluuttinen arvokasvu puuston arvolla ja kertomalla osamäärä sadalla. Puuston määrän lisääntyessä suhteellinen arvokasvu alenee, koska jakajana oleva pääoma suurenee samalla kun puuden järeytyminen hidastuu.

Arvokasvuprosenttia ei voida suoraan rinnastaa metsänomistajan puustoon sitoutuneelle pääomalle asettamaan korkovaatimukseen. Sitä varten metsänomistuksen ja -kasvatuksen muut kustannukset ja verot sekä maan arvo (ns. maan korko) tulisi ottaa mukaan laskelmiin. Likimääräisesti ne voidaan ottaa huomioon nostamalla edelleen kasvatettavan puuston arvokasvuvaatimusta neljänneksellä, esimerkiksi 2 prosentista 2,5 prosenttiin.

Kuvassa 3.2. on esitetty männikön ja kuusikon suhteellisen arvokasvun riippuvuus puuston iästä ja määrästä. Metsikkö uudistetaan, jos arvokasvuprosentti on alhaisempi kuin edellä mainitulla lisäyksellä korjattu korkovaatimus. Kuusikoita paikoittain vaivaavaa juurikääpää ei tarkastelussa ole otettu huomioon. Lahovikaisten kuusikoiden delleen kasvattaminen ei ole kannattavaa.

Kuva 3.2. osoittaa, että suhteellinen arvokasvu alenee männyllä nopeammin kuin kuusella, koska kuusikoiden tilavuuskasvu pysyy korkeana pidempään kuin männiköissä. Hyvälaatuisessa männikössä arvokasvuprosentti säilyy kuvan osoittamaa korkeampana, jos järeällä, laadukkaalla mäntytukilla on tavallista korkeampi hinta.

Kuvan 3.3. mukaan voidaan puustotunusten perusteella määrittää männikön arvo-



Kuva 3.2: Männikön ja kuusikon arvokasvu.

kasvuprosentti. Lähtötiedoiksi tarvitaan puuston pohjapinta-ala, keskipituus, ikä ja keskiläpimitta. Kaavion lukeminen aloitetaan alhaalta pohjapinta-alaa kuvaavalta Y-akselilta. Jos väliarvoja on tiedossa, kaaviota voidaan käyttää suoraan niistä eteenpäin.

**Esimerkki:** Puuston pohjapinta-ala 27 m<sup>2</sup>/ha, keskipituus 20 metriä, keskiläpimitta 27 senttimetriä, ikä 75 vuotta (ks. kuva 3.3).

A) määritetään ensin pohjapinta-alan ja keskipituuden avulla puuston tilavuus (250 m<sup>3</sup>). B) Tilavuuskasvuprosentti (2,5) määritetään tilavuuden ja iän perusteella. C) puuston arvokasvuprosentti (3,5) luetaan tilavuuskasvuprosentin ja keskiläpimitan perusteella.

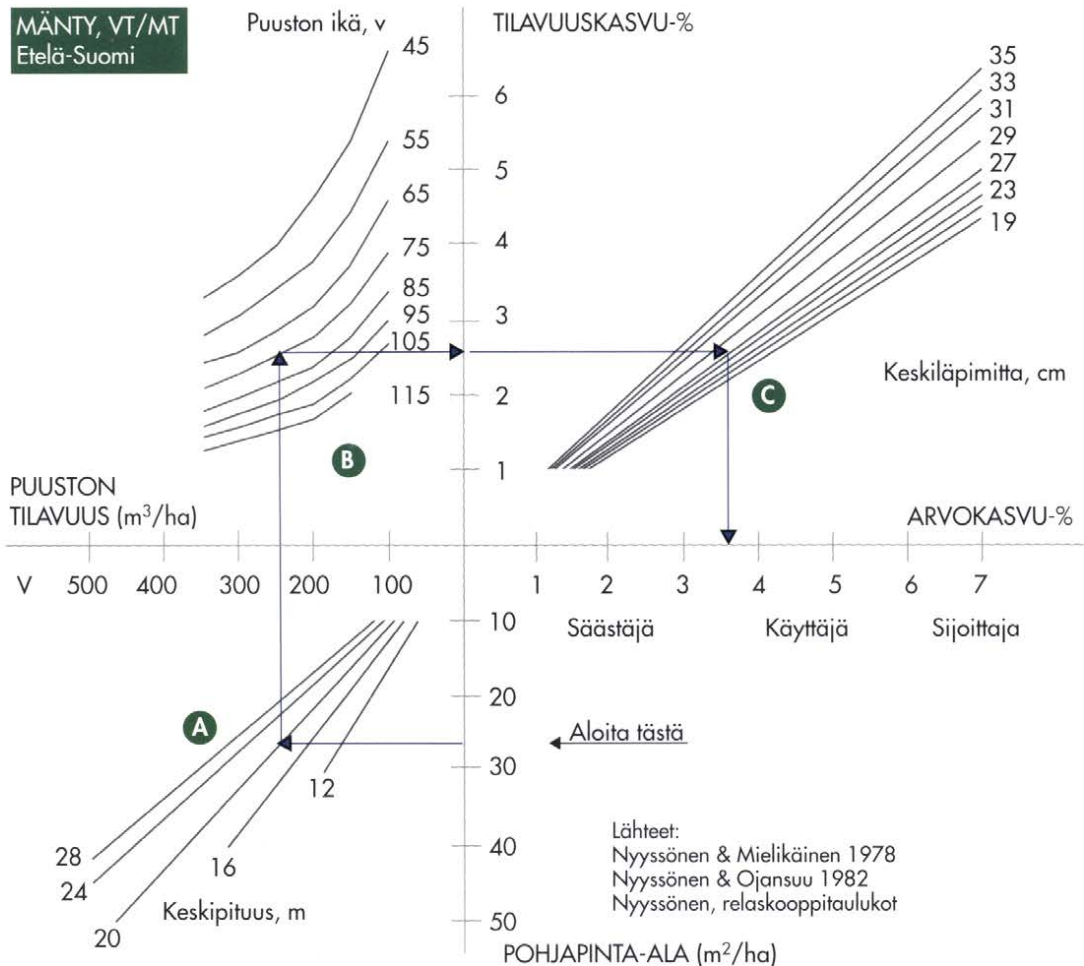
Esimerkkimetsikkö on taloudellisesti uudistuskypsyyden kynnyksellä, jos metsän-

omistajan korkovaatimus on 3 prosenttia. Korkoon on nimittäin lisättävä yleiskustannusten ja maan arvon vuoksi arviolta neljännes, eli 0,75 prosenttia. Väljennyshakkuu ja kiertoajan jatkaminen esimerkiksi 15 vuodelle on harkinnan arvoinen vaihtoehto, jos puusto on laadukasta.

#### Tunnuslukuja

**Kiertoajalla** tarkoitetaan uudistushakkuiden välistä ajanjaksoa toisiaan seuraavien puuskupolvien sarjassa.

**Keskituotto** kiertoajan kuluessa saadaan, kun hakkuutulojen summasta vähennetään metsänhoitokustannukset ja erotus jaetaan kiertoajan pituudella. Keskituottoa nimit-



Kuva 3.3: VT-männikön arvokasvuun määrittämiskaavio.

tään myös metsänkoroksi (Kuva 3.5).

Keskituotto lisääntyy kiertoajan pidentyessä, männyllä yli 100:aan ja kuusella yli 110 vuoteen ja rauduskoivullakin 75 vuoteen. Näin metsänomistajan, joka ei aseta metsätaloudelleen korkovaatimusta, kannattaa kasvattaa metsiään pitkään edellyttäen että hänellä ei ole tarvetta irrottaa pääomaa (Taulukot 3.1–3.3).

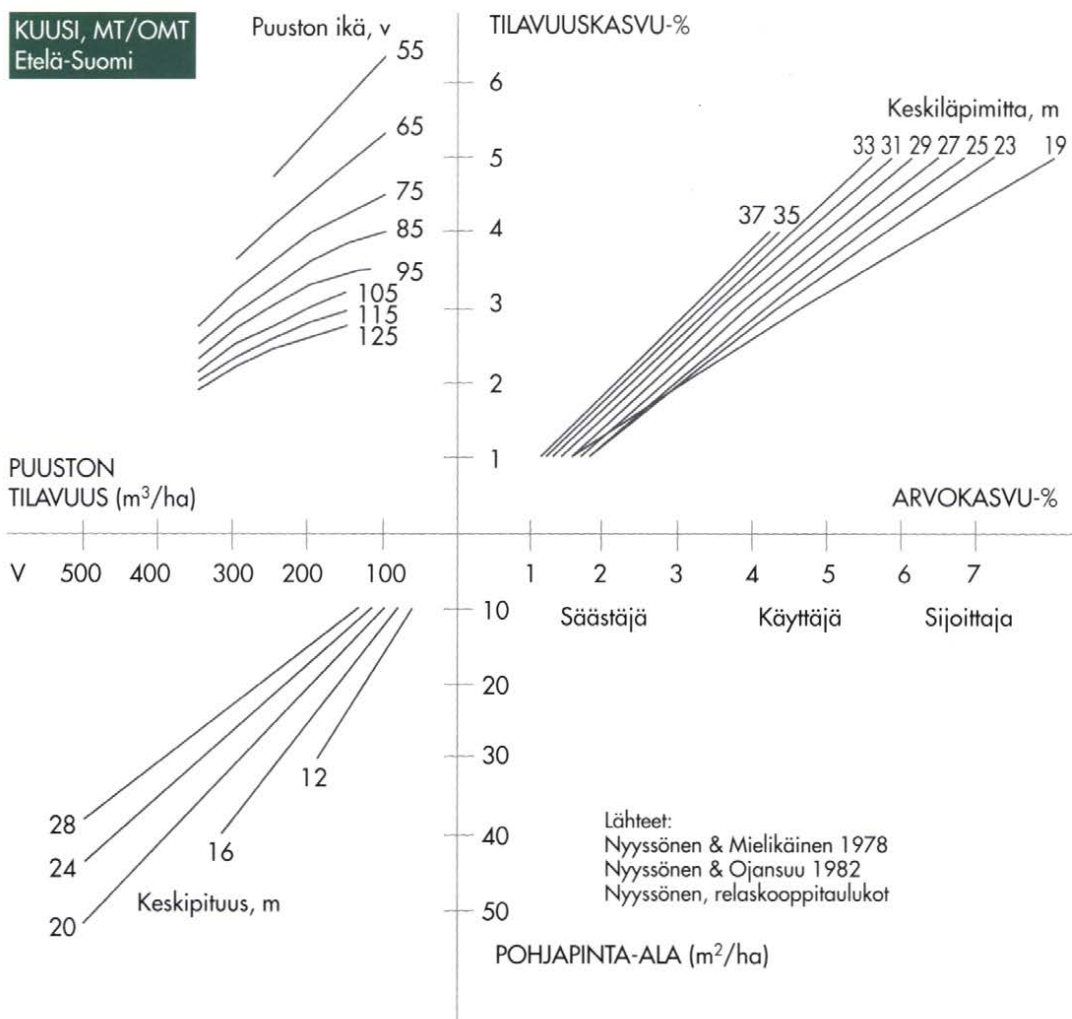
**Diskontattu tuotto** on metsänomistajan tuottovaatimuksen mukaisella korkokannalla

kiertoajan alkuun diskontattujen tulojen ja menojen erotus.

Käyttäjämetsänomistajalle (korkokanta 3 prosenttia) suurimpiin diskontatuihin tuottoihin johtavat kiertoaajat asettuvat viljellen perustetuissa metsissä puulajista riippuen 50 ja 80 vuoden välille.

Säästäjä ja käyttäjämetsänomistajan asettamalla 0–3 prosentin tuottovaatimuksilla taloudellinen tulos ei ole kovin herkkä kiertoajan muutoksille. Esimerkiksi männikössä vä-





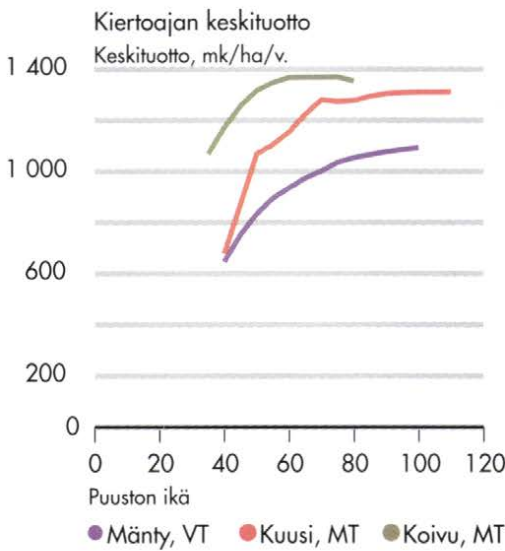
Kuva 3.4: MT- ja OMT-kuusikon arvokasvun määrittämiskaavio.

hintään 90 prosenttia suurimmasta nykyarvosta saavutetaan 50–85 vuoden ja kuusikossa 55–95 vuoden kiertajoilla, kun metsänomistajan asettama korkovaatimus on 3 prosenttia.

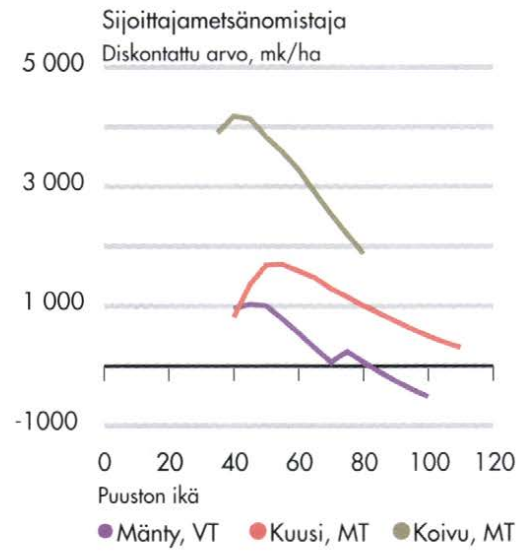
Sijoittajametsänomistajan asettama korkeampi pääoman tuotto vaatimus (5 prosenttia) tyypistää kiertajat lyhyiksi (kuva 3.7). Näin korkealla korkovaatimuksella puolukatyyppin männikön hakkuutulojen nykyarvo kohoaa häidin tuskin positiiviseksi. Karujen

maiden myynti voikin olla sijoittajametsänomistajalle kannattavin vaihtoehto. Viljelykoivikko tarjoaa parhaat tuottomahdollisuudet. Vielä koivun viljely- ja hoitokustannusten noustessa 7 000 markkaan hehtaarilla, jää 5 prosentin mukaan laskettu nykyarvo edelleen hieman positiiviseksi.

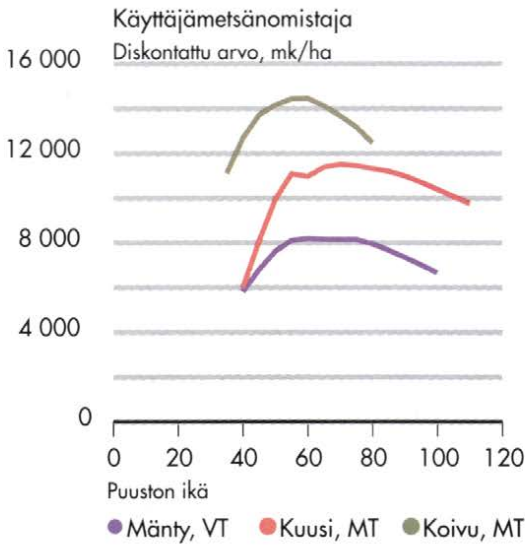
Kuvissa 3.6, 3.7. ja 3.8. sekä taulukoissa 3.1, 3.2. ja 3.3. mukaan on otettu hakkuutulot, korjuukustannukset ja metsänhoitokustannukset, mutta ei veroja ja muita yleiskus-



Kuva 3.5: Kiertojen keskituotto.



Kuva 3.7: Metsikön kantorahatulosten diskontattu arvo eri pituisilla kiertajoilla. Pääoman tuottovaatimus 5 prosenttia.



Kuva 3.6: Metsikön kokonaistuotoksen diskontattu arvo eri pituisilla kiertajoilla. Pääoman tuottovaatimus 3 prosenttia.

paljaasta maasta alkaen ikuisuuteen ulottuvalle kiertoaikojen sarjalle.

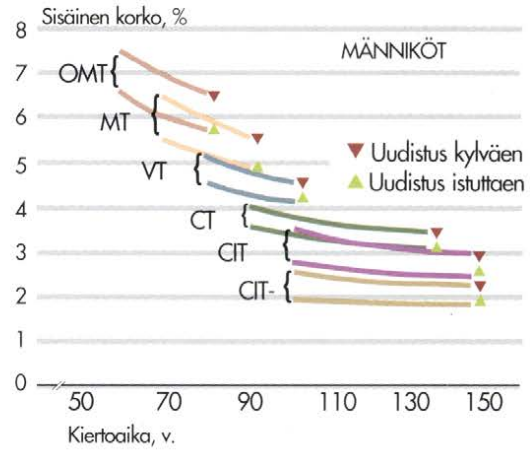
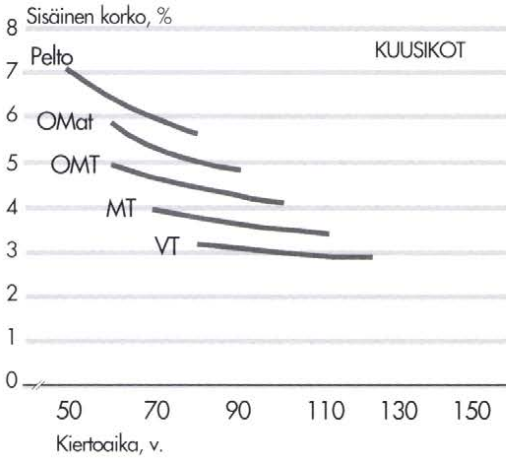
#### Sisäinen korko ja kiertojen pituus

Puuston edelleen kasvattamisen antamaa taloudellista tulosta voidaan tarkastella myös sisäisen koron perusteella. Se kuvaa sijoituksen antamaa tuottoa (korkoa). Sisäinen korko on sama kuin korkein korkokanta, jolla kiertojen menojen ja tulojen nykyarvojen erotus on nolla. Korkokannan nostaminen johtaa lopulta aina negatiiviseen nykyarvoon, koska kiertoaika alkaa uudistamismenoilla.

Sisäinen korko riippuu puuston iästä ja määrästä sekä kasvupaikan tuottokyvystä samoin kuin arvokasvuprosenttinkin. Kuvassa 3.8. esitellään sisäiset korot puuston iän ja kasvupaikan perusteella eri pituisten kiertoaikojen lopussa. Laskelmiin ei sisälly puunkasvatuksen yleiskustannuksia, veroja eikä metsämaan arvoa. Puuntuotannon todellinen kannattavuus on noin prosenttiyksikön alhaisempi kuin kuvan 3.8. lukuarvot.

tannuksia. Lisäksi metsiköiden on oletettu kehittyvän häiriöttä täystiheinä.

Maankorkoteorian mukainen **maan arvo** saadaan, kun diskontattu tuotto lasketaan



Kuva 3.8: Puunkasvatuksen sisäinen korko kiertoaikaa jatkettaessa. Lähde: Simo Hannelius, 1989.

Käenkaali-mustikkatyyppin ja mustikkatyyppin kuusikoiden tuotto alenee kiertoaikaa jatkettaessa vähemmän kuin mustikka- ja puolukkatyyppin männiköiden. Käenkaali-mustikkatyyppin männikön tuotto on yliarvio, laskelmassa ei ole otettu huomioon oksaisuuden aiheuttamaa tukkipuun määrän vähenemistä.

Taulukko 3.1: Viljellen perustetun VT-männikön taloudellinen kehitys.

Ikä v.	Kokonaistuotos (m <sup>3</sup> /ha)	Keskikasvu (m <sup>3</sup> /ha/v)	Keskituotto (mk/ha/v)	Dis-kontattu tuotto, 3% (mk/ha)	Dis-kontattu tuotto, 5% (mk/ha)
40	207	5,2	571	4 866	501
45	237	5,3	667	5 757	573
50	262	5,2	741	6 495	547
55	287	5,2	797	6 933	351
60	310	5,2	834	7 010	138
65	332	5,1	869	6 978	-85
70	351	5,0	895	6 972	-297
75	371	4,9	926	6 972	-140
80	388	4,8	942	6 787	-295
85	404	4,8	953	6 531	-446
90	420	4,7	964	6 248	-584
95	436	4,6	972	5 944	-708
100	451	4,5	978	5 627	-818

Taulukoissa 3.1–3.3. on esitetty kolmen esimerkkimetsikön taloudellisten tunnusten iän mukainen kehitys. Laskelmat perustuvat puun tienvarsihintoihin ja koneellisen korjuun kustannuksiin vuodelta 1996.

Uudistamiskustannuksiksi on oletettu 3 500

Taulukko 3.2: Viljellen perustetun mustikkatyyppin kuusikon taloudellinen kehitys.

Ikä v.	Kokonaistuotos (m <sup>3</sup> /ha)	Keskikasvu (m <sup>3</sup> /ha/v)	Keskituotto (mk/ha/v)	Dis-kontattu tuotto, 3% (mk/ha)	Dis-kontattu tuotto, 5% (mk/ha)
40	245	6,1	598	4 990	322
45	299	6,6	773	6 872	820
50	357	7,1	952	8 549	1 110
55	389	7,1	985	9 565	1 122
60	429	7,2	1 030	9 464	1 021
65	470	7,2	1 094	9 841	921
70	512	7,3	1 145	9 956	756
75	540	7,2	1 139	9 897	634
80	571	7,1	1 143	9 778	500
85	601	7,1	1 158	9 667	382
90	632	7,0	1 168	9 479	264
95	662	7,0	1 172	9 223	148
100	692	6,9	1 174	8 943	44
105	722	6,9	1 174	8 654	-50
110	752	6,8	1 175	8 367	-130



Taulukko 3.3: Viljellen perustetun MT-koivikon taloudellinen kehitys.

Ikä v.	Kokonais-tuotos (m <sup>3</sup> /ha)	Keskikasvu (m <sup>3</sup> /ha /v)	Keskituotto (mk/ha /v)	Dis-kontattu tuotto, 3% mk/ha	Dis-kontattu tuotto, 5% mk/ha
40	275	6,9	1 042	11 010	3 356
45	308	6,8	1 121	11 934	3 316
50	338	6,8	1 176	12 327	3 043
55	367	6,7	1 204	12 578	2 820
60	388	6,5	1 223	12 596	2 551
65	410	6,3	1 224	12 291	2 207
70	430	6,1	1 225	11 889	1 878
75	451	6,0	1 226	11 441	1 577
80	470	5,9	1 212	10 805	1 282

markkaa hehtaarilla männikössä (kylvö) ja 4 000 markkaa hehtaarilla kuusikossa ja koivikossa. Harvennusten ajankohdat ovat männikössä 29, 46 ja 66 vuotta, kuusikossa 31, 49 ja 69 vuotta sekä koivikossa 22, 35 ja 50 vuotta.

#### Kirjallisuutta:

- Lähde: Simo Hannelius. 1989. Korkokanta metsätaloudellisissa sijoituksissa. Teoksessa Suomen kiinteistöarviointi ry:n 10-vuotisujuhla-julkaisu. Rakentajain kustannus Oy.
- Nyysönen, A. ja Mielikäinen, K. 1978. Metsikön kasvun arviointi. Acta Forestalia Fennica 163.
- Nyysönen, A. ja Ojansuu, R. 1982. Metsikön puutavaralajirakenteen, arvon ja arvokasvun arviointi. Acta Forestalia Fennica 179.
- Valsta, L. 1982. Istutuskasvun kasvatustehyysien liiketaloudellinen vertailu. Folia Forestalia 504.
- Valsta, L. 1996. Stand Management Assistant (SMA) – työväline metsikön käsittelyohjeiden määrittämiseen. Teoksessa: Hynnen, J. ja Ojansuu, R. (toim). Puuston kehityksen ennustaminen – MELA ja vaihtoehtoja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 612, ss. 85–106.

## 3.2 Uudistamisen tekniikka ja talous

Kaarlo Kinnunen, MMT, vanhempi tutkija

Metsänuudistamisesta aiheutuu sekä välittömiä että välillisiä kustannuksia. Välittömiä kustannuksia ovat uudistamiseen sijoitetut panokset, mm. työ- ja materiaalikustannukset. Välillisiä kustannuksia (tulon menetyksiä) aiheutuu maan tuottokyvyn vajaakäytöstä, pitkästä uudistumisajasta ja taimikon aukkoisuudesta.

Uudistamismenetelmien kannattavuutta voidaan tarkastella kahdella menetelmällä:

1. Nykyarvomenetelmällä, jossa kiertoajan kustannukset ja tuotot diskontataan uudistamisajankohtaan. Tulos riippuu suurelta osin siitä mitä korkokantaa käytetään, milloin päätehakkuu suoritetaan ja mikä on eri menetelmin saavutettu puuntuotos.
2. Laskemalla paljonko taimikon perustamisen kustannukset tiettyyn kehitysvaiheeseen mennessä.

Tässä luvussa käytetään lähinnä viimeksi mainittua tapaa.

### 3.2.1 Uudistusalan valmistaminen

#### Raivaus

Raivauksella tarkoitetaan hakkuualalle jääneen uudistamista häiritsevän roskapuuston poistamista. Koneellisen maanmuokkauksen yleistymisen 1980-luvulla vähensi uudistusalojen raivauksen tarvetta. Raivaus voidaan usein siirtää tehtäväksi vasta taimikonhoidon yhteydessä. Tällöin raivattavien lehtipuiden vesominen siirtyy myöhemmäksi, mikä vähentää taimikonhoidon uusimistarvetta ja alentaa näin kustannuksia.





*Tehokas muokkaus ja metsänviljely ovat usein edullisin keino taimikon perustamiseen viljavien maiden uudistusaloilla, kun mukaan lasketaan myös taimikon jälkihoidosta aiheutuvat kustannukset. Kuva Mikko Riikilä.*

Raivaus on keskimäärin varsin halpaa (330 mk/ha) osoittaen, että raivattavaa puustoa on yleensä ollut varsin vähän. Raivaustarvetta vähentää entisestään se, että kehityskelpoiset taimet ja taimiryhmät pyritään nykyisin säästämään, jos ne kokonsa puolesta sopivat perustettavaan taimikkoon.

Koneellisen korjuun helpottamiseksi raivaus kannattaa joskus tehdä jo ennen hakkuuta. Ennakkoraivaus alentaa korjuukustannuksia parantaen leimikolta maksettavaa kantohintaa. Jo 2 markan säästö kuutiolta puunkorjuussa kattaa päätehakuuleimikon (200 m<sup>3</sup>/ha) keskimääräiset raivauskustannukset.

#### *Maanmuokkaus*

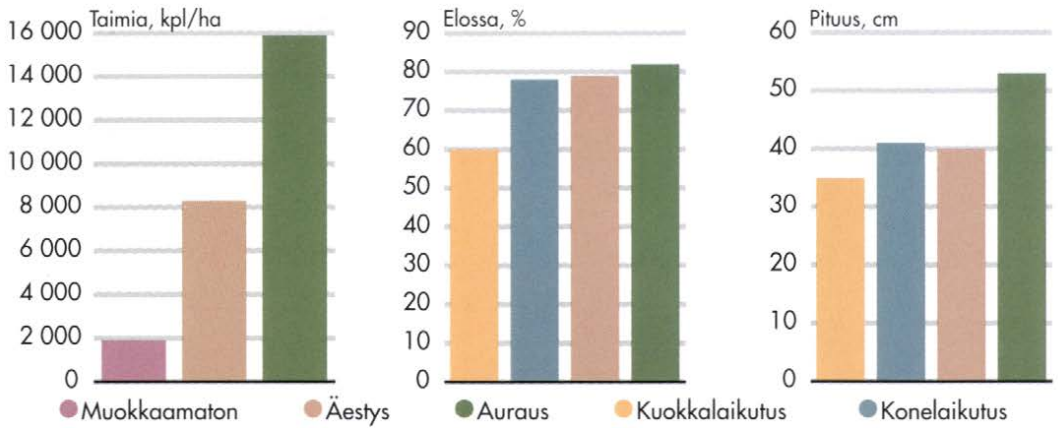
Maanmuokkauksesta tinkiminen aiheuttaa metsänomistajalle huomattavat taloudelliset menetykset epäonnistuneen tai huonon uudistumistuloksen vuoksi.

Muokkaus alentaa uudistamisen kokonaiskustannuksia arviolta 500–1 000 markkaa hehtaarilla. Muokkaamattomilla aloilla istutustyön ja taimikon jälkihoidon kustannukset ovat kaksinkertaiset tehokkaasti muokattuihin aloihin verrattuna. Muokkaamille uudistusaloille joudutaan lisäksi istuttamaan viidennes enemmän taimia kuin muokattuun maahan.

Muokkaus edistää myös luontaista taimetumista, joka paikkaa viljelyn epäonnistumisia ja lisää taimikon tiheyttä, mikä luo edellytykset laadukkaan tuotantopuuston kasvattamiselle (kuva 3.9).

Ilman koneellista maanmuokkausta metsänuudistamiseen kannattaa ryhtyä vain karuimmilla mailla ja toisaalta lehdossa sekä hyvin pienillä uudistusaloilla.

Maanmuokkaus voidaan jakaa kahteen päämenetelmään: 1. maanpinnan paljastami-



Kuva 3.9: Maanmuokkauksen vaikutus a) luontaiseen taimettumiseen, b) metsänviljelyn onnistumiseen ja c) viljelytaimien kasvuun. Mittaukset on tehty Pohjois-Pohjanmaalla 7 vuotta viljelyn jälkeen. Mukana on sekä kylvö- että istutustaimia. Lähde: Valtanen 1983, Metsätutkimuslaitoksen tiedonantoja 119.

nen ja 2. varsinainen maanmuokkaus, jossa maata siirretään kohoumiksi.

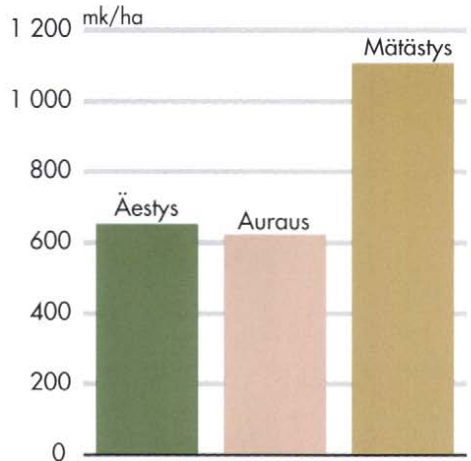
Esimerkiksi metsä-äkeellä tehty kivennäismaan paljastaminen (= lautasaeraus) riittää turvaamaan uudistumisen karuhkoilla mailla, jos maan vesitalous on kunnossa. Viime vuosina yleistyneen kaivurilaikutuksen etuna on äestystä leveämpi muokkausjälki, joka torjuu pintakasvillisuuden taimille viljavilla mailla aiheuttamaa haittaa. Kaivurilaikutus on äestystä selvästi kalliimpi muokkaustapa.

Märillä tai voimakkaasti heinittyvillä uudistusaloilla kaivurimätätys parantaa kasvupaikan vesitaloutta ja suojaa taimia pintakasvillisuuden kilpailulta.

Toinen voimaperäinen muokkausmenetelmä, auraus, lopetettiin Metsähallituksen mailla vuonna 1993. Pohjois-Suomen yksityismetsissä uudistusaloja aurataan edelleen, vaikka metsätalouden ympäristöohjelman mukaan kivennäismaiden auraus oli määrä lopettaa vuonna 1996.

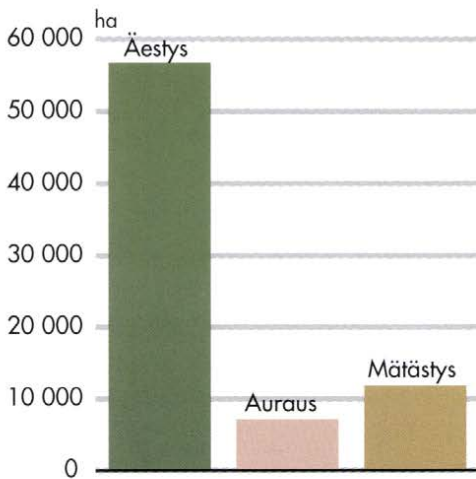
Mätätys kuivattaa maata tehokkaammin kuin auraus. Metsäaura puolestaan paljastaa enemmän kivennäismaata kuin mätätys,

mikä edistää luontaista taimettumista. Aurauksesta luopuminen heikentäisi uudistamisen kannattavuutta paksukunttaisilla mailla, joilla vaihtoehtona on vain kallis mätätys. Vuonna 1995 mätätys oli keskimäärin hehtaarilla 500 markkaa kalliimpaa kuin auraus.

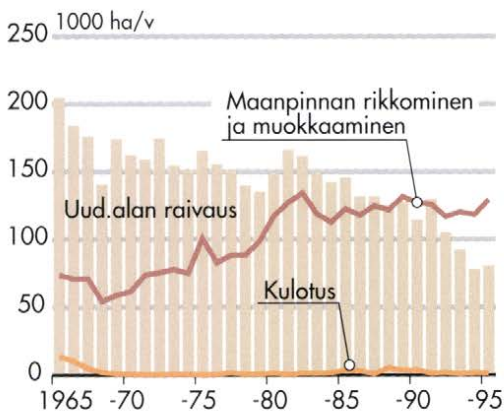


Kuva 3.10: Maanmuokkauksen kustannukset (mk/ha) yksityismetsissä vuonna 1996. Lähde: Tapio.





Kuva 3.11: Maanmuokkausmenetelmien käyttö yksityismetsissä vuonna 1996. Lähde Tapio.



Kuva 3.12: Metsänuudistamisen valmistelu vuosina 1965–95. Lähde: Metsäntutkimuslaitos.

### Kulotus

Kulotus on metsäpaloa mukaileva uudistusalan valmistusmenetelmä, jossa hakkuualalla olevat hakkuutähteet ja jätepuusto poltetaan. Pitkän poutakauden jälkeen sytytetty kulotuli polttaa kivennäismaan pinnalla olevan kunt-

takerroksen, mikä edistää varsinkin koivun taimettumista.

Kulotus maksaa keskimäärin 1 200 markkaa hehtaarilla. Kulotetut uudistusalat on lisäksi muokattava kevyesti, mikä korottaa kustannuksia entisestään.

Vuotuiset kulotuspinta-alat ovat jääneet vähäiseksi, vaikka kulotukseen onkin saatavilla julkista tukea. Syynä laimeahkoon kulotusintoon lienee ensisijaisesti pelko tulen karkaamisesta. Osittain pelko on liiallista, koska käytettävissä on kehittyntä tekniikkaa kulotusalan valmistamiseksi ja tulen rajaamiseksi.

Kulotuksen biologiset hyödyt tunnetaan hyvin. Humuksen happamuus vähenee ja orgaaniseen ainekseen sitoutuneet kivennäisravinteet (fosfori, kalium, kalsium ja magnesium) vapautuvat. Myös kasveille käyttökelpoinen liukoinen tyyppi lisääntyy, vaikka kokonaistypen määrä maassa väheneekin.

Kulotuksen taloudellista kannattavuutta on kuitenkin hankala arvioida, koska hyötyjä on vaikea muuttaa suoraan rahaksi.

Paikoin metsänomistajat ovat kokeilleet uudistusaloilla olevien hakkuutähdetasojen polttamista aikaisin keväällä tai myöhään syksyllä, jolloin tulen leviämisvaara on pieni. Kulotuksen biologisia hyötyjä ei saavuteta, mutta maanmuokkaus ja istutustyö helpottuvat. Samalla uudistusalalle saadaan myös hiiltyntä puuta joidenkin harvinaisten eliöiden elinpaikoiksi.

## 3.2.2 Luontainen uudistaminen

Metsien luontainen uudistaminen on viime vuosina yleistynyt. Nykyisin luontainen uudistaminen on lähes yhtä yleistä kuin metsänviljely.

Luontaisen uudistamisen välittömät kustannukset ovat pienet (1 000–1 500 mk/ha). Kustannuksia aiheuttavat mm. siemenpuiden

valinta, maanmuokkaus ja raivaus. Erityisesti rehevillä mailla luontaisen uudistamisen aiheuttamat taimikon jälkihoitotyöt ja uudistamisen välilliset kustannukset korottavat merkittävästi kokonaiskustannuksia.

### *Siemensatojen ennustaminen*

Luontaisen uudistamisen aloille on saatava riittävästi siementä ennen kuin pintakasvillisuus peittää muokkausjäljen. Koivulla hyvät siemensadot toistuvat parin vuoden välein, kuusella ehkä vain kerran vuosikymmenessä (kuva 3.13). Männyllä saadaan Etelä-Suomessa jonkin verran siementä lähes joka vuosi, mutta pohjoisessa siemenvuosien väli on männylläkin 10–15 vuotta.

Metsäpuiden siemensadot osataan nykyisin ennustaa melko luotettavasti. Metsäntutkimuslaitoksen siemensatoennusteet perustuvat mm. silmu- ja käpyhavaintoihin. Koivun siemensato pystytään silmujen perusteella ennustamaan siementen varisemista edeltävänä syksynä, kuusella vuotta aiemmin ja männyllä 2 vuotta aiemmin. Havupuilla käpyhavainnot tarkentavat ennusteita.

Lopullinen varmuus havupuiden siemensadosta ja siemenen laadusta saadaan kuitenkin vasta siementen varisemista edeltävänä syksynä. Erityisesti kuusella tuholaiset voivat tuhota hyvänkin siemensadon. Näin kävi viimeksi kesällä 1995.

### 3.2.3 Kylvä

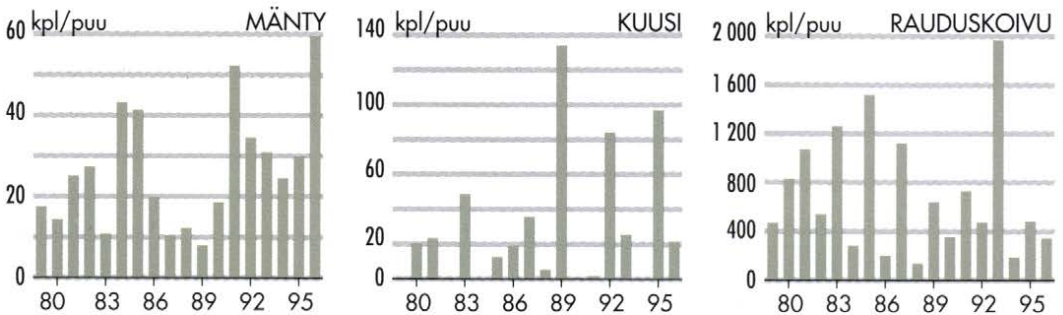
Edullisimpaan kylvötulokseen pääseminen edellyttää siemen- ja työ-kustannusten optimoimista. Kylvä on halvinta, kun se tehdään koneella maanmuokkauksen yhteydessä. Siemenhävikki saattaa kuitenkin kohota, jos muokkausjälki jää epäyhtenäiseksi.

Kylvön kokonaiskustannukset eivät ole laskeneet samaan tahtiin työ-kustannusten kanssa, koska siementen hinta on samanaikaisesti kohonnut. Siementen osuus kylvön kustannuksista on 70 prosenttia, joten käytetyllä siemenmäärällä on merkittävä vaikutus kylvökustannuksiin. Kone- ja käsinkylvön kokonaiskustannukset ovatkin jokseenkin samalla tasolla, jos siemenmäärä valitaan niin, että molemmilla menetelmillä ylletään yhtä hyvään taimettumistulokseen.

Männyn metsikkö- ja siemenviljelyssiemenen hintaero on vähäinen. Kuusen ja rauduskoivun siemenviljelyssiemen maksaa kolminkertaisesti metsikkösiemenen verrattuna.

Jalostushyöty muodostuu ensisijaisesti tukkipuuston laadun paranemisesta ja osin myös määrän kasvamisesta. Jalostushyöty realisoituu kiertoajan lopulla.

Männyllä siemenviljelyssiemenen käyttö tuottaa kylvössä parhaan sisäisen koron, koska se on vain hivenen metsikkösiementä kalliimpaa. Kuusella ja koivulla metsikkö- ja sie-



Kuva 3.13: Männyn ja kuusen käypsato ja rauduskoivun hedekukinnot Etelä-Suomen tarkkailumetsiköissä vuosina 1979–96. Lähde: Hokkanen.



*Taulukko 3.4: Metsäpuiden siementen hinnat 1997 sekä arvio jalostetun siemenen käytön kannattavuudesta. Taulukossa esitetyt sisäiset korot osoittavat jalostetun siemenen käytöstä koituvat hyödyt. Jalostushyödyksi on oletettu joko 10 tai 20 prosenttia metsikkösiemeneen verrattuna.*

Puulaji	Mänty	Kuusi	Rauduskoivu
Metsikkösiemen, mk/kg	2 500 <sup>1)</sup>	1 150 <sup>3)</sup>	980 <sup>5)</sup>
Siemenviljelyssiemen, mk/kg	2 900 <sup>2)</sup>	3 300 <sup>4)</sup>	3 200 <sup>6)</sup>
Kustannuslisä siemenvilj. siemenen käytöstä, mk/ha	200	700	700
Kiertoaika, vuotta	80	80	60
Sisäinen korko (%) :			
jos jalostushyöty on			
10%	4,1	2,2	2,9
20%	5,0	3,1	4,1
ITÄVYYS:			
1) >95 % 2) >95 % 3) >90 %			
4) >95 % 5) >50 % 6) >60 %			

menviljelyssiemenen hintaero on huomattavasti suurempi. Kuusen pidempi kiertoaika alentaa jalostetun siemenen käytöstä saatavaa sisäistä korkoa. Jalostushyödyn nostaminen 10:stä 20 prosenttiin kasvattaa sisäistä korkoa yhdellä prosenttiyksiköllä.

Siemenviljelys- ja metsikkösiemenen sekoituksen käyttäminen pienentää siemenkustannuksia. Se voi myös edistää taimettumista. Itämisnopeuden erot pienentävät epäedullisten sääolojen riskiä arassa itämis- ja sirkkataimivaiheessa.

Uusimpien tutkimusten mukaan myös kuusen ja koivun kylvökin voivat tulla kyseeseen, vaikka kokemukset vanhastaan ovatkin olleet huonoja. Säästöjen toivossa rehevien maiden uudistusaloja ei kuitenkaan kannata kylvää. Taimikon jälkihoitokulut näet kohoavat merkittävästi. Lisäksi epäonnistumisen riski on suurempi kuin istutuksessa.

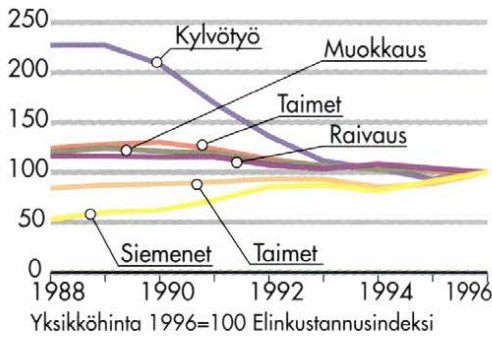
### 3.2.4 Istutus

Viime vuosina kuusta on istutettu enemmän kuin mäntyä. Syynä tähän on huoli istutusmäntyjen tuottaman tukkipuun huonolaatuisuudesta. Männyn osuus vuosittaisista uudistuspinta-aloista on kuitenkin yhä 60 prosenttia, kun istutuksen, kylvön ja luontaisen uudistamisen alat lasketaan yhteen.

Istutustyön hinta on viime vuosina hieman laskenut, taimikustannukset ovat elinkustannusindeksillä mitaten pysyneet ennallaan (kuva 3.14). Kalleinta on ollut koivun ja hal-



*Viime vuosina kuusen istutusala on kohonnut suuremmaksi kuin männyn. Rehevillä mailla kuusi tuottaa laadukkaampaa puuta kuin mänty. Lisäksi kuusen istukkaat menestyvät metsässä varmemmin kuin männyn tai koivun taimet. Kuva Risto Pöntinen.*



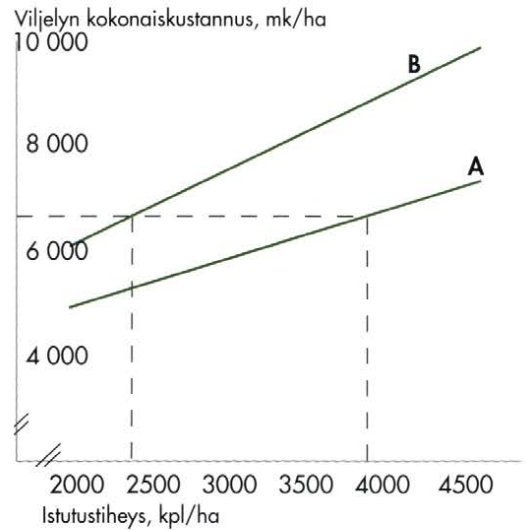
Kuva 3.14: Metsänuudistamisen hintakehitys. Koneellistaminen on alentanut erityisesti kylvökustannuksia. Nimelliskustannukset on muunnettu reaaliarvoon elinkustannusindeksin perusteella. Lähde: Tapion vuosikertomus 1996.

vinta männyn istutus. Kustannuserot johtuvat siitä, että viime vuosina männyn istutuksessa on suosittu pieniä, keskimääräistä halvemmalla istutettavia taimia. Vaihtoehtoisesti männyn viljelytiheyttä voidaan nostaa pieniä taimia käyttäen ilman että uudistamiskustannukset kohoavat keskimääräistä korkeammiksi (kuva 3.15).

### 3.2.5 Sekamenetelmä

Tuoreen selvityksen mukaan viidennes muokatuista uudistusaloista olisi taimettunut pelkän reunametsäsiemennyksen turvin. Vain 40 prosentilla aloista istutus arvioitiin ensisijaiseksi uudistamismenetelmäksi. Muokkaamattomillakin mailla kolmasosa kasvatuskelpoisista taimista oli luontaisesti syntyneitä. Käytännössä luontainen taimettuminen niveltyy siis lähes aina metsänviljelyn tueksi.

Luontaista taimettumista voitaisiin käyttää uudistamisessa nykyistä määrätietoisemmin. Istutusihyettä tai kylvössä siemenannosta voitaisiin pienentää luontaisen taimiaineksen tuomaan täydennykseen luottaen. Vaihtoehtoisesti uudistuminen voitaisiin jättää ensi-



Kuva 3.15: Pieniä taimia käyttäen (A) männyn istutusihyettä voidaan nostaa merkittävästi ilman, että kustannukset kohoavat. Käyrä B kuvaa viljelyn kustannuksia isokokoisia taimia käytettäessä. Lähde: Tapion taskukirja, Jari Parviainen 1991.

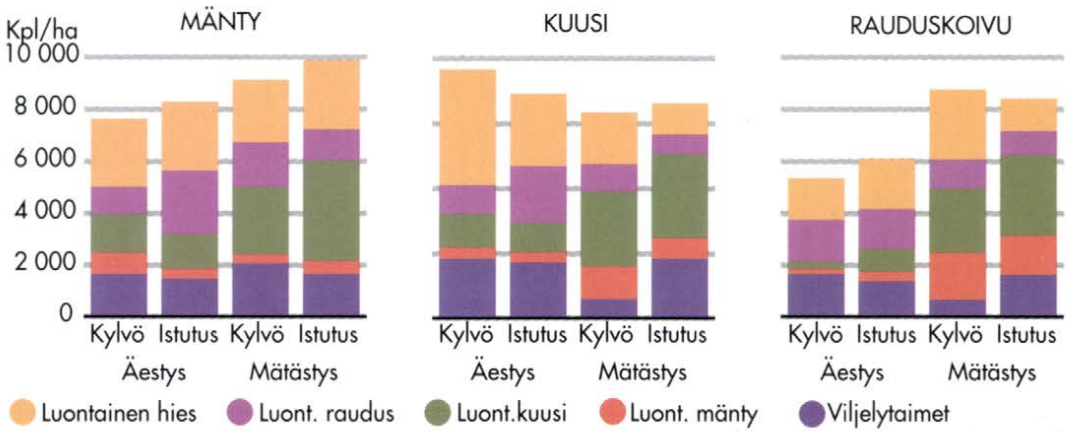
jassa luonnon varaan. Taimettumista seurataisiin muutama vuosi, jonka jälkeen aukko- paikat viljeltäisiin.

Ensin mainittu vaihtoehto on useimmiten suositeltavampi, koska uudistumisaika jää lyhyemmäksi. Jälkimmäinen taas sopii kohteille, joilla luontaisen uudistumisen edellytykset ovat hyvät.

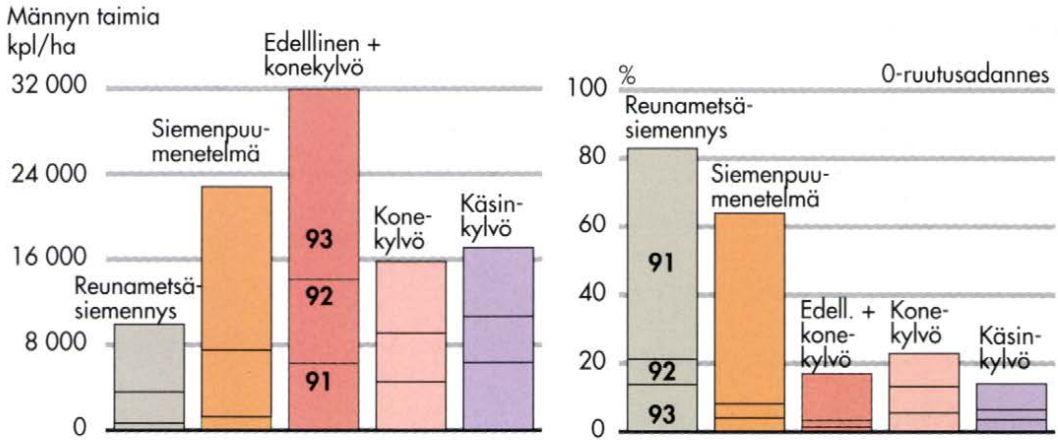
Sekamenetelmän riskinä on uudistumisaikojen piteneminen. Tuloksena voi myös olla aukkoinen tai vääriä puulajia oleva taimikko. Rehevillä mailla koivu – valitettavan usein hies – kehittyä vallitsevaksi. Yleensä tuloksena on kuitenkin tyydyttävä sekataimikko, josta peraten ja harventaen kyetään muovaamaan tuottava puusto (kuva 3.16). Karuhkoilla mailla sekamenetelmän tuloksena syntyy useimmiten mäntyvaltainen taimikko (kuva 3.17).

Sekauudistamisen täsmällisiä kustannuksia on vaikea laskea. Uudistamiskustannuksissa





Kuva 3.16: Taimien lukumäärä (kpl/ha) tuoreilla ja lehtomaisilla kankailla seitsemän vuotta viljelyn jälkeen (Kinnunen 1995).



Kuva 3.17: Kuivahkon kankaan taimettuminen. Muokkaus on tehty ennen kasvukautta 1991. Taimettumista on seurattu vuosittain (Kinnunen 1994).

säästetään ehkä 10–20 prosenttia, jos viljelykustannuksia voidaan alentaa 20–30 prosenttia luontaista taimiainesta hyväksikäyttäen.

### 3.2.6 Alikasvoksen hyödyntäminen

Valtakunnan metsien inventoinnin mukaan kehityskelpoista alikasvostaimikkoa esiintyy Etelä-Suomessa 5,4 prosentilla metsien alasta. Mm. tuoreilla kankailla ja korpimetsissä koi-uvuvaltaisen puuston varjoon syntyy useimmi-

ten kuusialikasvosta. Kuusimetsiin alikasvosta sen sijaan muodostuu harvoin. Rämellä ja kuivilla kankailla kasvaa joskus kehityskelpoista alikasvosmännikköä.

Kasvatuskelpoisen alikasvoksen on oltava puulajiltaan kasvupaikalle biologisesti sopivaa, elpymiskykyistä sekä riittävän tiheää ja tasaista. Normaalisti kuusialikasvoksen pituuskasvu elpyy 3–5 vuodessa ylispuuhakkuun jälkeen. Ennen uudistamishakkuuta alikasvoksen toipumista voidaan arvioida taimien pituuskehityksen perusteella. Varmimmin hakkuun jälkeen elpyy hyväkasvuinen nuori taimikko. Mahdollisuudet ovat paljon huonommat, jos latva kasvaa pituutta hitaammin kuin sivuoksat.

Alikasvoksen varominen lisää puunkorjuun kustannuksia uudistamishakkuussa. Huolellisesta korjuusta huolimatta 10–60 prosent-

tia taimista tuhoutuu. Parhaimmillaan vapautettava alikasvos voi kuitenkin yksinäänkin muodostaa tasaisen ja arvokkaan taimikon uudistushakkuun jälkeen. Tällöin uusi puusukupolvi on kehityksessään useita vuosia avohakkuun jälkeen viljeltävää taimikkoa edellä.

Harvaa ja epätasaista alikasvosta joudutaan uudistushakkuun jälkeen täydentämään. Tällöin taloudellinen hyöty jää vähäiseksi. Jos alikasvoksen vapauttaminen epäonnistuu, uudistamiskustannukset nousevat uudistamisajan pidentyessä korkeiksi. Uudistusala kannattaakin viljellä välittömästi, jos alikasvoksen kasvatuskelpoisuus näyttää epävarmalta. Tällöinkin hakkuusta ja muokkauksesta selvinneet alikasvostaimet voivat täydentää viljelytaimikkoa.

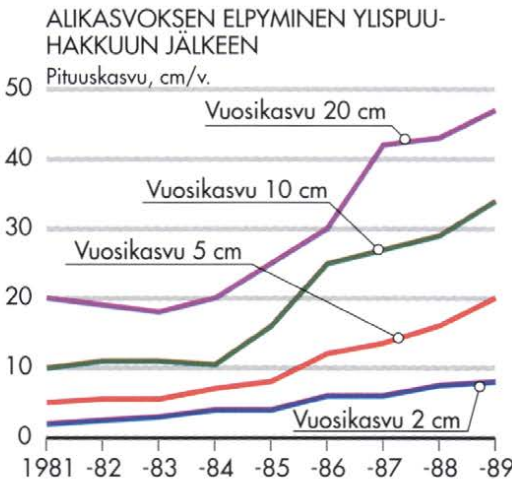
### 3.2.7 Taimikon varhaishoito

Luontaisesti syntyneet ja kylvetyt havupuun taimet ovat rehevillä kasvupaikoilla alttiina pintakasvillisuuden kilpailulle 7–8 kasvukautta. Istutustaimet kasvavat yleensä 4–5 vuodessa heinikkoa pitemmiksi. Koivun luontaiset ja kylvötaimet kasvavat heinikolta turvaan 3–4 kasvukaudessa ja istutustaimet jo toisena kasvukautena.

Heinäntorjunnan tarve vaihtelee pintakasvillisuuden peittävyuden ja korkeuden mukaan. Muokatulla maalla heinikko ei yllä tukahduttamaan taimia ainakaan parina ensimmäisenä vuonna.

Mekaaninen heinäntorjunta maksaa noin 700 markkaa hehtaarilla. Luontaisessa uudistamisessa ja kylvössä heiniminen muodostaa usein yli puolet uudistamisen kokonaiskustannuksista. Kemiallinen heinäntorjunta tulee mekaanista edullisemmaksi, jos se antaa taimille parin kolmen vuoden suojan pintakasvillisuudelta.

Heinikon tukahduttamiseksi on kokeiltu myös taimen ympärille asetettavia katteita



Kuva 3.18: Alikasvoskuusten pituuskasvu ennen ylispuuhakkuuta on pätevä mittari taimien toipumiskyvyn arvioimiseksi. Kuvan käyrät on nimetty taimien hakkuuta edeltävän pituuskasvun mukaan. Lähde: Koistinen ja Valkonen, *Models for height development of... Silva Fennica* 27(3):179–194.



sekä suoajputkia, jotka pitävät myös myyrät loitolla. Putkien hinta kohoaa jopa 8 000–9 000 markkaan hehtaarilla, minkä vuoksi niiden käyttö rajoittuu lähinnä erikoispuiden kasvatukseen.

Täydennysistutuksen kustannukset taimea kohti ovat kaksinkertaiset normaaliin istutukseen verrattuna. Tämän vuoksi täydennyksiä onkin vähennetty. Liika tinkiminen johtaa kuitenkin aukkoisiin tai vähäarvoisiin metsiköihin, jolloin säästö kostautuu hakkuutulosten pienentymisenä.

### 3.2.8 Uudistumisaika

Uudistumisaika on välillinen kustannus, joka on otettava huomioon menetelmien edullisuutta arvioitaessa. Istutuksen keskimääräinen aikahyöty kylvöön on taimien ikä + yksi kasvukausi.

Luontainen taimettuminen saadaan käyntiin nopeasti, jos uudistaminen keskitetään hyviin siemenvuosiin. Tällöin ero kylvön hyväksi jää 1–2 vuoden pituiseksi. Jos luontaista uudistamista yritetään siemenvuosista piittaamatta, taimettuminen viivästyy ja taimikko voi jäädä epätasaiseksi vaatien kallista täydennysviljelyä.

Luontaisessa uudistamisessa taimia alkaa syntyä jo ennen hakkuuta ja taimettuminen jatkuu vuosia. Luontaisten taimikoiden uudistumisaika venyy jopa 10–15 vuoteen. Pääosa taimista syntyy kuitenkin yleensä kahtena muokkauksen jälkeisenä kasvukautena, joten metsikön tuleva kehitys muodostunee tämän enemmistön mukaiseksi.

### 3.2.9 Uudistamisketjut

Uudistamisketju on sarja toimenpiteitä, jotka ovat tarpeen metsän uudistumisen ja taimikon alkukehityksen turvaamiseksi. Taulukos-

sa 3.5. vertaillaan erilaisten uudistamisketjujen edullisuutta.

Luontaisessa uudistamisessa viiveeksi oletetaan 5 vuotta ja kylvössä 3 vuotta istutukseen verrattuna. Viiveen hintana käytetään 500 markkaa hehtaarilla vuodessa, joka vastaa 5 kuution vuotuista keskikasvua hehtaarilla. Kylvössä ja luontaisessa uudistamisessa – hitaasta alkukehityksestä johtuen – laskettiin lisäksi kuluvan 1 000–1 500 markkaa hehtaarilla enemmän heinimiseen ja täydennysviljelyyn kuin istutusaloilla.

Taulukon 3.5. laskelmissa istutustiheytenä oli männyllä 2 500, kuusella 2 000 ja rauduskoivulla 1 600 tainta hehtaarilla. Istutuskustannukset nousevat 1 500 markkaa, jos männyn istutustiheys nostetaan 4 000 taimeen hehtaarilla.

Siemenpuiden kasvun uudistamis- ja ylispuuhakkuun välisenä aikana (yhteensä 4–8 m<sup>3</sup>/ha) laskettiin luontaisen uudistamisen aloilla korvaavan tuulikaadoista ja ylispuiden erillisestä korjuusta aiheutuvat lisäkustannukset.

Mustikkatyypillä istutus osoittautui edullisimmaksi. Taimikon perustamisvaiheessa halvat uudistamistavat häviävät hintaetunsa, kun laskelmaan lisätään jälkihoidosta ja uudistamisviiveestä johtuvat kustannukset.

Käenkaali-mustikkatyypillä perustamisvaiheessa halvin kuusen istutus äestettyyn maahan menettää hintaetunsa korkeampien jälkihoidokustannusten vuoksi. Kasvupaikan rehevyys korostaa taimien nopean alkuun lähön merkitystä.

### 3.2.10 Luonnon monimuotoisuuden hoidon kustannukset

Metsäluonnon monimuotoisuutta turvaavat säästöpuut jätetään uudistusalalle lahoamaan. Säästöpuiden jättämistä suositellaan, mutta ei edellytetä uudessa metsälaissa (1.1.1997), jo-

Taulukko 3.5: Eri uudistamismenetelmien kustannukset (mk/ha). Mukana ovat vain perustamis- ja varhaishoitokustannukset sekä kylvön ja luontaisen uudistamisen aikaviiveestä istutukseen nähden aiheutuvat kustannukset (500 mk/ha/vuosi).

Metsätyyppi	Puolukkatyyppi		Mustikkatyyppi		Käenkaali-mustikkatyyppi				
	Luont.	Kylvö	Äestys		Kuusi		Mätästys		
Istutus			Kylvö	Istutus	Kuvu	Istutus	Kuusi	R.koivu	
	Muokkausmenetelmä								
Puulaji									
Uudistamismenetelmä									
Raivaus	330	330	330	330	330	330	330	330	
Muokkaus	650	650	650	650	650	650	650	650	
Työkustannukset		220	1 000	220	1 000	1 220	1 320	1 220	1 320
Materiaalikustannukset		560	1 420	560	1 420	1 830	2 660	1 830	2 660
Kustannukset ilman viivettä	980	1 760	3 400	1 760	3 400	4 030	4 960	4 480	5 410
Uudistamisviive	2 500	1 500		1 500					
Kustannukset+ viive	3 480	3 260	3 400	3 260	3 400	4 030	4 960	4 480	5 410
Jälkihoitolisä (jhl)	1 000	1 000		1 500	1 000	1 000			
Kustannukset+jhl+viive	4 480	4 260	3 400	4 760	4 400	5 030	4 960	4 480	5 410

ten metsänomistaja viimekädessä itse päättää, jättääkö säästöpuita uudistusalalleen. Edullisinta on valita säästöpuiksi teknisesti huonolaatuisimpia runkoja.

Säästöpuut alentavat taimien kasvua. Niemistön ym. (1993) mukaan uudistusalalle jätetyt yksittäiset mänty-ylispuut alensivat luontaisen mäntytaimikon tiheyttä alle puoleen normaalista 1,5–2 metrin etäisyydelle puun tyveltä. 20 järeää säästöpuuta hehtaarilla kattaa 1,5 metrin vaikutusetäisyydellä laskevien 1,4 prosenttia metsikön pinta-alasta.

Eräissä 1980-luvulla tehdyissä tutkimuksissa taimikon kasvun todettiin ylispuiden aiheuttaman kilpailun vuoksi alenevan huomattavasti rajummin.

Toisaalta luonnon monimuotoisuutta vaaliva metsänhoito alentaa mm. uudistusalan raivauksen, metsänviljelyn ja taimikonhoidon kustannuksia.

Monimuotoisuutta suosivan metsänhoidon välittömistä kustannuksista on esitetty erilaisia arvioita. Konsulttiyhtiö Induforin

laatiman laskelman (1995) mukaan luonnonhoidosta kertyi lisäkustannuksia ja säästöjä taulukon 3.6. mukaisesti.

Välillisiä uudistamiskustannuksia säästöpuista aiheutuu mm. aukkoisen, tavallista heikommin kasvavan taimikon vuoksi.

Taulukko 3.6: Luonnon monimuotoisuuden aiheuttamat välittömät lisäkustannukset ja säästöt metsänuudistamisessa.

	mk/ha
Jättöpuut 10 m <sup>3</sup> /ha hinta 140 mk/m <sup>3</sup>	+ 1 400
Maapuit 5 m <sup>3</sup> /ha, hinta 30 mk/m <sup>3</sup>	+ 150
Korjuukustannusten lisäys 2 mk/m <sup>3</sup>	+ 400
<i>Uusi metsänhoito tuottaa myös säästöjä:</i>	
Raivauksen väheneminen	-200
Istutustarpeen väheneminen	-330
Taimikonperkaustarpeen väheneminen	-255
30 %: lla	
<b>Yhteensä</b>	<b>1 165</b>
Lähde: Indufor 1995	



### 3.3 Ojitusalueiden uudistamisen erityispiirteet

*Markku Saarinen, MMK, varttunut tutkija*

Valtakunnan metsien kahdeksannen inventoinnin mukaan ojitusalueilla on tällä hetkellä noin 180 000 hehtaaria uudistuskypsä metsiä. Määrä ei siis vielä ole suuri, mutta uudistamistarve kasvaa nopeasti. Turvemailla lasketaan olevan varttuneita kasvatusmetsiä jo yli 0,7 miljoonaa hehtaaria.

Turvemaiden uudistamisen erityispiirteet liittyvät suon vesi-, lämpö- ja ravinneoloihin sekä pintakasvillisuuden muutoksiin ja kivennäismaista poikkeavaan kasvupaikkaluokitukseen.

#### *Pohjavesi*

Ojitusalueilla pohjaveden taso vaikuttaa puiden juuriston kasvutilaan, maaperän ilmaavuuteen ja kasvualustan kosteuteen. Pohjaveden korkeus ei juuri edistä siementen itämistä, jos kasvualusta sääoloista johtuen muutenkin pysyy riittävän kosteana. Pitkien poutajaksojen aikana koholla oleva pohjavesi kuitenkin helpottaa siementen itämistä.

Varsinkin turvekankaille tyyppillisessä raakamuskkeroksessa korkealla olevan pohjaveden tuoma lisäkosteus voi kuivina kesinä merkittävästi tehostaa taimettumista. Toisaalta liiallinen kosteus saattaa haitata sirkkaimien juurtumista ja varhaiskehitystä. Ratkaisevaa on pohjaveden ylin taso. Taimien kasvu kärsii, jos pohjavesi nousee toistuvasti alle 10 sentin syvyyteen turpeen pinnasta.



*Turvemaiden metsänviljelyn onnistumisen edellytyksenä on useimmiten voimaperäinen maanmuokaus. Kuva Mikko Riikilä.*

### *Pintakasvillisuus*

Ojitusalueilla pintakasvillisuus muuttuu nopeasti ja kehittyä ojituksen jälkeen mosaiikkimaiseksi. Rahkasammal kuolee laikuittain. Ojien lähelle syntyy usein sammalettomia, karikkeen peittämiä pälvä, vaikka muualla rahkasammal vielä vallitseekin. Karikepinnoille ilmaantuu kangasmailta tuttuja seinä-, kynsi- ja kerrossammalia. Ne valtaavat vähitellen koko ojitusalueen ja kasvupaikka muuttuu turvekankaaksi, jos pohjavesi pysyy riittävän syvällä.

Suurella osalla vanhoista ojitusalueista pintakasvillisuuden kehittyminen (sukessio) kangasmetsien lajistoksi keskeytyy. Ojien rapistuessa kangassammalten sekaan alkaa jälleen syntyä rahkasammalikkoo. Vanhoilla ojitusalueilla vallitseekin usein pintakasvillisuuden erisuuntaisten sukessiovaiheiden luoma monimuotoisuus.

Rahkasammaliin sitoutuu runsaasti vettä. Ojitusalueiden rahkasammalpinnot pysyvät taimille riittävän kosteina kuivissakin sääoloissa. Mättäinä kasvavaa ruskeaa rahkasammalta lukuunottamatta rahkasammalet tarjoavat otollisen itämisalustan puiden siemenille.

Seinä- ja kerrossammalkasvustot taimettuvat heikosti. Ojitusalueilla taimettumista haittaavat myös kenttäkerroksen lajit, mm. tupasvilla, harmaasara ja pallosara sekä korpi-soilla kastikat ja vadelma. Esimerkiksi tupasvilla voi levitä voimakkaasti varpu- ja puolukaturvekankaiden uudistusaloille.

### *Turpeen kostuvuus*

Kostea turve sitoo itseensä runsaasti vettä. Kuivuttuaan se kuitenkin muuttuu osittain vettä hylkiväksi. Mitä pidemmälle turve on maatonut, sitä hitaammin se kuivuttuaan uudelleen kostuu.

Pintakasvillisuuden ja hakkuutähteiden päälle mätästettäessä nostetut, kuivuneet tur-

vepaakat voivatkin olla varsin epäsuotuisia sirkkataimien itämis- ja kasvualustaksi.

### *Ravinmetalous*

Turpeessa on vähemmän mineraaliravinteita suhteessa maaperän typpivaroihin kuin kivennäismaassa. Tämä johtuu turpeen orgaanisesta koostumuksesta ja ojituksen aiheuttamasta ravinteiden huuhtoutumisesta.

Mineraaliravinteiden määrä turpeessa on suurimmillaan pintakerroksessa. Syvemmällä ravinteiden määrä käy vähäisemmäksi. Mm. mätästysaloilla tämä voi aiheuttaa ongelmia, jos mätäs nostetaan ojan pohjalta.

Fosfori- ja kaliumlannoitukset edistävät hieskoivun taimettumista, jos kasvualustan kosteusolot ovat suotuisat. Männyin taimettumista lannoitukset useimmiten haittaavat.

### *Lämpöolot*

Uudistusaloilla lämpöolot ovat yleensä äärevät. Tämä johtuu soiden alavuudesta ja kuivatuksen heikentämisestä maan lämmönvarausominaisuuksista.

Kasvukauden aikaiset hallat kiusaavat turvemaita useammin kuin kangasmetsiä. Hallan aikana lämpötila myös laskee alemmas kuin kivennäismailla, mikä pahentaa erityisesti kuusentaimien kärsimiä vaurioita. Myös männyin sirkkataimista suuri osa tuhoutuu alle  $-5$  asteen lämpötilassa. Kaikkein hallaisimmilla mailla pakkasvauriot vaivaavat männyin istutustaimiakin.

### *Uudistettava puulaji*

Turvemaiden monimutkainen ja hankala kasvupaikkaluokitus vaikeuttaa usein uudistamismenetelmän valintaa.

Mustikkaturvekankailla on kasvupaikkoja, joilla kuusi on tuottoisin puulaji, mutta joille suotyypialkuperän vuoksi on syntynyt mänty- tai koivuvaltainen puusto. Toisaalta osa puolukaturvekankaista on kuusen vallitse-



mia, vaikka mänty olisikin tuottoisin puu.

Uudistamista suunnittelevan onkin osattava tunnistaa turvekankaan viljavuustaso puustosta riippumatta. Kangasmetsätyyppien opaskasvilajisto auttaa ainakin turvekankaaksi kehittyneiden ojitusalueiden luokittelusta.

### *Uudistamisen erityispiirteet*

Kunnostusojitusta lykkäämällä uudistusalan pohjaveden pinta voitaisiin pitää korkealla, mikä periaatteessa edistää taimettumista. Saateisina kesinä pohjaveden kohottaminen vastaavasti haittaisi uudistumista. Ajoittain liian korkealle nouseva pohjavesi rehevöittää lisäksi pintakasvillisuutta, mikä osaltaan hidastaisi taimettumista.

Puolukka- ja varputurvekankaan männiköiden luontaisessa uudistamisessa on varminturvaus oja- ja kunnostukseen ja varovaiseen muokkaukseen. Mätästettäessä tehdään matalia ja maata vasten tiivistettyjä kohoimia. Tehokkaasti kuivatetuilla soilla riittää kaivurilaikutus, jossa vain pintakasvillisuus kaavitaan kauhaan kiinnitetyllä terälevyllä pois. Rahkasammalpintoja ei tarvitse muokata.

Luontainen uudistaminen helpottuu ratkaisevasti, jos hieskoivu hyväksytään kasvatettavaksi puolujaksi puolukkaturvekankaita viljavammilla ojitusalueilla. Hies taimettuu herkästi ja syntyneen koivikon alikasvokseksi saadaan usein kuusen taimia. Hieskoivikon muodostama verhopuusto on aina myös kuusen istuttamisen ehdoton edellytys, koska suuri osa ojitusalueista on hakkuun jälkeen altis halleille.

Aina ei luontaista hieskoivikkoakaan synny turvekankaalle. Seinä- ja kynsisammalpinna taimettuvat huonosti, varsinkin jos sammalalla on paksu raakahumuskerros. Pintaturpeen mätästys tai tehokkaasti kuivuneilla mailla kevyt laikutus edistää hieksen taimettumista. Rahkasammalpinna taimettuvat muokkaamattominakin.

Kuusikon uudistaminen suojuspuuhakkuun edellyttää turvemaillakin kahta tai kolmea taimettumista edistävää väljennyshakkuuta. Menetelmää on usein hankala käyttää hallanaroilla turvemailla, koska kuusentaimikko tarvitsee aina suojakseen koivuverhopuuston. Koivikon syntymistä ei voi edistää muokkauksin, jos kuusentaimikko on kehittynyt jo väljennyshakkuiden tuloksena.

Kokemukset kuusen kylvöistä turvemailla ovat vähäisiä ja huonoja kuten kangasmailla. Myös männyn kylvöistä on saatu melkoisen vaihtelevia tuloksia. Mätästettyyn turpeeseen tehty kylvökin on usein onnistunut huonosti.

Turvelaji, turpeen maatuneisuus ja mätätiden tekotapa sekä kasvukauden aikaiset kosteusolot vaikuttavat merkittävästi sirkkataimien syntyyn sekä kylvössä että luontaisessa uudistamisessa.

Männyn istutustaimet menestyvät mätästetyillä aloilla hyvin. Taimien tekninen laatu jää kuitenkin erittäin heikoksi. Karuillekin turvekankaalle useimmiten syntyvän taajan hieskoivikon tuoma taimikon lisätiheys lienee ainoa taloudellisesti mielekäs keino istutusmäntyjen laadun parantamiseksi.

Kuusen istutus sopii viljavista nevarämeistä ja nevoista ojituksen tuloksena syntyneille mustikka- ja ruohoturvekankaalle. Kuusen istutuskohteita löytyy mm. laajojen rämeiden ja mäntykankaiden vallitsemilla seuduilla, joille kuusen siementä leviää luonnosta vain vähän.

### *Uudistamiskustannukset*

Ojitusaluemetsien uudistamisen taloudellisuutta on tutkittu hyvin vähän. Todennäköisesti kustannuserot kangasmaiden uudistamiseen verrattuna ovat muokkausta lukuunottamatta varsin vähäiset. Mätästyksessäkin kaivuvaikeuden aiheuttamat erot ilmenevät lähinnä muokkausjäljessä, ei niinkään kustannuksissa.

Luontaisia taimia syntynee turvemaiden uudistusaloille runsaammin kuin kangasmaille, koska uudistuskypsistä ojitusalueista yli puolet on kasvualustaltaan osin tai kokonaan rakkasammalen vallitsemia. Tämä laskee uudistamiskustannuksia erityisesti viljavien turvemaiden kohteilla, jos uudistettavaksi puulajiksi hyväksytään hieskoivu ja sen alikasvokseksi kehittyvä kuusitaimikko.

#### *Kirjallisuutta:*

- Hannelius, S., Leikola, M. & Tuimala, A. 1989. Metsäkirja.
- Kaunisto, S. & Päivänen, J. 1985. Metsänuudistaminen ja metsittäminen ojitetuilla turvemaidella. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. *Folia Forestalia* 625:1–75.
- Kinnunen, K. 1994. Männyin kylvön ja luontaisen uudistamisen näkymät. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 495:27–35.
- Kinnunen, K. 1995. Onko rehevien maiden uudistamisessa vaihtoehtoja. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 538: 15–22.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1996. 1997. Metsäntutkimuslaitoksen tilastollinen tietopalvelu. SVT. Maa- ja metsätalous 1996: 3.
- Niemistö, P., Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys pitkitetyn luontaisen uudistamisen aikana. *Folia Forestalia* 826.
- Oksanen-Peltola, L. 1989. Eteläsuomalaisen VT-männikön uudistamisvaihtoehtojen yksityistaloudellinen edullisuusvertailu. *Folia Forestalia* 729.
- Ollonqvist, P. & Kajanus, M. 1992. Metsänomistajan taloudellisten tavoitteiden merkitys metsänuudistamistavan valinnassa. *Folia Forestalia* 798.
- Parviainen, J., Sokkanen, S. & Ruotsalainen, M. 1985. Metsänuudistamisen vaihtoehtoja vertaileva laskentaohjelma ”VILJO”. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 470:6–12.
- Saarinen, M. 1993. Miten käsitellä uudistamiskypsiä ojitusaluemetsiä. Julkaisussa. Laiho, O. & Luoto, T. (toim.). *Metsäntutkimuspäivä Porissa 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 470:6–12.
- Saksa, T. 1992. Männyin istutustaimikoiden kehitys muokatuilla uudistusaloilla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 418.

### 3.4 Pellonmetsityksen kannattavuus

*Jukka Aarnio, MMM, VTM, tutkija*

#### *Laskelmien perusteet*

Pellonmetsityksillä on merkittävä vaikutus monien maatalojen tulonmuodostukseen tulevaisuudessa. Huippuvuosina jopa 20–30 prosenttia metsänistutuksista on tehty pelloille.

Viljelijälle pellonmetsitys merkitsee luopumista säännöllisistä maatalouden tuloista. Metsittäminen vaatii myös suurehkon alkuinvestoinnin, jonka lisäksi luvassa on runsaasti taimikon jälkihoitotöitä. Ensimmäiset hakkuutulot saadaan vasta 20–50 vuoden kuluttua. Tämän vuoksi pellot metsitetäänkin lähes poikkeuksetta julkisen rahoituksen tuella.

Pellon metsittäminen istuttaen ja luontaisesti ovat sijoituksina erilaisia. Istutus maksaa jälkihoitotöineen 6 000–8 000 markkaa hehtaarilta. Luontaisen uudistamisen kustannukset jäävät 2 000–3 000 markkaan hehtaarilla.

Pellon istuttamalla metsittämisen ja luontaisesti uudistamisen tulo-odotukset poikkeavat toisistaan huomattavasti. Istutusmetsäyksessä likimain puolet kiertoajan hakkuukertymistä on tukkipuuta. Luontaisesti metsitetäessä luvassa on lähinnä hieskoivusta saatavaa kuitupuuta.





*Maanviljelyn lopettamisesta maksettavat palkkiot ja luopumiskorvaukset muodostavat isomman osan metsityksen taloudellisesta tuloksesta kuin aikanaan pellolta saatavan puutavaran arvo. Kuva Simo Hannelius.*

Tässä esitettävät kannattavuuslaskelmat perustuvat omarahoitukseen. Metsityspalkkiot ja julkinen rahoitus parantavat merkittävästi investoinnin kannattavuutta. Viime aikoina tuki on vaihdellut lähes vuosittain, joten tukien vaikutuksia kannattavuuteen arvioidaankin vain likimääräisesti.

Metsityksen suunnittelukustannukset sekä taimet ja muut materiaalikustannukset korvataan julkisella tuella.

Toteuttamiskustannuksiin myönnetään tukea 20–40 prosenttia. Metsittäjän maksettavaksi jää menetelmästä riippuen 700–3 000 markkaa hehtaarilta.

### 3.4.1 Istutus

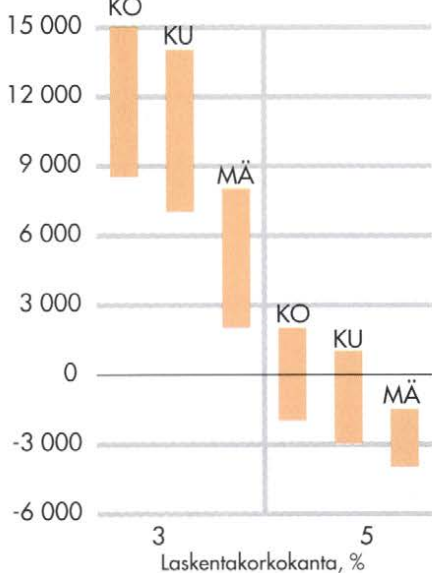
Etelä-Suomen kivennäismaapelloilla suurimmat netto nykyarvot saadaan istuttamalla rauduskoivua tai kuusta. Omarahoituksella nykyarvot ovat 3 prosentin laskentakorkokannalla em. puulajeilla 7 000–15 000 markkaa hehtaarilla (kuva 3.19). Rauduskoivu tuottaa hieman paremman nykyarvon kuin kuusi. Mänty yltää parhaimmillaan koivun ja kuusen alarajalle. Keskimäärin männyn nettotuottojen nykyarvo on 5 000 markkaa hehtaarilla.

Viiden prosentin tuottovaatimuksella rauduskoivu- ja kuusimetsitykset tuottavat useimmin negatiivisen nykyarvon, männynistutus on aina kannattamatonta. Pohjois-Suomessa pellonmetsitys kannattaa vain, jos met-



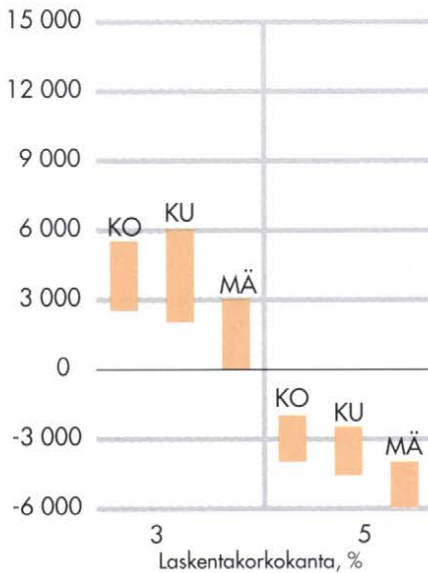
### A) KIVENNÄISMAAT

Nettotuottojen nykyarvo,  
mk/ha



### B) TURVEMAAT

Nettotuottojen nykyarvo,  
mk/ha



Kuva 3.19: Pellonmetsityksen nettonykyarvot 3 ja 5 prosentin tuottovaatimuksilla Etelä-Suomen kivennäismaa- ja turvepelloilla metsittäjän omalla rahoituksella. Nykyarvojen vaihteluväli (pylvään pituus) ilmentää metsityksen onnistumiseen liittyvää riskiä. Onnistunut metsitys tuottaa pylvään yläpäähän mukaisen nykyarvon.

sittäjä tyytyy yhden prosentin tuottoon.

Metsitysten tuottama sisäinen korko on Etelä-Suomessa yleensä 3–5 prosenttia, Pohjois-Suomessa yleensä 2–3 prosenttia. Julkinen tuki parantaa investoinnin sisäistä korkoa Etelä-Suomessa 5–8 prosenttiin ja Pohjois-Suomessa 4–5 prosenttiin.

Etelä-Suomen turvemailla ei pellon metsitys omin varoin kannata, jos investoinnille asetetaan 5 prosentin tuottovaatimus. Kolmen prosentin tuottovaatimuksella koivulla ja kuusella ylletään 4 000–5 000 markan nykyarvoon hehtaarilla (kuva 3.19).

Pohjois-Suomen turvepelloilla vain kuusenistutukset ovat kannattavia investointeja 3 prosentin tuottovaatimuksella omin varoin toteutettuina.

Turvemailla metsityksen sisäinen korko on

pääsääntöisesti 2–4 prosenttia. Julkinen tuki nostaa koron 3–6 prosenttiin. Toisin kuin kivennäismaapelloilla turvemailla alueelliset erot eivät ole merkittäviä.

### 3.4.2 Luontainen metsittäminen

Luontainen metsitys ei 5 prosentin laskentakorolla yllä positiiviseen nykyarvoon edes kivennäismailla. Kolmen prosentin laskentakorolla nykyarvo voi parhaimmillaan kohota 2 500 markkaan hehtaarilla. Selviä alueellisia eroja ei ole.

Luontainen pellonmetsitys on turvemailla kannattavaa yleensä vain 1–2 prosentin tuottovaatimuksella. Etelä- ja Pohjois-Suomen välillä ei turvemaiden luontaisen metsityksen

kannattavuudessa ole jyrkkiä eroja.

Sijoituksena luontainen metsittäminen on huono. Omarahoituksella sisäinen korko on yleensä 2–4 prosenttia. Julkisen tuen käyttö kohottaa sisäisen koron 3–5 prosenttiin.

### 3.4.3 Päätelmät

Yhden ja 3 prosentin tuottovaatimuksella selvästi suurimmat nykyarvot saadaan istutuksista. 5 prosentin tuottovaatimuksella istutukseen ei ole vartenotettava investointikohde omin varoin toimivalle metsittäjälle.

Julkinen tuki nostaa sijoituksen nykyarvon suotuisimmissa kohteissa positiiviseksi vielä 5 prosentin tuottovaatimuksella. Metsitysinvestointien sisäiset korot asettuvat näin ollen yleensä 2–5 prosentin välille.

Luontaisen pellonmetsityksen ja istutuksen sisäiset korot ovat samaa luokkaa, koska luontaisen metsityksen kustannukset ovat selvästi alempia kuin istutusten. Luontaisesti metsittävä maanomistaja voikin tyytyä alhaisempaa nykyarvoon, mutta saa silti pienemmälle sijoitukselleen kilpailukykyisen reaalisuuden tuoton.

Julkinen rahoitustuki muuttaa jonkin verran tilannetta. Kun tuet otetaan huomioon, istutusten tuottamat sisäiset korot kohoavat 2–3 prosenttiyksikköä korkeammiksi kuin

luontaisessa metsittämisessä. Tuen myötä istutus muuttuu siis suhteellisesti selvästi edullisemmaksi.

Ratkaisevimmin metsittäjän talouteen vaikuttavat peltoviljelyn lopettamisesta maksettavat tulonmenetykskorvaukset. 10 vuoden ajan vuosittain maksettavien korvausten nykyarvo metsitysajankohtaan diskontattuna kohoaa näet korkeammaksi kuin metsitetyn pellon puuston koko kiertoajalta metsityshetkeen diskontattujen tuottojen nykyarvo parhaimillaankin (15 000 mk/ha).

Metsitysvaihtoehtojen keskinäiseen edullisuusjärjestykseen korvaukset eivät kuitenkaan vaikuta, koska korvaukset ovat samansuuruisia menetelmästä riippumatta.

#### *Kirjallisuutta:*

- Aarnio, J. & Rantala, T. 1994. Peltojen metsänistutuksen yksityistaloudellinen kannattavuus. *Folia Forestalia*. Metsätieteen aikakauskirja 1994(1):3–17.
- Ferm, A. & Polet, K. (toim.) 1991. Peltojen metsitysmenetelmät. Tutkimushankkeen väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391.
- Hytönen, J. & Polet, K. (toim.) 1995. Peltojen metsitysmenetelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581.

## 4. TAIMIKONHOITO

*Olli Salminen*, MMM, varttunut tutkija, *Sauli Valkonen*, MML, vanhempi tutkija,  
*Martti Varmola*, MMT, tutkimusaseman johtaja

### 4.1 Taimikonhoidon tavoitteet

Taimikonhoidolla pyritään kehittämään taimikosta mahdollisimman hyvä tuotantopuusto.

Tavoitteena on parantaa

- kasvupaikalle sopivien, taloudellisesti arvokkaiden puulajien taimien kasvuedellytyksiä
- puiden paksuuskasvua
- puuston laatukehitystä
- ensiharvennuksen kannattavuutta
- metsän muiden käyttömuotojen edellytyksiä

Tavoitteet ovat osittain ristiriitaisia. Esimerkiksi puun nopea paksuuskasvu johtaa usein laadun heikkenemiseen. Taimikonhoidolle ei siis voida asettaa yksiselitteisiä tavoitteita, vaan metsänomistajan on ne itse määriteltävä.

### 4.2 Taimikonhoidon työläjit ja menetelmät

Taimikonhoidon työläjeja ovat perkaus, harvennus ja ylispuuston poistaminen tai harventaminen. Nykyisin metsänhoidon yleisesti



*Liian varhain tehty taimikon perkaus ja harvennus heikentävät tuotantopuuston laatua. Kuva Simo Hannelius.*



hyväksyttynä tavoitteena on sekametsien kasvattaminen. Usean puulajin muodostamassa sekataimikossa perkauksia ja harvennuksia ei voida erottaa toisin kuin yhden puulajin metsiköissä, joissa kasvatettavan puulajin taimien poistaminen on harvennusta ja muiden puulajien poistaminen perkausta.

Sekametsässä perkaus on tuotantopuustoa haittaavien puiden poistamista. Reikäperkauksessa poistetaan vain tuotantopuustoon kuuluvien taimien kehitystä välittömästi haittaavia puita. Taimikon harvennuksessa alennetaan tuotantopuuston tiheyttä. Perkaus ja harvennus tehdään yleensä samalla kerralla.

Taimikot hoidetaan pääsääntöisesti raivaussahalla. Reikäperkauksessa vesuri saattaa joskus olla sahaa näppärämpi. Perkausta voidaan tehostaa kemiallisella kantokäsittelyllä, joka vähentää lehtipuiden vesomista. Aiemmin yleiset ja edulliset lehvätöruiskutukset eivät sovellu sekametsiin.

Nuoren metsän kunnostus on taimikkovaiheessa hoitamatta jääneen riukupuuston harvennusta. Nuoren metsän kunnostus on tavallista taimikonhoitoa kalliimpaa, mutta työn kannattavuutta voidaan parantaa energiapuun korjuulla. Sekä taimikonhoitoa että nuoren metsän kunnostusta tuetaan valtion varoin.

### 4.3 Taimikonhoidon kustannukset

#### *Yksikkökustannukset*

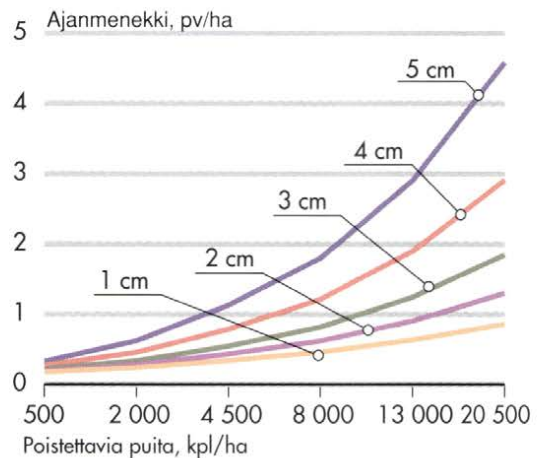
Taimikonhoitoinvestointi tehdään tulevaisuuden tulo-odotusten kasvattamiseksi. Hyödyt realisoituvat aikanaan kasvatus- ja päätehakkuiden suurenevana hakkuutuloina. Taimikonhoidon taloudellisuutta voidaan tarkastella myös kustannustehokkuuden kannalta, eli miten asetetut metsänhoidon tavoitteet saavutetaan halvimalla.

Taimikonhoidon kustannukset muodostuvat palkoista ja niiden sivukustannuksista sekä työvälinekorvauksista. Omatoimisen metsänomistajan taimikonhoitokustannuksia ovat raivaussahan käyttökulut sekä työajan vaihtoehtoiskustannukset, ts. mitä metsänomistaja olisi taimikonhoitoon käyttämänä aikana voinut ansaita jossain muualla.

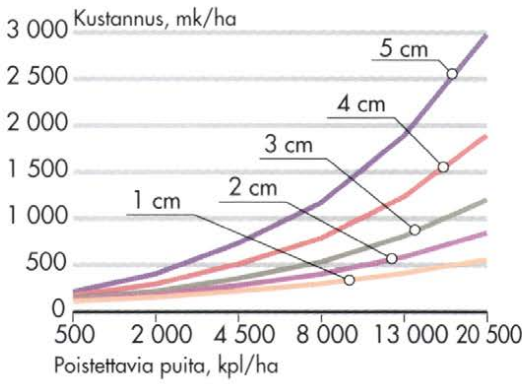
Raivaussahauksen ajanmenekkiin vaikuttavat poistettavien puiden lukumäärä ja kanto-  
läpimitta (kuva 4.1).

Männyn-taimikossa läpimitaltaan 5-senttisten runkojen kaatamiseen kuluu 2,5 kertaa niin paljon aikaa kuin sentin paksuisten, kun taimikosta poistetaan 2 000 runkoa hehtaarilla. Jos puita kaadetaan hehtaarilta 15 000, 5 sentin runkojen kanssa kuluu 4,5 kertaa niin paljon aikaa kuin sentinvahvuisten (kuva 4.1). Sekametsikössä ajanmenekki on 1,3-kertainen ja kuusikossa 1,5-kertainen männikköön verrattuna.

Taimikonhoidon kustannukset ovat 1990-luvun alkuvuosina yksityismetsissä olleet keskimäärin 800–900 markkaa hehtaarilla.



Kuva 4.1: Taimikonhoidon ajanmenekki männikössä. Lähde: Metsäpalkkauksen kehittämisen projektiryhmä 1995.



Kuva 4.2: Taimikonhoitokustannuksen riippuvuus poistettavien puiden kantoläpimitasta ja runkoluvusta työskenneltäessä raivaussahalla puhtaassa männikössä. Työpäivän hinta henkilösivukustannuksineen ja työvälinekorvauksineen on 650 markkaa. Lähde: Metsäpalkkautuksen kehittämisen projektiryhmä 1995.

#### Hoitokertojen toistuminen

Taimikonhoitokerrat voidaan minimoida toimenpiteiden oikealla ajoittamisella ja voi-

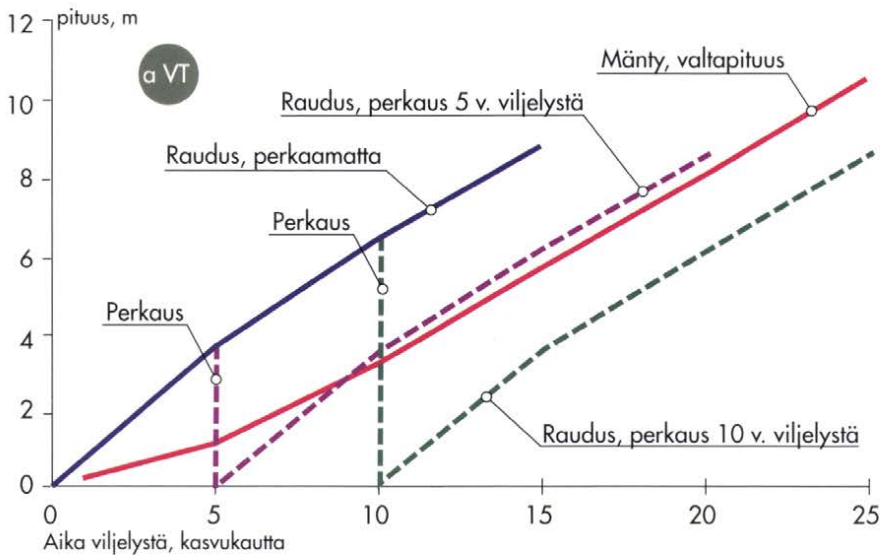
makkuudella. Tavoitteena tulee olla se, että taimikkoa harvennetaan vain kerran.

Tuotantopuuston laadun kehittämiseksi mäntyvaltaisissa taimikoissa tulisi kasvattaa – mikäli mahdollista – yli 5 000 runkoa hehtaarilla 5–8 metrin pituusvaiheeseen asti. Tiheitäkään männyntaimikoita ei kannata harventaa aikaisemmin. Tuotantopuustoa haittaamaan nouseva vesakko on tietenkin perattava.

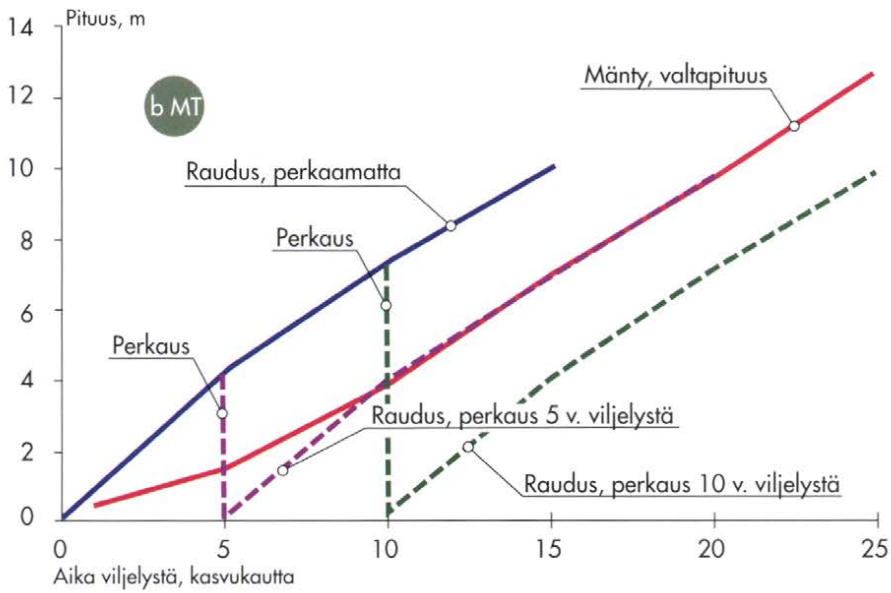
Kuusikko ja koivikko harvennetaan kerralla tavoitetiheyteen. Kuusikoissa taimikon perkaus ja harvennus tehdään, kun vesat nousevat haittaamaan tuotantopuuston kehitystä.

Liian varhainen perkaus joudutaan useimmiten uusimaan, koska kannoista syntyvät vesat yltyvät nopeasti tuotantopuuston tasalle ja alkavat jälleen haitata niitä. Perkausta lykäämällä tuotantopuustolle saadaan lisää pituusetumatkaa taimikonhoidon jälkeen.

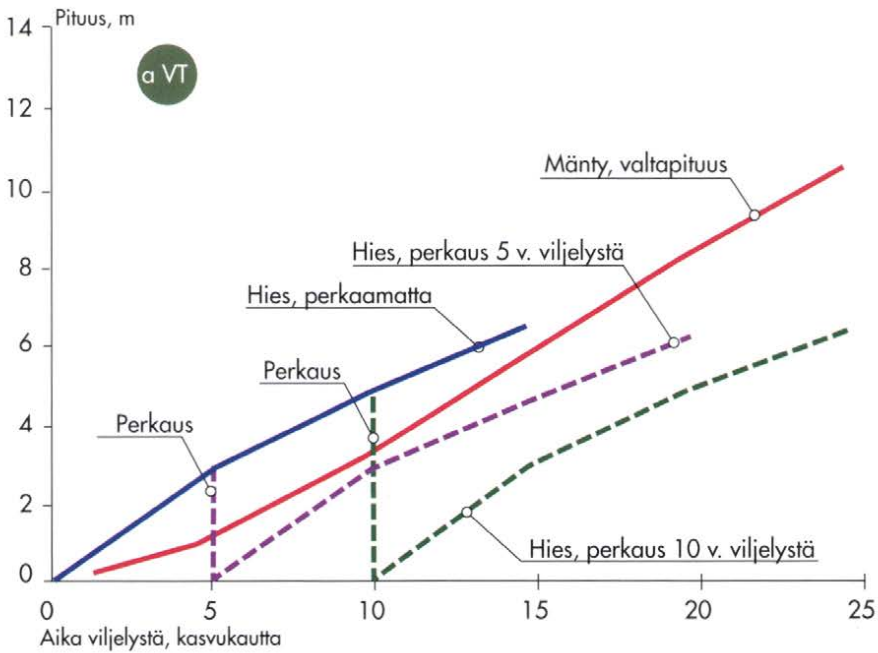
Kuvissa 4.3–4.7. verrataan männyn- ja kuusentaimien sekä kannoltaan 5 senttimetriä paksujen hies- ja rauduskoivun kantoveso-



Kuva 4.3a: Rauduskoivun kantovesojen pituuskehitys istutettuihin mäntyihin verrattuna. Etelä-Suomi, kuivahko kangas.

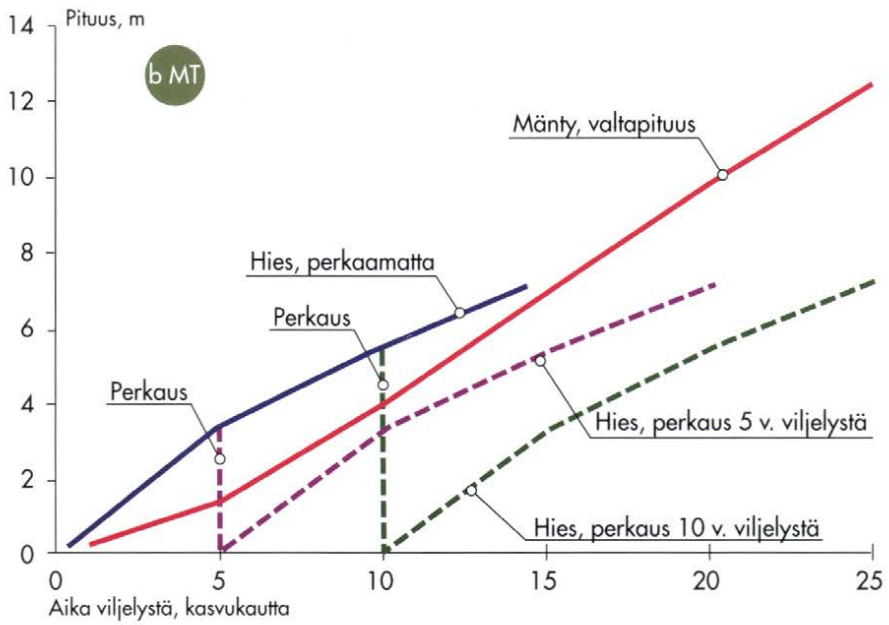


Kuva 4.3b: Rauduskoivun kantavesojen pituuskehitys istutettuihin mäntyihin verrattuna. Etelä-Suomi, tuore kangas.

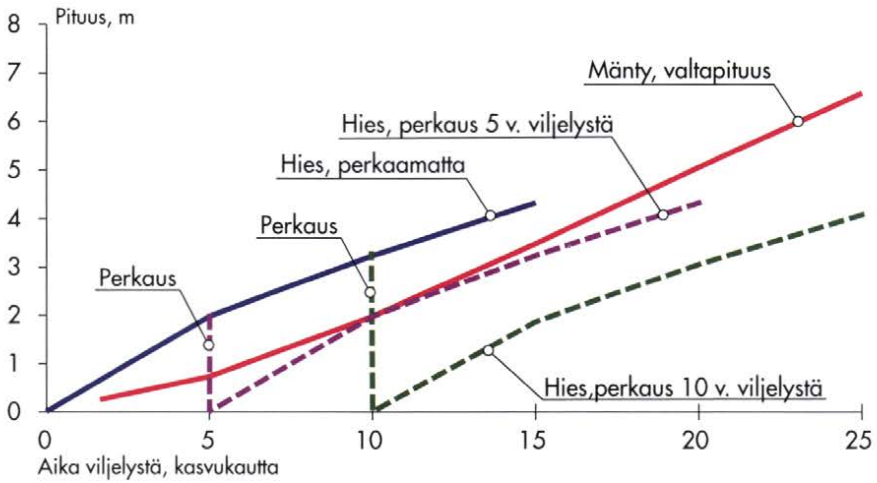


Kuva 4.4a: Hieskoivun kantavesojen pituuskehitys istutettuihin mäntyihin verrattuna. Etelä-Suomi, kuivahko kangas.

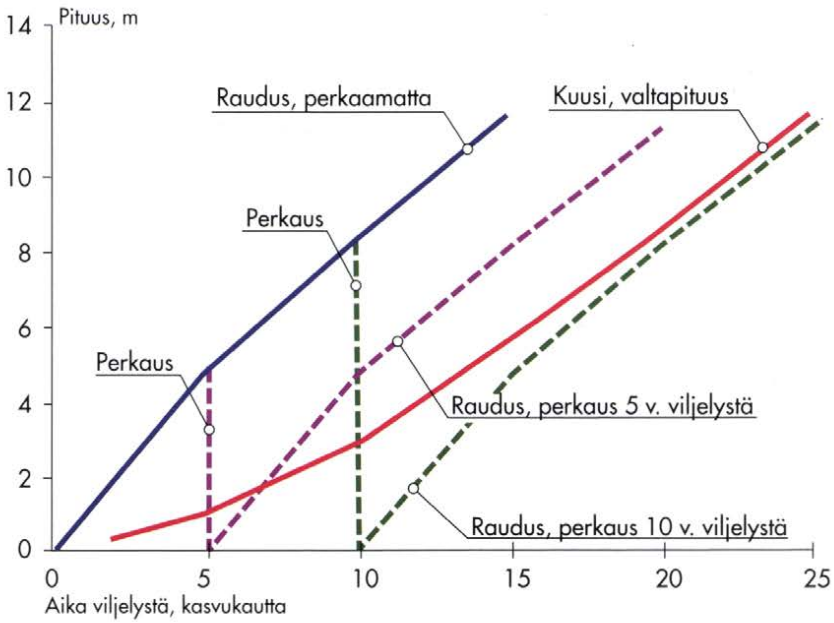




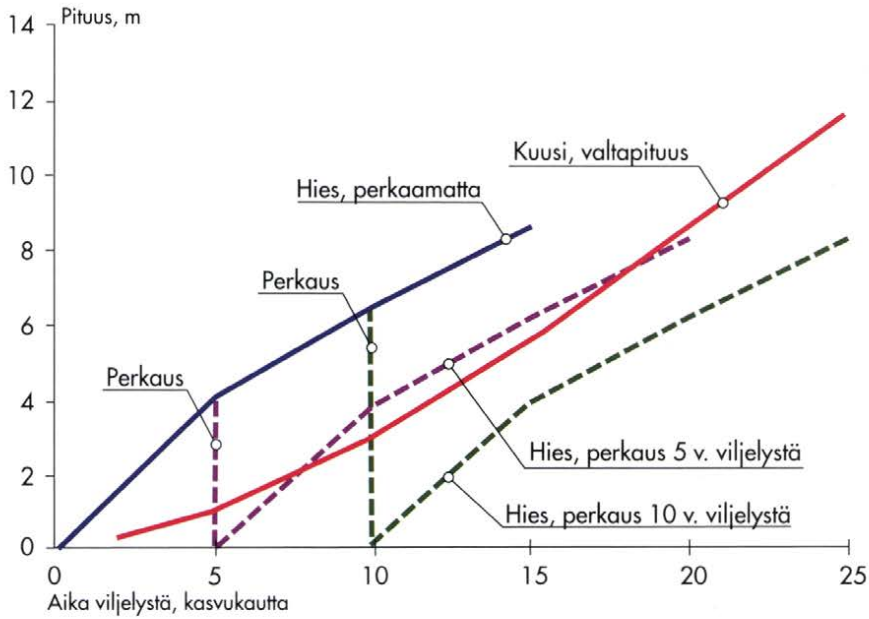
Kuva 4.4b: Hieskoivun kantovesojen pituuskehitys istutettuihin mäntyihin verrattuna. Etelä-Suomi, tuore kangas.



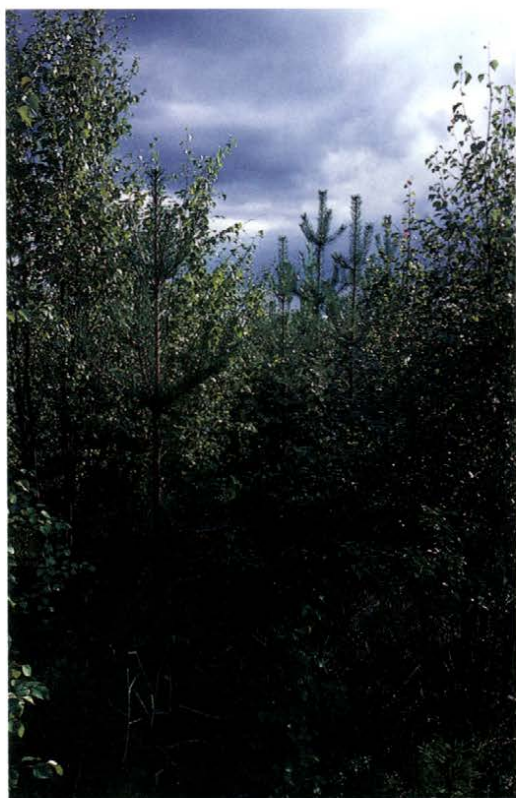
Kuva 4.5: Hieskoivun kantovesojen pituuskehitys istutettuihin mäntyihin verrattuna. Pohjois-Suomi, kuivahko kangas.



Kuva 4.6: Rauduskoivun kantovesojen pituuskehitys istutettuihin kuusentaimiin verrattuna. Etelä-Suomi, lehtomainen kangas.



Kuva 4.7: Hieskoivun kantovesojen pituuskehitys istutettuihin kuusiin verrattuna. Etelä-Suomi, lehtomainen kangas.



*Liian varhainen taimikonperkaus joudutaan yleensä uusimaan. Kuva Simo Hannelius.*

jen kasvurytmiä kolmella vaihtoehdoisella perkaustavalla: ei perkausta sekä perkaus 5 tai 10 vuoden kuluttua viljelystä. Männyt olivat istutettaessa 2- ja kuuset 3-vuotiaita. Laskelmat perustuvat Ruotsissa laadittuihin vesojen kasvumalleihin (Björkdahl 1983), jotka ovat suuntaa antavia myös Suomessa.

Rauduskoivun vesat eivät saavuta männyin pituutta Etelä-Suomen kuivahkolla ja tuoreella kankaalla, kun perkaus tehdään männyntaimien saavutettua metrin valtapituuden. Hieskoivun vesat eivät yllä mäntyjen pituuteen, vaikka perkaus tehtäisiin aikaisinkin. Käytännössä vesojen kasvunopeus vaihtelee melkoisesti.

Pohjois-Suomessa hieskoivun vesat eivät yleensä saavuta mäntyjä. Yksi aikaisin tehty perkaus riittää. Sekään ei ole tarpeen, jos vesakko on niin harva, etteivät männyt joudu vaaraan tai porot pitävät koivut lyhyinä.

Rauduksen vesat kasvavat lehtomaisilla kankailla kuusen viljelytaimia pidemmiksi, jos perkaus tehdään ennen kuin kuuset ovat saavuttaneet 2–2,5 metrin valtapituuden. Vesat jäävät alakynteeseen lyhyemmässäkin kuusentaimikossa, jos se on tiheä ja tasainen. Hiesvesat eivät ehdi merkittävästi kuusia pidemmiksi jos kuusentaimikko on perkaukseen mennessä saavuttanut 1,5 metrin valtapituuden.

Siemensyntyiset koivut kasvavat aluksi selvästi hitaammin kuin vesat, mutta myöhemmin vähintään yhtä nopeasti. Havupuita lyhyempiä siemensyntyisiä rauduskoivuja voidaan kasvattaa harventuneen havupuutaimikon täydennyksenä, kun puiden pituusero taimivaiheessa on riittävä. Mitä lyhyempi havutaimikko on, sitä pienempiä täytyy koivujen suhteellisesti olla (taulukko 4.1). Viljavimmilla mailla koivujen on oltava taulukossa mainittua lyhyempiä, mutta ne vaativat ympärilleen runsaasti kasvutilaa. Tiheissä taimi-

*Taulukko 4.1: Havupuiden vaatima pituusetumatka taimikkoa täydentäviin siemensyntyisiin rauduskoivuihin verrattuna kun tavoitteena on tasapituinen sekametsä.*

Havupuiden pituus, m	Rauduksen pituus, m		
	Mänty, MT	Kuusi, MT	Kuusi, OMT
1,0	0,7	0,8	0,4
1,5	1,3	1,5	1,0
2,0	2,0	2,0	1,7
2,5	-	-	2,4
3,0	-	-	3,0

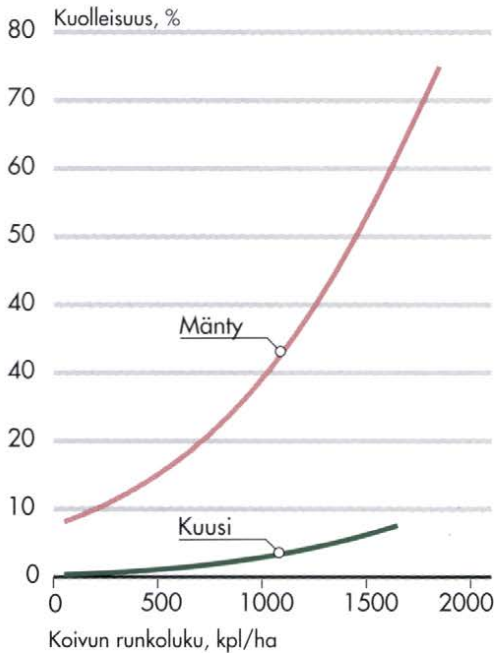
Lähde: Mielikäinen 1980, 1985



koissa koivujen on oltava keskimääräistä pidempiä, jotta ne menestyvät kilpailussa.

Tiheä, kookas lehtipuusto hidastaa havupuutaimien kasvua ja lisää niiden kuolleisuutta (kuvat 4.8. ja 4.9). Kuusi kestää mäntyä paremmin lehtipuuston varjossa. Kuusentaimikot voidaanakin perata selvästi myöhemmin kuin männytäimikot.

Taimikhoidon laiminlyönneistä johtuvan mäntyjen kuolleisuuden taloudellista vaikutusta on vaikea arvioida. Perkauksen kustannuksiin verrattuna tappio on kuitenkin suuri, jos tavoitellun männytäimikon sijaan saadaan esimerkiksi hieskoivuvesakko.



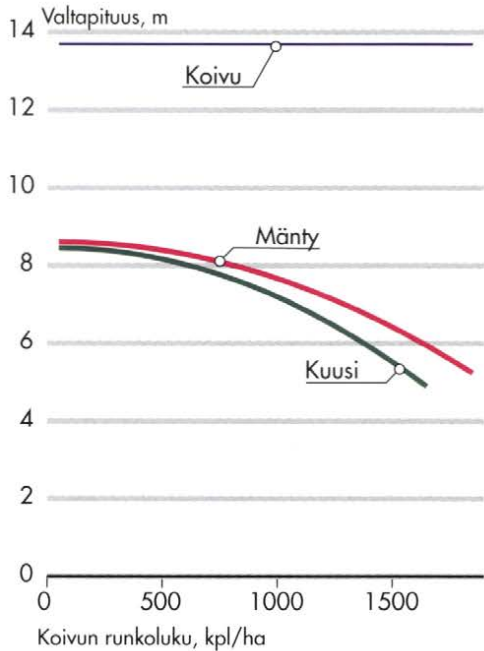
Kuva 4.8: Männen ja kuusen kuolleisuuden riippuvuus samaan aikaan istutettujen rauduskoivujen runkoluvusta tuoreella kankaalla. Kuolleisuus mitattu kuvan 4.9. osoittamassa pituusvaiheessa. Lähde: Pukkala 1981.

#### 4.4 Taimikhoidon vaikutus puuntuotokseen ja metsikön tuottoon

Taimikon kasvatustiheys vaikuttaa merkittävästi ensiharvennuksen hakkuukertymään ja korjuukustannuksiin. Harva taimikko ei täysin pysty hyödyntämään kasvupaikan puuntuotoskykyä. Ylitiheässä taimikossa runkojen paksuuskasvu puolestaan hidastuu ja ensiharvennus joudutaan tuotantopuuston kunnon turvaamiseksi tekemään varhain. Tällöin korjuukustannukset kohoavat ja käyttöpuun osuus poistumasta jää pieneksi.

Taimikon harvennus lisää ensiharvennuksen ainespuukertymää sitä enemmän mitä suurempi kuitupuun vähimmäisläpimitta on.

Eri kasvupaikoilla voidaan kasvattaa vain



Kuva 4.9: Samaan aikaan istutettujen männen, kuusen ja rauduskoivun valtapiisuuden riippuvuus koivujen runkoluvusta tuoreen kankaan viljelykoikeessa. Lähde: Pukkala 1981.

rajallinen määrä tiettyyn minimiläpimittaan yltäviä runkoja. Taulukossa 4.2. esitetään, paljonko lehtomaisella kankaalla Etelä-Suomessa pystytään kasvattamaan kuusia erilaisilla kuitupuun vähimmäisläpimittavaatimuksilla ja paljonko tiheydellä 2 500 runkoa hehtaarilla viljellyissä Nynäsin kokeissa on kasvanut puita minimiläpimittoihin.

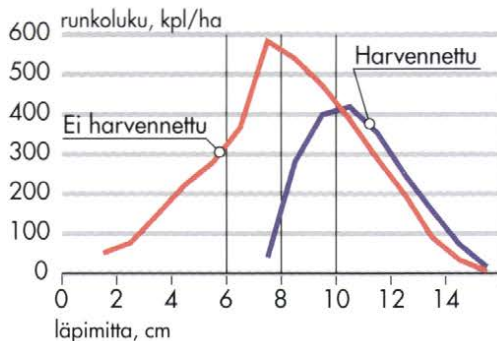
Käytännössä runkoluku jää mm. metsikön aukkoisuuden ja puuston epätasaisuuden takia pienemmäksi.

Kuvan 4.10. harventamaton kuusentaimikko on ensiharvennettava parin vuoden sisällä. Silloin joudutaan kaatamaan satoja alle 6-senttisiä, kuitupuun mittoja täyttämättömiä runkoja. Jos kuitupuun minimiläpimitta nostetaan 8 senttiin, ensiharvennuksessa on poistettava ainakin 1 500 alamittaista puuta hehtaarilta, vaikka alle 5 sentin rungot jätettäisiin pystyynkin.

Kuitupuun vähimmäisläpimitan noustessa 10 senttiin joudutaan taimikkona harvennettakin metsiköstä poistamaan ensiharvennuksessa runsaasti alamittaisia puita, kun kasvamaan jätetään 1 000 runkoa hehtaarille. Ensiharvennuksen lykkääminen 15 metrin valtapituudelle parantaisi harvennuksen kannattavuutta, mutta lisäksi samalla puuston

Taulukko 4.2: Käyttöpuun mittoihin kasvatettavien kuusten enimmäismäärä lehtomaisella kankaalla. Lähde: Vuokila 1980.

Käyttöpuun minimiläpimitta rinnankorkeudella cm	Maksimirunkoluku kpl/ha	Keskim. runkoluku (Nynäs) kpl/ha
6	3 300	2 100
8	2 400	1 800
10	1 800	1 500
12	1 400	ei tietoa
14	900	ei tietoa



Kuva 4.10: Viljelykuusikon läpimittajakauma 12 metrin valtapituudessa. Viljelytiheys 2 000 tainta hehtaarilla, täydentynyt luontaisesti 4 000 runkoon hehtaarilla. Käsittelyvaihtoehdot harventamaton ja 6-metrinenä 2 000 rungon hehtaari tiheyteen harvennettu.

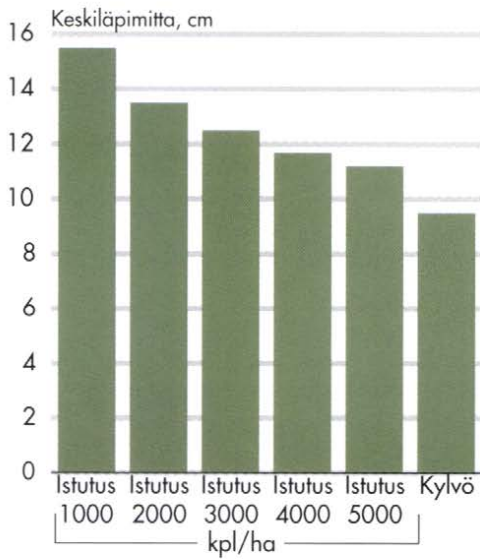
myrsky- ja lumituhoalttiutta.

Taimikkona harvennetun metsikön ensiharvennuksella ei ole kiirettä 5–7 vuoteen (kuva 4.10). Jo 12 metrin valtapituudessa kaikki puut ovat rinnankorkeudelta vähintään 6-senttisiä. Ensiharvennukseseen mennessä lähes kaikki rungot ylittävät 8 senttimetrin läpimitan.

Luontaisissa männiköissä ensiharvennuksen kasvatettavien puiden enimmäismäärä on pienempi kuin kuusikoissa (Kuvat 4.11 ja 4.12). Puolukkatyypillä käyttöpuiden (rinnankorkeusläpimitta >6 cm) määrä voi kohota 3 200 runkoon hehtaarilla. Jos taimikkoa ei harvenneta, käyttöpuiden määrä ensiharvennuksessa jää 2 500 runkoon hehtaarilla.

Luvun 5. kuvassa 5.4. esitetään taimikonharvennuksen jälkeisen runkoluvun vaikutus ensiharvennustuloihin, joista on vähennetty korjuukustannukset. Taimikonhoidon kannattavuutta voidaan arvioida vertaamalla kantorahatuloja kuvan 4.2. taimikonhoitokustannuksiin.

Puhtaan mäntytaimikon harventaminen ei paranna varhaisen ensiharvennuksen (valtapi-



Kuva 4.11: Istutus- ja kylvömänniköiden keskiläpimitta 10 metrin valtapituudella eri viljelytiheyksillä.

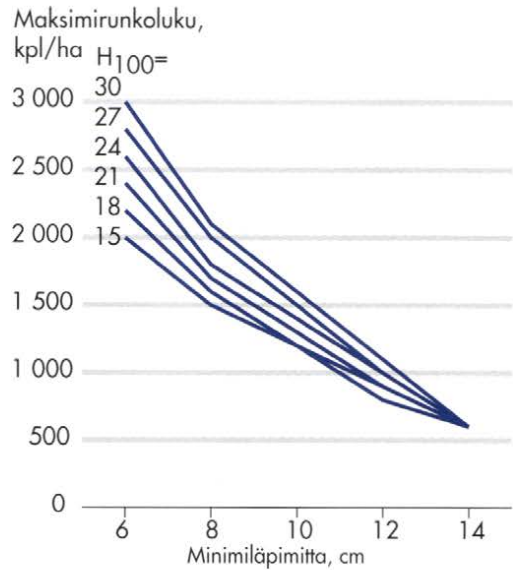
tuus noin 12 m) kannattavuutta, jos taimikon lähtötiheys on alle 4 000 runkoa hehtaarilla.

Ratkaisevimmin ensiharvennuksen kannattavuus paranee silloin, kun ensiharvennusta voidaan lykätä taimikonhoidon avulla puuston tuhoriskiä kasvattamatta. 2 000 rungon hehtaariudessa kasvaneen männikön ensiharvennaminen 16 metrin valtapituudessa tuottaa kantorahaa 3,5-kertaisesti verrattuna 12 metrin pituisena harvennettavaan, tiheään (4 000 runkoa/ha) männikköön.

#### Siemenpuiden pitkitetty kasvattaminen

Mäntysiemenpuiden kasvattaminen taimikon ylispuustona esimerkiksi ensiharvennussvaiheeseen asti ei nykyisten puun hinta-laatu-suhteiden ja korjuukustannusten vallitessa ole kannattavaa.

Kuivahkoilla kankailla siemenpuiden vuotuinen tilavuuskasvu kohenee siemenpuuhak-



Kuva 4.12: Männikön suurin runkoluku, joka voidaan erilaisilla kasvupaikoilla (H100-boniteetit) kasvattaa käyttöpuun mittoihin 12–15 metrin valtapituudessa tehtävään ensiharvennuksen mennessä. Käyttöpuun minimiläpimitta rinnankorkeudella 6–14 senttimetriä. Lähde: Vuokila 1980.

kuun jälkeisestä 1,5–2 prosentista 15 vuodesa noin 3 prosenttiin eli hehtaaria kohti suunnilleen 0,5:stä yhteen kuutioon.

Siemenpuiden kasvattamisen tuottama sisäinen korko jää 2–2,5 prosenttiin. Lisäksi niiden korjuu on kallista ja aiheuttaa vauriota taimikolle. Myös siemenpuiden tuulenkaatoriski on melkoinen.

Kuusten ja koivujen kasvattaminen taimikon ylispuuna on mäntyä hankalampaa. Aukolle jätetyt vanhat koivut kasvavat hitaasti ja niiden latvat ovat vaarassa kuivua. Kuusellaikin tuhoriski on merkittävä. Lisäksi ylispuut hidastavat taimikon kehitystä.



## 4.5 Taimikonhoidon vaikutus viljelymänniköiden laatuun

Viljelymäntyjen laatua voidaan tarkastella sekä ulkoisten että sisäisten tunnusien perusteella. Tärkein ulkoinen tunnus on tyvitukin paksuimman oksan läpimitta. Tyvitukin oksanpaksuus ei saa kohota yli 23 millimetrin, jos u/s-saanto halutaan maksimoida. Yli 32 millimetrin paksuiset oksat supistavat tyvitukin u/s-sahatavaran saannon alle 5 prosenttiin.

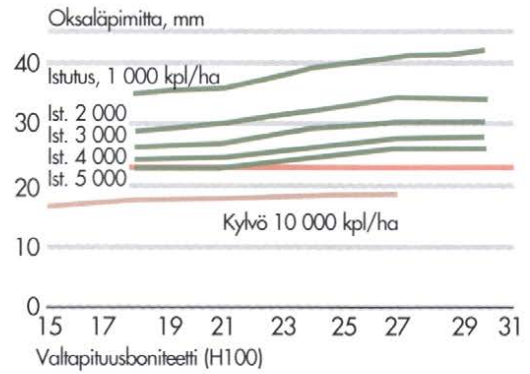
Sisäisistä laatuunnuksista tärkein on rungon tyvileikkauksen keskimääräinen lustonleveys ytimen viereistä nuorpuuta lukuun ottamatta. Suuri lustonleveys kertoo nopeasta paksuuskasvusta, mikä yleensä merkitsee myös paksuja oksia. Laadukkaan mäntytykin tuottamisessa on otettava huomioon sekä kasvupaikka, taimikon tiheys että taimikon harvennuksen ajankohta.

Viljelymännikoista saatava sahatavara on yleensä huonolaatuisempaa kuin luontaisten männiköiden tuottama. Viljelymäntyjen tyvitukit ovat selvästi paksuoksisempia kuin luontaisesti syntyneiden mäntyjen.

Viljelymäntyjen tyvitukin sydäntavarasta enintään 40 prosenttia on arvokkainta u/s-laatuista sahatavaraa. Luontaisissa männiköissä u/s-saanto kohoaa jopa 60 prosenttiin. Ero johtuu pääosin taimikkovaiheen tiheyseroista.

Kylvömänniköstä saadaan kohtalaista sahatavaraa, jos taimikko kasvatetaan yli 2 000 rungon hehtaari tiheydessä. Korkealaatuisen sahatavaran tuottamiseksi tiheys on nostettava 4 000 taimeen (taulukko 4.4).

Istutusmännikoissä laadukasta sahatavaraa saadaan vasta yli 5 000 taimen hehtaari tiheydessä. 2 000 rungon kasvatustiheydellä u/s-saanto jää puolukkatyyppillä alle 5 %:in. Rehevämmillä mailla tulos on vieläkin huonompi (taulukko 4.3).



Kuva 4.13: Männyn tyvitukin paksuimman oksan läpimitta valtapituusboniteetin mukaan eri istutustiheyksillä ja kylvössä. Kun oksan paksuus kohoaa yli 23 millimetrin (oranssin värinen käyrä), u/s-laatuinen sahatavaran saanto vähenee merkittävästi.

Taulukko 4.3: Istutusmännikön taimikkovaiheen kasvatustiheyden vaikutus tukkipuun laatuun.

Kasvupaikka	Kasvatustiheys, kpl/ha	
	Korkea u/s-saanto	Matala u/s-saanto
VT	5 000	< 1 500
VT+	7 000	< 2 000
MT	8 000	< 2 500
OMT	8 000	< 2 500

Männyn istutustiheyden nostaminen yli 5 000 taimeen hehtaarilla on liian kallista. Laadukkaan tukkipuun kasvattamiseksi viljelymännikön paras täydentävä puu on luontaisesti syntynyt mänty. Luontaisen lehtipuuston tuoma lisätiheys näyttää parantavan istutusmäntyjen laatua yhtä hyvin. Lehtipuut ja männyn on saatava kasvamaan samaan tahtiin oikein ajoitetun taimikonhoidon avulla. Etukasvuiset lehtipuut heikentävät piiskauksel-

Taulukko 4.4: Kylvömänniköiden kasvatustiheydet, kun pistekylvetty taimikko harvennetaan joko 3 tai 6 metrin valtapituusvaiheessa.

Kasvupaikka	Kasvatustiheys, kpl/ha			
	Korkea		Matala	
	u/s-saanto		u/s-saanto	
	3 m	6 m	3 m	6 m
CT	3 500	3 500	1 000	<1 000
VT-	4 000	3 500	1 000	1 000
VT+	>4 000	4 000	<2 000	<2 000
MT	>4 000	>4 000	<2 000	<2 000

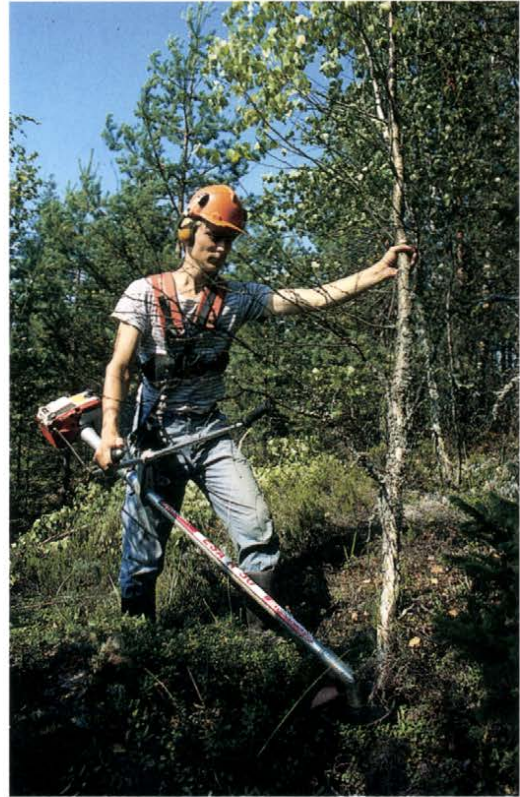
laan mäntyjen laatua. Nuorena hitaasti kasvava kuusi ei sekapuuna paljonkaan kohenna istutusmäntyjen laatua.

## 4.6 Taimikonhoidon ajoitus

Taimikko harvennetaan 2–3 metrin pituisena, jos tavoitteena on tuottaa mahdollisimman järeeä puuta ensiharvennukseen mennessä. Näin varhainen harvennus vaarantaa kuitenkin tuotantopuuston laatukehityksen.

Puolukkatyyppillä alle 4 metrin valtapituudessa 1 000 rungon hehtaari tiheyteen harvennetun mäntytaimikon tilavuus on 10 vuoden kuluttua harvennuksesta yhtä suuri kuin 10 vuotta 8 metrin valtapituudella tehdyn harvennuksen jälkeen, jossa kasvamaan jätetään 2 000 runkoa. Runkojen järeydessä on luonnollisesti huomattava ero harvemman taimikon hyväksi.

Lapin kuivahkon ja kuivan kankaan männyntaimikot reagoivat harvennukseen niin hitaasti, että harvennuksen hyöty jää vähäiseksi. Lapin luontaisissa männyntaimikoissa kannattaa kasvattaa mahdollisimman monta puuta (2 500 puuta/ha) ensiharvennukseen



*Istutusmänniköiden laatu jää kehnoksi ilman luonnontaimien tuomaa lisätiheyttä. Etukasvuisia koivuja ei kuitenkaan pidä jättää taimikon sekaan. Kuva Risto Pöntinen.*

asti ilman voimakkaita, varhaisia taimikon harvennuksia.

Laatutukin kasvatuksessa mäntytaimikot harvennetaan vasta 7–8 metrin valtapituudessa. Voimakkaalla käsittelyllä metsikön ensiharvennus voidaan siirtää normaalia myöhemmäksi. Tällöin hakkuu tuottaa myyntituloja enemmän, koska poistettavat puut ja hakkuukertymä ovat suurempia.

Hajakylvetyt männyntaimikot harvennetaan 3 000–4 000 rungon hehtaari tiheyteen vasta 6 metrin valtapituudessa, jolloin elävän latvuksen alaraja on parin metrin korkeudella. Sen jälkeen alaoksat kuolevat tyvitukin mi-



talta nopeasti. Näin suuri kasvatustiheys parantaa puuston laatua, mutta heikentää ensiharvennuksen kannattavuutta.

Jos männikkö on viljelty pistekylvönä, taimet kasvavat tuppaina. Ne harvennetaan suunnilleen 5 metrin pituudessa. Myöhemmin taimien keskinäinen kilpailu kävisi valtaimien kehitykselle haitalliseksi. Tuppaassa voi kasvattaa kahtakin tainta, jos tuppaita on hehtaarilla korkeintaan 2 000. Lisätaimi kasvattaa ensiharvennuskertymää ja pakottaa tuppiaan valtataimen kiihdyttämään pituuskasvuun. Valtataimen paksuuskasvu hidastuu samalla vain vähän. Kahden taimen tuppaaassa valtataimet tosin lenkoutuvat hieman, mutta oksien paksuus jää pienemmäksi.

Taimikko kannattaa harventaa, vaikka metsikkö olisikin kasvanut ohi 7–8 metrin valtapituusvaiheen. Vaikutus puuston järeytymiseen jää kuitenkin vähäisemmäksi kuin ajoissa tehdyn harvennuksen.

Nuoren metsän kunnostamiseksi nimitetty taimikon myöhäinen harvennus on kalliimpaa kuin oikeaan aikaan tehtynä (kuva 4.1). Metsänomistajalle se on kuitenkin kannattava toimenpide, joka parantaa ensiharvennuksen kannattavuutta. Nuorten metsien kunnostukseen myönnetään myös valtion tukea.

#### *Kirjallisuutta:*

Kellomäki, S., Lämsä, P., Oker-Blom, P. & Uusvaara, O. 1992. Männyn laatuksavatus. *Silva Carelica* 23.

Metsäpalkkauksen kehittämisen projektiryhmä 10.1.95: Metsäpalkkarakenteen uudistaminen, koulutusaineisto.

Mielikäinen, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(3).

Mielikäinen, K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteseen ja kehitykseen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 133.

Niemistö, P., Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys pitkitetyn luontaisen uudistamisen aikana. *Folia Forestalia* 826.

Salmi, H. & Varmola, M. 1990. Puolukatyyppien kylvömänniköiden kehitys taimikoiden myöhäisestä harvennuksesta nuoren metsän ensiharvennuksen. *Folia Forestalia* 752.

Uusvaara, O. 1981. Viljelymänniköistä saadun sahatavaran laatu ja arvo. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 27.

Varmola, M. 1996. Nuorten viljelymänniköiden tuotos ja laatu. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 585. Väitöskirja.

Varmola, M. 1989. Taimikon käsittely, perusta metsikön tulevalle kehitykselle. Teoksessa: Saastamoinen, O. & Varmola, M. (toim.). *Lapin metsäkirja*. Lapin tutkimusseura. ss. 191–199.

Varmola, M. 1982. Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen. *Folia Forestalia* 524.



# 5. HARVENNUSHAKKUUT

*Jari Hynynen, MMT, vanhempi tutkija, Hannu Hökkä, MML, varttunut tutkija, Pentti Niemistö, MH, vanhempi tutkija, Sauli Valkonen, MML, vanhempi tutkija*

## 5.1 Metsänhoidolliset tavoitteet

Harvennushakkuiden metsänhoidollisena tavoitteena on luoda tuotantopuustolle mahdollisimman hyvät kasvuedellytykset. Kasvatettavaksi valitaan ensisijaisesti metsikön elinvoimaisimmat ja arvokkaimmat puut. Tuotantopuustoa haittaavat puut poistetaan.

Harvennus muuttaa metsikön rakennetta, kuten puiden kokojakaamaa, puulajisuhteita

ja puuston teknistä laatua. Jäljelle jäävän puuston kasvuolosuhteet paranevat ja puiden tuhoalttius pienenee. Voimakkaan harvennuksen jälkeen myrskytuhoriski tosin lisääntyy tilapäisesti.

Metsänomistaja tavoittelee harvennuksilla myös välittömiä hakkuutuloja, joihin vaikuttavat harvennuksen ajankohta, voimakkuus ja harvennustapa. Ensiharvennuksessa kertyy myytäväksi lähes pelkästään kuitupuuta, joten harvennustavalla ei ole suurtakaan merkitystä puutavaran hintaan. Myöhemmissä har-



*Harventamattomuus on kohtalokasta sekä metsikön kasvukunnolle että metsänomistajan kukkarolle. Kuva Simo Hannelius.*

vennuksissa poistettavien puiden valinnalla voidaan vaikuttaa enemmän hakkuukertymän arvoon.

## 5.2 Harvennustavat

Harvennustavat on nimetty poistettavien puiden valintaperusteiden mukaan. Erilaisia harvennustapoja ovat ala-, laatu- ja yläharvennus sekä systemaattinen harvennus. Vuosikymmenien takainen määrämittaharsinta oli yksipuolisen puunkäytön sanelemaa puuvarojen lyhytnäköistä hyödyntämistä, jolle ei suuria metsänhoidollisia tavoitteita asetettu.

Aikaisemmin harvennukset olivat lieviä ja ne toistettiin usein. Hakkuussa poistettiin lähinnä kehityskelvottomia puita. Nykyisin kasvatusmetsät ovat yhä useammin hoidettuja. Harvennukset ovat voimakkaita ja ne toistetaan entistä harvemmin. Metsiköstä poistetaan tämän vuoksi myös sinällään kehityskelpoisia puita kehityskelvottomien tai muuten vähäarvoisten puiden lisäksi.

### *Alaharvennus*

Valikoiva alaharvennus kohdistuu pääasiassa metsikön alimpien latvuserosten puihin. Sairaata ja teknisesti heikkolaatuiset puut poistetaan kuitenkin koosta riippumatta. Kolmannes ensiharvennuksessa korjattavista puista kertyy ajourilta. Korjuu kannattaa suunnitella niin, että ajourien reunapuiksi valikoituu keskimääräistä parempia puita.

Puuston tilajärjestys pyritään muovaamaan mahdollisimman tasaiseksi. Kohtuullisen aukkoisuuden tai ryhmittäisyyden ei tosin ole havaittu vähentävän metsikön kasvua. Tuotantopuuston aukkoihin voidaan jättää myös vähäarvoisia puita.

Nykyisissä, voimakkaissa alaharvennuksissa poistetaan myös vallitsevan latvuseroksen puita. Metsikön kasvu pyritään keskittä-

mään kasvuisimpiin ja samalla laadukkaimpiin puihin. Tuotantopuusto pyritään näin järeyttämään mahdollisimman nopeasti päätehakkuukypsäksi.

Alaharvennus sopii kaikenikäisiin kasvatusmetsiin ja kaikille puulajeillemme. Ylitheissä metsiköissä muut harvennustavat eivät edes tule kysymykseen.

### *Yläharvennus*

Yläharvennuksissa poistetaan hakkuutulojen kartuttamiseksi myös metsikön arvokkaimpia puita. Kasvatettaviksi valitaan tukkipuun mittoja lähenteleviä runkoja, joiden arvokasvu harvennuksen jälkeen on nopeaa.

Yläharvennuksen luonteiset hakkuut ovat osoittautuneet sopiviksi etenkin varttuneiden kuusikoiden viimeisiin harvennuksiin. Lievinä niitä voidaan käyttää myös hoidetun männikön laatuharvennuksessa ja viljelykoivikon viimeisessä harvennuksessa.

Hakkuutulojen kartuttamisen lisäksi yläharvennus voi olla perusteltua runkojen ylijäreiden välttämiseksi viljavien maiden kuusikoissa. Yläharvennus johtaa pidempään kiertoaikaan kuin alaharvennukset, jos päätehakkuupuuston järeystavoitteesta ei tingitä. Korjuun yksikkökustannukset alenevat, kun harvennuksessa poistetaan metsikön suurimpia puita. Yläharvennuksia on aiemmin kutsuttu myös harsintaharvennuksiksi (Vuokila 1980).

### *Laatuharvennus*

Laatuharvennuksessa päähuomio kiinnitetään kasvatettavan puuston laatuun. Kehityskelvottomien puiden lisäksi poistetaan myös oksikkaita tai muuten huonolaatuisia puita, vaikka ne olisivatkin metsikön elinvoimaisimpia yksilöitä.

Käytännössä laatuharvennus on usein yläharvennuksen kaltainen. Puuvalinta perustuu kuitenkin kasvatettavan puuston kehittämiseen, ei välittömien tulojen lisäämiseen tai



korjuukustannusten alentamiseen. Ns. susipuiden hakkaamista ei voi vielä nimittää laatuharvennukseksi, ne on syytä poistaa kaikissa kasvatushakkuissa.

Laatuharvennus sopii lähinnä männiköiden ensiharvennukseen. Nuoressa männikössä puiden laatuerot ovat suuria. Laatu suosi va harvennus ehtii vielä vaikuttaa päätehakkuupuuston laatuun. Laatuharvennus on tehtävä alaharvennusta aikaisemmin, noin 12 metrin valtapituudessa. Muuten parhaiden puiden latvukset supistuvat liikaa.

#### Riviharvennuksiset

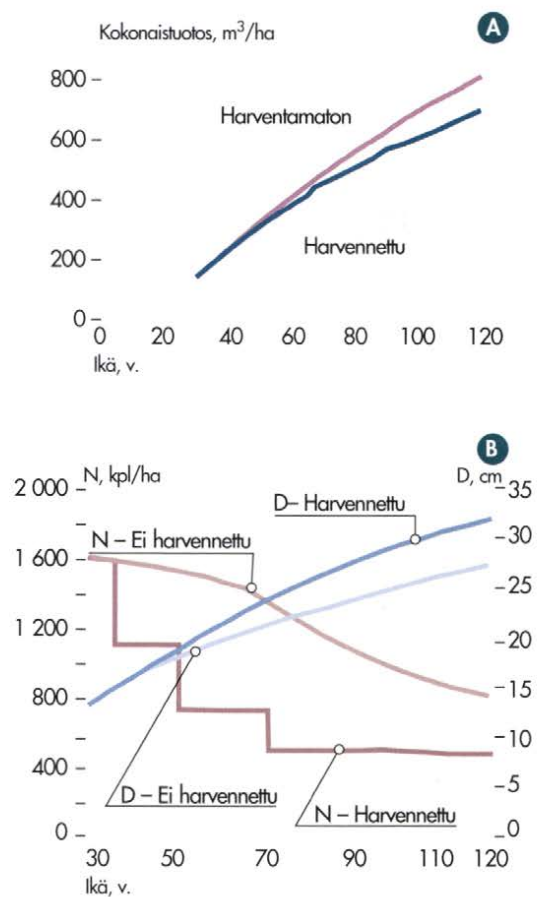
Koneellisessa puunkorjuussa, etenkin viljelymetsissä, on monissa maissa harjoitettu erilaisia rivi- ja käytäväharvennuksen muotoja, joita nimitetään yhteisesti systemaattisiksi harvennuksiksi. Meillä tällaiset hakkuut ovat harvinaisia.

### 5.3 Harvennusten vaikutus puuntuotokseen

Harvennetun metsikön kokonaistuotos jää puuston runkotilavuutena mitaten alhaisemmaksi kuin harventamattoman metsikön (kuva 5.1A). Suurin kokonaistuotos metsiköstä saadaan talteen, kun sieltä käydään poistamassa vain kuolevat puut.

Harvennuksiset parantavat kuitenkin metsän kasvatuksen kannattavuutta lisäämällä käyttöön saatavan puun määrää sekä nopeuttamalla puuston järeytymistä ja parantamalla niiden laatua. Osa kiertoajan tuotosta realisoituu jo kiertoajan alkupuolella. (kuva 5.1B). Lisäksi myöhemmissä harvennuksissa ja päätehakkuussa talteen saadun puusadon arvo kohoaa.

Harvennuksen jälkeen puiden kasvu kiihtyy avartuneen kasvutilan ansiosta. Latvusten lisääntyvä neulasmassa tehostaa yhteyttämistä. Alimpien elävien oksien kuoleminen ja



Kuva 5.1: A) puuston kokonaistuotos, sekä B) puuston runkoluvun (N) ja puuston keskiläpimitan (D) kehitys harventamattomassa ja harvennetussa puolukkatyyppin männikössä.

latvusten supistuminen pysähtyvät tai ainakin hidastuvat tuntuvasti. Tämän seurauksena puiden paksuuskasvu nopeutuu.

Metsikön suhteellinen kasvu lisääntyy myös ns. valintahyödyn ansiosta erityisesti alaharvennuksessa, koska kasvatettaviksi valitaan keskimääräistä kasvuisampia puita. Harvennusta seuraa myös lannoitusvaikutus lahoavien hakkuutähteiden sisältämien ravinteiden vapautuessa vähitellen puiden käyttöön.



## 5.4 Harvennusajankohta ja harvennusvoimakkuus

### Ensiharvennukset

Ensiharvennus on nuoren metsän ensimmäinen hakkuu, jossa poistettavien puiden arvo ylittää korjuukustannukset. Hakkuun ajoitus ja voimakkuus riippuvat ensisijaisesti metsänhoidon tavoitteista.

Ensiharvennusvaiheessa puuston kasvu on nopeaa ja puut reagoivat voimakkaasti kasvuolosuhteissa tapahtuviin muutoksiin. Ensiharvennus vaikuttaa puuston kehitykseen enemmän kuin myöhemmät kasvatushakkuut. Hakkuun ajoituksessa on selvästi vähemmän pelivaraa kuin varttuneiden metsien hakkuissa. Viivyttely aiheuttaa usein vahinkoja, joita ei täysin pystytä korjaamaan kierrojan myöhemmissä vaiheissa.

Ensiharvennus on tehtävä ennen kuin latvukset supistuvat liikaa ja puiden kasvuedellytykset alkavat heikentyä. Männiköt on ensiharvennettava ennen kuin kasvatettavien puiden elävä latvus on supistunut alle 40 prosenttiin rungon pituudesta. Kuusen ja koivun latvus ei saa supistua alle 50 prosenttiin puun mitasta.

Viivyttely altistaa puuston erilaisille tuhoille. Metsikön ylitiheyden vuoksi puuston luontainen poistuma lisääntyy. Myös valtapuiden kasvu alkaa heikentyä. Taulukossa 5.1. on esitetty suositeltavat ajankohdat ensiharvennusten tekemiselle sekä takarajat, jota ennen ensiharvennus on tehtävä.

Valopuut koivu ja mänty on ensiharvennettava aikaisemmin kuin varjoa sietävä kuusi. Puiden alaoksien pitäisi kuitenkin olla kuolleita ennen harvennukseen ryhtymistä. Ensiharvennusta voidaan lykätä jopa vuosikymmenellä, jos suhteellisen voimakas taimikonharvennus on tehty myöhään, noin 6–8 metrin valtapituudessa.

Ensiharvennuksen tuottamiin nettotuloi-

Taulukko 5.1: Metsänhoidollisesti suositeltavat ajankohdat sekä takarajat ensiharvennusten tekemiselle puuston valtapituuden mukaan.

Runkoluku taimikonharvennuksen jälkeen, kpl/ha	Suosittelava ensiharvennusajankohta/ valtapituus, m	Ehdoton takaraja/ valtapituus, m
Männikkö (VT, kylvetty)		
1 500	14–16	17–18
2 000	12–14	15–16
2 500	11–12	13–14
3 500	10–11	12–13
Kuusikko (MT, istutettu)		
1 500	15–17	19–20
2 000	13–15	17–18
2 500	12–14	15–16
3 500	10–12	13–14
Rauduskoivikko (OMT, istutettu)		
1 200	16–18	18–19
1 600	14–16	17–18
2 000	13–15	15–16
2 400	12–14	14–15

hin vaikuttavat ratkaisevasti poistuman määrä ja puunkorjuun kustannukset. Hakkuun kannattavuuden edellytyksenä on, että poistettavat puut ovat selvästi käyttöpuun vähimmäiskokoa suurempia. Tämän vuoksi hakkuu kannattaa lykätä niin myöhäiseen, kuin se metsänhoidollisesti on mahdollista. Jos energiapuulla on kysyntää, ensiharvennus saattaa joskus olla kannattavaa selvästi varhaisemmin. Optimiratkaisu löytyy omistajan taloudellisten tavoitteiden perusteella taulukossa 5.1. esitettyjen rajoitteiden puitteissa.

Harvennusvoimakkuutta lisäämällä nopeutetaan puuston järeytymistä. Kasvatettavan puuston laatua taas voidaan parantaa poistettavien puiden valinnalla.

### Myöhemmät harvennukset

Myöhemmissä harvennuksissa hakkuun ajoituksen, voimakkuuden ja harvennustavan valinnassa voidaan painottaa taloudellisia tavoitteita enemmän kuin ensiharvennuksissa. Toki varttuneessakin puustossa on pidettävä mielessä harvennusten metsänhoidolliset perusteet, eli puiden elinvoimaisuuden, laadun ja riittävän latvuskoon ylläpitäminen.

## 5.5 Metsikön harvennusohjelmat

Metsikölle laaditussa kasvatusohjelmassa päätetään harvennuskertojen määrä ja ajankohdat sekä harvennustapa ja harvennusvoimakkuus. Kasvatusohjelmaa laadittaessa on otettava huomioon mm. kuvassa 5.2. esitetyt tekijät.

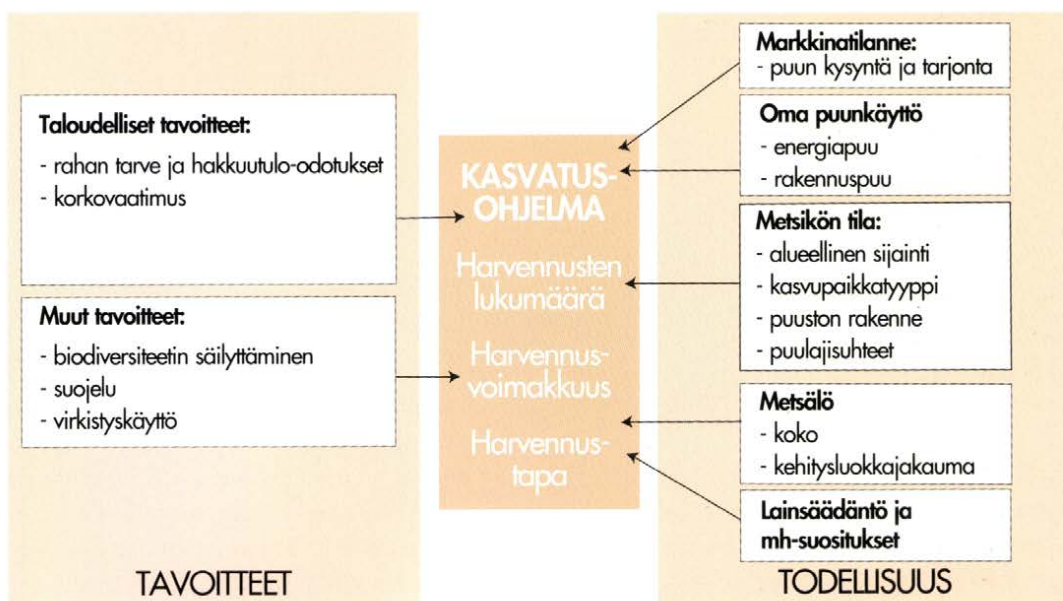
Kasvatusohjelman lähtökohtana ovat metsänkasvatukselle asetetut tavoitteet. Ne voivat

olla taloudellisia, kuten se millaista puutavaraa metsästä halutaan saada, ja millaisella aikataululla hakkuutuloja halutaan. Metsänomistajalla on usein myös muita kuin taloudellisia tavoitteita, esimerkiksi metsän monimuotoisuuden vaaliminen tai virkistyskäyttö.

Kasvatusohjelman valintaa rajoittavat metsikön kasvupaikka ja puuston aiempi käsittely, jotka määrittelevät metsikön puulajisuhteet ja puuston rakenteen. Myös metsälön metsikkörakenne vaikuttaa harvennusten ajoitukseen, harvennusvoimakkuuteen sekä kiertoaikaan. Metsänomistaja joutuu ottamaan huomioon myös ulkoisia rajoitteita, mm. lainsäädännön sekä taloudelliset rajoitteet, kuten vallitsevat puumarkkinat ja puunkorjuun kustannukset.

### 5.5.1 Männiköt

Taimikkona alle 2 000 rungon hehtaari tiheyteen harvennetuissa männiköissä ensiharven-



Kuva 5.2: Metsikön kasvatusohjelman valintaan vaikuttavat tekijät.

nus voidaan tavallisesti lykätä 14–15 metrin valtapituusvaiheeseen ilman, että kasvatettavien puiden kehitysedellytykset vielä heikenevät.

Hakkuupoistuman ja -tulojen riippuvuutta harvennusajankohdasta ja puuston tiheydestä havainnollistetaan kuvassa 5.3, jossa laskelmat on tehty eteläsuomalaiselle puolukka-

*Taulukko 5.2: Ensiharvennuksen ajoitus männikössä sekä puuston pohjapinta-ala hakkuun jälkeen. Etelä-Suomi.*

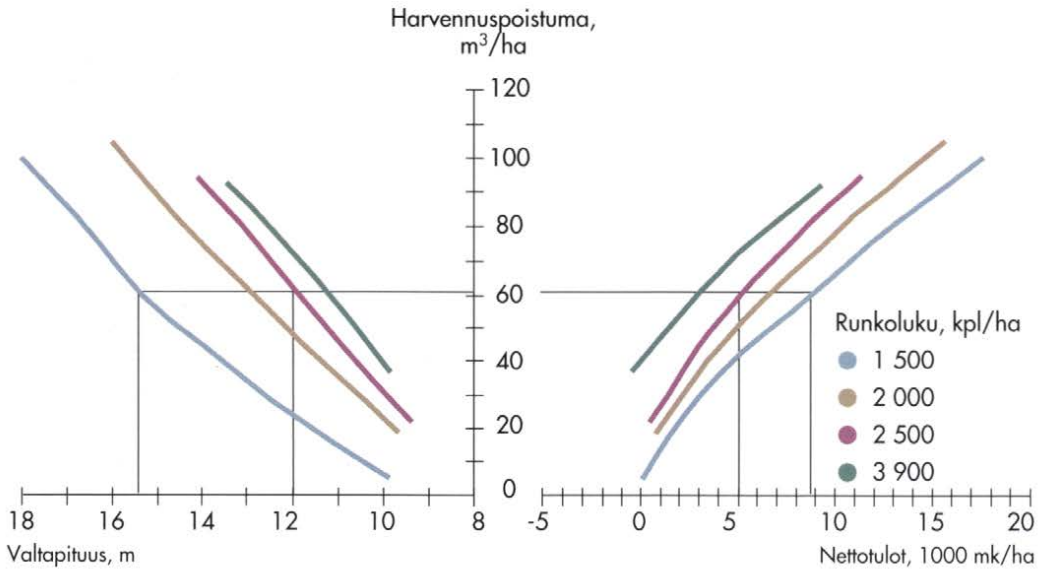
Valtapituus ensiharvennuksella, m	Jäävän puuston pohjapinta-ala, m <sup>2</sup> /ha
10	12
12	14
14	16
16	18
18	20

tyypin männikölle. Harvennusvoimakkuus perustuu Tapion harvennusmalleihin.

Harvennuspoistumaan on laskettu vain kuitupuun mitat täyttävien puiden tilavuus. Laskelma perustuu puutavaran hankintahintoihin ja poistettavien runkojen keskikokoon mukaan määriteltyihin koneellisen korjuun keskimääräisiin kustannuksiin vuonna 1996.

60 kuutiometrin hakkuukertymä hehtaarilla saavutetaan, kun hakkuu tehdään harvina (ennen ensiharvennusta 1 500 runkoa/ha) kasvaneessa männikössä 15,5 metrin valtapituusvaiheessa. Poistettavat puut ovat tällöin melko järeitä. Tukin mitat täyttävää puuta on 26 prosenttia poistuman tilavuudesta. Ensiharvennuksen nettotulot ovat noin 9 000 markkaa hehtaarilla (kuva 5.3).

Jos kasvatustiheys ennen hakkuuta on 2 500 runkoa hehtaarilla, 60 kuution hakkuukertymään päästään, kun harvennus teh-



*Kuva 5.3: Harvennuspoistuman (sisältää vain kuitupuun mitat täyttävät rungot) ja harvennuksesta saatavien nettotulojen riippuvuus ensiharvennuksen ajankohdasta ja puuston kasvatustiheydestä ennen hakkuuta. VT-männikkö, Etelä-Suomi. Laskelma perustuu puutavaran hankintahintoihin ja poistettavien runkojen keskikokoon mukaan määriteltyihin koneellisen korjuun keskimääräisiin kustannuksiin vuonna 1996. Lähde: Hynynen.*



dään 12 metrin valtapituusvaiheessa. Poistettavat puut ovat kuitenkin pieniä, mikä nostaa korjuukustannuksia. Näin harvennuksen nettotulotkin jäävät näin pienemmiksi, noin 5 000 markkaan hehtaarilla.

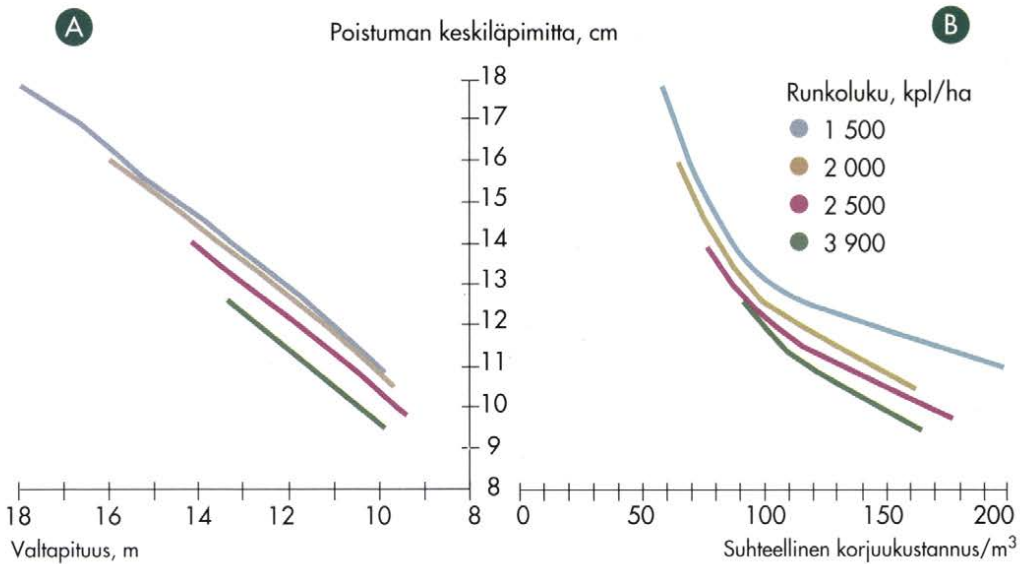
Ensiharvennuskorjuun kustannukset ovat kääntäen verrannollisia poistettavien puiden keskokokoon (kuva 5.4). Runkojen koon vaikutus kustannuksiin vähenee vasta runkojen keskiläpimitan ylittäessä 14 senttimetriä. Näin järeiksi ensiharvennuksilta poistettavat puut kasvavat vain, jos metsikkö ennen hakkuuta on kasvatettu alle 2 000 rungon hehtaariheydessä.

### Männikön kannattavin harvennusohjelma

Taulukossa 5.3. esitetään 3 vaihtoehtoista puolukkatyyppin kylvömännikön harvennusohjelmaa Kymenlaaksossa kasvavalle 7 metrin pituudella 2 000 rungon hehtaariheyteen harvennetulle koemetsikölle. Kaikki harvennukset ovat alaharvennuksia ja kasvatettavan puuston määrä on keskimäärin Tapion harvennusmallin mukainen.

Metsikön kasvattaminen harventamattomana ei ole taloudellisesti kannattavaa. Lisäksi erilaisten tuhojen riski on suurempi kuin harvennetussa metsikössä (laskelmassa tuhoriskiä ei ole otettu huomioon).

Kahden ja kolmen harvennuksen kasvatusohjelmien välinen tuotosero on varsin pieni.



Kuva 5.4: Korjuun yksikkökustannusten riippuvuus ensiharvennuspoistuman keskiäyrydestä eteläsuomalaisessa VT-männikössä. A) Poistuman keskiläpimitan riippuvuus puuston valtapituudesta ensiharvennushetkellä (kuvan vasen puolisko). B) Keskiläpimitan vaikutus suhteellisiin korjuukustannuksiin (kuvan oikea puolisko). Vertailutasona ensiharvennus 12 metrin valtapituusvaiheessa kasvatustiheydestä 2 000 runkoa hehtaarilla (suhteelliset korjuukustannukset = 100). Lähde: Hynynen.

Taulukko 5.3: Kolme vaihtoehtoista harvennusohjelmaa eteläsuomalaiselle (Kymenlaakso) VT-männikölle. Laskelmissa käytetyt puun hinnat ja koneellisen korjuun kustannukset vastaavat vuoden 1995 keskimääräistä tasoa maan eteläosassa.

HARVENNUSOHJELMA	Kaksi harvennusta	Kolme harvennusta	Harventa- maton	HARVENNUSOHJELMA	Kaksi harvennusta	Kolme harvennusta	Harventa- maton
<b>PUUSTON AIEMPI KÄSITTELY</b>				<b>III HARVENNUS</b>			
Uudistamistapa	Kylvö	Kylvö	Kylvö	Valtapiisuus (m)/ikä (v.)		20,5/65	
Pit. taim. hoid. aj.kohtana, m	7	7	7	Puusto harv. jälkeen, m <sup>2</sup> /ha		20	
Tiheys taim. h. jälkeen kpl/ha	2 000	2 000	2 000	Poistuman osuus ppa:sta, %		29	
<b>ENSIHARVENNUS</b>				Harvennuspoistuma, m <sup>3</sup> /ha		76	
Valtapiisuus (m)/ikä (v.)	13,5/35	11,7/30		- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha		52	
Puusto harv. jälkeen, m <sup>2</sup> /ha	16	14		- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha		23	
Poistuman osuus ppa:sta, %	40	37		- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha		1	
Harvennuspoistuma, m <sup>3</sup> /ha	68	45		Hakkuutulot, mk/ha		15 700/18 900	
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha	7	1		(kantoraha/hankinta)			
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha	57	41		Korj.kust. (MOTO) mk/ha		3 250	
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	4	3		<b>PÄÄTEHAKKU</b>			
Hakkuutulot, mk/ha	7 700/12 600	4 400/7 800		Valtapiisuus (m)/ikä (v.)	25/90	25/90	25/90
(kantoraha/hankinta)				Päättehakkupuusto	354	296	473
Korj.kust. (MOTO) mk/ha	5 200	4 200		- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha	283	241	340
<b>II HARVENNUS</b>				- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha	69	53	129
Valtapiisuus (m)/ikä (v.)	17,7/50	16,3/45		- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	2	2	
Puusto harv. jälkeen, m <sup>2</sup> /ha	18	18		Hakkuutulot	79 200/92 100	66 900/77 400	99 950/119 300
Poistuman osuus ppa:sta, %	32	31		Korj.kust. (MOTO) mk/ha	10 600	8 600	15 500
Harvennuspoistuma, m <sup>3</sup> /ha	67	59		<b>KOKO KIERTOAIKA</b>			
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha	28	23		Hakkuukertymä, m <sup>3</sup> /ha	489	476	473
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha	37	35		- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha	318	317	340
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	2	1		- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha	163	152	129
Hakkuutulot, mk/ha	11 000/14 800	9 400/12 900		- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	8	7	4
(kantoraha/hankinta)				Luonnonpoistuma, m <sup>3</sup> /ha	12	8	119
Korj.kust. (MOTO) mk/ha	3 600	3 400		Korkokanta	Kiertoajan alkuaan diskontatut	suhteelliset	nettotulot
				1 %	100	98,3	92,6
				3 %	100	96,8	65,9
				5 %	100	89,8	33,2

Kahden harvennuksen vaihtoehdossa suurempi osa hakkuutuloista saadaan kiertoajan aikaisemmassa vaiheessa, mikä parantaa tulosta sitä enemmän, mitä korkeampaa korkokantaa laskelmissa sovelletaan.

Hyvälaatuisia männiköitä kannattaa laskelman mukaan harventaa kolme kertaa. Viimeisen, melko voimakkaan harvennuksen tavoitteena on nopeuttaa arvokkaan päättehakkupuuston järeytymistä. Metsikön kiertoaikaa voidaan jatkaa normaalia pitemmäksi.

Reheville kasvupaikoille perustetuissa, huonolaatuisissa viljelymänniköissä voidaan suosiolla keskittyä kuitupuun kasvattamiseen.

Kiertoajan kuluessa tehdään enintään kaksi harvennusta. Metsikkö pyritään kasvattamaan mahdollisimman tiheänä normaalia aiemmin tehtävään päättehakkuuseen saakka. Etelä-Suomen viljavien maiden ”räkämänniköissä” päättehakkuu on ajankohtainen jo 50–60-vuotiaana.





*Männiköissä tehdään kaksi tai kolme harvennusta kiertoajan kuluessa. Kuva Risto Pöntinen.*

## 5.5.2 Kuusikot

Runkojen järeytymisen edistäminen ei kuusikoissa vaikuta harvennusohjelman valintaan yhtä paljon kuin männiköissä. Varsinkin viljavilla kasvupaikoilla kuuset järeytyvät tarpeeksi, vaikka puusto kasvatettaisiinkin suhteellisen tiheänä. Riittävä kasvatustiheys lisää myös kuusikon kokonaistuotosta.

Kuusikossa ensiharvennus voidaan siirtää myöhäisemmäksi kuin männikössä, koska kuusi sietää varjostusta suhteellisen hyvin (ks. taulukko 5.1). Hakkuukertymän kasvattamiseksi ja korjuukustannusten alentamiseksi kuusikon ensiharvennus voidaan melko turvallisesti tehdä 13–15 metrin valtapituusvaiheessa (kuvat 5.5. ja 5.6).

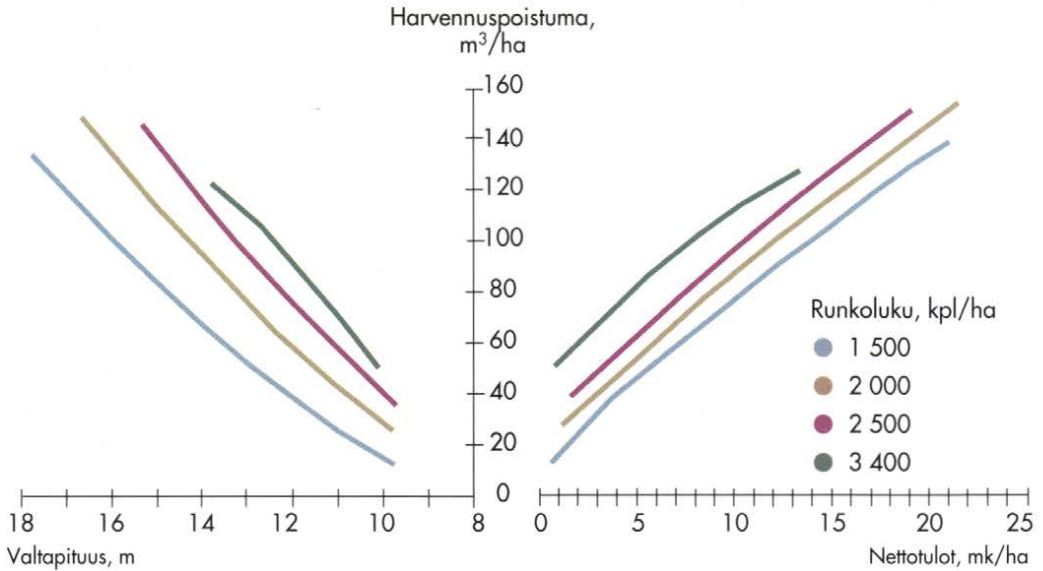
### *Kuusikon kannattavin kasvatusohjelma*

Kuusikoissa taloudellisesti kannattavimpaan kasvatusohjelmaan kuuluu ensiharvennuksen lisäksi yleensä vain yksi harvennus ennen päätehakkuuta.

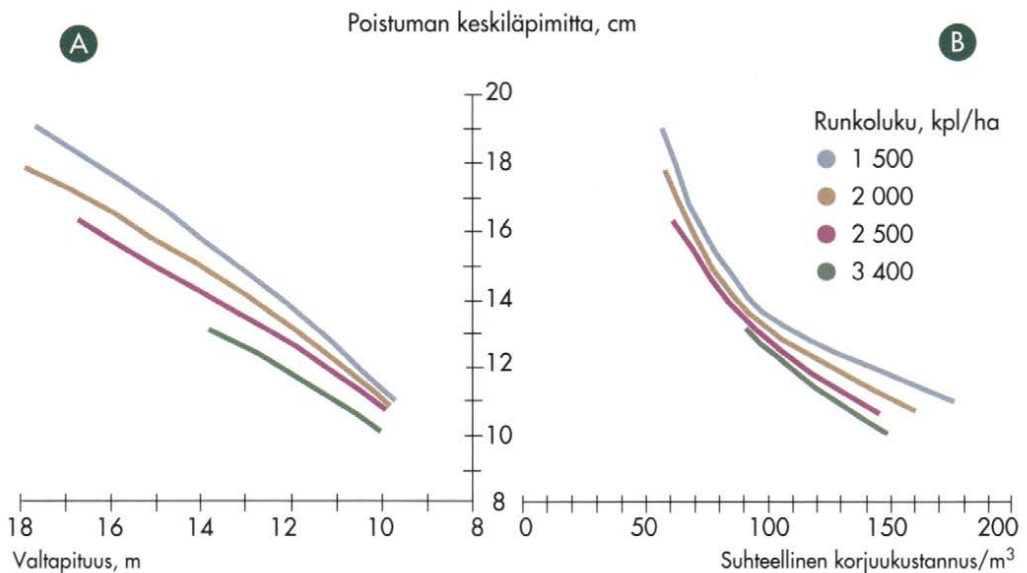
Taulukossa 5.4. esitetään vaihtoehtoiset kasvatusohjelmat Keski-Suomeen mustikkatyyppille istutetulle kuusikolle, joka on 7 metrin pituisena taimikkona harvennettu 2 000 rungon hehtaari tiheyteen.

Vaihtoehdossa 1. puusto alaharvennetaan kaksi kertaa ennen 90 vuoden iässä tehtävää päätehakkuuta. Vaihtoehdossa 2. (yläharvennus) toisessa harvennuksessa poistetaan myös metsikön valtapuita hakkuutulojen kasvattamiseksi. Kummassakin vaihtoehdossa noudatetaan Tapion harvennusmalleja. Vaihtoehdossa 3. harvennushakkuuta ei tehdä lainkaan.





Kuva 5.5: Harvennuspoistuman (sisältää vain kuitupuun mitat täyttävät rungot) ja harvennuksesta saatavien nettotulojen riippuvuus ensiharvennuksen ajankohdasta ja puuston kasvatusihteydestä ennen hakkuuta. MT-kuusikko, Keski-Suomi. Laskelma perustuu puutavaran hankintahintoihin ja poistettavien runkojen keskikoon mukaan määriteltyihin koneellisen korjuun keskimääräisiin kustannuksiin vuonna 1996. Lähde: Hynynen.



Kuva 5.6: Korjuun yksikkökustannusten riippuvuus ensiharvennuksessa poistettavien runkojen keskijäreydestä MT-kuusikossa. A) Runkojen keskiläpimitan riippuvuus puuston valtapiituedesta ensiharvennusvaiheessa. B) Keskiläpimitan vaikutus suhteellisiin korjuukustannuksiin. Vertailutasona ensiharvennus 12 metrin valtapiituedessä kasvatusihteydellä 2 000 runkoa hehtaarilla (suhteelliset korjuukustannukset = 100). Lähde: Hynynen.

HARVENNUSOHJELMA	Ala- harvennus	Ylä- harvennus	Harventa- maton
<b>PUUSTON AIEMPI KÄSITTELY</b>			
Uudistaminen			
Uudistamistapa	Istutus	Istutus	Istutus
Pit. taim. hoid. aj.kohtana, m	7	7	7
Tiheys taim. h. jälkeen kpl/ha	2 000	2 000	2 000
<b>ENSIHARVENNUS</b>			
Valtapiitus (m)/ikä (v.)	13/40	13/40	-
Puusto harv. jälkeen, m <sup>2</sup> /ha	15	15	-
Poistuman osuus ppa:sta, %	47	47	-
Harvennuspoistuma, m <sup>3</sup> /ha	75	75	-
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha	1	1	-
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha	69	69	-
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	5	5	-
Hakkuutulot, mk/ha	8 700/14 300	8 700/14 300	
(kantoraha/hankinta)			
Korj.kust. (MOTO) mk/ha	6 200	6 200	
<b>II HARVENNUS</b>			
Valtapiitus (m)/ikä (v.)	18/60	18/60	
Puusto harv. jälkeen, m <sup>2</sup> /ha	20	20	
Poistuman osuus ppa:sta, %	37	37	
Harvennuspoistuma, m <sup>3</sup> /ha	89	95	
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha	40	53	
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha	48	41	
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	1	1	
Hakkuutulot, mk/ha	13 900/18 600	15 700/20 100	
(kantoraha/hankinta)			
Korj.kust. (MOTO) mk/ha	4 300	4 200	
<b>PÄÄTEHAKKU</b>			
Valtapiitus (m)/ikä (v.)	24/90	24/90	25/90
Päättehakkupuusto	381	373	576
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha	310	295	397
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha	69	75	175
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	2	2	
Hakkuutulot	70 400/82 100	68 200/80 200	101 000/122 800
Korj.kust. (MOTO) mk/ha	10 400	10 700	19 500
<b>KOKO KIERTOAIKA</b>			
Hakkuukertymä, m <sup>3</sup> /ha	544	542	576
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha	351	349	397
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha	186	185	175
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	8	8	5
Luonnonpoistuma, m <sup>3</sup>	2	2	89
Korkokanta	Kiertoajan alkuun diskontatut	suhteelliset	nettotulot
1 %	100	99,9	97,9
3 %	100	101,2	71,9
5 %	100	102,0	45,1

Harventamatta kasvattaminen on kuusikoisakin kannattamattomin vaihtoehto, vaikka – kuten männiköissäkin – käyttöpuun tuotos on tällöin suurin. Tuhoriski kasvaa liiallisen kasvatusiheyden vuoksi. Tuhojen aiheuttamia tappioita laskelmissa ei ole otettu huomioon.

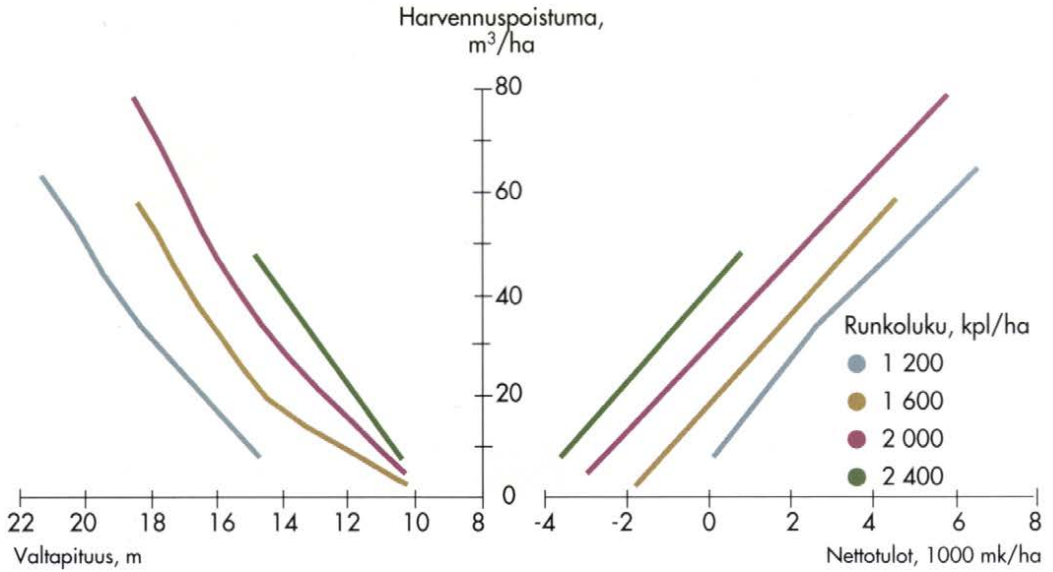
Viljavimpien maiden kuusikoissa puut reagoivat harvennuksiin hyvin voimakkaasti erityisesti nuorina. Lehtomaisella kankaalla harvennetun istutuskuusikon kokonaiskasvu kohtaa hyvin lähelle harventamattoman kuusikon tuotosta. Kuusikon harvennusten suhteellinen kannattavuus onkin rehevimmillä kasvupaikoilla selvästi parempi kuin esimerkiksi mustikkatyyppillä.

Viimeisessä kasvatushakuussa ylä- ja alaharvennus ovat taloudellisesti ja metsänhoidollisesti suunnilleen samanarvoisia. Tärkeintä on, että harvennuksen jälkeen kasvamaan jää riittävästi hyväkuntoista puustoa. Viljavilla mailla kuusikoiden viimeinen harvennus voidaan haluttaessa tehdä yläharvennukseksi. Tällöin kiertoaikaa voidaan pidentää verrattuna alaharvennuksiin käsitellyn kuusikon kiertoaikaan.

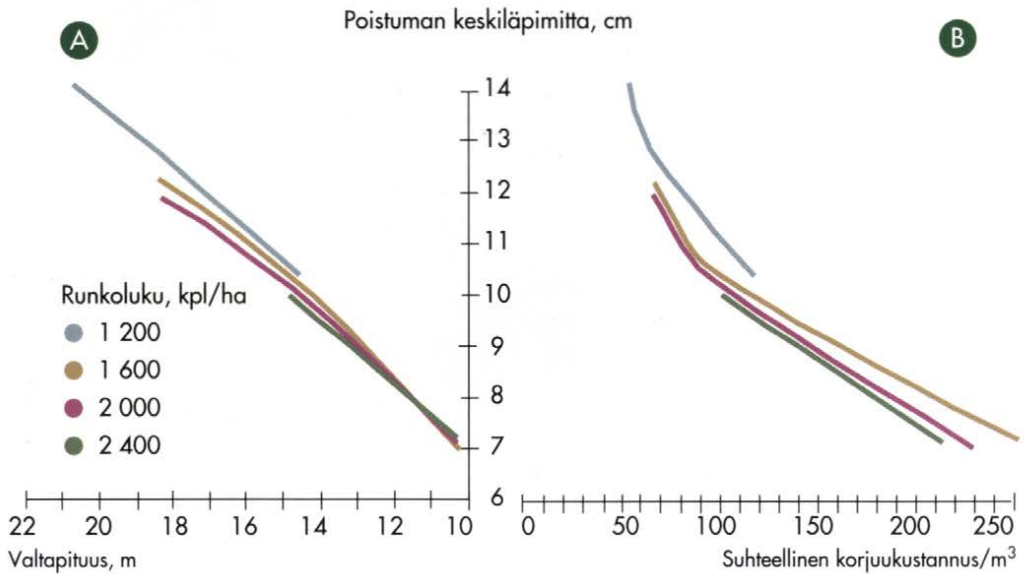
### 5.5.3 Koivikot

Viljelykoivikot kehittyvät yleensä erittäin nopeasti ja tasapituusina. Koivikoiden ensiharvennus on tehtävä 14–17 metrin valtapiituuksessa, jos puusto on taimikkona varttunut suositusten mukaisessa 1 600 rungon hehtaariheydessä. Harvennusten ajoituksessa on liikkumavaraa vain 4–5 vuotta. Suositeltua tiheämpinä taimikkovaiheessa kasvaneet koi-

*Taulukko 5.4: Keski-suomalaisen mustikkatyyppien kuusikon harvennusohjelmat. Laskelmissa käytetyt puun hinnat ja koneellisen korjuun kustannukset vastaavat vuoden 1995 keskimääräistä tasoa maan eteläosassa.*



Kuva 5.7: Rauduskoivikon harvennuspoistuman (sisältää vain kuitupuun mitat täyttävien runkojen tilavuuden) ja harvennuksesta saatavien nettotulojen riippuvuus ensiharvennuksen ajankohdasta ja puuston kasvatustiheydestä ennen hakkuuta. OMT, Etelä-Suomi. Laskelma perustuu puutavaran hankintahintoihin ja poistettavien runkojen keskikoon mukaan määriteltyihin koneellisen korjuun keskimääräisiin kustannuksiin vuonna 1996. Lähde: Hynynen.



Kuva 5.8: Korjuun yksikkökustannusten riippuvuus ensiharvennuksessa poistettavien runkojen keskijäreystä OMT-rauduskoivikossa. A) Poistettavien runkojen keskiläpimitan riippuvuus puuston valtapiituksesta ensiharvennukselta. B) keskiläpimitan vaikutus suhteellisiin korjuukustannuksiin. Vertailutasona ensiharvennus 15 metrin valtapiituvaiheessa kasvatustiheydellä 1600 runkoa hehtaarilla (suhteelliset korjuukustannukset = 100). Lähde: Hynynen.



vikot joudutaan harventamaan selvästi aikaisemmin. Pelivara harvennuksen ajoituksessa supistuu 2–3 vuoteen. Yli 2 000 puun tiheydessä kasvava rauduskoivikko pitäisi harventaa jo taimikkovaiheessa.

Kuvissa 5.7. ja 5.8. esitetään kasvatusohjelmien ja ensiharvennuksen ajoituksen vaikutus poistumaan, harvennuksen nettotuloihin sekä poistuman järeyteen ja suhteellisiin korjuukustannuksiin istutetussa käenkaali-mustikkatyypin koivikossa Etelä-Suomessa.

#### *Koivikon kannattavin kasvatusohjelma*

Kahden voimakkaan harvennuksen kasvatusohjelma on rauduskoivikoissa taloudellisesti tuottoisin. Ensiharvennuksessa jätetään kasvamaan 700–800 parasta koivua hehtaarille. Toinen harvennus tehdään vasta, kun osa poistettavista puista on saavuttanut vanerikoivun mitat. Tällöin voidaan poistaa varovasti myös metsikön suurimpia puuta, kunhan kasvamaan jäävät koivut ovat kunnoltaan ja laadultaan moitteettomia.

Taulukossa 5.5. on esitetty laskelmat käenkaali-mustikkatyypille istutetulle eteläsuomalaiselle rauduskoivikolle. Paljon valoa vaativana koivu kärsii ylitheydestä mäntyäkin pahemmin. Harvennusten laiminlyönnit alentavat käyttöpuun tuotosta selvästi samalla kun luonnonpoistuma kasvaa voimakkaasti.

#### *Hieskoivikot*

Hieskoivikoita kannattaa kasvattaa tiheämpinä kuin rauduskoivikoita. Hitaasti järeytyvällä hieksellä harvennuksien hyöty jää vähäisemmäksi. Hieksestä saatava tukkipuu on

*Taulukko 5.5: Kolme vaihtoehtoista koivikon harvennusohjelmaa Etelä-Suomeen OMT:lle istutetulle rauduskoivikolle. Laskelmissa käytetyt puun myyntihinnat ja koneellisen korjuun kustannukset vastaavat vuoden 1995 keskimääräistä tasoa maan eteläosassa.*

KASVATUSOHJELMA	"Lievä" harvennus	Voimakas harvennus	Harventamaton
<b>PUUSTON AIEMPI KÄSITTELY</b>			
Uudistaminen			
Uudistamistapa	Istutus	Istutus	Istutus
Pit. taim. hoid. aj.kohtana, m	8	8	8
Tiheys taim. h. jälkeen kpl/ha	1 600	1 600	1 600
<b>ENSIHARVENNUS</b>			
Valtapietus (m)/ikä (v.)	14/15	14/15	-
Puusto harv. jälkeen, m <sup>2</sup> /ha	11	8,5	-
Poistuman osuus ppaasta, %	16	36	-
Harvennuspoistuma, m <sup>3</sup> /ha	13	27	-
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha	0	0	-
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha	8	19	-
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	5	9	-
Hakkuutulot, mk/ha	650/1 300	1 700/3 300	-
(kantoraha/hankinta)			
Korj.kust. (MOTO) mk/ha	1 900	3 700	-
<b>II HARVENNUS</b>			
Valtapietus (m)/ikä (v.)	23/30	23/30	-
Puusto harv. jälkeen, m <sup>2</sup> /ha	18	14	-
Poistuman osuus ppaasta, %	31	36	-
Harvennuspoistuma, m <sup>3</sup> /ha	81	82	-
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha	4	10	-
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha	74	70	-
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	3	2	-
Hakkuutulot, mk/ha	7 500/14 000	8 600/15 000	-
(kantoraha/hankinta)			
Korj.kust. (MOTO) mk/ha	4 700	4 200	-
<b>PÄÄTEHAKKU</b>			
Valtapietus (m)/ikä (v.)	29/50	29/50	29/50
Päättehakkuupuusto	393	370	369
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha	218	232	129
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha	172	136	234
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	3	2	6
Hakkuutulot	69 300/88 800	69 400/89 000	52 800/75 800
Korj.kust. (MOTO) mk/ha	13 900	12 200	15 000
<b>KOKO KIERTOAIKA</b>			
Käyttöp. kok.tuotos, m <sup>3</sup> /ha	487	480	369
- tukkipuu, m <sup>3</sup>	222	242	129
- kuitupuu, m <sup>3</sup>	254	225	234
- hukkapuu, m <sup>3</sup>	11	13	6
Luonnonpoistuma, m <sup>3</sup>	30	1	120
Korkokanta	Kiertoaajan alkuun diskontatut suhteelliset nettotulot		
1 %	100	104,0	69,1
3 %	100	104,9	61,8
5 %	100	106,3	54,7

usein laadultaan huonoa. Hieskoivun latvus näyttää sietävän enemmän varjostusta kuin rauduskoivun. Turvemaiden hieskoivikoita kasvatetaan tiheinä myös siksi, että puusto säilyttää vedenhaidutuskykynsä.

Taimikkovaiheessa hieskoivikko kasvatetaan 2 500 rungon hehtaari­tiheydessä. Ainoa harvennushakkuu tehdään 14 metrin val­tipu­tuusvaiheessa, jolloin kasvamaan jätetään noin 1 000 puuta hehtaarille. Tavoitteena on yleensä kuitupuun tuottaminen 60 vuoden kiertoa­jalla. Tukkipuuta tuottava hieskoivikko harvennetaan kahdesti.

Tasakokoisissa, ylitie­hissä koivikoissa puiden latvukset saattavat supistua niin pahoin, että harventamattoman metsikön kokonaistuotos jää harvennettua pienemmäksi. Toisaalta hiesten latvukset elpyvät nopeasti harvennushakkuun jälkeen.

## 5.5.4 Sekametsät

Nykyisin talousmetsät pyritään kasvattamaan viljelykoivikoita ja karuimpien maiden män­niköitä lukuunottamatta sekapuustoina. Uu­distamiseen liittyvä tehokas maanmuokkaus varmistaa männyn ja kuusen viljelyalojen kehit­ty­misen sekametsäksi ilman lisäkustannuksia.

Muokattuun maahan itää lähes aina run­saasti koivutaimia. Ongelmana on usein se, että luontainen lehtipuusto tukahduttaa ha­vupuutaimikon (ks. luku 4). Varsinkin män­ty­koivusekametsän perustaminen vaatii koi­vun nopean alkukehityksen vuoksi tarkasti ajoitettua taimikonhoitoa.

Kuusi-raudus-sekametsä on puhdasta kuu­sikkaa tai koivikkoa tuottoisampi, mitataanpa tulosta sitten markkoina tai kuutiometreinä (taulukko 5.6). Myös hyvin hoidettu mänty­raudus-sekapuusto on suotuisilla kasvupaikoilla hieman tuottoisampi kuin puhdas männikkö.



*Ylitie­hiden, tasakokoisten hieskoivikoiden latvukset supistuvat niin voimakkaasti, että metsikön kokonaistuotos jää jopa harvennettua pienemmäksi. Toisaalta tiheydestä kärsineet hieskoivut elpyvät suhteellisen nopeasti harvennuksen jälkeen. Kuva Risto Pöntinen.*



Taulukko 5.6: Puhtaan kuusikon ja kuusi-koivu-sekapuuston tuotos 80 vuoden kiertoajalla lehtomaisella kankaalla. Sekametsän puulajisuhteet ku 75 %, ko 25 %.

	Kok.tuotos	Tukkipuuta
Puhdas kuusikko	605 m <sup>3</sup>	433 m <sup>3</sup>
Ku-ko -sekametsä	635 m <sup>3</sup>	472 m <sup>3</sup>
Hyöty	+ 5 %	+ 9 %*

\*Taloudellinen tulos muodostuu tätäkin paremmaksi, koska koivu varttuu tukin mittoihin huomattavasti kuusta nopeammin.

Kuusi-koivu-sekametsässä koivujen osuus kannattaa ainakin viimeiseen harvennukseen asti säilyttää suunnilleen neljänneksenä runkoluvusta. Koivut edistävät kuusivaltaisen metsikön luontaista taimettumista. Lisäksi koivun emäksinen lehtikarikeri pitää sekametsän kasvualustan pH:n korkeampana kuin puhtaissa kuusimetsissä. Kovin vähäisellä koivuseoksella ei kuitenkaan suurta maanhoidollista hyötyä saavuteta.

## 5.6 Ojitettujen turvemaiden harvennushakkuut

Sekametsät ovat ojitetuilla turvemaidella vallitsevia. Korpimaidella kasvaa kuusi-koivu-sekametsiköitä, rämeillä sekä mänty- että koivuvaltaisia metsiä. Viljaville, nevamaisille soille voi ojituksen jälkeen syntyä puhtaita hieskoivikoita. Havupuuvaltaiset taimikot voivat hoidon puutteessa muuttua viljavilla turvemaidella koivikoiksi.

Turvemaiden kasvupaikat on luokiteltu Laineen ja Vasanderin (1990) suotyyppioppaan turvekangastyypittelyn mukaan. Ojittamattomien soiden hakkuuta tässä teoksessa ei tarkastella.

Puhtaita männiköitä kasvaa lähinnä varpu-

turvekankailla (Vatkg). Keskiravinteisilla kasvupaikoilla (puolukkaturvekankaat, PtkgII) metsikössä voi kasvaa kaikkia kolmea pääpuulajia, joista mänty on tuottoisin. Vähintään mustikkaturvekankaiksi (MtkgII) kehittyvillä rämeillä kuusi ja nuorena myös hieskoivu kasvavat yhtä hyvin kuin mänty, jos kasvupaikan ravinnetalous on tasapainossa.

Runsas hieskoivusekoitus alentaa turvemaiden havupuuvaltainen metsiköiden kokonaistuotosta, koska koivun kasvu hidastuu aiemmin kuin havupuiden. Selkeimmin hieskoivun suuri osuus alentaa metsikön tukkipuun tuotosta.

### *Mänty-koivu-sekametsän kannattavin kasvatusohjelma*

Mänty-koivu-sekametsikön kasvatusohjelmat esitetään taulukossa 5.7. Kasvupaikkana on puolukkaturvekangas (suursara-piensaratasen räme).

Runsaasti koivua sisältävässä, mäntyvaltaisessa metsikössä harvennukset tehdään männyin hyväksi. Kahden harvennuksen kasvatusohjelmassa metsikkö ensiharvennetaan noin 25 vuoden kuluttua ojituksesta, kun puusto on saavuttanut 12 metrin valtapituuden. Toinen harvennus tehdään 25 vuoden kuluttua ensiharvennuksesta, 18 metrin valtapituudessa. Voimakas harvennus (kertymä 80 m<sup>3</sup>/ha) tuottaa jo tukkiakin. Päätehakkukypsyden puusto saavuttaa 80 vuoden kuluttua uudisojituksesta 23 metrin valtapituudessa.

Yhden harvennuksen kasvatusohjelmassa voimakas ensiharvennus tehdään 14 metrin valtapituudessa, kun ojituksesta on kulunut 30–35 vuotta. Kertymäksi tulee 70 kuutiometriä hehtaarilla, josta vähäinen osa tukkia. Ensiharvennusta voidaan viivyttaa, jos metsikkö on taimikkona harvennettu.

Harventamattoman mänty-koivu-sekametsän kasvatuksen taloudellinen tulos jää huo-



Taulukko 5.7: Eteläsuomalaisen puolukkaturvekankaan (PtkgII) mänty-koivu -sekametsän harvennusohjelma

HARVENNUSOHJELMA	Kaksi harvennusta	Yksi harvennus	Harvenna- maton
<b>PUUSTON AIEMPI KÄSITTELY</b>			
Ojitus			
Taimikonhoito	Ei	On	Ei
<b>ENSIHARVENNUS</b>	25 v.	35 v.	35 v.
	ojituksesta	ojituksesta	ojituksesta
Valtapiitus, m	12	14	14
Puusto harv. jälkeen, m <sup>2</sup> /ha	11	14	26
Poistettu ppa, %	42	42	-
Poistuma, m <sup>3</sup> /ha	40	70	-
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha (mä)	0	10	-
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha (mä/ko)	35 (10/20)	55 (10/40)	-
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	5	5	-
<b>+ KUNNOSTUSOJITUS</b>			
<b>II HARVENNUS</b>	50 v.	50 v.	50 v.
	ojituksesta	ojituksesta	ojituksesta
Valtapiitus, m	18	18	18
Puusto harv. jälkeen, m <sup>2</sup> /ha	15	23	32
Poistettu ppa, %	42	-	-
Poistuma, m <sup>3</sup> /ha	85	-	-
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha (mä)	20	-	-
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha (mä/ko)	60 (20/40)	-	-
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	5	-	-
<b>PÄÄTEHAKKU</b>	80 v.	80 v.	80 v.
	ojituksesta	ojituksesta	ojituksesta
Valtapiitus, m	23	23	23
Päättehakkupuusto, m <sup>3</sup>	280	330	360
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha (mä/ko)	205 (185/20)	210 (190/20)	215 (160/55)
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha (mä/ko)	65 (45/20)	110 (70/40)	125 (50/75)
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	10	10	20
<b>KOKO KIERTOAIKA</b>			
Hakkupuukertymä, m <sup>3</sup> /ha	405	400	360
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha (mä/ko)	225 (205/20)	220 (200/20)	215 (160/55)
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha (mä/ko)	160 (80/80)	165 (85/80)	125 (50/75)
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	20	15	20
Luonnonpoistuma, m <sup>3</sup> /ha	15	20	55

noksi. Hieskoivun osuus pysyy suurena, mikä kiertoajan loppupuoliskolla alentaa puuston kasvua. Myös luonnonpoistuma kohoaa merkittäväksi (1,0–1,5 m<sup>3</sup> ha /v). Ojien perkaa-

matta jättäminen alentaa kiertoajan tuotosta arviolta 25 kuutiometriä hehtaarilla.

#### Kuusi-koivu-sekametsän kasvatusohjelmat

Korvet ovat luontaisesti melko puustoisia. Harvennuksissa poistetaan pääasiassa koivua, jota korpien ojitusalueilla kasvaa sekapuuna runsaasti (Taulukko 5.8).

Kolmen harvennuksen ohjelmassa hakkuut tehdään 13, 18 ja 22 metrin valtapiitusvaiheissa. Jokaisessa harvennuksessa puuston pohjapinta-alaa alennetaan 37–41 prosenttia. Jo ensiharvennus tuottaa tukkia. Viimeisessä harvennuksessa tukin osuus kohoaa puoleen kertymästä. Päättehaku tehdään 75 vuoden kuluttua ojituksesta, kun puuston valtapiitus on 28 metriä.

Kaksi harvennusta riittää, jos ojituksen yhteydessä on tehty kunnostushakkuu. Tällöin puusto harvennetaan ensimmäisen kerran voimakkaasti 16 metrin valtapiituudessa, jolloin hakkuukertymästä yli kolmannes on tukkia. Toinen harvennus tehdään 22 metrin valtapiituudessa.

Harvennusten tekemättä jättäminen alentaa puuston kokonaistuotosta. Tuotosta alen-  
tavat suurempi koivun osuus, lisääntyvä luonnonpoistuma ja ojien perkaamattomuus.

Turvemailla kiertoajan kokonaistuotos jää pienemmäksi kuin viljavuudeltaan vastaavilla kivennäismailla, koska suometsien luontaisesti harvojen puustojen täydentyminen kestää ojituksen jälkeen aikansa. Tämän vuoksi ensiharvennuskertymät jäävät usein vähäisiksi. Toisaalta luonnonpoistumakin kasvaa merkittäväksi vasta kiertoajan lopulla.

Hoidettujen suometsiköiden kasvu saattaa vielä kiertoajan lopulla olla korkea, koska puusto on täystiheä ja kasvupaikan kuivatus-tilanne yleensä hyvä. Tukin osuus käyttöpuun kokonaistuotoksesta jää turvemailla pienemmäksi kuin kivennäismailla runkojen suuren vikaisuuden vuoksi.

HARVENNUSOHJELMA	Kolme harvennusta	Kaksi harvennusta	Harventa- maton
<b>PUUSTON AIEMPI KÄSITTELY</b>			
Ojitus			
Kunnostushakkuu	Ei	On	Ei
<b>ENSIHARVENNUS,</b>	20 v.	30 v.	20 v.
	ojituksesta	ojituksesta	ojituksesta
Valtapiisuus, m	13	17	13
Puusto harv. jälkeen, m <sup>2</sup> /ha	13	17	32
Poistettu ppa, %	45	45	-
Poistuma, m <sup>3</sup>	60	95	-
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha (ku)	10	30	-
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha (ku/ko)	40(15/25)	55 (15/40)	-
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	10	10	-
+ KUNNOSTUSOJITUS			
<b>II HARVENNUS,</b>	35 v.	50 v.	30 v.
	ojituksesta	ojituksesta	ojituksesta
Valtapiisuus, m	18	18	18
Puusto harv. jälkeen, m <sup>2</sup> /ha	15	19	32
Poistettu ppa, %	37	45	-
Poistuma, m <sup>3</sup> /ha	80	135	-
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha (ku)	30	55	-
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha (ku/ko)	45 (10/35)	75 (20/55)	-
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	5	5	-
<b>III HARVENNUS,</b>	50 v.		
	ojituksesta		
Valtapiisuus, m	22		
Puusto harv. jälkeen, m <sup>2</sup> /ha	18		
Poistettu ppa, %	38		
Poistuma, m <sup>3</sup> /ha	105		
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha (ku/ko)	50 (30/20)		
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha (ku/ko)	50 (20/30)		
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	5		
<b>PÄÄTEHAKKUU</b>	75 v.	75 v.	75 v.
	ojituksesta	ojituksesta	ojituksesta
Valtapiisuus, m	28	28	28
Päätehakkuupuusto, m <sup>3</sup> /ha	340	370	520
- tukkipuu, m <sup>3</sup> /ha (ku/ko)	260 (110/100)	250 (230/20)	310 (235/75)
- kuitupuu, m <sup>3</sup> /ha (ku/ko)	75 (65/10)	110 (90/20)	190 (100/90)
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	25	10	20
<b>KOKO KIERTOAIKA</b>			
Hakkuukertymä, m <sup>3</sup> /ha	585	600	520
- tukkipuu, m <sup>3</sup> (ku/ko)	350 (310/40)	335 (315/20)	310 (230/75)
- kuitupuu, m <sup>3</sup> (ku/ko)	210 (110/100)	240 (125/115)	190 (100/90)
- hukkapuu, m <sup>3</sup> /ha	25	15	80
Luonnonpoistuma, m <sup>3</sup> /ha	10	15	80

## Puunkorjuu ja ojien kunnostus

Ojitusalueilla puunkorjuuta vaikeuttavat mm. maan heikko kantavuus, pitkät kuljetusmatkat ja ojaverkosto. Yleensä korjuu ei onnistu sulan maan aikana. Toisaalta uusien ojalinjojen avaaminen lisää harvennuskertymää.

Kunnostusojitus on tehtävä viimeistään muutaman vuoden kuluttua ensiharvennuksen jälkeen. Jos ojitus on tehty ennen harvennusta, ojat on ehdottomasti puhdistettava puunkorjuun jälkeen.

Harvennushakkuu nostaa aina pohjaveden tasoa, mikä heikentää puiden juuristojen kasvuolosuhteita. Pohjavesi kohoaa hakkuun jälkeen sitä enemmän, mitä vetisempi kasvupaikka on. Poikkeukselliset sateiset kasvukaudet voivat liiasta vedestä kärsivillä turvemailla käydä kasvatettavalle puustolle kohtalokkaiksi, jos metsikköä ei hakkuun jälkeen kunnostusojiteta.

Edellä esitellyissä kasvatusohjelmissä kunnostusojitus on oletettu tehtäväksi ensiharvennuksen jälkeen, kun uudisojituksesta on kulu-  
nut 20–35 vuotta. Kiertoajan lopulla pohjavettä haihduttavaa puustoa on yleensä niin runsaasti, että kasvupaikka pystyy kuivana, vaikka ojasto alkaisikin uudelleen rappeutua.

## 5.7 Kaksijaksoisten metsien kasvatus

Kaksijaksoinen metsä voi muodostua joko saman- tai eri-ikäisistä puujaksoista. Samanikäiset puut erottuvat eri jaksoiksi, jos puulajien kasvurytmit ovat erilaiset. Esimerkiksi nuorena nopeasti kasvavat koivut kohoavat ylemmäksi jaksoksi ja hitaasti kasvunsa aloittavat kuuset jää-

*Taulukko 5.8: Eteläsuomalaisen viljavan turvekankaan (Rhtkg / MtkgI) kuusi-koivu-sekametsän harvennusohtjelmat.*



vät varjoon alemmaksi jaksoksi. Yleensä alempi jakso syntyy vasta vallitsevan puuston alle. Kuusialikasvos onkin usein nuorempaa kuin valopuina vallitsevat koivut tai männyt.

Kuivimpia kankaita ja soita lukuunottamatta havumetsän luontainen kehitys metsäpalon jälkeen johtaa sekametsävaiheen kautta ylispuumäntyjen ja nuoremman kuusikon muodostamaksi kaksijaksoiseksi metsäksi.

Yhden puulajin kaksijaksoisia metsiä ovat mm. lajittuneiden kankaiden tai ojitusaluiden eri-ikäiset männiköt tai vastaavat kuusikot viljavilla kivennäismailla. Toinen tai molemmat puujaksot voivat olla myös viljeltyjä, esimerkkinä koivu- tai leppäverhopuusto ja sen alle istutettu kuusentaimikko.

Kaksijaksoisen metsän hoidossa on erotettava puujaksojen samanaikainen kasvattaminen ja toisaalta uudistaminen alikasvosta hyväksi käyttäen.

Uudistamista käsitellään tämän kirjan luvussa 3.

### *Tasaikäiset kaksijaksoiset metsiköt*

Tasaikäisten koivu-kuusi-sekametsien ylempi koivujakso kasvatetaan nuorena yhtä tiheänä kuin puhdasta koivikkokin, koska kuusentaimikko kestää hyvin varjostusta. Tiheä kasvatusasento edistää koivun karsiutumista ja hillitsee kuusen pituuskasvua. Näin kuusten latvat eivät ulotu koivun latvuston piiskattaviksi.

Ensiharvennusvaiheeseen mennessä rauduskoivut ovat kasvaneet jopa kaksi kertaa kuusten pituisiksi. Myöhemmin pituusero pienenee, joten kuusille on tehtävä tilaa koivujen latvustoon.

Ensiharvennuksen jälkeenkin koivujaksoa ei pidä harventaa enempää kuin puhdasta koivikkoa. Voimakas harvennus alentaisi koivun tuotosta enemmän kuin kuusen kasvu paranisi. Kuusi saavuttaa parhaan kasvunsa vasta, kun koivun kasvu jo alkaa hiipua.

Jos koivikko näyttää niin huonolaatuiselta, ettei tukkipuuta paljoa ole luvassa, koivuja poistetaan myöhemmissä harvennuksissa kuusen tieltä. Tällöin metsikkö kehittyy yksijaksoiseksi sekametsäksi tai puhtaaksi kuusikoksi.

### *Eri-ikäiset kaksijaksoiset metsiköt*

Eri-ikäisten kaksijaksoisten koivu-kuusi-metsien kasvatukseen pätevät edellä kuvatut ohjeet, jos ikäero ei ole kovin suuri. Puujaksojen suuremman pituuseron vuoksi kuusten latvat eivät ole vaarassa vioittua koivun latvustossa. Korjuuvaurioiden riski kuitenkin kasvaa, kun koivuja kaadetaan kuusentaimikon päältä.

Jos koivujakso on selvästi kuusentaimikko vanhempi, koivut saavuttavat päätehakkuihin huomattavasti ennen kuusia. Kaikkien koivujen poistaminen yhdellä kertaa voi aiheuttaa kuusten kuivumista. Kaksivaiheinen ylispuiden hakkuu pienentää tätä riskiä.

Viljavilla turvemaidella koivuylispuiden poistoa voi viivyttää, koska ylispuut parantavat haihdunnallaan maan vesitaloutta. Kivennäismaahan juurensa ulottavat koivut parantavat myös kasvupaikan ravinnetasoa.

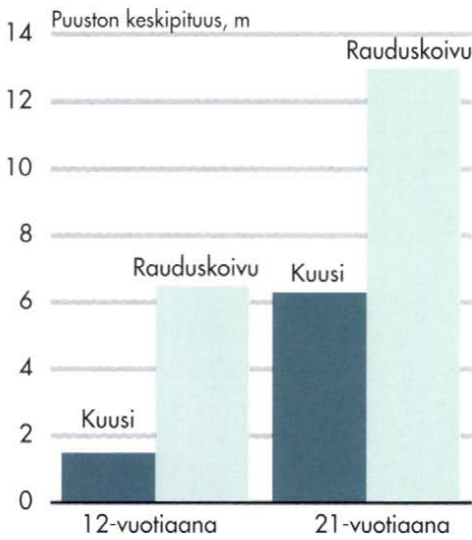
Kivennäismaiden männiköihinkin syntyy usein kuusialikasvoksia. Keskimääräistä viljavammilla mailla kuuset kannattaa kasvattaa kuitupuun mittoihin. Kuivahkoilla karuilla mailla mäntyjen kasvu kärsii alikasvoksesta. Lisäksi alikasvoskuusen kasvu edes kuitupuun mittoihin on epävarmaa.

Turvemaidella männiköihin syntyy ojituksen jälkeen joskus myös mänty- tai koivualikasvoksia. Nuoremman mäntyjakson kasvattaminen harvahkon ylispuuston alla saattaa onnistua, mutta koivulle kasvupaikat ovat yleensä liian karuja.

### *Koivu-kuusisekametsän taloudellinen tulos*

**Esimerkki:** Lehtomaiselle kankaalle istutetun kuusentaimikon ja sen lomaan uudistushak-





Kuva 5.9: Kuusen ja koivun pituuskasvu kaksijakoiseksi kehittyvässä sekametsässä. Lähde: Sven Anderson, Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift Fig. 22, 1984.

kuun jälkeen syntyneen koivikon kehitys. 15 vuoden kuluttua istutuksesta koivujen keskiläpimitta oli 10 senttiä ja keskipituus 10 metriä.

Metsikön käsittelyvaihtoehtoina vertaillaan koivujen perkaamista heti tai niiden kasvattamista ylispuustona 20 vuotta. Laskelmat tehtiin erikseen raudus- ja hieskoivulle. Koivikko harvennettiin 200 tai 500 rungon hehtaariin. Koivujakson hyödyksi laskettiin sen päätehakkuarvo (taulukot 5.9. ja 5.10).

Koivujakson aiheuttaman kasvun hidastumisen vuoksi kuusikon harvennuksia (2 harvennusta, poistuma 35 %) ja päätehakkua (80 v.) siirrettiin niin monta vuotta eteenpäin, kuin saman keskitilavuuden saavuttamiseen puhtaassa kuusikossa tarvitaan.

Rauduskoivujen varjossa kasvatettujen kuusten kiertoaika piteni puhtaaseen kuusikkoon verrattuna 2 vuotta, kun koivujakson

Taulukko 5.9: Kaksijakoisen kuusi-koivu-sekametsän tuotos ja kantorahatulot. Kuusen tuotos ja hakkuutulo kaikissa vaihtoehdoissa on sama. Kuusikon harvennusajankohdat ja kiertoaika sekä koivujen tuotos vaihtelevat.

Vaihtoehto	Tuotos m <sup>3</sup> /ha	Tukki-osuus, %	Hakkuutulo mk/ha
Kuusen tuotos	720	76	130 000
Koivun lisätuotos*			
Raudus, 200 kpl/ha	90	69	+18 000
Raudus, 500 kpl/ha	210	67	+42 000
Hies, 200 kpl/ha	80	55	+14 000
Hies 500 kpl/ha	120	25	+16 000

\* Koivun lisätuotoksena esitetty hakkuutulo sisältää kuusen hakkuuajankohdista siirtymisestä aiheutuvan korkotappion.

Taulukko 5.10: Kaksijakoisen koivu-kuusi-sekametsän diskontatut kantorahatulot + maan arvo puhtaaseen kuusikkoon (= 100 %) verrattuna.

Vaihtoehto	Hakkuuarvo, % puhtaasta kuusikosta Diskonttausprosentti		
	1 %	3 %	5 %
Raudus 200 kpl/ha	117	131	155
Raudus 200, tukki -50 %	112	121	135
Raudus 500 kpl/ha	140	172	222
Raudus 500, tukki -50 %	128	149	182
Hies 200 kpl/ha	113	123	140
Hies 200, tukki -50 %	110	116	128
Hies 500 kpl/ha	113	121	136
Hies 500 tukki -50 %	110	116	128

tiheys oli 200 runkoa hehtaarilla. 500 koivun ylispuujakso pidensi kuusten kiertoaikaa 5 vuotta. Hieskoivikon (500 r/ha) alla kiertoaika piteni 4 vuotta. Hakkuuarvot diskontattiin nykyhetkeen 1, 3 ja 5 prosentin koroilla.

Myöhemmät kiertoajat otettiin huomioon lisäämällä päätehakkuun ajankohdasta diskontattu maan arvo 4 000 markkaa hehtaarilta.

Koivutukkien vähimmäislatvaläpimitaksi valittiin 20 senttiä normaalin 18 sentin sijasta. Näin otettiin huomioon ylispuina kasvanneiden koivujen tavallista suurempi oksaisuus. Hieskoivujen tukkisaantoa alennettiin tämän lisäksi 20 prosenttia. Lisäksi laskettiin vaihtoehto, jossa koivujakson hakkuukertymästä vain puolet olisi tukkia.

Ylispuuna raudus tuotti huomattavasti enemmän puuta ja tuloja kuin hies (Taulukko 5.9).

Koivujakson kasvattaminen kannatti kaikissa vaihtoehtoissa (Taulukko 5.10). Korkeampi tuottovaatimus (korko) lisäsi koivujakson kannattavuutta erityisesti tukkipuuvaltaisissa metsiköissä. Korjuun lisäkustannuksia ja vaurioita laskelmassa ei otettu huomioon. Niiden vaikutus kannattavuuteen on kuitenkin huolellisessa puunkorjauksessa pieni.

Nuoria mäntyjä ei yleensä kannata kasvatata kuusikon ylispuina. Harvana ylispuustoja mäännyt kasvavat liian oksaisiksi ainakin ilman pystykarsintaa. Haapa ja leppä sopivat kuusikon ylispuiksi. Kasvattamisen taloudellinen kannattavuus riippuu näiden puulajien kysynnästä ja hinnoista.

## 5.8 Eri-ikäisen metsikön kasvatus

Eri-ikäisistä puista koostuvien metsiköiden kasvatusta eli harsintametsätaloutta harjoitetaan jonkin verran mm. Keski-Euroopan vuoristometsissä, joissa kasvaa varjopuulajeja, mm. saksanpihtaa ja pyökkiä. Suomessa parhaat edellytykset eri-ikäismetsien kasvatukselle lienevät Lapin karujen kankaiden harvoissa männiköissä, joissa luonnostaankin kasvaa monia puukäluokkia. Menetelmää

kokeillaan paraikaa Etelä-Suomen kuusikoihin perustetuissa kokeissa.

Metsikköön pyritään luomaan eri-ikäisrakennne, joka säilyy enemmän tai vähemmän muuttumattomana. Metsässä on kaikenikäisiä puita sirkkataimista tukkipuihin. Uudistamis- ja kasvatushakkuita sekä taimikonhoitoa tehdään koko harsintametsälössä lyhyin väliajoin. Kehitysvaiheidensa perusteella erottuvia metsiköitä ei muodostu.

Pysyvää eri-ikäisrakennetta metsikköön ei Suomen olosuhteissa yleensä kehity itsestään eikä se myöskään säily ilman toistuvia hakkuita. Uudistumiselle on luotava pysyvästi suotuisat olosuhteet puuston tiheyttä ja rakennetta säätelemällä.

Hakkuiden on oltava lieviä. Muuten puuston kasvu pienenee ja pintakasvillisuus rehevöityy liikaa. Poistettaviksi valitaan ensisijaisesti suurimpia, kasvuaan hidastaneita puita. Pieniä puita poistetaan läpimittaluokista, joissa niitä tavoitepuustoon nähden on liikaa. Taimiryhmiä harvennetaan tarpeen mukaan. Hoitotoimin luodaan tilaa taimille ja kauan muiden puiden varjossa kituneille alikasvoksille, joiden toivotaan elpävän.

Metsänviljelyä ja maanmuokkausta ei eri-ikäisessä metsässä tarvita. Pienimuotoista taimikonhoitoa sen sijaan on tehtävä jatkuvasti, mutta sen määrästä ja kustannuksista metsiköktalouteen verrattuna ei ole tietoa.

Etelä-Suomessa eri-ikäisrakenteinen metsä muuttuu vähitellen kuusikoksi kaikilla kasvupaikoilla. Valopuut eivät pysty uudistumaan, jos puusto on puuntuotannon kannalta riittävän tiheää.

Suomalaiset tai muissa Pohjoismaissa saadut tutkimustulokset eivät vielä riitä harsintametsätalouden ja tasaikäisten metsien kasvatuksen taloudellisen tuloksen vertailuun. Ensimmäinen, metsikön eri-ikäisrakenteen luomiseen tähtäävä hakkuu tuottaa enemmän tuloja kuin tavallinen harvennushakkuu, koska metsästä poistetaan runsaasti tukkipuita.

Toisaalta koneellinen hakkuu ei pidemmän päälle tule harsintametsissä kyseeseen, mikä nostaa korjuukustannuksia.

Perinteiset, 1950-luvulle jatkuneet harsintahakkuut johtivat useimmiten metsän häviytykseen. Tavoitteena ei ollut metsien kestävä kasvattaminen vaan mahdollisimman suuret hakkuutulot isoja puita hakkaamalla. Lopputuloksena oli vähäarvoinen jätemetsä, joka uudistui heikosti eikä tuottanut hakkuutuloja kymmeneen vuosiin.

#### *Kirjallisuutta:*

Harvennushakkuuiden taloudellinen merkitys ja toteuttamisvaihtoehdot. Harvennushakkuuprojektin loppuraportti. (Metsäntutkimuslaitos, Metsäteho, Jaakko Pöyry OY). Maa- ja metsätalousministeriö 1992.

Hynynen, J. & Saramäki, J. Ensiharvennuksen viivästymisen ja harvennusvoimakkuudenvaikutus nuoren männikön kehitykseen. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1995(2):99–113.

Mielikäinen K. 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehityk-

seen. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 133.

Mielikäinen, K. & Valkonen, S. 1991. harvennustavan vaikutus varttuneen metsikön tuotokseen ja tuottoihin Etelä-Suomessa. *Folia Forestalia* 776.

Mielikäinen, K. & Valkonen, S. 1995. Kaksijaksoisen kuusi-koivu-sekametsikön kasvu. *Folia Forestalia* 1995(2):81–97.

Niemistö, P. 1991. Hieskoivikoiden kasvustiheys ja harvennusmallit Pohjois-Suomen turvemailla. *Folia Forestalia* 782.

Niemistö, P. 1992. Runkolukuun perustuvat harvennusmallit. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 432.

Niemistö, P. 1994. Männikön ensiharvennus ala-, ylä- tai laatuharvennusta käyttäen. *Metsätieteen aikakauskirja Folia Forestalia* 1994(1):19–32.

Niemistö, P. 1994. Rauduskoivun kasvatus. Julkaisussa: Hannelius, S. (toim.). Uusia vaihtoehtoja metsänkasvatukseen. *Metsäntutkimuspäivä Järvenpäässä* 16.11.1993. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 491:13–18.



## 6. PUUNKORJUU

*Pentti Hakkila, MMT, professori, Matti Siren, MH, vanhempi tutkija*

Puutavaran korjuu kannolta tien varteen maksaa Suomessa vuosittain 3 miljardia markkaa. Taloudellisesti kannattava puuntuotanto edellyttää tehokkuutta myös puunkorjuulta. Tehokkuuden tunnuksia ovat työn tuottavuuden ja alhaisten kustannusten lisäksi ympäristöystävällisyys, puun tarkka talteenotto, laadukas puutavara, täsmälliset toimitukset sekä työturvallisuus.

Pohjoismaissa käytettävä tavaralajijärjestelmä, jossa rungot katkotaan sahatukeiksi ja kuitupuupölkyiksi metsässä jo ennen lähikuljetusta, tarjoaa maailmalla yleisempään kokorun-

kojärjestelmään verrattuna seuraavia etuja:

- Harvennushakkuissa kasvamaan jätettävän puuston runko- ja juuristovauriot vähenevät, kun rungot pölkytetään ennen kuljetusta, ja puutavara kuljetetaan tien varteen kuormaakantavilla traktoreilla.
- Pyörä- ja akselirakenteen, tasapainoisemman kuorman, suuremman kuormatilavuuden eli vähempien ajokertojen ja ulottuvan kuormaimen ansiosta kuormatraktorit aiheuttavat laahustraktoreihin verrattuina vähemmän maan painumista ja raitaiden muodostusta.



*Pohjoismainen puunkorjuuteknologia on ympäristöystävällisempää kuin maailmalla yhä valtavien kokonaisten runkojen juontamiseen perustuva teknologia. Kuva Mikko Riikilä.*

- Puutavara säilyy kantavan traktorin kuormassa puhtaana ja vahingoittumattomana, myös hakkuutähteen ja pienpuun talteenotto energiakäyttöön on mahdollista.
- Kuormatraktorit heiluvat laahustraktoria vähemmän. Lisäksi ne on varustettu ergonomisesti korkealuokkaisilla ohjaamoilla. Näin kuljettaja on suojattu heilunnan ja tärinän aiheuttamilta sairauksilta.
- Varastotilan tarve supistuu merkittävästi, koska kuormatraktori voi purkaa puut 3–4 metrin korkuisiin pinoihin.
- Jatkokuljetus kuorma-autoilla helpottuu, koska kuormatraktorit lajittelevat puutavara-lajit eri pinoihin.

Metsäyhtiöiden korjuussa puutavaran lähikuljetuksessa käytetään lähes poikkeuksetta 8–12 tonnin kuormatraktoreita. Kaukokuljetus tapahtuu 7-akselisilla perävaunullisilla kuorma-autoilla, joiden suurin sallittu kokonaispaino on 60 tonnia.

Noin 85 prosenttia metsäyhtiöiden korjaamista leimikoista hakataan yksiotehakkuukoneilla, joiden kustannustaso alittaa lähes kaikissa olosuhteissa metsurin kustannukset. Erityisesti nuorissa harvennusleimikoissa on kuitenkin vaikeasti korjattavia kohteita, joissa metsurityö on edelleen perusteltua.

Koneellistamisen seurauksena hakkuun tuottavuus on hankalista korjuuolosuhteistamme huolimatta noussut korkeaksi (taulukko 6.1).

## 6.1 Puunkorjuun työvaikeustekijät

Koneellisen hakkuun tuotokseen vaikuttaa ratkaisevimmin käsiteltävien runkojen koko. Hakkuun ajanmenekki on 0,045 kuutiometrin rungoilla kuutiometriä kohti viisinkertainen verrattuna 0,500 kuutiometrin runkojen

Taulukko 6.1: Työn tuottavuus puunkorjuussa vuonna 1994. Lähde: Metsäteho.

	Tuottavuus, m <sup>3</sup> /miestyövuosi
Hakkuu	12 100
Metsäkuljetus	34 200
Korjuu tien varteen	8 970
Kaukokuljetus	21 000
Hankinta kannolta tehtaalle	6 300

Luvuista puuttuu työajo

hakkuuseen. Myös hakkuutapa – harvennus vai päätehakkuu – vaikuttaa ajanmenekkiin. Rungon koon kasvaessa hakkuutavan merkitys kuitenkin pienenee.

Kolmas hakkuun ajanmenekkiin olennaisesti vaikuttava tekijä on leimikon tiheys. Poistuman ollessa 200 runkoa hehtaarilta hakkuun ajanmenekki kuutiometriä kohti on 10–23 prosenttia suurempi kuin tiheydellä 1 000 runkoa hehtaarilla, jos rungon koko ei muutu.

Alle 0,4 kuutiometrin rungoilla hakkuukoneen tuottavuus on lähes sama sekä männyn että kuusen käsittelyssä. Yli 0,4 kuutiometrin rungoilla paksuoksisempien mäntyjen hakkuu on hitaampaa kuin kuusten. Pienillä lehtipuilla hakkuun ajanmenekki on samaa tasoa kuin havupuilla. Suurten lehtipuiden karsiminen on lähinnä rungon mutkikkouden vuoksi 5 prosenttia hitaampaa kuin havupuilla. Hakkuukoneiden kehittymisen myötä oksaisuuden vaikutus tuottavuuteen on pienentynyt.

Edullisin puutavaran pituus koneellisessa hakkuussa ja lähikuljetuksessa on yleensä noin 5 metriä. Lyhyen 3 metrin kuitupuun valmistus on keskimäärin vajaat 10 prosenttia hitaampaa.

Runsas alikasvos saattaa pahimmillaan



alentaa hakkuukoneen tuottavuutta lähes 10 prosenttia. Hakkuukone on liian kallis raivutyöhön. Runsaasti alikasvosta sisältävät leimikot kannattaakin raivata ennen hakkuuta. Lisäksi etukäteen kaadettu raivauspuu suojaa juuria ja maata painumilta. Maasto alentaa hakkuun tuottavuutta merkittävästi vain vaikeissa oloissa.

Metsurihakkuussa työn tuottavuuteen vaikuttavat merkittävästi rungon koko, leimikon tiheys ja maasto. Myös puulaji vaikuttaa oleellisesti metsurityön tuottavuuteen. Ok-sikkaiden kuusten hakkuu on hitaampaa kuin mäntyjen.

Paksu lumipeite hidastaa metsurin työtä selvästi enemmän kuin hakkuukoneen. Jo noin 40 senttimetrin lumen syvyys heikentää huomattavasti tuottavuutta.

Metsäkuljetuksen tuottavuuteen vaikuttavat eniten ajomatka, hakkuutapa ja -menetelmä, puutavaran pituus, maasto sekä puutavaralajeittaiset uranvarsitiheddet ( $m^3/100$  m uraa), jotka lasketaan puutavaralajiosuukien, kokonaiskertymän, ajouravälin ja erikseen kuljetettavien puutavaralajien määrän perusteella. Lumi alkaa oleellisesti haitata lähikuljetusta vasta hangen paksuuden ylittäessä puoli metriä.

Koneellisesti hakatuilla leimikoilla metsäkuljetuksen tuottavuus on suurempi kuin metsurityön jäljiltä. Täyskoneellisessa korjuussa kuormatraktori ulottuu yhdestä työpisteestä kuormaamaan suuremman puumäärän. Lyhyen puutavaran kuormaus ja purkaminen on selvästi hitaampaa kuin pitkän puutavaran. Myös kuorman koko jää usein vajaaksi. Lehtipuun kuormaus ja purkaminen on keskimäärin hitaampaa kuin havupuun.

## 6.2 Ensiharvennukset

### 6.2.1 Ensiharvennus teknis-taloudellisena ongelmana

Valtakunnan metsien 8. inventoinnin tulosten mukaan ensiharvennuksia tulisi vuosittain tehdä jopa 250 000 hehtaarilla. Varsin suuri osa talousmetsiemme hakkuusäästöistä lienee ensiharvennuspuuta. Ensiharvennustarvetta vastaava runkopuun poistuma kohtaa 9,7 miljoonaa kuutiometriin vuodessa, jos runkopuun poistumaksi etelässä oletetaan 45 kuutiometriä hehtaarilla ja pohjoisessa 35 kuutiometriä hehtaarilla, tähteeksi jäävä almittainen puu mukaan lukien.

Mittava ensiharvennustarve on seurausta metsiemme ikäluokkajakaumasta, soiden ojituksista sekä kasaantuneista ensiharvennusrästeistä. Keski-Pohjanmaan, Keski-Suomen, Pohjois-Savon ja Kainuun metsälautakuntien alueella ensiharvennuspuun osuus ylittää 35 prosenttia kuitupuun hakkuusuunnituksesta.

Ensiharvennuksia ei kyetä tekemään tarvetta vastaavasti. Pitkällä aikavälillä tämä aiheuttaa ongelmia puuntuotannolle. Lukuisat tekijät rajoittavat ensiharvennuspuun korjuuta ja käyttöä kuituraaka-aineena:

1. Korkeat korjuukustannukset, jotka aiheutuvat puun pienestä koosta, alhaisesta hakkuukertymästä sekä kasvamaan jäävän puuston suuresta runkoluvusta.
2. Suuri hävikki kuitupuun rumpukuorinnassa, mikä aiheutuu ohuiden pölkkyjen murskaantumisesta järeämmän kuitupuun seassa.
3. Varttuneista metsistä saatavaan kuitupuuhun verrattuna poikkeavat kuituominaisuudet. Nuoren puun lyhyet, ohutseinäiset kuidut alentavat massan ja paperin repäisyjuuutta. Ensiharvennuskuidulla on myös joukko painopaperille edullisia ominaisuuksia. Niitä ei kuitenkaan pystytä



hyödyntämään niin kauan kuin ensiharvennuskuitua ei kyetä ohjaamaan hallituissa seossuhteissa oikeisiin tuotekohteisiin.

Mitä nuorempaa ja ohuempaa puu on, sitä kärjekkäämpinä haitat korostuvat. Sellun tuotannon suhteellinen kustannus on päätehakkuualojen männyllä 100, myöhäisten harvennusten mäntykuidulla noin 110 ja ensiharvennusmännyllä 120–125, kun otetaan huomioon sekä puutavaran hankinnan että sellun valmistuksen kustannukset ja saanto.

Kuitupuun vähimmäisläpimittaa korotettiin 1990-luvun alussa. Näin kalliin ja heikkolaatuisena pidetyn ensiharvennuspuun järeyttä voitiinkin hieman lisätä ja sen osuutta raaka-ainehuollossa supistaa. Samalla ensiharvennusten runko-, hehtaari- ja leimikkokohdainen kertymä aleni. Seurauksena saattoikin samalla olla korjuun yksikkökustannusten kohoaminen entisestään. Kokonaistalouden kannalta olisikin eduksi, jos kuitupuun latvaläpimittavaatimusta voitaisiin ainakin ensiharvennusleimikoissa alentaa.

## 6.2.2 Latvaläpimitan vaikutus kertymään

Hakkuupoistuman jakautuminen aines- ja hukkapuuhun riippuu puun pituudesta, läpimitasta ja runkomuodosta sekä puutavaran pituus- ja läpimittavaatimuksista. Mitä suurempi vähimmäispituus kuitupuupölkyltä vaaditaan, sitä suurempi osa rungosta menee hukkapuiksi.

Taulukossa 6.2. kuorellisen runkohukkapuun määrä perustuu apteerausohjeeseen, jossa pölkyn perusmitta on 5 metriä ja latvapölkyn apumitta 3–5 metriä. Rungosta on saatava vähintään yksi 5 metrin pölkky, minkä jälkeen voidaan käyttää lyhyempää apumittaa. Mitä pienempää hakattava puusto on, sitä enemmän kuitupuun läpimittavaatimus

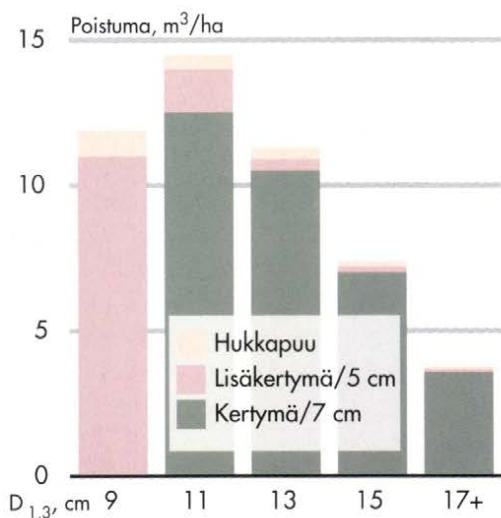
*Taulukko 6.2: Hukkapuun osuus rungon kuorellisesta tilavuudesta rinnankorkeusläpimitaluokittain (ensiharvennusmännikkö, Etelä-Suomi) kuitupuupölkyn vähimmäisläpimitasta riippuen Laasasenahon (1982) runkofunktiolla laskettuna. Pölkyn apteerausohje 5+3 m.*

Rungon D <sub>1,3</sub> cm	Kuitupuun vähimmäisläpimita, cm			
	5	6	7	8
	Hukkapuun osuus rungon tilavuudesta, %			
7	75	100	100	100
9	7	18	100	100
11	4	7	13	32
13	2	4	7	11
15	2	3	4	7
17	1	2	3	5

vaikuttaa runkohukkapuun osuuteen.

Kuva 6.1. osoittaa runkopuukertymän lisäyksen eteläsuomalaisessa ensiharvennusmännikössä, kun pölkyn vähimmäisläpimittaa alennetaan 7:stä 5 senttimetriin. Vähimmäisläpimitan alentamisen tuottama kertymähyöty voi olla jopa 39 prosenttia. Jos rinnankorkeusläpimitaltaan 9 senttimetrin luokkaan (8–10 cm) kuuluvat puut rajataan tarkastelun ulkopuolelle, kertymähyöty jää 6 prosenttiin. Hyöty riippuu puuston järeydestä ja runkomuodosta eikä ole kaikissa leimikoissa yhtä suuri kuin esimerkkitapauksessa. Läpimitaltaan alle 10 senttimetrin puiden osuus runkojen kokonaismäärästä vaikuttaa keskeisesti kertymäsuhteisiin.

Koneellisen hakkuun yksikkökustannus alenee, jos kuitupuun latvaläpimita alennetaan ensiharvennusleimikolla 5 senttimetriin. Runkokohtainen ajanmenekki lisääntyy paksummilla puilla vain 3–5 prosenttia samalla, kun runkokohtainen kertymä kasvaa 2–11 prosenttia. Poikkeuksena ovat latvaläpimitan alentamisen vuoksi korjuukelpoisiksi muuttuvat, rinnankorkeudeltaan alle 8–10 senttimetrin puut. Niiden käsittelyssä hakkuuko-



Kuva 6.1: Esimerkki runkopuun kertymähyödyistä tyypillisessä Etelä-Suomen ensiharvennuskannikossa, kun kuitupuun latvaläpimitta alenee 7:stä 5 senttimetriin ja sovelletaan 5 + 3 metrin apteerausohjetta.

neen suhteellinen ajanmenekki on suurempi kuin järeämmillä puilla.

Myös kuormatraktorin kuljetustuotos paranee, koska taakkojen koko ja pinta-alakohmainen kertymä karttavat. Leimikkokertymän kasvaessa myös koneiden siirtelystä ja korjuun organisoinnista aiheutuvat kustannukset pienenevät.

### 6.2.3 Ensiharvennuspuu kuituteollisuuden raaka-aineena

Ensiharvennuspuun puuteknisiä ominaisuuksia pidetään yleisesti huonompina kuin normaalilla kuitupuulla. Ominaisuuksien katsotaan latvaa kohti edelleen heikkenevän.

Kuidun käyttökelpoisuus riippuu siitä, millaiseen paperiin ja millaisessa seossuhteessa sitä käytetään. Kun kuitupuun vähimmäislatvaläpimittaa alennetaan, lisäraaka-aineena

saadaan latvakuitupuuta, jossa on keskimääräistä leveämmät lustot, ohuempi kuori, suurempi kuoripitoisuus, alhaisempi puusisältö kuorellista kuutiometriä kohti, suurempi kosteus sekä lyhyempi ja ohutseinäisempi kuitu. Erot eivät kuitenkaan ole niin suuria, etteikö ensiharvennuspuun latvaosakin aina 5 senttimetriin saakka olisi kuidutukseen kelpoista. Kuusella puuaineen kuiva-tuoretiheys jopa kohoaa rungon yläosassa.

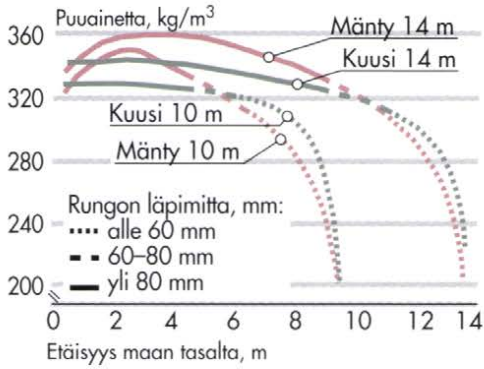
Ensiharvennuskannin pääasialliset käyttäjät ovat selluteollisuus ja energialaitokset. Sydänpuun puuttumisen ansiosta ensiharvennuskannin käyttö myös mekaanisen massan raaka-aineena saattaisi olla mahdollista. Ensiharvennuskuusi soveltuu kaikkiin edellä mainittuihin tarkoituksiin, mutta sen kuoriminen on vaikeampaa kuin ensiharvennuskannin.

Ensiharvennuspuun raaka-ainesisältö lasketaan kuoren tilavuusosuuden sekä puuaineen ja kuoren kuiva-tuoretihyden perusteella. Kuorellisen ensiharvennuskannin rungossa on puuainetta keskimäärin 338 kiloa kuutiometrissä. Suurimmillaan puuainesisältö on 2–4 metrin korkeudella, kun kuori ei enää ole paksua, mutta puuaineen tiheys vielä verraten korkea. Sen jälkeen puuainesisältö alenee kohti latvaa, jossa männyn puuaines koostuu kevyestä nuorpuusta ja kuoriisuus on korkea.

Ensiharvennuskuusella puuainesisältö on keskimäärin lähes sama kuin männyllä, 334 kiloa kuutiometrissä, mutta vaihtelu rungon pituussuunnassa on vähäisempää (kuva 6.2).

Metsäteollisuus nosti kuitupuun vähimmäislatvaläpimittaa 1990-luvun alkupuolella männyllä 6:sta 7 senttimetriin ja kuusella jopa 8 senttimetriin. Korjuu- ja kuorinteknisistä syistä teollisuus katsoi ensiharvennuspuun käytön kannattamattomaksi. Läpimitan nostoon lienee vaikuttanut myös käsitys latvapuun teknisten ominaisuuksien kehnoudesta. Ensiharvennuskannin puuainesisältö





Kuva 6.2: Puuaineen määrä kuorellisen runkopuun kuutiometriä kohti rungon eri korkeuksilla 10 ja 14 metrin pituisissa männyissä ja kuusissa Etelä-Suomen ensiharvennusleimikoissa.

onkin 5 senttimetrin latvaläpimitan kohdalla 10 prosenttia alempi ja kuidun pituus noin 20 prosenttia lyhyempi kuin rungossa keskimäärin. Kuusella vastaavat erot ovat 4 prosenttia ja 10 prosenttia.

Toisaalta kuitupuun latvaläpimitan alentaminen lisää hakkuukertymää. Tällöin korjuun yksikkökustannukset saattavat jopa laskea, mikä ainakin osin kompensoi latvaosan alhaisempaa puupitoisuutta. Huomattavaa on, että käytännön puunkorjuussa kuitupuun todellinen latvaläpimitta jää aina vähimmäismittaa suuremmaksi. Jos latvaläpimitta alennetaan 7:stä 5 senttimetriin, lisäkertymä koostuu itse asiassa 6–8 senttimetriä paksuisista rungon osista.

#### 6.2.4 Korjuuratkaisun vaikutus biomassakertymään

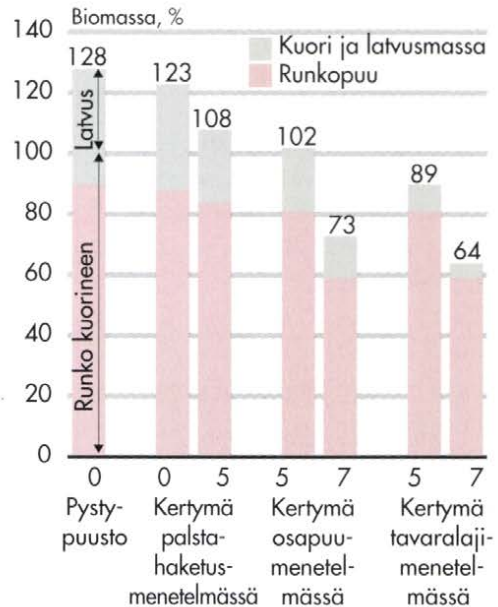
Tässä luvussa tarkastellaan biomassakertymää, kun kuitupuun lisäksi energiapuu otetaan talteen. Lähtökohtana on kuvassa 6.1. esitelty leimikko. Puuston runkomassasta 90 prosenttia on puuainesta ja 10 prosenttia

kuorta. Latvuksessa on kuivat oksat mukaan lukien 28 prosenttia lisämassaa.

Kuvassa 6.3. vertaillaan biomassakertymää kuudessa vaihtoehdoisessa korjuuratkaisussa. Laskelmiin on sisällytetty kaikki rinnankorkeudella 8 senttimetriä täyttävät puut.

Ensimmäisessä vaihtoehdossa puut hakeetaan oksineen kertymän biomassakoostumukselta tai metsämaan ravinnetappioista piittaamatta. Toisessa kokopuuhaketuksen vaihtoehdossa latva katkaistaan 5 senttimetrinä. Muissa menetelmissä noudatetaan 5+3 metrin pölkynpituutta sekä 5 tai 7 senttimetrin vähimmäislatvaläpimittaa, jota pölkyn pituusrajoitteista johtuen kuitenkin ei aina saavuteta.

Suurimman biomassakertymän tuottaa kokonaisten puiden palstahaketus. Vain 4 prosenttia biomassasta, lähinnä katkeilevat kuivat oksat, jää palstalle. Talteen saatu puuain



Kuva 6.3: Eteläsuomalaisen ensiharvennusmäntikön subteellinen biomassakertymä palstahaketus-, osapuu- ja taveralajimenetelmillä. Kuorellisen rungon kuivamassa pystypuustossa = 100.





*Latvuksen osuus puun koko biomassasta on noin neljännes. Karuilla metsämailla kokopuun korjuuta on kuitenkin syytä välttää liiallisen ravinnehävikin vuoksi. Kuva Hannu Kalaja.*

kelpaa kuitenkin vain polttolaitoksille.

Pienimmän biomassakertymän tuottaa nykykäytännön mukainen tavaralajimenetelmä, jossa pölkyn vähimmäisläpimittana on 7 senttimetriä. Tällöin talteen saadaan poistetun puuston biomassasta vain puolet, joka tosin on kuituteollisuudelle arvokkain osa.

Biomassakertymä kasvaa latvusmassan ansiosta, jos puut korjataan karsimattomana osapuuna. Lisäbiomassa kelpaa kuitenkin vain energian tuotantoon.

Talteen saatavan runkopuun osuus on oleellisesti suurempi kuin kuvassa 6.3, jos leimikossa ei ole rinnankorkeudeltaan alle 10 senttimetrin puita. Kuitupölkyn latvaläpimitan merkitys vähenee, jos ensiharvennuksia myöhäistetään ja poistettavan puuston keskittävyys kasvaa. Ensiharvennusvaiheen jälkeen korjuuratkaisujen ja pölkyn latvaläpimitavaihtoehtojen aiheuttamat kertymäerot supistuvat.

#### *Tehostetun talteenoton vaikutus puuston kasvuun*

Harvennuksen jälkeen puuston kasvu kiihtyy, kun latvuksille ja juuristolle avautuu lisää tilaa ja lahoavista hakkuutähteistä alkaa vapautua ravinteita. Kokopuun korjuussa biomassaa otetaan kokonaan talteen eikä metsään jätetä hakkuutähteitä. Myös niihin sitoutuneet ravinteet kulkeutuvat tällöin pois metsästä. Kokopuun korjuun katsotaankin alentavan puuston kasvua harvennushakkuun jälkeen.

Kun puuston maanpäällinen biomassaa korjataan kokonaan talteen, tyypeä kulkeutuu kasvupaikalta noin 3,5-kertainen määrä tavaralajikorjuussa poistuviin ravinteisiin verrattuna. Muiden ravinteiden hävikki kohoa 2–3-kertaiseksi.

Kuusikoissa menetys on määrältään selvästi suurempi kuin männikoissä. Harvennuksessa poistuvan biomassan täysimääräinen talteenotto aiheuttaa männikoissä keskimäärin 40 kilon typpimäärän poistumisen hehtaarilta. Kuusikoissa typen poistuma hehtaarilta voi kohota jopa 100 kiloon.

Käytännössä kokopuun korjuun vaikutukset kasvupaikan ravinnevaroihin ovat yllä esitettyä vähäisempiä, koska puuston biomassaa ei ole mahdollista ottaa talteen läheskään kokonaan.

Ravinnehävikin vaikutukset tulevat ilmi vasta vuosien viipeellä. Avohakkuualoillakin typen nettomineralisoituminen neulasista saavuttaa huipputasonsa 3–6 vuoden kuluttua hakkuusta. Oksien puuaineesta typpi ja fosfori alkavat vapautua vuosikymmenen kulluttua. Harvennusaloilla ravinteiden vapautuminen on tätäkin hitaampaa.

Metsäntutkimuslaitoksen kokeissa äärimmäisen tehokas kokopuun korjuukaan ei alentanut männiköiden kasvua ensiharvennusta seuranneen kymmenvuotiskauden aikana. Kuusikoissa vuotuinen kasvu taantui 10 prosenttia (taulukko 6.3).

Harvennetut männiköt reagoivat lannoitukseen samalla tavoin sekä tavaralaji- että kokopuun korjuun jälkeen. Lannoitteena levitettiin hakkuun jälkeen seoksena typpeä 180 kiloa, fosforia 36 kiloa ja kaliumia 72 kiloa hehtaarille. Kuusikoissa kasvun taantuma puolittui 5 prosenttiin (Kukkola & Mälkönen 1996).

Ennen pitkää männiköidenkin kasvu saattaa taantua. Tämän vuoksi puunkorjuussa on syytä välttää metsämaan ravinnetasapainon radikaalia järkyttämistä. Kokopuun korjuun

aiheuttaman ravinnehukan korvaaminen lannoitteilla aiheuttaisi huomattavia lisäkustannuksia. Lannoitteilla ei sitä paitsi pystytä torjumaan hivenravinteiden menetyksiä.

Ekosysteemin monimuotoisuuskin edellyttää, että hakkuualalle jätetään kuollutta biomassaa. Lämpimiltään alle 5-senttinen latva oksineen tulisikin jättää tähteenä metsään, jos karsimisesta luovutaan. Mm. ravinneköyhällä rämeillä ja karuilla kankailla latvusmassaa ei pidä korjata talteen lainkaan.

## 6.3 Muut harvennukset

Myöhemmissä harvennuksissa pystypuuston pienempi runkoluku sekä runkojen suurempi koko ja hakkuun kasvava kertymä parantavat koneiden toimintaedellytyksiä ensiharvennuksiin verrattuna.

Yksiotehakkuukone on vakiinnuttanut asemansa hakkuun yleiskoneena. Päätehakkuilla käytettävät 12–15 tonnin koneet soveltuvat myös myöhäisiin harvennuksiin. Kevyemmät 8–10 tonnin koneet ovat kilpailukykyisiä erityisesti pienirunkoisissa harvennusleimikoissa.

Nykyisten metsänhoitosuosittelujen mukaan ajouravälin on oltava vähintään 20 metriä. Tällöin hakkuukoneet voivat harvennussillakin toimia urilta käsin.

Toisin kuin Ruotsissa urien välissä liikkuvat pienet hakkuukoneet eivät ole yleistyneet Suomessa. Syinä pienten koneiden vähäiseen suosioon Suomessa on ollut korkeampi kustannustaso sekä metsäteollisuuden pyrkimys yleiskoneisiin. Korjuun organisoinnin ja yrittäjien työllistämisen katsotaan olevan helppompaa, jos sama kone suoriutuu sekä harvennuksista että päätehakkuista. Aivan viime vuosina kevyempien, mutta kuitenkin ajo-urilta toimivien 8–10 tonnin hakkuukoneiden käyttö on lisääntynyt.

Koneellisen puunkorjuun tuottavuus riip-

*Taulukko 6.3: Erilaisten korjuuratkaisujen vaikutus puuston kasvuun ensiharvennuksen jälkeen.*

Männikön käsittely ensiharvennuksessa	Kasvu harvennusta seuranneella 10-vuotis- kaudella, m <sup>3</sup> /ha/v	
	Männikkö	Kuusikko
Ainespuun korjuu, ei lann.	4,8	14,2
Kokopuun korjuu, ei lann.	4,8	12,8
Ainespuun korjuu, lann.	6,7	15,7
Kokopuun korjuu, lann.	6,6	15,0

Lähde: Kukkola & Mälkönen 1996



puu oleellisesti rungon koosta. Taulukossa 6.4. esitetään viitteellisiä lukuja korjuun tuottavuudesta hakkuukoneen ja kuormatraktorin käyttöön perustuvassa täyskoneellisessa korjuussa.

Metsuri hakkaa myöhemmissä harvennuksissa rungon koosta sekä puu- ja puutavaralajista riippuen 12–20 kuutiometriä päivässä. Ihmistyö on mm. palkan korkeista sivukustannuksista johtuen konetyötä kalliimpaa. Metsäkuljetuksen alempi tuottavuus metsurihakkuun jäljiltä kasvattaa kustannusten eroa hakkuukoneen hyväksi.

Metsurityö on kuitenkin edelleen kilpailukykyinen vaihtoehto pinta-alaltaan ja kertymältään pienissä leimikoissa, joissa koneiden siirtokustannukset kohoaisivat liikaa, samoin kuin metsänhoidollisesti tai ekologisesti herkissä kohteissa. Osa metsänomistajista suosii miestyötä tai kevyitä koneellisia menetelmiä kantohinnankin kustannuksella. Myös metsänomistajien omatoiminen puunkorjuu on varteenotettava mahdollisuus erityisesti pienipuustoisissa harvennusleimikoissa. Hieman kevyemmät ja halvemmat koneratkaisut saattavat olla taloudellinen vaihtoehto harvennuksiin erikoistuvalla koneyritykselle.

## 6.4 Korjuujälki

Harvennushakkuiden metsänhoidollisena tavoitteena on luoda kasvupaikalle ja metsikön kehitysvaiheeseen nähden määrältään, raken-

teeltaan, elinvoimaisuudeltaan ja laadultaan paras mahdollinen puusto. Optimaalisesta puuvallinnasta joudutaan kuitenkin aina tinkimään mm. ajouria avattaessa.

Korjuujäljen seurannan merkitys korostuu harvennusten koneellistuessa. Korjuujälkeä ovat Suomessa tutkineet erityisesti Metsäntutkimuslaitos ja Metsäteho.

Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio on 1990-luvulla inventoinut vuosittain noin 200 leimikon korjuujäljen. Inventoinnit osoittavat korjuujäljen parantuneen viime vuosina keskimäärin hyväksyttävälle tasolle. Synä myönteiseen kehitykseen lienevät koneiden, menetelmien ja kuljettajien ammattitaidon kehittyminen sekä kasvanut tietoisuus korjuujäljen merkityksestä.

Metsurihakkuussa ja sitä seuraavassa metsäkuljetuksessa keskimäärin 2 prosenttia jäävästä puustosta on saanut jonkinasteisen runko- tai juurivaurion. Koneellisessa hakkuussa on vaurioitunut keskimäärin 4–5 prosenttia jäävästä puusta. Suuri osa vaurioista on pienenköjä pintavaurioita, joiden vaikutukset eivät ole kovin vakavia. Ajourien määrät ovat seuranneet ohjeita verraten hyvin. Myös jäävän puuston tiheys on keskimäärin ollut ohjeiden mukainen.

Korjuutyön laatu vaihtelee kuitenkin yhä leimikoittain huomattavan paljon. Tämän vuoksi korjuujäljen jatkuva valvonta on välttämätöntä. Epäonnistuneet harvennukset saavat julkisuutta ja pelottavat metsänomistajia.

*Taulukko 6.4: Hakkuun ja puutavaran metsäkuljetuksen tuottavuus varttuneiden metsien harvennuksissa.*

	Rungon koko, dm <sup>3</sup>	Kertymä, m <sup>3</sup> /ha	Hakkuun tuottavuus, m <sup>3</sup> /h	Metsäkuljetuksen tuottavuus, m <sup>3</sup> /h
2. harvennus	0,09–0,15	40–80	7–10	9–15
3. harvennus	0,15–0,25	60–90	10–14	10–16



## Ajourien vaikutus puuntuotantoon

Ajourien vaikutus puuntuotantoon muodostuu kahdesta vastakkaisesta tekijästä: kasvutappioista ja reunavaikutuksesta. Kasvutappioita syntyy, kun kasvatuskelpoisia puita poistetaan ajouralta, jolloin osa kasvupaikasta jää puuntuotannon ulkopuolelle. Toisaalta ajouran reunapuilla on muita puita enemmän valoa, kasvutilaa ja ravinteita, mistä aiheutuu reunavaikutukseksi kutsuttu kasvunlisäys. Reunavaikutuksen edellytyksenä on riittävän tiheä ja korjuussa vaurioitumattomana säilyvä puusto uran varsilla.

Harvennushakkuun jälkeiseen puuston kasvuun vaikuttavat ajourien leveys ja väli. Taulukossa 6.5. esitetään kasvun menetyksiä eri uramäärillä. Oletuksena on vaurioton korjuu.

Myös kasvamaan jäävän puuston määrä ja puuvalinta vaikuttavat merkittävästi harvennuksen jälkeiseen puuston kasvuun. Liian harvaksi hakattu metsikkö ei täysin pysty hyödyntämään harvennuksessa vapautuvaa kasvutilaa ja metsämaan tuotantopotentiaalia.

### Korjuuvauriot ja puuston kasvu

Kasvutappioita aiheutuu myös ajourapainumista ja puustovaurioista. Lisäksi puustovau-

Taulukko 6.5: Ajouran aiheuttama kasvutappio ensiharvennusta seuraavan 10-vuotiskauden aikana. Jäävä puusto 1 100 runkoa hehtaarilla.

Ajouraväli, m	Ajouran ulkoleveys, m			
	4,0	4,5	5,0	5,5
	Kymmenvuotiskauden kasvutappio, %			
15	6,6	9,9	13,2	16,6
20	4,9	7,4	9,9	12,4
25	3,9	5,9	7,9	9,9
30	3,3	5,0	6,6	8,3

riot aiheuttavat kuuselle sekä koivulle lahovikoja ja männylle koroja. Metsäntutkimuslaitoksessa kehitetyllä laskentaohjelmalla voidaan arvioida korjuuvaurioista aiheutuvia tappioita. Laskelmassa otetaan huomioon ajourien, urapainumien ja puustovaurioiden aiheuttamat tappiot.

**Esimerkki:** Korjuun vaikutukset kuusivaltaisessa leimikossa kiertoajan kuluessa. Ensiharvennus tehdään 35 vuoden ikävaiheessa, jolloin hehtaarille jätetään 1 100 runkoa. Toisessa 65 vuoden ikävaiheeseen ajoittuvassa harvennuksessa jätetään 600 runkoa. Harvennuksissa käytetään 20 metrin uraväliä uran ulkoleveyden ollessa ensiharvennuksessa 4,8 metriä ja toisessa harvennuksessa 5,4 metriä.

Ensiharvennuksessa vaurioituu 6 prosenttia ja toisessa harvennuksessa 5,5 prosenttia jäävistä puista. Ajourapainuman keskimääräinen syvyys ensiharvennuksessa on 4,5 senttimetriä ja toisessa harvennuksessa 5 senttimetriä.

Kasvu- ja laatutappiot realisoituvat ensiharvennuksen osalta toisessa harvennuksessa sekä päätehakkuussa ja toisen harvennuksen osalta päätehakkuussa. Esimerkkilaskelman tulokset esitetään taulukossa 6.6. Tappioiden nykyarvot on laskettu 3 prosentin korolla.

Ajourat aiheuttavat valtaosan tappioista. Myöskään kuusen lahovikojen merkitystä ei pidä aliarvioida, vaikka esimerkissä menetykset kiertoajan tuottoihin verrattuna jäivätkin kohtuullisiksi. Pahimmillaan korjuuvaurioiden aiheuttama laho johtaa huomattaviin tappioihin.

Korjuujäljen jatkuva seuranta ja hyvän korjuujäljen korostaminen käyvät yhä tärkeämmiksi, koska vastuu metsikön tulevaisuudesta lepää kovien paineiden alla työskentelevien koneyrittäjien harteilla. Puunostajien ja korjuuyrittäjien laatujärjestelmät parantanevat korjuujälkeä jatkossakin. Vaurioiden pelossa harvennuksia ei pidä laiminlyödä.

Taulukko 6.6: Esimerkki korjuuvaurioiden aiheuttamista menetyksistä ja eri tekijöiden merkityksestä tappioiden aiheuttajina.

Ensiharvennuksen kasvu- ja laatutappiot				
KASVUTAPPIOT				
	m <sup>3</sup> /ha	mk/ha	%	Nykyarvo mk/ha
Ajourat	8,03	1 592	63,7	464
Ajourapainumat	1,41	279	11,2	81
Puustovauriot:				
mänty	0,07	16	0,7	5
kuusi	0,51	96	3,8	31
LAATUTAPPIOT				
Kuusen laho	5,37	515	20,6	152
<b>Yhteensä</b>	<b>15,39</b>	<b>2 498</b>	<b>100,0</b>	<b>733</b>

Toisen harvennuksen kasvu- ja laatutappiot				
KASVUTAPPIOT				
	m <sup>3</sup> /ha	mk/ha	%	Nykyarvo mk/ha
Ajourat	0,00	0	0,0	0
Ajourapainumat	1,63	332	47,9	158
Puustovauriot:				
mänty	0,06	15	2,2	7
kuusi	0,33	65	9,3	31
LAATUTAPPIOT				
Kuusen laho	2,93	281	40,6	134
<b>Yhteensä</b>	<b>4,96</b>	<b>693</b>	<b>100,0</b>	<b>330</b>

Keskimääräisten korjuuvaurioiden aiheuttamat haitat ovat harvennuksen tuottamaan hyötyyn verrattuna vähäisiä.

#### Juurikäävän torjunta puunkorjuussa

Kesäaikainen puunkorjuu altistaa metsät lahonaiheuttajille. Maamme pahin lahottajasieni juurikäpä (maannousema) aiheuttaa valtaosan Etelä-Suomen kuusen ja paikoin myös männyn lahosta.

Juurikäpä vaivaa erityisesti hyväkasvuisia metsiä ja muodostaa juuriyhteyksien kautta vaaran myös seuraavalle puusukupolvelle.

Juurikäävän aiheuttamat tuhot lisääntyvät kesähakkuiden ja odotettavissa olevan ilmaston lämpenemisen vuoksi, ellei torjuntaa tehosteta.

Etelä- ja Länsi-Suomen metsissä on ainakin 45 miljoonaa kuutiometriä tyvilahon pilaamaa puuta. Hakkuutulojen menetykset eteläisimmän Suomen kuusikoissa ovat kiertöajan aikana keskimäärin 3 000 markkaa hehtaarilla eli noin 5 prosenttia. Kaikkiaan metsänomistajat menettävät kuusen tyvilahon vuoksi vuosittain 100 miljoonaa markkaa myyntituloja.

Männikoissä juurikäpäsieni aiheuttaa tyvitervastautia. Sen tuottamat tappiot voivat olla paikallisesti suuria. Kokonaisuudessaan juurikäävän männikoille aiheuttamat tuhot jäävät kuitenkin alle kymmenenteen osaan kuusen tappioista.

Juurikäpä on alettu torjua konehakuun yhteydessä kantokäsittelyllä. Hakkuukoneisiin asennettavilla levityslaitteistoilla saadaan kannoille tehokas suojaus. Yleisimmin torjunta-aineena käytetään biologista harmaaorvakkasienivalmistetta, joka estää juurikäävän iskeytymisen kantoon.

Juurikäävän torjunta nostaa puunkorjuun kustannuksia päätehakuussa 2–3 markkaa ja harvennuksissa 3–4 markkaa kuutiometriltä. Torjunta-aineet korvataan metsänomistajille valtion varoista. Kuusikoiden kesäkorjuussa on syytä käyttää kantokäsittelyä juurikäävän esiintymisalueilla Etelä- ja Keski-Suomessa, Pohjanmaan rannikolla ja osassa Itä-Suomea.

#### Ympäristönhoito puunkorjuussa

Metsään joutuu öljyä mm. moottorisahojen ja hakkuukoneiden teräketjuöljynä ja metsäkoneiden hydraulijärjestelmien vuotojen vuoksi. Koneellisessa korjuussa teräketjuöljyjen kulutus on 2–5 litraa ja hydraulioöljyn kulutus 1–2 litraa sataa puukuutiometriä kohti.

Sekä teräketju- että hydraulioöljyksi on saa-



tavilla ympäristöystävällisiä kasviöljyjä. Ne soveltuvat hyvin teräketjujen voiteluun. Hydrauliöljyinä niiden käyttöön liittyy ongelmia etenkin kovilla pakkasilla. Kasviöljyt ovat myös mineraaliöljyjä kalliimpia ja lyhytkestoisempia. Edut metsäluonnon kannalta ovat kuitenkin kiistattomat.

Hyvään puunkorjuutapaan kuuluu myös roskaamisen välttäminen. Korjuutyömaa on yrittäjän ja puunostajan käyntikortti. Liian usein varastoalueelle ja metsään jää tyhjiä tynnyreitä, muoviesineitä ja muuta luontoon kuulumatonta tavaraa. On pieni vaiva viedä jätteet niille kuuluville paikoille ja luoda myönteistä yrityskuvaa tulevia puukauppoja ja koko metsäsektoria ajatellen.

## 6.5 Puunkorjuu uudistushakkuilla

Uudistushakkuissa puut korjataan lähes poikkeuksetta koneellisesti. Yksiotehakuukoneet soveltuvat järeillekin puustoille. Metsäkuljetuksessa käytetään yleisimmin kantavuudeltaan 10–12 tonnin metsätraktoria.

Hakuukoneita on Suomessa yli 1 200. Niiden määrän ei enää uskota nousevan. Koneellista puunkorjuuta voidaan lisätä nykyisestä tehostamalla koneiden käyttöä.

Kustannustaso on uudistushakkuissa oleellisesti alhaisempi kuin harvennuksissa. Metsätehon vuodelta 1995 keräämät maanlaajuiset yksikkökustannustilastot osoittavat, että harvennusleimikoissa puunkorjuu oli keskimäärin 29 markkaa kuutiometriltä kalliimpaa kuin päätehakuilla. Tämä kustannusero heijastuu myös erityyppisissä leimikoissa maksettuihin kantohintoihin.

Korjuukustannukset ovat koneellistamisen ansiosta pysyneet kohtuullisina ja hankalahkot korjuuolosuhteemme huomioon ottaen maailmanlaajuisestikin varsin kilpailukykyisi-

*Taulukko 6.7: Puunkorjuun kustannukset (mk/m<sup>3</sup>) vuonna 1995. Lähde: Metsäteho.*

	Kustannus, mk/m <sup>3</sup>	
	Harvennus-hakkuut	Uudistus-hakkuut
Moottorisahahakkuu	70	52
Koneellinen hakkuu	39	24
Hakkuu keskimäärin	53	28
Metsäkuljetus	21	17
Korjuu keskimäärin	71	42

nä. Puunkorjuun yksikkökustannukset laskivat vuodesta 1990 vuoteen 1994 yli 25 prosenttia. Vuonna 1995 ne kääntyivät nousuun lähinnä harvennushakkuiden kasvaneesta osuudesta johtuen.

Päätehakuuleimikoilla metsurin tuottavuus on männikössä 20–35 kuutiometriä ja kuusimetsissä 17–20 kuutiometriä päivässä, kun työajan pituus on keskimäärin 6,5 tuntia. Hakkuukone yltää 8 tunnissa 120–200 kuutiometriä tulokseen. Kuormatraktorin tuottavuus päätehakuuleimikoilla on työvuorossa 110–150 kuutiometriä.

Uudistushakkuille soveltuvan hakuukone-kuormatraktoriketjun hankintahinta on yli 3 miljoonaa markkaa. Koneellinen korjuu on siis hyvin pääomavaltaista ja edellyttää suuria vuosittaisia työmääriä. Keskimääräiset korjuutavoitteet koneketjua kohti ovat Etelä-Suomessa 30 000–50 000 kuutiometriä ja Pohjois-Suomessa lähinnä pienemmästä puustosta johtuen 30 000–35 000 kuutiometriä. Yksinomaan uudistushakkuilla työskentelevien koneketjujen vuosituotokset saattavat olla suurempiakin.

### *Ylispuiden korjuu*

Siemen- ja suojuispuiden korjuu on suunniteltava ja toteutettava huolellisesti. Taimikko on pystyttävä säästämään ylispuun korjuussa.



Sekä kone- että metsurihakkuu soveltuvat siemen- ja suojuustuon poistoon. Korjuukustannusten erokaan ei ylispuuhakkuilla ole merkittävä.

Ylispuuiden korjuu kannattaa ottaa huomioon jo siemenpuita valittaessa. Taimivaurioita voidaan vähentää jättämällä siemenpuuryhmiä lähelle metsikkökuvion rajoja ja koneille sopivien kulkureittien varteen.

Siemenpuut poistetaan mahdollisimman nopeasti taimettumisen jälkeen, sillä taimet vaurioituvat sitä herkemmin, mitä pidemmiksi ne ennen ylispuuhakkuuta ehtivät kasvaa. Ajourat linjataan siemenpuuston painopisteiden ja taimikon mahdollisten aukko-kohtien kautta. Paras korjuu-aika on talvella lumen suojatessa taimia. Kovalla pakkasella ylispuuhakkuille ei pidä ryhtyä.

### *Monimuotoisuus*

Luonnon monimuotoisuuteen, maisemanhoitoon ja luonnonsuojeluun on viime vuosina kiinnitetty entistä enemmän huomiota. Myös puunkorjaajien on opittava tunnistamaan arvokkaat luontokohteet ja säästämään suojeltavat puut, metsiköt ja biotoopit.

Metsätalouden ympäristöohjelmassa kiinnitetään erityishuomiota talousmetsien avainbiotooppien kuten lehtojen, rehevien korpien, jalopuumetsikköjen ja ranta- sekä saaristometsien käsittelyyn. Purojen ja lampien ympärille on aina jätettävä suojavyöhyke.

Aarni-, kolo- ja maapuut pyritään aina säästämään. Monille uhanalaisille eliöille arvokkaita haapoja jätetään pätehakkuualoille yksittäin tai ryhminä. Lisäksi voidaan myös rajata hakkaamatta jätettäviä ekologisia käytäviä yhdistämään metsikkökuvioita ja luomaan kulkukaistoja eläimille.

Ympäristönhoidon onnistuminen riippuu paljolti metsäammattilaisten tiedoista ja asenteista. Merkittäviä lisäkustannuksia luonnon monimuotoisuuden vaaliminen ei puunkor-

juussa välttämättä aiheuta.

Metsäyhtiöt ovat rakentamassa laatujärjestelmiä, joihin liitetään myös puunkorjuun ympäristönäkökohdat. Puunkorjuu on osa metsäteollisuuden ympäristökuva. Luonnon huomioon ottaminen puunhankinnassa on välttämätöntä myös tuotteiden markkinoimiseksi maailmalla. Luonnonhoidon velvoitteet korostuvat uudistushakkuissa, joihin metsätalouden osakseen saama arvostelu ensisijaisesti kohdistuu.

## 6.6 Metsänomistajan omatoiminen puunkorjuu

Yli 75 prosenttia kotimaisesta raakapuusta hankintaan yksityismetsistä. Puolet yksityismetsistä kuuluu yhä maataloudenharjoittajille, joista monet haluavat myydä ainakin osan puustaan tien varteen toimitettuna hankinta-kaupalla.

Hankintahakkuut tuovat lisäansioita supistuvien maataloustulojen sijaan. Tulojen arvoa korostaa hankintatyön vuosittainen 125 kuution verovapaus. Omatoiminen metsänomistaja pääsee itse valitsemaan poistettavat puut ja kauppasopimuksen rajoissa ajoittamaan työt mielensä mukaan. Halutessaan hankintamyymä voi yrittää etsiä parhaiten maksavat ostajat eri puutavaralajeille. Lisäksi pienet, hankalasti konekorjuuseen luontuvat kohteet eivät useinkaan enää tee pystyleimikoina kauppaansa.

Hankintahakkuiden kokonaismäärä vaihtelee vuotuisen puumarkkinatilanteen mukaan paljon enemmän kuin niiden suhteellisen osuus hakkuista (taulukko 6.8).

Hankintahakkuutulot tukevat maaseudun elinvoimaisuutta. Jatkossa hankintahakkuut kuitenkin supistunevat, koska yhä suurempi osa yksityismetsistä siirtyy muiden kuin maatalojen haltuun.



*Työtehoseuran laskelmien mukaan 100 hehtaarin metsälö tarjoaa vuosittain 50 päivän verran järkevää työtä omatoimiselle metsänomistajalle. Kuva Risto Pöntinen.*

Myös metsäteollisuus pyrkii rajoittamaan hankintakauppojen osuutta, koska yleensä pienet hankintaerät nostavat mittauksen ja kaukokuljetuksen kustannuksia. Ongelmaksi koetaan myös hankintapuun luovutusten ruuhkautuminen loppukevällä juuri kelirikokauden kynnyksellä. Lisäksi ostajat epäilevät hankintatukkeja laadultaan pystykorjuulta saatuja huonommiksi. Hankintakaupoissa tukkien apteerausohjeita ei voida tarkistaa sahatavaran kysynnän muuttuessa.

Metsäteollisuus pitää puunkorjuun omissa käsissään mm. puun hinnoittelulla. Hankintalisä eli pysty- ja hankintakaupan hintaero on kavennettu pienemmäksi kuin hakkuun ja

*Taulukko 6.8: Hankintahakkuiden osuus kotimaisesta markkinapuusta 1990-luvulla.*

	1991	1993	1995
Kotimaisen puun markkinahakkuut, milj. m <sup>3</sup> /v	34,5	42,1	51,4
Markkinahakkuut yksityismetsistä, milj. m <sup>3</sup> /v	26,0	31,1	45,3
Hankintahakkuut yksityismetsistä, milj. m <sup>3</sup> /v	7,3	8,6	12,0
Hankintahakkuiden osuus kotimaisesta puusta, %	21,2	20,4	23,3
Hankintahakkuiden osuus yksityismetsien puusta, %	28,1	27,7	26,4

lähikuljetuksen yhteenlaskettu keskimääräinen kustannus. Tämä rasittaa hankintakorjuun kannattavuutta. Taulukko 6.9. osoittaa, että hankintalisä on pienentynyt 1990-luvulla. Taustalla on hakkuun koneellistamisen ja koneyrittäjien kilpailuttamisen aiheuttama korjuukustannusten alentuminen.

Hankintahakkuissa korjuuolosuhteet ovat usein vaikeammat kuin pystyhakkuissa. Näin hankintaleimikoiden kantohinta pystykaupalla myytynä jäisi keskimääräistä alhaisemmaksi. Samalla todellinen hankintalisä eli hankintahakkaajan työpalkka kohoaa taulukossa 6.9. esitetystä.

Hankintahakkuut ohjautuvat yhä selkeämmin harvennuksiin ja kuitupuuvaltaisiin leimikoihin, joissa kanto- ja hankintahinnan erotus ja samalla metsänomistajan hyödyksi koitua verovapaus ovat suurimmat.

### 6.6.1 Omatoimisen puunkorjuun tuottavuus

Useimmiten hankintahakkaajien ei kannata investoida suuria summia korjuukalustoon. Hakkuut tehdään yhä valtaosin moottorisahalla. Työtehoseuran mukaan hakkuutyön



Taulukko 6.9: Tukki- ja kuitupuun kanto- ja hankintahinnat koko maassa keskimäärin vuosina 1991 ja 1995 (Metsätilastollinen vuosikirja 1995).

	Kantohinta	1991		1995		
		Hankinta-hinta	Hankinta-lisä	Kantohinta	Hankinta-hinta	Hankinta-lisä
Mäntytukki	226	252	26	247	265	18
Kuusitukki	181	217	36	198	222	24
Koivutukki	244	276	32	244	261	17
Mäntykuitupu	95	173	78	93	154	61
Kuusikuitupu	117	197	80	110	170	60
Koivukuitupu	78	160	82	98	171	73

Lähde: Metsätilastollinen vuosikirja

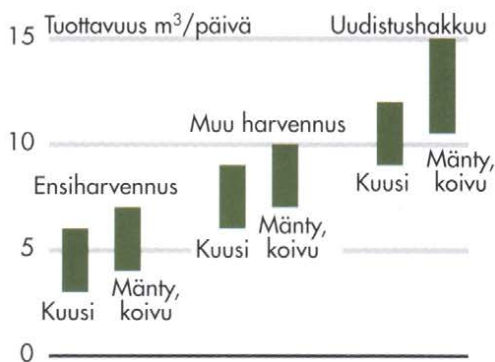
tuottavuus on omatoimisilla metsänomistajilla noin 50–80 prosenttia ammattimetsurin keskimääräisestä tasosta (Valkonen 1996). Hakkuun tuottavuus vaihtelee kuvan 6.4. mukaisesti, kun tehollisen työpäivän pituudeksi oletetaan kuusi tuntia.

Myös hankintakorjuu voidaan koneellistaa. Yleisin ratkaisu on maataloustraktorin hydraulikuormaimeen puutavarakouran tilalle sijoitettava harvesteripää. Ensiharvennuk- sissa kevyiden hakkuukoneiden tuottavuus on ollut Työtehoseuran tutkimusten mukaan

1,9–11,5 kuutiometriä tehotunnissa (Ryynänen ym. 1995).

Maataloustraktorin harvesterivarustus maksaa kuormain mukaan lukien 50 000–500 000 markkaa. Pelkästään omatoimiseen korjuuseen näin suuret investoinnit ovat kannattamattomia. Halvimpienkin laitteiden kannattava käyttö edellyttää tilan ulkopuolista urakointia tai tilojen yhteiskäyttöä. Kalleimmat laitteet on tarkoitettu hakkuuta päätoimisesti harjoittaville koneyrityksille.

Metsätyöhön varustetun maataloustraktorin tuottavuuteen puutavaran lähikuljetuksessa vaikuttaa eniten kuljetusmatka. Yhä useammin hankintapuuidenkin lähikuljetuksessa käytetään koneyrityksiä, mikä useimmiten on hankintamyyjälle edullista.



Kuva 6.4: Moottorisabahakkuun tuottavuus omatoimisessa puunkorjuussa. Lähde: Valkonen 1993.

### Työpanos

Metsätalous ja sen tarjoamat työmahdollisuudet saattavat saada ratkaisevan aseman monen tilan ansiolähteenä, kun perinteinen maatalous näyttää lähivuosina supistuvan. Työtehoseura on laskenut keskimääräisen eteläsuomalaisen metsähehtaarin tarjoaman vuotuisen työpanoksen omatoimisessa puunkorjuussa ja metsänhoitotöissä (Valkonen 1986).

Uudistushakkuilla omatoiminen puunkor-



*Taulukko 6.10: Keskimääräinen työpanos (pv/ha) omatoimisessa puunkorjuussa ja metsänhoitotöissä.*

	Vuotuinen työpanos pv/ha
Hakkuutyö	0,60
Metsäkuljetus (hydraulikuormain+perävaunu)	0,17
Metsän uudistaminen ja taimikonhoito	0,12
Yhteensä uudistushakkuut mukaan lukien	0,89
Yhteensä ilman uudistushakkuita	0,69

juu ei taloudellisesti kannata. Tällöin 100 hehtaarin metsälön harvennushakkuissa ja metsänhoitotöissä kuluu metsätalouden harjoittajalta vuosittain 70 työpäivää. Työpanos supistuu 50 päivään, jos harvennuspuiden kuljetuspalvelut ostetaan ulkopuoliselta yrittäjältä.

#### *Kirjallisuutta:*

Hakkila, P., Kalaja, H. & Saranpää, P. 1995. Etelä-Suomen ensiharvennusmänniköt kuitu- ja energialähteenä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 582.

Kokko, P. ja Sirén, M. 1996. Harvennuspuiden korjuujälki, korjuujäljen seurausvaikutukset ja niiden arviointi. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 592.

Kuitto, P.-J., Keskinen, S., Lindroos, J., Oija-

la, T., Rajamäki, J., Räsänen, T. ja Terävä, J. 1994. Puutavaran koneellinen hakkuu ja metsäkuljetus. Metsätehon tiedotus 410.

Kukkola, M. ja Mälkönen, E. 1996. Puunkorjuun vaikutus kangasmaiden puuntuotuskykyyn. Julkaisussa: Finer, L., Ilvesniemi, H., Kortelainen, P. ja Karvinen, L. Metsätalouden ympäristökuormitus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 607. s. 20–25.

Laasasenaho, J. 1982. Taper curve and volume functions for pine, spruce and birch. MTJ 108.

Metsätalous ja ympäristö. Metsätalouden ympäristöohjelmatyöryhmän mietintö 1994:3. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki.

Metsätalostollinen vuosikirja 1995. Metsäntutkimuslaitos.

Mäkelä, M., Ari, T., Korhonen, K. ja Lipponen, K. 1994. Kantokäsittely koneellisessa hakkuussa. Metsätehon katsaus 3.

Oijala, T. & Säteri, L. 1996. Puunkorjuun ja puutavaran kaukokuljetuksen kustannukset vuonna 1995. Metsätehon katsaus 6.

Ryynänen, S., Nätt, H. & Valkonen, J. 1995. Kustannuslaskentamallin kehittäminen hakkeen ja pilkkeen pientuotantoon. Työteho-seuran monisteita 5(39).

Valkonen, J. 1996. Hankintahakkuiden kannattavuuden kehitys. Työteho-seuran Metsätiedote 565.

Valkonen, J. 1996. Tuottavuus ja työpanos maatilansäätöissä. Työteho-seuran metsätiedote 561.

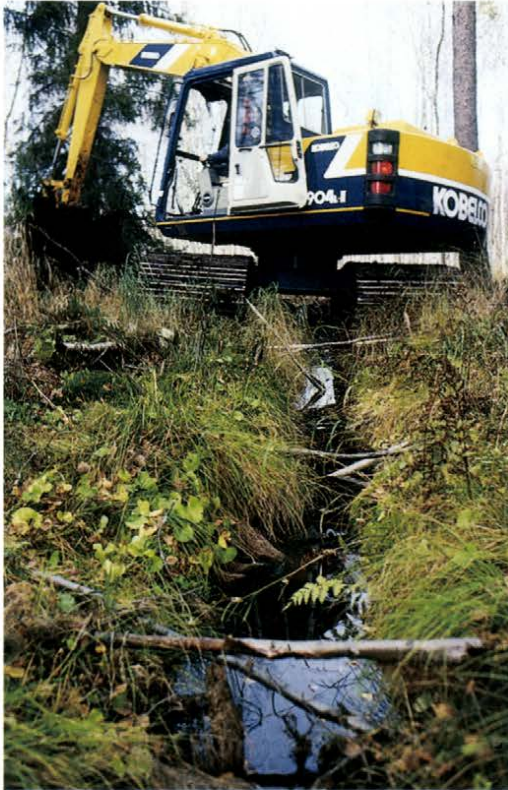
# 7. KUNNOSTUSOJITUS

*Jukka Aarnio, MMM, VTM, tutkija, Erkki Ahti, MMT, erikoistutkija, Leena A. Hytönen, MMM, tutkija, Risto Laubanen, MML, varttunut tutkija*

## 7.1 Kunnostusojituksen tarve

Metsäojien kuivatusteho heikkenee vähittäisen umpeenkasvun ja puunkorjuun aiheuttamien vaurioiden vuoksi. Kunnostusojituksilla turvataan uudisojituksen avulla aikanaan kasvuun saatettujen metsien kehitys.

Pohjavesipinnan syvyys riippuu ojaston kuivatustehosta ja puuston vedenotosta.



*Kunnostusojitus on luonteeltaan ylläpitoinvestointi, jolla pyritään turvaamaan uudisojituksella saavutettuja hyötyjä. Kuva Mikko Riikilä.*

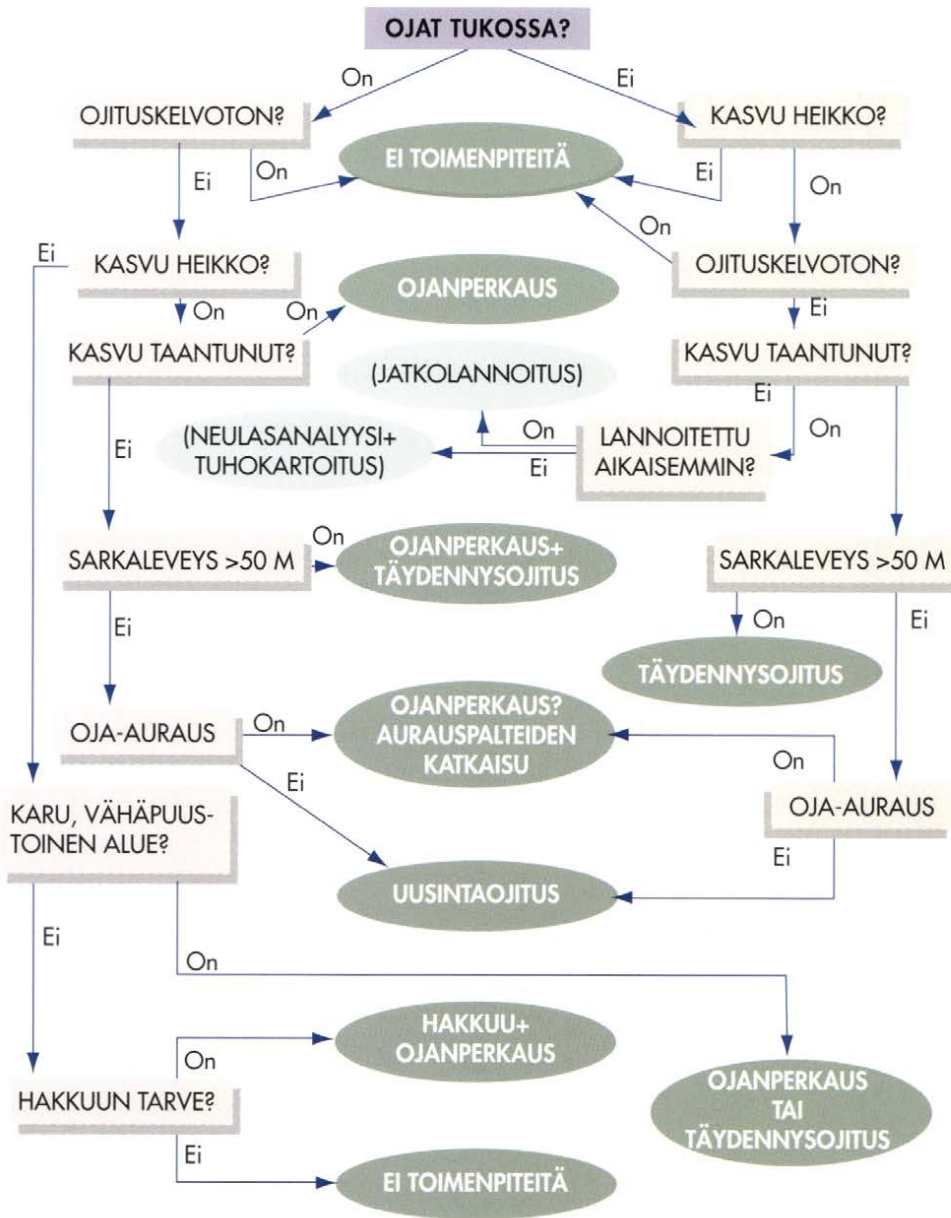
Ojaston kuivatustehon heiketessä juurikerroksen vesitalous jää vähitellen yhä enemmän puuston vedenoton varaan.

Jos tällaisessa tilanteessa sattuu poikkeuksellisen sateinen kesä, tai jos puuston vedenotto heikkenee satunnaisen metsätuhon vuoksi, pohjavesipinta kohoaa ja saattaa pysyä korkealla niin kauan, että puiden juuristo vaurioituu. Kun ojasto toimii heikosti, eikä puusto vaurioituneen juuristonsa vuoksi haihduta riittävästi, pohjavesipinta saattaa jäädä pysyvästi niin korkealle, ettei puusto toivu, vaikka kasvun taantuman aiheuttanut tekijä lakkaisikin vaikuttamasta.

Vähäravinteisilla ojitusalueilla, esimerkiksi isovarpuisilla rämeillä (IR), tupasvillarämeillä (TR) ja lyhytkortisilla rämeillä (LkR) puuston kehitys on uudisojituksen jälkeen hidasta ja suuremmissa määrin ojaston kunnan varassa kuin viljavammilla ojituskohdeilla (MK, KgK, RhSR, VSR), joilla puuston kasvu on nopeaa ja vedenotto voimakasta.

Kunnostusojituksen tarve määritetään silmävaraisesti ojaston kunnan, kasvupaikan viljavuuden ja puuston kasvun perusteella (kuva 7.1). Tarve on arvioitava lähinnä ojien kunnan perusteella, jos tilanteeseen halutaan puuttua ennen kuin puuston kasvu alkaa taantua. Ojien syvyyttä parempi tunnus on kuivavara eli ojan vesipinnan ja maanpinnan välinen korkeusero, jonka sateisten kausien aikana tulisi olla yli puoli metriä.

Pohdittaessa kunnostusojituksen tarvetta on tiedettävä, miten metsä normaalisti kyseisellä kasvupaikkatyyppillä kehittyi. Jos kasvu on normaalia heikompaa, on arvioitava, onko kasvu ollut heikkoa uudisojituksesta asti, vai



Kuva 7.1: Kunnostusojitustarpeen arviointi. (Ahti ym. 1988).



onko kasvu aluksi ollut normaalitasolla ja myöhemmin taantunut esimerkiksi ojien kunnan heikentyessä tai lannoitusvaikutuksen loppuessa (kuva 7.1). Heikentyneen vesitalouden vuoksi taantunut puuston kasvu voidaan yleensä elvyttää kunnostusojituksella.

Koko uudisojituksen jälkeisen ajan huonona jatkunut puuston kasvu saattaa johtua väärin suunnitellusta ojituksesta. Tällöin metsikkö voidaan uusintaojittaa. Jos kasvupaikka on alkuaankin ollut karuutensa vuoksi ojituskelvoton, ei kunnostusojituksella voida kovin paljon kasvuun vaikuttaa.

Harvennushakkuu pienentää tilapäisesti puuston kasvua ja vedenottoa. Tämän vuoksi kunnostusojitus on usein tarpeen kasvatushakkuun jälkeen varsinkin, jos ojat vaurioituvat puunkorjuussa. Runsaspuustoisilla turveilla kunnostusojitusta ei yleensä tarvita

niin kauan kun puustoa ei harvenneta. Uudistuskypsyttä lähestyvissä suometsissä kunnostusojitus kannattaa aina siirtää tehtäväksi päätehakkuun jälkeen.

Yksittäiset, kaukana tiestöstä sijaitsevat hyötyalueeltaan alle 0,5 hehtaarin kohteet kannattaa jättää kunnostusojittamatta. Pienet suolampareet rikastuttavat luonnon monimuotoisuutta ja toisaalta niiden ojittaminen tulee kohtuuttoman kalliiksi koneiden siirtokustannusten vuoksi.

## 7.2 Kunnostusojituksen valmistelu ja toteutus

Kunnostusojitukset kannattaa tehdä tilojen yhteistyönä. Hakkuut ja ojitukset on järkevintä kytkeä laajoiksi yhteishankkeiksi. Näin



*Huono ojalinja- ja ajouraverkoston suunnittelu johtaa väistämättä vakaviin puustovaurioihin. Kuva Risto Lauhanen.*



työt pystytään tekemään alhaisin yksikkökustannuksin.

Ojitusalueiden hakkuukertymät ovat yleensä pieniä ja korjattava puusto pienikokoista, jolloin korjuun yksikkökustannukset kohoavat. Kustannuksia voidaan jonkin verran alentaa leimikkokeskityksillä. Yhteismyyneillä suometsien puulle voidaan saada kohtuullinen kantohinta.

Ajouraverkostot ja ojalinjat on suunniteltava huolellisesti, jotta puunkorjuu- ja kaivukaluston siirtyminen käy joustavasti. Saran keskellä olevalle ajouralle voidaan kaivaa täydennysoja. Vanhoja ojalinjoja käytetään tällöin ajourina, jos niiden kantavuus on riittävä.

Huono korjuun ja kunnostusojituksen suunnittelu voi turvemailla aiheuttaa vakavia puustovaurioita. Ojalinjat kannattaa avata 5 metriä leveiksi. Hyönteis- ja sienituhojen riski kasvaa, jos ojalinjapuita jää korjaamatta tai pystypuita vaurioituu kaivun yhteydessä.

Ojituksella ei vesilain mukaan saa aiheuttaa haittaa ulkopuolisille. Yhteishankkeissa ojustot vesiensuojelurakennelmineen voidaan suunnitella tehokkaiksi. Yhteishankkeissa myös ojituksessa tarvittavat luvat on vaivattomampi hankkia.

Pyörivät kaivinkoneet ovat ojien kaivussa traktorikaivureita tehokkaampia. Ne myös suoriutuvat laskeutusaltaiden kaivamisesta kaivureita paremmin. Metsänomistajalle toimivat ojat ja vähäiset puustovauriot ovat kuitenkin usein tärkeämpiä kuin kaivutyön tuottavuus. Telakoneet kolhivat puita traktorikaivureita pahemmin, jos ojalinjoja ei ole aukaisu kunnolla.

Ojituksen suunnittelijalla sekä kaivurin tai kaivinkoneen kuljettajalla on konetyyppiä keskeisempi vaikutus puustovaurioiden määrään ja kaivutyön laatuun. Ammattitaitoisen ja huolellisen ojituksen avulla puustovauriot pystytään pitämään vähäisinä kaikilla koneilla.



*Ravinnehäiriöinen kunnostusojituskelvoton kohde. Reisjärvi. Kuva Risto Lauhanen.*

## 7.3 Kasvuvaikutukset ja kannattavuus

Kunnostusojitusta voidaan pitää uudisojituksen ylläpitoinvestointina. Seuraavassa tarkastellaan esimerkinomaisesti kunnostusojituksen erilliskannattavuutta neljällä erilaisella turvemaan kasvupaikalla. Uudisojituksen kustannuksia ja koko kiertoaikaa ei laskelmassa oteta huomioon. Kannattavuuslaskelmissa kasvunlisäyksen oletetaan realisoituvan 10, 15 tai 20 vuodessa.

Puolangan kohde ojitettiin vuonna 1930 ja perattiin auraamalla 1950. Haapajärvellä ojitus tehtiin vuonna 1926, Yli-Iissä vuonna 1967 ja Leivonmäellä vuonna 1955. Kunnostusojitukset näissä kohteissa tehtiin vuosina 1982–1984.

Leivonmäen ja Puolangan metsiköt ovat varsinaisen sararämeen (VSR) tuotostasoa. Yli-Iin kohde on heikkotuottoinen, lannoituksen varassa kasvanut. Haapajärvellä puuston kasvu on vaihdellut, mutta tuotoskyvyttään se sijoittuu Leivonmäen tasolle. Kohteiden puustotiedot on mitattu vuosina 1982–1994. Puuston tilavuudesta oli tukkipuuta 0–46 prosenttia, kuitupuuta 52–91 prosenttia ja hukkapuuta 2–11 prosenttia 10 vuotta kunnostusojituksen jälkeen.

Kunnostusojituksen kustannukset riippuvat tarvittavasta ojamäärästä (m/ha), johon vaikuttaa alkuperäisen ojituksen sarkaleveys. Kunnostusojituksen kustannukset ovat Pohjois-Suomessa olleet alhaisemmat kuin Etelä-Suomessa.

PUOLANGALLA kunnostusojitettu kohde tuotti 10 vuodessa keskimäärin 8 kuutiometriä hehtaarilla enemmän puuta kuin vertailuala (taulukko 7.1). Kunnostusojituksella saatava puuston lisäkasvu kohoaa noin 20 kuutiometriin hehtaarilla, jos puuston kehitys jatkuu samanlaisena vielä seuraavat 10 vuotta.

Puolangan kohteen ojitusinvestointi tuotti

*Taulukko 7.1: Kunnostusojituksen tulos Puolangan kohteella. Uudisojitus 1930, oijen perkaus 1950 sekä 1982. Sarkaleveys 44 m. Puuston tilavuus ennen vuoden 1982 kunnostusojitusta 30 m<sup>3</sup>/ha. Perkauskustannukset 404 mk/ha.*

Aika kunnostusojituksesta vuosina	Kasvunlisä	Investoinnin sisäinen korko
10 vuotta	8 m <sup>3</sup> /ha	9 %
20 vuotta	20 m <sup>3</sup> /ha	10 %

10 vuodessa 9 prosentin sisäisen koron. Investoinnin tuottama nykyarvo 3 prosentin laskentakorolla oli 300 markkaa hehtaarilla. 20 vuoden ajanjaksolla kunnostusojitus tuottaa noin 10 prosentin sisäisen koron. Vastavasti investoinnin nykyarvo kohoaa 1 007 markkaan hehtaarilla, 3 prosentin korkokantaa käytettäessä.

Kunnostusojituksen tuottamaa lisäkasvua ei täysin voida hyödyntää laskenta-aikojen kuluessa, koska puuston tilavuudet ovat yhä pieniä. Puolangalla puuston tilavuus oli 10 vuotta kunnostusojituksen jälkeen keskimäärin 54 kuutiometriin hehtaarilla. Ojituksen hyödyt saadaan vasta myöhemmin suurempina hakkuukertyminä sekä kiertoaajan lyhene misenä.

Puolangalla kunnostusojituksella kyetään turvaamaan puuston kehitys kiertoaajan loppuun asti. Lisäksi kunnostusojitus pienentää puuston alttiutta metsätuhoille, mikä on tärkeää erityisesti sateisina kesinä.

HAAPAJÄRVELLÄ puuston kasvu lisääntyi vasta toisen kunnostusojitusta seuraavan viisivuotiskauden kuluessa, koska puuston kasvu oli ehtinyt taantua voimakkaasti ennen kunnostusojitusta.

Kymmenessä vuodessa kunnostusojitus lisäsi metsän kasvua keskimäärin 5 kuutiometriä hehtaarilla (taulukko 7.2). Jos kasvu jatkuu samanlaisena seuraavat 5 vuotta, kunnostusojituksen tuottama lisäkasvu kohoaisi 10



Taulukko 7.2: Kunnostusojituksen tulos Haapajärvellä. Uudisojitus 1926, sarkaleveys 43 m. Puuston tilavuus ennen vuoden 1982 kunnostusojitusta 63 m<sup>3</sup>/ha, ja perkauskustannukset 626 mk/ha.

Aika kunnostusojituksesta vuosina	Kasvunlisä	Investoinnin sisäinen korko
10 vuotta	5 m <sup>3</sup> /ha	2 %
15 vuotta	10 m <sup>3</sup> /ha	7 %

kuutiometriin hehtaarilla. 10 vuodessa ojitus tuotti 2 prosentin sisäisen koron. 15 vuoden laskentajaksolla sisäinen korko nousi 7 prosenttiin.

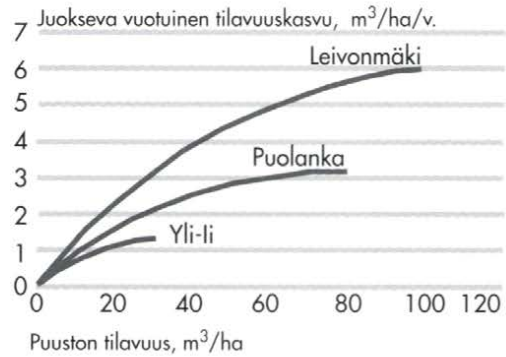
YLI-IIN ojituskohteella puuston kasvu on ollut metsä- ja kitumaan rajamailla eli noin kuutiometri hehtaarilla vuodessa. Vanhojen ojien perkaus ja siihen yhdistetty täydennysojitus tuottivat 10 vuodessa yhteensä 6 kuutiometrin kasvunlisäyksen hehtaarilla (taulukko 7.3). Jos kehitys jatkuu samanlaisena seuraavat 5 vuotta, kohoaa keskimääräinen kasvunlisäys 9 kuution hehtaarilla.

Ravinteiden puutteen vuoksi kasvu kuitenkin todennäköisesti heikkenee. Kunnostusojitus on 10 vuoden laskentajaksolla kannattamaton. Ojituksen tuottaman puuston lisäyksen nykyarvo jäi pienemmäksi kuin ojituskustannus. 15 vuoden odotusajalla investointi tuottaisi vain yhden prosentin sisäisen koron.

LEIVONMÄELLÄ kunnostusojitus ei lisännyt puuston kasvua. Vanhat ojat pitivät suon riittävän kuivana. Pidemmällä aikavälillä investointi saattaa kuitenkin osoittautua perustelluksi suometsien kasvukunnon ylläpitäjänä.

Taulukko 7.3: Kunnostusojituksen tulos Yli-Iissä. Uudisojitus vuonna 1967, sarkaleveys 35 m. Puuston tilavuus ennen vuoden 1984 kunnostusojitusta 17 m<sup>3</sup>/ha, ja kunnostusojituskustannukset (samanaikainen perkaus ja täydennysojitus) 735 mk/ha.

Aika kunnostusojituksesta vuosina	Kasvunlisä	Investoinnin sisäinen korko
10 vuotta	6 m <sup>3</sup> /ha	...
15 vuotta	9 m <sup>3</sup> /ha	1 %



Kuva 7.2: Puuntuotoskyky eri koealueilla.

## 7.4 Yhteenvedo

Edellä esitetyillä esimerkeillä pyrittiin valaisemaan kunnostusojituksen erilliskannattavuutta. Toistaiseksi ei vielä pystytä arvioimaan tarkemmin uudis- ja kunnostusojituksen kannattavuutta koko kiertoajalle koealojen puutteen vuoksi.

Puolangalla, Haapajärvellä ja Yli-Iissä investointien sisäiset korot muuttuivat 2 prosenttiyksikköä, kun kunnostusojituksen yksikkökustannuksia ja kantohintoja muutettiin 30 prosenttia. Tämä osoittaa, ettei kannattavuus ole kovin herkkä hinta- ja kustannustason muutoksille.

Karuimmilla rämeillä kunnostusojitus ei kannata, jos alkuperäinen uudisojituskaan ei

ole tuottanut toivottua tulosta. Esimerkkinä tästä on Yli-Iin kohde, jossa puustoa ennen kunnostusojitusta oli vain 17 kuutiometriä hehtaarilla.

Runsaspuustoisilla ja viljavilla turvemailla kunnostusojituksen kasvureaktio riippuu maan vesitaloudesta ennen kunnostusojitusta. Kasvu ei elvy, jos maan vesitalous jo entuudestaan on kunnossa, kuten Leivonmäellä havaittiin. Puusto elpyy hitaasti, jos puuston kasvu ennen kunnostusojitusta on jo taantunut, kuten Haapajärvellä.

Koealueiden metsiköitä ei oltu harvennettu 10 vuoteen ennen kunnostusojitusta. Harvennuksen jälkeen kunnostusojitus on järkevä investointi. Harvennustuloilla voidaan rahoittaa mm. kunnostusojitusten kustannuksia.

#### *Kirjallisuutta:*

- Ahti, E. 1991. Kunnostusojituksen puuntuotanto- ja ympäristövaikutukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 374: 12–14.
- Ahti, E. 1995. Kunnostusojituksen vaikutus pohjavesipinnan syvyyteen ja männyn pohjapinta-alan kasvuun karuhkoilla rämemuuttumilla. Teoksessa (toim. Hytönen, J. & Polet, K.): Metsäntutkimuspäivä Kälviällä 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 540: 49–58.
- Laine, J. & Vasander, H. 1990. Suotyypit. Kirjayhtymä.
- Lauhanen, R. 1992. Kunnostusojituksen ongelmat ja tutkimustarpeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 409.
- Päivänen, J. 1994. Kunnostusojitettavien kohteiden valinta ja kunnostusmenetelmät. Työtehosteuran metsätiedote 10.

## 8. LANNOITUS

*Jukka Aarnio, MMM, VTM, tutkija, Mikko Kukkola, MH, vanhempi tutkija, Eino Mälkönen, MMT, professori*

### 8.1 Kangasmetsien lannoitus

#### *Perusteita*

Kangasmailla ravinteiden niukkuus rajoittaa puuston kasvua kaikkein viljavimpia ja toisaalta myös karuimpia, veden puutteesta kärsiviä kasvupaikkoja lukuunottamatta. Lannoituksella pyritään parantamaan puuston kasvua lisäämällä ravinteita, joita maassa on puiden tarpeeseen nähden niukasti tarjolla.

Perinteisten kasvatuslannoitusten rinnalle ovat nousemassa ns. kunnostuslannoitukset. Niillä pyritään maaperän ravinteisuuden pit-

käaikaiseen hoitoon. Maan happamuuden vähentämiseksi, ravinnekierron edistämiseksi ja puuston elinvoimaisuuden turvaamiseksi voidaan lannoitteiden lisäksi käyttää myös maanparannusaineita, mm. tuhkaa tai kalkkia.

Metsämaan pieneliöstön orgaanisen aineen hajotustoiminta tuottaa hitaasti typpeä kasvien käyttöön. Useimmiten kangasmetsien kasvua rajoittaakin kasveille käyttökelpoisen typen puute. Ilmasta tuleva typpilaskeuma lisää vähitellen metsämaan typpivaroja, mutta sen osuus on kuitenkin suhteellisen pieni hyvässä kasvussa olevien metsien typpentarpeeseen verrattuna.



*Metsien lannoitukset ovat elpymässä pitkän tauon jälkeen. Kuva Risto Pöntinen.*



Typpeä lukuunottamatta kangasmaissa on muita ravinteita yleensä riittävästi. Maaperän typpi-, kalium- ja kalsiumvarat kasvavat siirryttäessä karulta kasvupaikoilta viljaville. Fosforin määrä ei sen sijaan lisääntynyt samassa suhteessa metsätypin viljavuuden parantumisessa. Tämän vuoksi typen ja fosforin suhde on puustolle epäedullisin viljavimmilla kasvupaikoilla.

Puuntuottamisen ohella lannoituksessa on huolehdittava myös ympäristöstä. Hyvään tulokseen pääsemiseksi kohteet on valittava tarkoin kuten myös käytettävät lannoitteet ja lannoitemäärät. Suuria lannoiteannoksia on syytä välttää, jotta ravinteiden huuhtoutuminen vesistöihin estyisi. Liian suuret lannoiteannokset lisäävät myös puuston tuhoriskejä aiheuttamalla mm. latvavaurioita.

### 8.1.1 Lannoituskohteiden valinta

Puuston ravinnetarve arvioidaan metsätypin ja puulajin sekä neulasista tai maasta tehtävien ravinneanalyysien perusteella. Kangasmetsissä voidaan useimmiten soveltaa lannoituskokeisiin perustuvia yleisohjeita, sillä kangasmaiden ravinteisuuden yleispiirteissä ei ole suurta alueellista vaihtelua. Epäselvissä tapauksissa puuston ravinnetarve on syytä varmistaa neulasanalyysillä.

Männyllä suurin typpilannoituksen aiheuttama kasvunlisäys saadaan tavallisesti puolukkatypin metsiköissä. Myös kasvuisimmat, päätehakkuukäähä lähestyvät kanervatypin männiköt voivat olla kannattavia lannoituskohteita.

Kuusikoiden lannoitus antaa suurimman kasvunlisäyksen mustikkatypillä. Käenkaalimustikkatypillä lannoitus ei kannata, jos puuston vuotuinen kasvu jo ennen lannoitusta on yli 12 kuutiometriä hehtaarilla.

Ravinteiden puute rajoittaa voimakkaimmin kasvua puuston parhaassa tuotosvaiheessa,

joten lannoituksella saadaan suurin kasvunlisäys nuorehkoissa kasvatusmetsissä. Kasvunlisäys riippuu tietyissä rajoissa puuston lannoitusta edeltävästä kasvusta ja iästä. Puuston määrällä ei sen sijaan ole suurta merkitystä. Puuston metsänhoidollisen tilan on kuitenkin oltava hyvä ja maaperän vesitalouden kunnossa.

Lannoitukset voidaan aloittaa ensiharvennuksen jälkeen. Tällöin lannoitus ei enää lisää tyvitukin oksaisuutta eikä siten heikennä puunlaadua. Kannattavinta on lannoittaa tukkipuun mittoja lähestyviä metsiköitä, joissa puuston arvokasvu lisääntyy merkittävästi.

Kiertoajan kuluessa metsikkö voidaan lannoittaa 2–3 kertaa. Mitä suuremman kasvunlisäyksen ensimmäinen lannoitus tuottaa sitä paremmin puusto yleensä reagoi toiseenkin lannoitukseen.

Lannoitukset ja harvennukset kannattaa ajoittaa niin, että lannoituksella tuotettu puu voidaan korjata ilman pitkää viivytystä. Päätehakkuuta lähestyvissä metsiköissä kasvunlisäys jää pienemmäksi kuin keski-ikäisissä, mutta ensinmainituissa lannoituksella tuotetaan arvokasta tukkipuuta.

Männyllä tietty typpimäärä lisää kasvua yleensä nopeammin kuin kuusella, jolla lannoituksen vaikutusaika on puolestaan pitempi. Useimmiten käytetyn typpiannoksen, 150 kiloa hehtaarille, vaikutusaika on männiköissä 6–8 vuotta ja kuusikoissa 8–10 vuotta. Koivulla typpilannoituksen vaikutusaika jää lyhyemmäksi ja kasvunlisäys pienemmäksi kuin havupuilla.

Pohjois-Suomessa typpiannos on aiheellista pitää pienenä, esim. 120 kiloa hehtaarille, jottei puustolle aiheutuisi latvavaurioita. Samasta syystä typpilannoituksen yhteydessä on myös syytä lisätä booria.

Metsänviljelyn onnistumista tai taimikon alkukehitystä lannoitukset eivät kangasmailla sanottavasti paranna. Maan ravinnetila metsän uudistamisvaiheessa on yleensä hyvä

maanmuokkauksen tai muiden kunnostustoimenpiteiden ansiosta. Lisäksi taimien ravinnetarve on vähäinen.

## 8.1.2 Lannoitteiden vaikutus metsämaahan

Lannoitetyypä käyttävät puuston lisäksi pintakasvillisuus ja maan pieneliöstö. Osa lannoitteina annetuista ravinteista menetetään huuhtoutumisen tai haihtumisen vuoksi. Puuston käyttöön tuleva osuus riippuu käytettävästä lannoitteesta, sen levitysjankohdasta, puuston elinvoimaisuudesta, pintakasvillisuuden määrästä ja maalajista.

Ravinteiden huuhtoutuminen kangasmetsien lannoituksissa on vähäistä lukuunottamatta karkeita, helposti vettäläpäiseviä maita, joilla metsän lannoittaminen ei ole muutenkaan suositeltavaa.

Kangasmetsissä yleisesti käytettyjen suomensalpietarin (aikaisemmin oulunsalpietari) ja metsän NP-lannoksen tyyppi on puoleksi ammonium- ja puoleksi nitraattityypä, mikä on etu kasvien typenoton kannalta. Ammoniumtyppi pidättyy hyvin maahan, mutta nitraattityppi kulkeutuu helposti maaveden mukana ja on siten alttiimpi huuhtoutumaan.

Varsinkin ureaa käytettäessä lannoitusajankohdan sääolot ovat merkityksellisiä. Kuivalla säällä lannoitettaessa urean tyyppä haihtuu ilmaan, minkä vuoksi lannoitusvaikutus jää vastaavasti pienemmäksi. Tämän takia ureaa suositellaan käytettäväksi syksyllä. Mikäli urealannoitus voidaan tehdä suotuisissa sääoloissa, sillä päästään lähes samaan kasvunlisäykseen kuin suomensalpietarilla.

### *Lannoitus ja happamoituminen*

Kangasmetsien lannoituksessa on tunnettu huolta myös maan happamoitumisesta. Typpilannoitteiden aiheuttamat maaperän hap-

pamuuden muutokset riippuvat käytetystä tyyppiyhdisteestä sekä siitä, millaisiin kemiallisiin ja mikrobiologisiin ilmiöihin lannoitetyppi maassa osallistuu.

Ammoniumtyppilannoituksen jälkeen maaveden pH alenee hieman. Ns. vaihtoahpamuuteen perustuva pH:n muutos kuitenkin tasaantuu nopeasti. Suotuisissa olosuhteissa ammoniumtyypä voi muuttua mikrobitoiminnan tuloksena nitraatiksi (nitrifikaatio), jolloin maan pH alenee. Metsämaissa nitrifikaatio on kuitenkin luonnostaan vähäistä eikä se lannoituksen jälkeenkään lisääntynyt merkittävästi.

Nitraattityppilannoitus ei lisää maan happamuutta muuten kuin nitraatin huuhtoutumisen yhteydessä.

Urea aminityppi hajoaa maassa emäksiiseksi ammoniakiksi ja hiilidioksidiksi. Tällöin varsinkin karikerroksen pH kohoaa, mutta happamuus palautuu ennalleen parissa vuodessa.

Maan pH-arvojen muutokset ovat tutkimusten mukaan olleet useidenkin lannoituskertojen jälkeen hyvin vähäisiä.

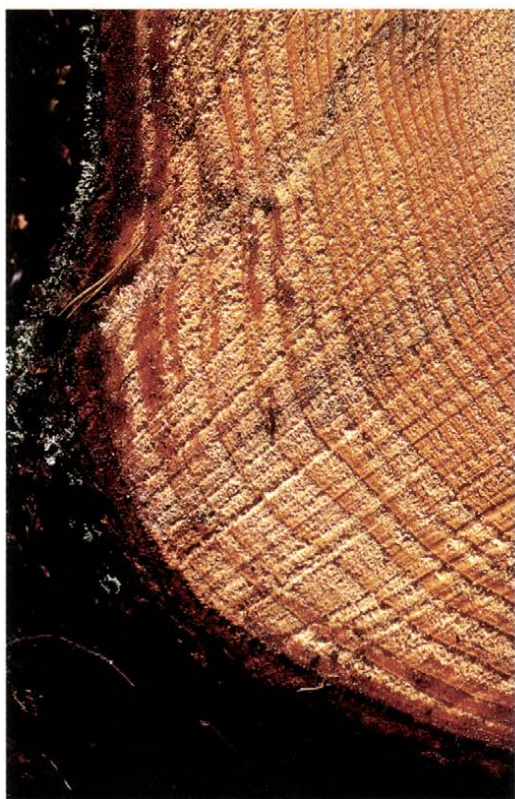
## 8.1.3 Lannoituksen kannattavuus

Lannoitusten kannattavuutta havainnollistavat esimerkkilaskelmat perustuvat seuraaviin oletuksiin:

Kertalannoituksissa tarkastelujakso on 8 vuotta. Toistuva lannoitus sisältää 3 lannoituskertaa 6 vuoden välein, joten tarkastelujakso on 18 vuotta. Kustannukset ajoittuvat aina lannoitusvuodelle. Kasvunlisäys realisoitetaan lisääntyneinä hakkuutuloina tarkastelujakson lopussa.

Kertalannoituksissa käytetään metsän NP-lannosta 600 kiloa hehtaarille tai suomensalpietaria 550 kiloa hehtaarille. Kummassakin tapauksessa typpiannos on 150 kiloa hehtaarille.





*Tuottoisimmillaan lannoitus on varttuneissa männiköissä. Lisäkasvu keskittyy tukkipuuhun. Kuva Risto Pöntinen.*

Kertalannoituksen kustannukset ovat 760–1 290 markkaa hehtaaria kohti, josta lannoitteen osuus on 510–810 markkaa. Muita kuluja suunnittelusta, työnjohdosta, kuljetuksesta ja levityksestä kertyy 250–480 markkaa hehtaarille.

Männiköiden toistuvissa lannoituksissa jokaisella lannoituskerralla annetaan ureaa 350 kiloa hehtaarille, jolloin typpiannos on 160 kiloa.

Kuusikoiden toistuvissa lannoituksissa käytetään ensimmäisellä ja kolmannella kerralla suomensalpietaria, toinen lannoitus tehdään urealla. Typpiannos on jokaisella lannoituskerralla 120 kiloa hehtaarille.

Männiköiden toistuvat lannoitukset mak-

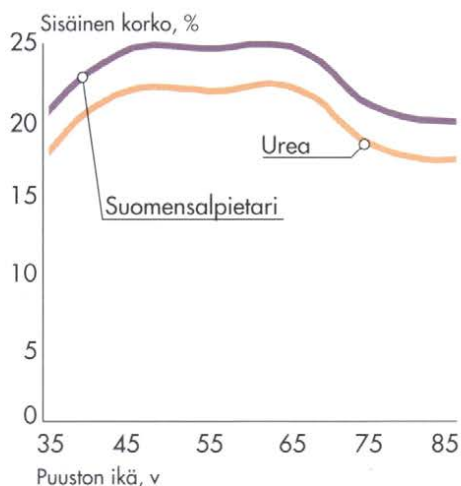
savat yhteensä 2 450 markkaa ja kuusikoiden 2 100 markkaa hehtaaria kohti. Lannoitteisiin kuuluu männiköissä 1 640 markkaa ja kuusikoissa 1 200 markkaa hehtaarilla.

### 8.1.3.1 Kertalannoitukset

#### Männiköt

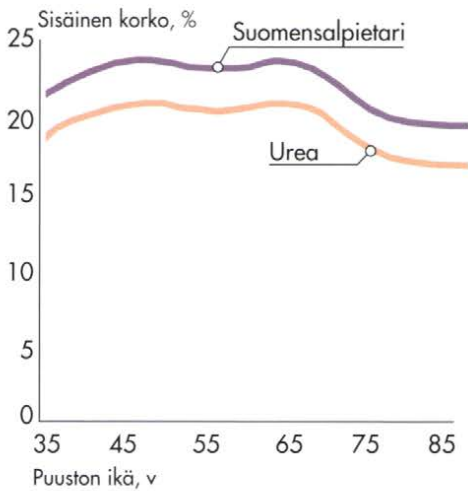
Puolukkatyyppin männiköiden lannoitus lisää hakkuutuloja 4 000–5 000 markalla hehtaarilla 8 vuodessa (kasvunlisäys 13–19 m<sup>3</sup>/ha). Kannattavinta on lannoittaa 45–65 vuoden ikäisiä metsiköitä. Lannoitus suomensalpietarilla tuottaa tällöin jopa 24 prosentin sisäisen koron (kuva 8.1). Urealle lannoitettaessa päästään 21 prosentin sisäiseen korkoon.

Samanikäisissä mustikkatyyppin männiköissä suomensalpietarilannoitus tuottaa 22 prosentin sisäisen koron (kuva 8.2). Tätä nuoremmissa tai vanhemmissa männiköissä tuotto jää selvästi alemmaksi. Urealannoitusten tuotto jää 3–4 prosenttiyksikköä pienemmäksi suomensalpietarilannoitukseen verrattuna (kasvunlisäys 11–16 m<sup>3</sup>/ha).

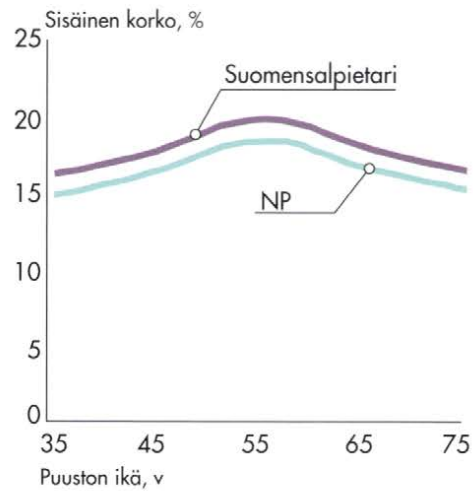


*Kuva 8.1: Suomensalpietari- ja urealannoituksella saatavat sisäiset korot puolukkatyyppin männikön eri ikävaiheissa.*





Kuva 8.2: Suomensalpietari- ja urealannoituksella saatavat sisäiset korot mustikkatyyppin männikön eri ikävaiheissa.



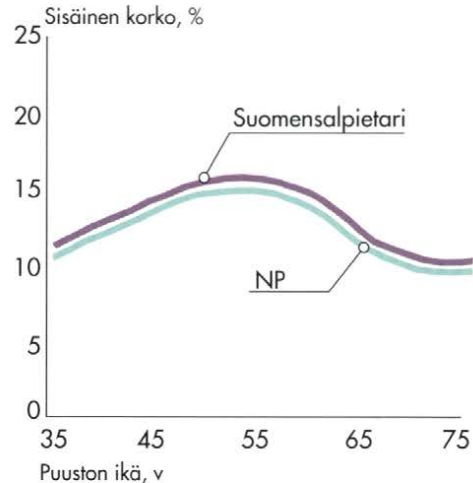
Kuva 8.3: Suomensalpietari- ja metsän NP-lannoituksella saatavat sisäiset korot mustikkatyyppin kuusikon eri ikävaiheissa.

### Kuusikot

Mustikkatyyppin kuusikoiden lannoitus metsän NP-lannoksella tai suomensalpietarilla lisää hakkuutuloja 3 000–4 000 markkaa hehtaarilla 8 vuodessa (kasvunlisäys 14–21 m<sup>3</sup>/ha). Kuusikoissa metsän NP-lannos antaa hehtaarilla 3–5 kuutiometriä suuremman kasvunlisäyksen kuin suomensalpietari. NP-lannos on kuitenkin kalliimpaa kuin suomensalpietari, mikä alentaa kannattavuutta suuremmasta kasvunlisäyksestä huolimatta.

Suomensalpietari tuottaa 55-vuotiaassa mustikkatyyppin kuusikossa 20 prosentin sisäisen koron (kuva 8.3). Metsän NP-lannoksella sisäinen korko jää 1–2 prosenttiyksikköä alemmaksi. Urealannoituksella saatava sisäinen korko on lähes 10 prosenttiyksikköä huonompi kuin em. lannoitteilla.

Käenkaali-mustikkatyyppin kuusikoissa lannoitusinvestoinnin tuotto on parhaimmillaan lähes 15 prosenttia suomensalpietaria tai metsän NP-lannosta käytettäessä (kasvunlisäys 10–17 m<sup>3</sup>/ha). Keskinäiset erot näiden lannoitteiden tuottamissa sisäisissä koroissa



Kuva 8.4: Suomensalpietari- ja metsän NP-lannoituksella saatavat sisäiset korot käenkaali-mustikkatyyppin kuusikon eri ikävaiheissa.

ovat alle yhden prosenttiyksikön. Paras tuotto lannoitukselle saadaan 45–55-vuotiaissa kuusikoissa (kuva 8.4).

### 8.1.3.2 Toistuvat lannoitukset

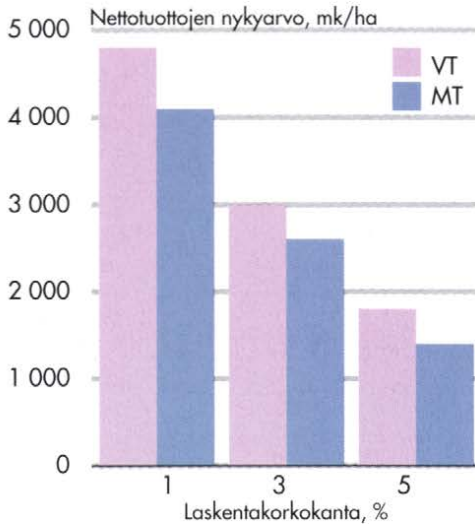
#### Männiköt

Etelä-Suomen männiköiden kannattavimpien lannoitusvaihtoehtojen odotettavissa olevat nykyarvot esitetään kuvassa 8.5. Puolukka- ja mustikkatyypin männiköiden toistuvat lannoitukset tuottavat 18 vuodessa kasvunlisäyksen (30–34 m<sup>3</sup>/ha), jonka ansiosta hakkuutulot lisääntyvät 7 000–9 000 markkaa hehtaarilla. Kasvunlisäyksen nykyarvo on 5 prosentin tuotovaatimuksella noin 1 500 markkaa hehtaarilla.

Puolukkatyypin männiköiden toistuva lannoitus tuottaa sisäistä korkoa lähes 11 prosenttia ja mustikkatyypin männiköiden vajaat 10 prosenttia. Investoinnin sisäinen korko paranee, jos osa hakkuutulosta saadaan harvennushakkuista jo ennen 18 vuoden tarkastelujakson päättymistä.

#### Kuusikot

Mustikkatyypin ja käenkaali-mustikkatyypin kuusikoiden toistuva lannoitus lisää hakkuu-



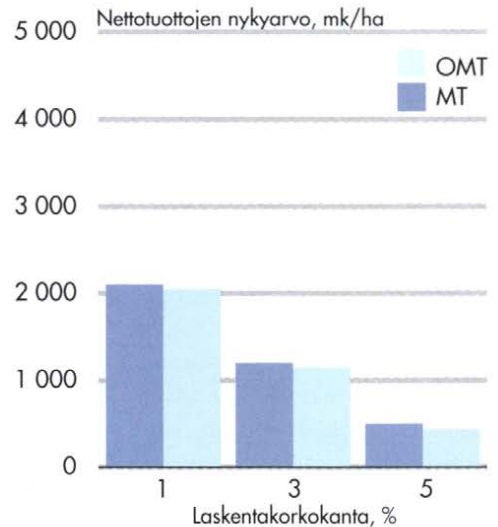
Kuva 8.5: Puolukka- ja mustikkatyypin männiköiden nettotuottojen nykyarvot toistuvissa lannoituksissa. Puuston ikä puolukkatyypillä 65 vuotta ja mustikkatyypillä 55 vuotta.

tuloja 18 vuodessa noin 5 000 markkaa hehtaarilla (kasvunlisäys 22–24 m<sup>3</sup>/ha). Tällöin lannoituksen sisäinen korko on hieman yli 7 prosenttia.

Mustikkatyypillä kuusikoiden lannoitus tuottaa aavistuksen korkeamman nykyarvon kuin käenkaali-mustikkatyypillä (kuva 8.6). Lannoituksen tuottama nykyarvo on 5 prosentin tuotovaatimuksella vain 500 markkaa hehtaarilla.

### 8.1.4 Kunnostuslannoitukset

Kunnostuslannoituksilla pyritään nopeuttamaan heikkokuntoisten tai vaurioituneiden metsiköiden toipumista tai jo ennalta vahvistamaan puuston kestävyyttä tuhoja vastaan. Tavoitteena on tasapainottaa maan ravinteisuutta ja lieventää sen happamoitumista pitkäaikaisesti. Tällöin voidaan ensisijaisesti hidasliukoisten lannoitteiden lisäksi käyttää



Kuva 8.6: Mustikkatyypin ja käenkaali-mustikkatyypin kuusikoiden nettotuottojen nykyarvot toistuvissa lannoituksissa. Puuston ikä mustikkatyypillä 55 vuotta ja käenkaali-mustikkatyypillä 45 vuotta.

myös puuntuhkaa ja kalkkia.

Puuston heikentyneen kunnan vuoksi kunnostuslannoituksen tuottama kasvunlisäys jäänee yleensä pienemmäksi kuin kasvuisan metsän lannoituksessa. Kunnostuslannoituksella voidaan kuitenkin kompensoida tuhon aiheuttamaa kasvunmenetystä. Esimerkiksi mäntypistiäisten tuhoista toipumassa olevien männiköiden kasvua voidaan nopeuttaa sopivalla lannoituksella.

Metsätalouden rahoituslaissa maaperän kunnostamiseksi tehtäviä lannoituksia nimitetään terveyslannoituksiksi. Niihin on saatavissa valtion tukea. Terveyslannoituskohteita ovat havupuuvaltaiset kangas- ja turvemaiden taimikot sekä nuoret ja varttuneet kasvatusmetsiköt, joiden kehitys metsänhoidollisista toimenpiteistä huolimatta on taantuvaa maaperän epäedullisten ravinnesuhteiden vuoksi. Lisäksi edellytetään, että puusto saadaan elpymään lannoituksen avulla. Tässä yhteydessä metsänhoidolliseksi toimenpiteeksi katsotaan mm. metsän kasvatuslannoitus.

Terveyslannoituskohteissa käytettävän lannoitteen koostumus ja määrä on selvitettävä puustossa havaittavien kasvuhäiriöiden ja neulasten väriavokojen tai tarvittaessa ravinneanalyysin avulla.

Toistaiseksi kokemukset kunnostus- ja terveyslannoituksista ovat vähäisiä.

### 8.1.5 Päätelmät

Kertalannoitukset antavat selvästi paremman taloudellisen tuloksen kuin toistuvat lannoitukset. Osin tämä aiheutuu lannoituksella saatavien tuottojen ajoittumisesta, sillä laskelmissa kasvunlisäysten oletettiin toteutuvan vasta tarkastelujakson päättyessä. Tarkastelujakson aikaiset harvennushakkuut tasoittavat kuitenkin kannattavuuseroa toistuvien lannoitusten hyväksi.

Lannoitus on kannattavaa jo ensiharven-

nuksen jälkeen. Puuston arvokasvun nopeutumisen ansiosta lannoitukselle saadaan paras sisäinen korko keski-ikäisissä metsiköissä. Lannoituksella tuotettu puu on kuitenkin aina varmimmin realisoitavissa päätehakkuu-ikä lähestyvissä metsiköissä, joten ne ovat hyviä lannoituskohteita.

Etelä-Suomessa voidaan suositella sekä kerta- että toistuvissa lannoituksissa seuraavaa järjestystä:

1. Puolukkatyyppin männiköt
2. Mustikkatyyppin männiköt
3. Mustikkatyyppin kuusikot
4. Käenkaali-mustikkatyyppin kuusikot.

Pohjois-Suomen eteläosassa samalla lannoitemäärällä saatava keskimääräinen kasvunlisäys on 60–80 prosenttia Etelä-Suomen arvoista. Pohjois-Suomen männiköissä lannoitusta voidaan kuitenkin pitää varteenotettavana investointivaihtoehtona.

#### *Kirjallisuutta:*

- Hämäläinen, J., Laakkonen, O. & Kukkola, M. 1989. Toistuvan lannoituksen kannattavuus kangasmailla. *Folia Forestalia* 740.
- Jukka, L. (toim.) 1988. Metsänterveysopas. Metsätuhot ja niiden torjunta. Samerka Oy, Helsinki.
- Kukkola, M. & Saramäki, J. 1983. Growth response in repeatedly fertilized pine and spruce stands on mineral soils. *Seloste: Toistuvalla lannoituksella saatava kasvunlisäys kivennäismaiden männiköissä ja kuusikoissa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 114.
- Laakkonen, O. 1994. Toistuvan lannoituksen kannattavuus Etelä-Suomen kivennäismailla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 498.
- Laakkonen, O., Keipi, K. & Lipas, E. 1983. Typpilannoituksen kannattavuus varttu-



neissa kangasmetsissä. Folia Forestalia 577. Metsänlannoituksen vaikutukset 1989. Keskusmetsälautakunta Tapio. Helsinki. Salonen, K. 1994. Metsänlannoitus. Tapion taskukirja. Kustannusosakeyhtiö Metsälehti, Helsinki. s. 246–252.

## 8.2 Suometsien lannoitus

*Jukka Aarnio*, MMM, VTM, tutkija, *Seppo Kaunisto*, MMT, professori, *Mikko Moilanen*, MH, varttunut tutkija, *Heikki Veijalainen*, LuK, tutkija

Metsänkasvatusta varten on Suomessa ojitettu noin 4,7 miljoonaa hehtaaria soita ja yli 0,7 miljoonaa hehtaaria vedenvaivaamia kivennäismaita. Luonnontilaisia soita on jäljellä noin 4,3 miljoonaa hehtaaria.

Turvemaiden lannoitustutkimukset aloitettiin 1930-luvulla. Käytännön metsänlannoitukset käynnistyivät kuitenkin vasta 1960-luvulla. Kaikkiaan suometsiä on lannoitettu lähes 1,7 miljoonaa hehtaaria. Laajinta lannoitustoimintaa oli 1970-luvun puolivälissä, jolloin turvemaita lannoitettiin vuosittain yli 100 000 hehtaaria. Lannoitus väheni nopeasti 1980-luvulla. Vuonna 1993 suometsiä lannoitettiin enää 408 hehtaaria.

Syinä lannoituksen vähenemiseen olivat pelko ravinteiden, erityisesti fosforin huuhtoutumisesta vesistöihin, lannoituksenvastainen mielipide ja yksityismetsätalouden organisaatiossa tapahtuneet muutokset. Myös mp-rahoituksen väheneminen lienee vähentänyt lannoituksia.

Viime vuosina lannoitusalat ovat jälleen jonkin verran kasvaneet. Turvemaiden ravinnetalouden hoitamiseksi nykyinen lannoitusala on kuitenkin riittämätön, koska huomattava osa turvemaiden metsistä kärsii ravinteiden puutoksista, jotka heikentävät puiden kasvua ja aiheuttavat myös puustokuolemia.

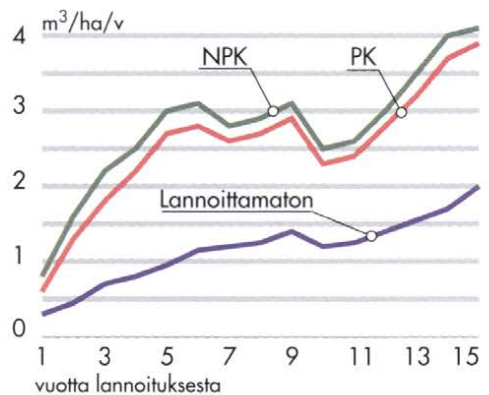
### 8.2.1 Perusteita

Turvemaat poikkeavat ravinnetaloudeltaan kivennäismaista. Viljavimpia korpia lukuunottamatta turpeessa on fosforia, kaliumia, booria, sinkkiä ja kuparia yleensä niukasti ja huomattavasti vähemmän kuin kivennäismaassa. Typen määrä puolestaan vaihtelee turvemaidella erittäin paljon. Sen riittävä vapautuminen kasvualustasta on metsänkasvatuksen perusehto turvemaidella. Runsastyyppisillä soilla minimiravinteita ovat fosfori, kalium (kuva 8.7) ja boori.

Typpi ja fosfori ovat lähes kokonaan orgaanisesti sitoutuneina. Ne vapautuvat kasvien käyttöön mikrobiston hajotustyön eli mineralisaation tuloksena. Mikrobisto on myös hajotustuotteiden ensisijainen käyttäjä. Näin vain osa ravinteista jää puiden käyttöön.

Mineralisaatio on sitä nopeampaa, mitä tehokkaampi on suon ojitus, mitä korkeampia ovat turpeen typpi- ja fosforipitoisuudet ja mitä lämpimämmässä ilmasto-oloissa kohde sijaitsee.

Puiden tarpeeseen verrattuna typpeä vapautuu turpeesta enemmän kuin fosforia.



Kuva 8.7: Puuston kasvu peruslannoituksen jälkeisen varsinaisen sararämeen nuorena männikössä. Muhos, Itkusuo. Alue ojitettu 1932. Kunnostusojitus 1971 ja lannoitus 1972.

Puut kärsivätkin yleensä fosforin niukkuudesta tyypeen nähden. Ojitetuista suomänniköiden ongelmakohteista 2/3 kärsii fosforin puutoksesta. Myös korpikuusikoissa fosforin puutos on yleistä.

Kasvukauden lämpösumman merkitystä suometsien kasvuun voidaan havainnollistaa esimerkiksi varsinaisen sararämeen (VSR) tuotosluvuilla. Etelä-Suomessa (lämpösumma 1 100–1 200 d.d.) metsäojitus on lisännyt tällä suotyypillä puuston tilavuutta 40–50 vuoden aikana noin 100 kuutiometriä hehtaarilla. Pohjois-Pohjanmaalla ja Etelä-Lapissa (lämpösumma 860–960 d.d.) vastaavana aikana puuston lisäys on jäänyt 40–50 kuutiometriin.

Kalium ja boori ovat turpeessa vesiliukoisina. Ne ovat suoraan puuston käytettävissä, mutta ne myös huuhtoutuvat helposti valumavesien mukana. Ojitettujen suomänniköiden ongelmakohteista kolmannes kärsii kaliumin puutoksesta ja kaikille soiden lannoituskohteille suositetaan boorilannoitusta. Niukkimmin näitä ravinteita on alkujaan vetisillä, puuttomilla tai vähäpuustoisilla soilla, kuten nevoilla, sararämeillä ja sarakorvissa. Booria on niukasti myös suopelloilla.

Vanhoilla, voimakkain hakkuin käsitellyillä rämeiden ojitusalueilla kaliumia saattaa puuston juuristokerroksessa olla vain 40–50 kiloa hehtaarilla, mikä vastaa 80–100 kuutiometrin puustoon sitoutunutta kaliumin määrää. Hakkaamattomilla rämeiden ojitusalueilla ja ojittamattomilla rämeillä määrät ovat suunnilleen kaksinkertaisia.

## 8.2.2 Lannoitustarpeen määrittäminen

Typpilannoitustarvetta kuvaa parhaiten turpeen typpipitoisuus. Etelä- ja Keski-Suomen soilla tyyppiä vapautuu puille tyydyttävästi, kun turpeen typpipitoisuus 5–10 senttimet-

rin syvyydessä on 1,2–1,5 prosenttia. Tällöin kasvua voidaan NPK-lannoituksella yleensä lisätä PK-lannoitusta enemmän. Tämä typpitaso vastaa ojikkovaiheessa piensaraisia soita sekä karuimpia saraisia ja puolukkaisia suotyyppejä. Näitä niukkatyppisemmillä soilla lannoitusvaikutus jää yleensä lyhytaikaiseksi.

Jos kivennäisravinteita on riittävästi, mäntytaimikoiden ja nuorten kasvatusmänniköiden kasvu paranee Etelä- ja Keski-Suomessa suoraviivaisesti turpeen typpipitoisuuden kohotessa 2,2–2,5 prosenttiin saakka, mikä vastaa lähinnä mustikkaisten ja ruohoisten suotyyppien alarajaa.

Typen puutos rajoittaa puiden kasvua etenkin Pohjois-Suomessa (taulukko 8.1). Pohjois-Suomessa turpeen typpipitoisuuden raja-arvot ovatkin edellä esitettyjä korkeampia, koska kasvukauden alemman lämpösumman vuoksi typen mineralisoituminen on hitaampaa kuin etelässä. Koillisella ja Etelä-Lapissa puiden typen tarve tyydyttyä vasta ruohoisilla turvemaidella (turpeen N>2,5 %).

Turpeen typpipitoisuutta voidaan arvioida myös turpeen maatumisasteen perusteella (v. Postin silmävarainen puristusmenetelmä). Rahkaturpeella maatumisaste 3 vastaa noin 1,3 prosentin typpipitoisuutta ja maatumisaste 4 noin 1,5 prosentin typpipitoisuutta. Pohjois-Suomessa typpilannoitustarpeen raja-arvoa vastaava maatumisaste on 5–6.

Perinteisesti suometsikön ravinteisuutta arvioidaan kasvupaikkatyyppin ja pintakasvillisuuden perusteella. Pintakasvillisuus kuvaa kohtalaisen hyvin turpeen typpipitoisuutta ja samalla metsikön lannoituskelpoisuutta etenkin ojikko- ja muuttumavaiheen ojitusalueilla, joilla alkuperäistä kasvijaistoa on vielä helposti löydettävissä. Kaliumin riittävyttä voidaan arvioida suotyypin ja sen lisämääreiden, kuten ohutturpeisuuden, nevaisuuden ja siniheinäisyyden perusteella.

Puiden ravinnetarvetta voidaan arvioida myös lehti- ja neulasanalyysillä (taulukko 8.2)



Taulukko 8.1: Perus- tai jatkolannoituksella koeolosuhteissa saatu keskimääräinen kasvunliisäys ( $m^3/ha/v$  15 vuoden aikana) niukka- ja runsastyypisillä soilla. Aineistossa mäntykoealoja yli 1 000 kpl ja kuusikoealoja noin 100 kpl.

MÄNNIKÖT	Perus-		Jatko-	
	PK	NPK	PK <sub>tail</sub>	NPK
Etelä- ja Keski-Suomi				
- LkR, TR, PsR (N=1,2-1,5%)	0,80	1,30	0,60	1,00
- TSR, VSR, RhSR (N=1,5-2,5%)	2,50	2,50	1,25	1,25
Pohjois-Karjala, Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa				
- LkR, TR, PsR (N=1,5-2,5%)	0,50	0,80	0,40	0,80
- VSR, RhSR (N=2,0-2,5%)	1,40	1,60	0,80	1,15
Lappi				
- LkR, TR, PsR, VSR (N=1,5-2,5%)	0,40	0,75	0,25	0,75
- RhSR, LR (N>2,5%)	0,80	0,80	0,30	0,50

1) Pelkkä K vain runsastyypisillä soilla

KUUSIKOT	Perus-		Jatko-	
	PK	NPK	PK	NPK
Etelä-Suomi	1,30	2,00	?	?
Pohjois-Karjala, Kainuu ja Pohjois-Pohjanmaa	0,25	0,75	0,40	1,25
Lappi	0,15	0,50	0,30	0,75

tai tarkastelemalla lehtien ja neulasten ravinnepuutosoireita. Neulanalyysi on verrattain luotettava turvemaiden männiköiden ja kuusiköiden ravinnetilan arviointimenetelmä. Neulanalyysit kerätään puiden lepokauden aikana talvella latvusten ylimmistä oksista.

Alikasvoskuusten neulasten väri osoittaa hyvin myös valtapuuston kaliuminpuutoksen. Kaliumin puutuksesta kärsivien kuusten vanhat neulaset ovat kellertäviä tai kellanrus-

### Maatumisasteen määrittely v. Postin menetelmällä

Turvenäytettä puristetaan kädessä ja tarkkaillaan turpeesta irtoavan nesteen väriä ja sameutta ja turpeen kimmoisuutta sekä itse turvemassan puristumista sormien lomitse. Asteikko 1-10, jossa 1 = Täysin maatumaton ja neste on kirkasta.

2 = Melkein maatumaton, neste kellanruskeata.

3 = Hyvin heikosti maatunut, neste sameata, kasvinjäännökset vielä selvästi tunnistettavia.

4 = Heikosti maatunut, neste vahvasti sameata, puriste puuromaista vielä jonkin verran kimmoisaa.

5 = Jonkin verran maatunut, puristusneste hyvin sameaa, puriste puuromaista ja siihen jää selvät sormenjäljet, ei kimmoa takaisin.

6 = Kohtalaisesti maatunut. Kasvirakenne on epäselvä. Puristettaessa menee noin 1/3 turveaineesta sormien välistä. Jäännöksen kasviraakenne on selvempi kuin puristamattoman turpeen.

keita ja uusimmat neulaset helakan vihreitä. Puulajit eroavat toisistaan ravinnetarpeiltaan. Kuusi ja koivu ovat mäntyä vaateliaampia ja käyttävät kasvuunsa enemmän ravinteita. Voimakkaimmat lannoitusreaktiot saadaan kuitenkin männillä, koska sen kasvu- paikkoja ovat keskitasoa karummat suotyypit, joilla ravinteiden saatavuus yleensä on niukkaa.

### 8.2.3 Lannoitteet ja muut ravinnelähteet

Turvemaiden lannoitteissa käytetään fosforin lähteenä veteen liukenematonta, kotimaista Siilinjärven apatiittia. Fosforin huuhtoutumisriski on apatiitilla pienempi kuin aikaisemmin käytetyillä ulkomaisilla fosfaateilla. Kaliumin lähteenä käytetään sekä hidasliukoista biotiittia että vesiliukoista kalisuolaa.





Kuva 8.8: Kaliumin puutoksesta kärsivä alikasvoskuusi. Kuva Seppo Kaunisto.

Taulukko 8.2: Lehtianalyysin tulkinta suometsissä. Neulasten ankaran ja lievän ravinnepuutoksen rajat kuusella ja männyllä sekä alustavat tavoitepitoisuudet hieskoivulla.

Ravinne	RAVINNEPUUTOS				
	Mänty		Kuusi		Hieskoivu
	Ankara	Lievä	Ankara	Lievä	Tavoite
N prosenttia	alle 1,20	1,20–1,30	alle 1,15	1,15–1,25	2,7
P mg/g	alle 1,30	1,30–1,60	alle 1,70	1,70–2,30	2,7
K mg/g	alle 3,50	3,50–4,50	alle 5,00–5,20	5,00–6,20	9,6
B mg/kg	alle 5,0	5,0–10,0	4,0–7,0	7,0	20–24

Suometsien erikoislannoitteet sisältävät pääravinteiden lisäksi aina booria. Suopuuston kasvua voidaan lisätä myös puun ja turpeen tuhalla.

Seuraavassa suometsiin soveltuvien lannoitteiden ohjehinnat (v. 1996) on esitetty ilman arvonlisäveroa, rahtia ja paljousalennuksia.

#### Metsän PK-lannos (Metsä PK)

Sisältö: Fosfori (P) 9 %, kalium (K) 16 %, boori (B) 0,3 % ja kupari (Cu) 0,2 %. Hinta: 1,49 mk/kg Käytetään, jos esiintyy P:n tai K:n lievääkin puutosta runsastyyppisillä tai pitkään ojitettuina olleilla soilla. Annostelu: 450 kg/ha, taimikoihin 250 kg/ha.

### Metsän kali-hivenlannoitus (Khiv)

Sisältö: K 30 %, magnesium (Mg) 7 %, B 0,4 % ja sinkki (Zn) 0,4 %, Lannoite on nopeavaikutteinen Hinta 1,80 mk/kg. A) jatkolannoitukseen 10–20 vuotta PK-peruslannoituksen jälkeen, jos neulasten N > 13, P > 1,5 ja K < 4,5 mg/g. B) kaliumin ja boorin puutokseen, jos neulasten N > 13, P > 1,5, K = 3,5–4,5 mg/g. Annostelu: 150–200 kg ha, ei fosforinpuutosalueille.

### Suometsien Y-lannoitus (Suo-Y)

Sisältö: Typpi (N) 11 %, P 4 %, K 9 %, B 0,2 %, Cu 0,2 % ja Zn 0,2 %. Hinta 1,49 mk/kg. Karuille turvemaille. Annetaan, kun männyn neulasten N < 13, P < 1,6, K < 4,5 mg/g. Sopinee myös jatkolannoituksiin sekä kuusen ja koivun lannoitukseen. Annostelu: 900 kg/ha, taimikoille 450 kg/ha.

### Metsäbiotiitti

Kali- ja fosforilannoituksiin voidaan käyttää myös hidashiukoista, apatiitti- ja biotiittipohjaista metsäbiotiittia (P 3 %, K 5 %). Hinta 0,93 mk/kg. Lannoitteesta ei ole kokemuksia, mutta sekä apatiitilla että biotiitilla on erikseen saatu lähes vastaavia kasvutuloksia kuin nopealiukoisemmilla lannoitteilla. Annostelu: 800–1 000 kg/ha.

### Tuhka

Puun tuhkalla voidaan turvemaille korvata PK-lannoitus. Annostelu: noin 5 000 kg/ha. Tuhkan P- ja K-pitoisuudet on syytä analysoida. Pyritään vähintään P-tasoon 35–40 kg/ha ja K-tasoon yli 70 kg/ha.

Turpeen tuhkalla voidaan turvemaille korvata P-lannoitus. Turpeen tuhkasta määritetään fosforin ohella myös rautapitoisuus, joka ei saa ylittää 150 g/kg Annostelu: 5 000–10 000 kg/ha

Hivenravinteiden puutoksia ei normaalisti tarvitse torjua erillisillä hivenlannoitteilla,

koska suometsien lannoitteisiin lisätyt hivenravinneannokset ovat yleensä riittäviä.

Kalkkia tai maatalouslannoitteita ei suositeta suometsiin. Kalkki ei lisää kasvua eikä ole tarpeen hapanlaskeuman vuoksi. Vesiliukoiset peltolannoitteet voivat aiheuttaa vesistöjen rehevöitymistä. Myöskään typpipitoiset jäteliätteet eivät sovellu turvemaille.

## 8.2.4 Peruslannoitus

Peruslannoituksella tarkoitetaan tässä yhteydessä ensimmäistä hajalevityksenä tehtyä lannoitusta. Runsastyyppisillä soilla peruslannoitus tehdään fosfori-kalium-lannoituksena (PK) ja niukkatyyppisillä turvemaille typpi-fosfori-kalium-lannoituksena (NPK).

Taulukossa 8.1. esitettyjä karummilla suotyypeillä lannoitusvaikutus on vähäinen. NPK-lannoituksen on todettu eräissä tapauksissa lisäävän männyn versosurmariskiä ja voivan alentaa kasvua varsinaisilla sararämeillä (VSR) ja sitä runsastyyppisemmällä soilla. NPK-lannoitus onkin syytä rajata vain niukkatyyppisille soille.

Etelä- ja Keski-Suomessa PK-lannoitus parantaa puuston vuotuista tilavuuskasvua lannoitusta seuraavien 15 vuoden aikana puulajista ja kasvupaikasta riippuen keskimäärin 0,8–2,5 kuutiometriä hehtaarilla ja Lapissa 0,4–0,8 kuutiota hehtaarilla (taulukko 8.1). PK-lannoitus on parhaimmillaan lisännyt männyn kasvua Etelä-Suomen runsastyyppisten suotaimikoiden ja nuorten kasvatusmetsien kokeissa jopa 5–6 kuutiometriä hehtaarilla vuodessa.

PK-peruslannoitus vaikuttaa puuston kasvuun runsastyyppisillä turvemaille 15–30 vuotta. Vaikka fosforin riittävyys on lannoituksella turvattu monesti yli 30 vuoden ajan, kaliumin puute alkaa rajoittaa puiden kasvua yleensä jo noin 15 vuoden kuluttua. Puiden ravinnetasapainon säilyminen kannattaa täl-

lön varmistaa suorittamalla terveyslannoitus kaliumilla ja boorilla.

Hyvälaatuisella puun tuhkalla voidaan runsastyyppisillä soilla saada aikaan pitkäaikainen, 30–50 vuotta kestävä maanparannusvaikutus. Puuston vuotuinen kasvun lisäys voi olla jopa yli 10 kuutiometriä hehtaarilla.

Karujen soiden NPK-lannoituksissa kasvulisäyksen aiheuttavat lähinnä typpi ja fosfori. Kalium ja boori ovat silti tarpeellisia puuden ravinnetasapainon säilyttämiseksi. Typen vaikutusaika on alle 10 vuotta.

Esitetyt puuntuotosluvut perustuvat lähinnä männiköissä saatuihin lannoitustuloksiin. Mänty hyötyy lannoituksesta kuusta ja koi-vua enemmän. Kuusen ja hieskoivun kasvu-paikoiksi valikoituvat yleensä viljavimmat ja tuottoisimmat korprien kasvupaikat, joilla lannoituksen tuottamat suhteelliset kasvu-reaktiot jäävät varsinkin Pohjois-Suomessa pienemmiksi kuin männyllä. Hieskoivun lannoituksesta tiedetään vielä liian vähän kasvu-arvioiden esittämiseksi. Ilmeisesti vanhoja hieskoivikoita ei kannata lannoittaa.

## 8.2.5 Jatkolannoitus

Jatkolannoituksen vaikutus riippuu siitä, miten kauan peruslannoituksesta on kulunut aikaa. Puusto ei reagoi jatkolannoitukseen yhtä voimakkaasti kuin peruslannoitukseen, jos ensimmäisestä lannoituksesta on kulunut alle 15 vuotta. Syynä on peruslannoituksen vaikutuksen jatkuminen. Jatkolannoituksen vaikutus kuitenkin voimistuu myöhemmin.

PK-jatkolannoitus tuottaa 15 vuoden aikana Etelä- ja Keski-Suomen männiköissä kasvupaikasta riippuen keskimäärin 0,60–1,25 kuution ja Lapissa 0,25–0,3 kuution vuotuisen kasvunlisän (taulukko 8.1). Sama tulos saavutetaan runsastyyppisillä kaliumin puutoksesta kärsivillä kohteilla metsän kali-hivenlannoitteella, jos fosforia on peruslannoit-

tuksen jäljiltä riittävästi.

Jos peruslannoituksesta on kulunut yli 20 vuotta, jatkolannoituksella saatava kasvunlisäys voi olla suurempi kuin taulukossa 8.1. on esitetty. Toisaalta kaliumin puutos on monesti heikentänyt puuston kuntoa ja alentanut tuotosta viimeisinä vuosina. Paras tulos saavutetaan puuston ravinnetilan mukaan tehdyllä jatkolannoituksella. Pohjois-Suomessa tyyppistä näyttää jatkolannoituksessa olevan enemmän hyötyä kuin peruslannoituksessa.

## 8.2.6 Lannoituksen sivuvaikutukset

Lannoitus lisää paikoin marja- ja sienisatoja. Marjasatojen lisääntyminen on lyhytaikaista mm. rehevöityvän pintakasvillisuuden takia, mutta sienisadot saattavat lisääntyä jopa 15 vuodeksi.

Lannoituksen merkittävin ympäristöriski on lannoitefosforin huuhtoutuminen vesistöihin. Tämän vuoksi suometsien lannoitteissa käytetään nykyisin fosforin lähteenä hidasliukoista apatiittia.

Fosfori sitoutuu turpeessa rautaan ja alumiiniin. Fosforin huuhtoutuminen riippuu-kin turpeen rauta- ja alumiinipitoisuuksista. Yleensä nämä pitoisuudet ovat alimmillaan ja huuhtoutumisriski vastaavasti suurimmillaan karuilla suotyypeillä, jotka ovat myös lannoituskohteina heikosti kannattavia. Huonosti fosforia pidättävillä turvemilla fosforilannoituksen uusiminen useammin kuin 20–25 vuoden välein voi lisätä fosforin huuhtoutumista vesistöihin.

PK- ja K-lannoitukset vähentävät todennäköisesti typen huuhtoutumista ja K-lannoitus myös fosforin huuhtoutumista, koska puuston kasvu lisääntyy ja pintakasvillisuus rehevöityy sitoen näin enemmän ravinteita. Kaliumin huuhtoutuminen ei ole haitallista vesistöille.



## 8.2.7 Kunnostuslannoitus

Kunnostuslannoituksella turvemaidilla korjataan puuston ravinnetasapainoa kasvupaikoilla, joissa typpeä on runsaasti puiden käytettävissä, mutta joissa erityisesti typen ja kaliumin välillä vallitsee voimakas epätasapaino. Hyvä kaliumravitseminen näyttää nopeuttavan puuston elpymistä versosurmasta.

Kunnostuslannoituksella korjataan myös boorin puutoksen aiheuttamia kasvuhäiriöitä sekä fosforin puutosta, kun se aiheuttaa puuston sairaalloista kitumista ja alentaa olennaisesti kasvupaikan puuntuotoskykyä.

Kunnostuslannoitustarvetta esiintyy etenkin avosoiden metsitysalueilla, ojitushetkellä vähäpuustoisten sara- ja ruohotason rämeiden ja sarakorpien ojitusalueilla sekä turvepelloilla ja turkistarhojen typpilaskeuma-alueilla. Akuutilla puutosalueella puusto ilman hoitoa rappeutuu, sen kasvu tyrehtyy ja lopulta suuri osa puustosta kuolee.

Kunnostuslannoituksen tavoitteena on ensi sijassa ehkäistä puustokuolemia ja ylläpitää ojituksella aikaansaattua puuston kasvua. Kunnostuslannoitus voidaan tehdä esim. Metsän kali-hiven -lannoksella tai apatiittipohjaisella Metsän PK -lannoksella. Monipuolisin ja pitkäaikaisin vaikutus saadaan puun tuhkalla.

## 8.2.8 Yhteenveto

Lannoituksen vaikutukset riippuvat kohteen maantieteellisestä sijainnista, kasvupaikan typpivarjoista ja puulajista. Parhaat tulokset saadaan runsastyyppisten, saraisten ja ruohoisten soiden PK-peruslannoituksilla. Etelä- ja Keski-Suomen männiköissä kasvunlisäys on keskimäärin 2,5 kuutiometriä hehtaarilla vuodessa ja Lapissa 0,8 kuutiometriä hehtaarilla vuodessa. Kuusella kasvun lisäykset ovat pienempiä.

NPK-peruslannoitus lisää Etelä- ja Keski-Suomessa männyn kasvua PK-lannoitusta

enemmän niukkatyyppisillä, lyhytkortisilla ja piensaraisilla soilla, joilla turpeen typpipitoisuus on 1,2–1,5 prosenttia. Näitä karummilla suotyypeillä lannoitus ei sanottavasti lisää puuston kasvua.

Pohjois-Pohjanmaalla, Pohjois-Karjalassa ja Kainuussa PK:lla lannoitettavien kohteiden tulee olla runsastyyppisempiä kuin Etelä-Suomessa. Lapissa ja Koillismaalla turpeesta vapautuu riittävästi typpeä vasta ruohoisilla suotyypeillä.

Varsinaisilla sara-rämeillä (VSR,  $N > 1,5$  %) ja sitä runsastyyppisemmillä soilla NPK-lannoituksen on todettu eräissä tapauksissa lisäävän männyn versosurmariskiä ja alentavan kasvua Etelä-Suomessa. NPK-lannoitus onkin syytä rajoittaa vain niukkatyyppisille soille.

Runsastyyppisten soiden peruslannoitukseen käytetään Metsän PK-lannosta ja niukkatyyppisillä soilla Suometsien Y-lannosta tai vastaavia ravinneyhdistelmiä – ei kuitenkaan pelloille tarkoitettuja Y-lannoitteita.

Jatkolannoitus lisää puuston kasvua aluksi yleensä peruslannoitusta vähemmän. Se on kuitenkin tarpeen puuston häiriöttömän kasvun ylläpitämiseksi erityisesti nevoilla ja alunperin märillä, saraisilla ja ruohoisilla suotyypeillä, joilla varsinkin kaliumin ja boorin, mutta myös fosforin puutos voi kehittyä akuutiksi.

Jatkolannoituksessa käytetään runsastyyppisillä soilla Metsän PK-lannosta, jos peruslannoituksesta on kulunut aikaa enemmän kuin 15–20 vuotta ja Metsän kali-hiven-lannosta, jos peruslannoituksesta on kulunut aikaa vähemmän. Niukkatyyppisillä soilla käytetään Suometsien Y-lannosta. Puuston ravinnetila kannattaa tarkistaa silmävaraisesti tai neulasanalyysillä ennen jatkolannoituspäätöstä.

## 8.2.9 Lannoituksen kannattavuus turvemaiilla

### Laskelmien perusteet

Lannoitusten kannattavuutta tarkasteltiin lannoituksen nettotuottojen nykyarvoina. Lisäksi lannoitusinvestoinneille laskettiin sisäiset korot. Aikaansaadun lisäkasvun oletettiin kypsyvän hakattavaksi 15 vuoden kuluttua lannoituksen jälkeen.

Peruslannoitukset tehtiin PK- ja NPK-lannoittein. Metsän PK:ta käytettiin 450 kiloa hehtaarilla. NPK-lannoituksissa metsään levitettiin lisäksi 400 kiloa hehtaarilla suomensalprietaria. Jatkolannoituksissa käytettiin edellisten lisäksi vaihtoehtona Metsän Kali-hivenlannoitetta 200 kiloa hehtaarilla. Lannoitteet maksoivat 360–1 050 markkaa hehtaarilla.

Lannoitteiden levityksen kustannukset määritettiin edullisimman eli lentolevityksen mukaan. Kustannukset (suunnittelu, työnojohto, kuljetus ja levitys) olivat 240–500 markkaa hehtaarilla lannoitelajista ja määräästä riippuen. Pelkästään levityksen yksikkökustannukset olivat keskimäärin 0,80 markkaa lannoitekilolta. Kaikkiaan metsänlannoitus maksoi 600–1 550 markkaa hehtaarilla.

Lannoituksen tuottama lisäkasvu hinnoiteltiin hakkuukertymän mukaisesti. Nuorissa metsissä lisäys keskittyi kuitupuuhun ja vartuneissa tukkiin. Keski-ikäisissä metsiköissä siirtymä kuidusta tukiksi kohosi joskus jopa suuremmaksi kuin lannoituksen tuottama kasvunlisäys.

Kuvissa 8.9–8.13. lannoituksella saadun kasvunlisäyksen nykyarvoja kuvaavien pylväiden alapääät osoittavat kasvunlisäyksen kuitupuuvaltaisissa puustoissa. Ylempi arvo kuvaa vastaavia nykyarvoja tukin hinnoilla.

### 8.2.9.1 Peruslannoitus

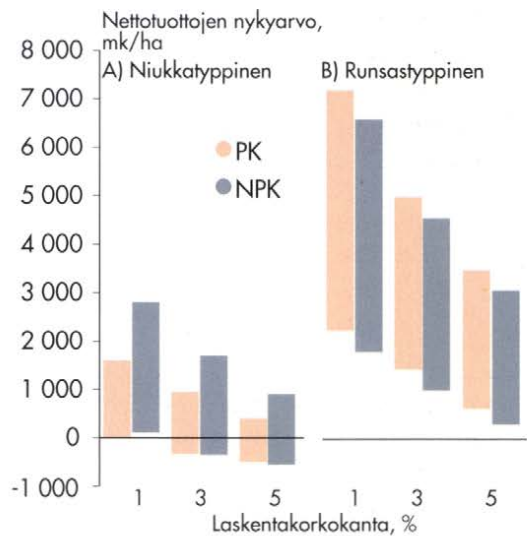
#### Männiköt

ETELÄ-SUOMEN karuissa, niukkatyppisissä rämemänniköissä NPK-lannoitus lisäsi puuston tuottoa liki 5 000 markalla hehtaarilla. Yhden prosentin tuottovaatimuksella sijoituksen nykyarvo kohosi näin lähes 3 000 markkaan (Kuva 8.9). PK-lannoitukset tuottivat selvästi NPK:ta huonomman tuloksen.

Runsastyyppisissä männiköissä lannoitus oli selvästi tuottoisampaa. PK-lannoituksen sisäinen korko kohosi parhaimmillaan lähes 15 prosenttiin.

Nuorissakin metsissä päästiin positiiviseen nykyarvoon vielä 5 prosentin tuottovaatimuksella. PK-lannoitus antoi paremman tuoton kuin NPK.

POHJOIS-KARJALASSA, POHJOIS-POHJANMAALLA JA KAINUUSSA niukkatyppisillä turvemaiilla lannoitus kannatti huonosti. Investoinnin nykyarvo kohosi posi-



Kuva 8.9: Niukka- ja runsastyyppisten rämemänniköiden PK- ja NPK-peruslannoitusten nettotuottojen nykyarvot Etelä- ja Keski-Suomessa.

tiiviseksi vain tukkivaltaisissa männiköissä yhden prosentin tuottovaatimuksella (Kuva 8.10). Runsastyyppisillä mailla sekä PK- että NPK-lannoitukset tuottivat parhaimmillaan 8–9 prosentin sisäisen koron. Lannoitteiden välillä ei ollut sanottavaa kannattavuuseroa.

LAPIN niukkatyyppisten tukkivaltaisten rämemänniköiden lannoitus tuotti positiivisen nykyarvon vain yhden prosentin tuottovaatimuksella. Runsastyyppisillä mailla PK-lannoituksen nykyarvo kohosi positiiviseksi vielä 5 prosentin tuottovaatimuksella. Sijoituksen sisäinen korko nousi enimmillään 6 prosenttiin. NPK-lannoitus tuotti huomommin, nykyarvo ylsi positiiviseksi vain yhden prosentin tuottovaatimuksella.

### Kuusikot

ETELÄ-SUOMESSA kertalannoituksella saatiin lähes 6 000 markan lisätuotto hehtaarella. Sekä PK- että NPK-lannoitukset antoi-

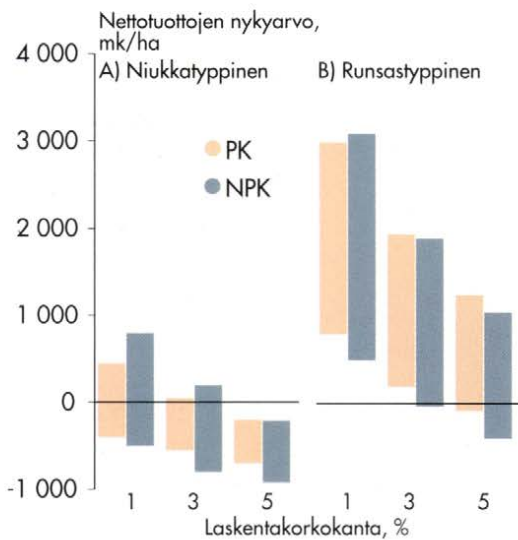
vat positiivisen nykyarvon nuorissa metsissä vielä 5 prosentin tuottovaatimuksella (Kuva 8.11A). NPK:lla päästiin suurempiin nykyarvoihin kuin PK:lla. Molemmat tuottivat parhaimmillaan 9 prosentin sisäisen koron.

POHJOIS-KARJALAN, POHJOIS-POHJANMAAN ja KAINUUN kuusikoissa PK-lannoituksen tuotto ei kattanut edes lannoituskustannuksia. NPK-lannoitus toi juuri ja juuri positiivisen nykyarvon yhden prosentin tuottovaatimuksella (Kuva 8.11B). Lapin kuusikoita ei kannata lannoittaa.

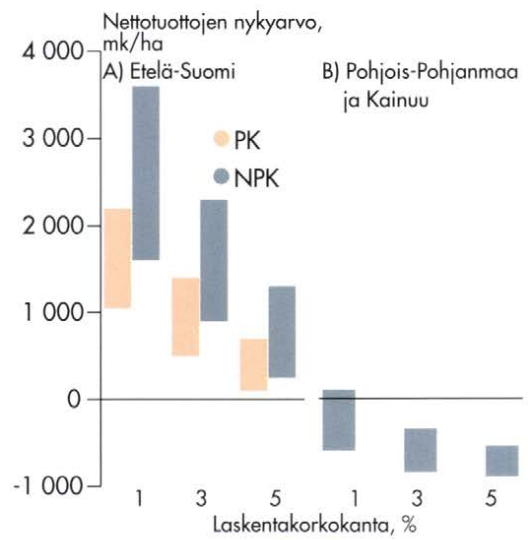
### 8.2.9.2 Jatkolannoitus

#### Männiköt

ETELÄ-SUOMEN jatkolannoitukset tuottivat huomommin kuin peruslannoitukset. Niukkatyyppisillä kohteilla NPK-lannoitus tuotti yhden prosentin tuottovaatimuksella vajaan 2 000 markan nykyarvon (Kuva 8.12A). PK-lannoitukset kannattivat tätäkin huomommin.



Kuva 8.10: Niukka- ja runsastyyppisten rämemänniköiden PK- ja NPK-peruslannoitusten nettotuottojen nykyarvot Pohjois-Karjalassa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa.



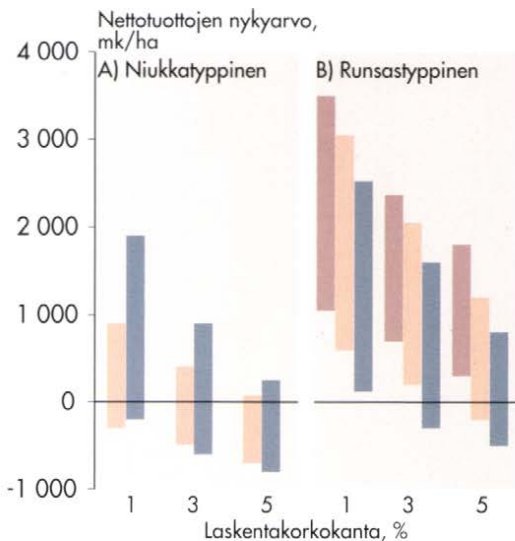
Kuva 8.11: Korpikuusikoiden PK- ja NPK-peruslannoitusten nettotuottojen nykyarvot Etelä-Suomessa sekä Pohjois-Karjalassa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa.



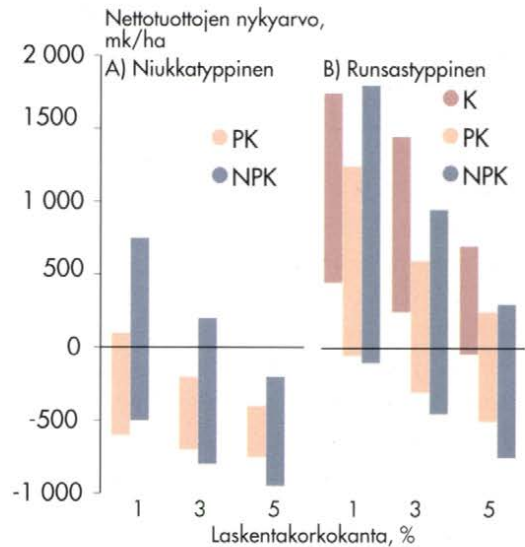
Runsastyyppisillä soilla kalilannoitusten tuottama sisäinen korko kohosi Etelä-Suomessa jopa 15 prosenttiin. Sekä PK- että NPK-lannoitukset tuottavat positiivisen nettonykyarvon lähes kaikissa kohteissa (kuva 8.12B).

POHJOIS-KARJALAN, POHJOIS-POHJANMAAN ja KAINUUN niukkatyyppisillä mailla yllettiin positiiviseen nykyarvoon vain NPK-lannoitteella yhden prosentin tuottovaatimuksella (Kuva 8.13A). Runsastyyppisillä soilla kalilannoitus antoi parhaimmillaan jopa 10 prosentin sisäisen koron (Kuva 8.13B). PK-lannoitus tuottaa selvästi huonommin.

LAPISSA jatkolannoitusten kannattavuus oli huono. Vain niukkatyyppisten männiköiden NPK-lannoituksesta saatiin positiivinen nykyarvo yhden prosentin tuottovaatimuksella.



Kuva 8.12: Niukka- ja runsastyyppisten rämemänniköiden K-, PK- ja NPK-jatkolannoitusten nettotoottojen nykyarvot Etelä- ja Keski-Suomessa. Pylväiden värit, ks. kuva 8.13.



Kuva 8.13: Niukka- ja runsastyyppisten rämemänniköiden K-, PK- ja NPK-jatkolannoitusten nettotoottojen nykyarvot Pohjois-Karjalassa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa.

### Kuusikot

Kuusikoiden jatkolannoitusten kannattavuutta arvioitiin Pohjois-Karjalassa, Pohjois-Pohjanmaalla, Kainuussa ja Lapissa. PK-lannoitukset eivät kannattaneet millään kohteella. Vain Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun kuusikoiden NPK-lannoitukset kannattivat yhden prosentin ja tukkivaltaisissa kohteissa vielä 3 prosentin tuottovaatimuksella.

### 8.2.9.3 Päätelmät

Lannoitukset kannattaa suunnata runsastyyppisiin männiköihin. Etelä-Suomessa sekä Pohjois-Karjalassa, Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussakin suotuisia suometsien lannoituskohteita on helppo löytää. Pohjois-Suomessa 5 prosentin tuottovaatimuksella ylletään positiiviseen nykyarvoon vain rämemänniköiden PK:lla tehtävissä peruslannoituksissa.

Taulukko 8.3: Kannattavimmat lannoituskoh-  
teet Etelä-Suomen turvemailla.

	Sisäinen korko, %
1. Runsastyyppisten rämemänniköiden peruslannoitus PK:lla	15
2. Runsastyyppisten rämemänniköiden jatkolannoitus K:lla	15
3. Korpikuusikoiden peruslannoitus joko PK:lla tai NPK:lla	9
4. Niukkatyyppisten rämemänniköiden peruslannoitus NPK:lla	4–5
5. Niukkatyyppisten rämemänniköiden jatkolannoitus NPK:lla.	n. 4

Taulukko 8.4: Kannattavimmat lannoituskoh-  
teet Pohjois-Karjalan, Pohjois-Pohjanmaan ja  
Kainuun turvemailla.

	Sisäinen korko, %
1. Runsastyyppisten rämemänniköiden jatkolannoitus K:lla	10
2. Runsastyyppisten rämemänniköiden peruslannoitus PK:lla tai NPK:lla	8–9
3. Niukkatyyppisten rämemänniköiden perus- tai jatkolannoitus NPK:lla.	n. 2

*Kirjallisuutta:*

Hämäläinen, J. & Laakkonen, O. 1983. Turve-  
maan varttuneiden männiköiden lannoit-  
uksen edullisuus. *Folia Forestalia* 570.  
Kaunisto, S. 1989. Jatkolannoituksen vaiku-  
tus puuston kasvuun vanhalla ojitusalueel-  
la. *Folia Forestalia* 724.  
Kaunisto, S. 1992. Effect of potassium fertili-  
zation on the growth and nutrition of  
Scots pine. Tiivistelmä: Kalilannoituksen  
vaikutus männyn kasvuun ja ravinnetilaan  
*Suo* 43: 45–62.  
Kaunisto, S. & Paavilainen, E. 1988. Nut-  
rient stores in old drainage areas and

Taulukko 8.5: Kannattavimmat lannoituskoh-  
teet Lapin turvemailla.

	Sisäinen korko, %
1. Runsastyyppisten rämemänniköiden peruslannoitus PK:lla	6
2. Niukkatyyppisten rämemänniköiden perus- ja jatkolannoitus NPK:lla	1–2
3. Kuusikoiden jatkolannoitus NPK:lla.	n. 1

growth of stands. Seloste: Turpeen ravinne-  
varat vanhoilla ojitusalueilla ja puuston  
kasvu. *Communicationes Institutii Foresta-  
lis Fenniae* 145.

Kaunisto, S., Moilanen, M. & Issakainen, J.  
1993. Apatiitti ja flogopiitti fosfori- ja ka-  
liumlannoitteina suomänniköissä. *Folia Fo-  
restalia* 810. 30 s. Kaunisto, S. & Päivänen,  
J. 1985. Metsänuudistaminen ja metsittämi-  
nen ojitetuilla turvemailla. Kirjallisuuteen  
perustuva tarkastelu. *Folia Forestalia* 625.  
Moilanen, M. 1985. Lannoituksen ja harven-  
nuksen vaikutus hieskoivun kasvuun ohut-  
turpeisilla ojitetuilla rämeillä. *Folia Forestalia*  
629. 29 s. Moilanen, M. 1993. Lannoituk-  
sen vaikutus männyn ravinnetilaan ja kas-  
vuun Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun oji-  
tetuilla soilla. *Folia Forestalia* 820.  
Moilanen, M., Penttilä, T. & Issakainen, J.  
1996. Lannoituksen vaikutus kuusikoiden  
kasvuun ja ravinnetilaan ojitetuilla turve-  
mailla Pohjois-Suomessa. *Suo* 47 (3): 8–94  
Paavilainen, E. 1990. Effect of refertilization  
of pine and birch stands on a drained ferti-  
le mire. Tiivistelmä: Jatkolannoituksen vai-  
kutuksen viljavan suon männikössä ja koivi-  
kossa. *Silva Fennica* 24.1: 83–92.  
Rantala, T. & Moilanen, M. 1993. Nuorten  
suomänniköiden lannoituksen kannatta-  
vuus Pohjois-Pohjanmaalla. *Folia Foresta-  
lia* 821.  
Soiden käyttö metsänkasvatukseen. Suontut-  
kimusosasto 60 vuotta. *Metsäntutkimus-  
laitoksen tiedonantoja* 308.

# 9. PYSTYKARSINTA

*Simo Hanneli*us, MMK, vanhempi tutkija, *Pentti Sairanen*, MH, vanhempi tutkija, *Aili Tuimala*, MH, varttunut tutkija

Pystykarsinta on aika ajoin suosioon nouseva metsänhoitomenetelmä. Käytännössä pystykarsintaa on kuitenkin tehty melko vähän. Vuoden 1983 jälkeen on karsittu kaikkiaan 105 000 hehtaaria. Tätä vanhempia karsinta-aloja on 35 000–40 000 hehtaaria.

Pystykarsintaan on sijoitettu rahaa yhteensä noin 300 miljoonaa markkaa. Eniten nuoria metsiä on karsittu vuosina, jolloin työtä on tuettu työllistämisvaroin. Pystykarsittujen metsiköiden harvennushakkuista on huolehdittava jatkossakin, muuten työhön uhratut varat ainakin osittain menetetään.



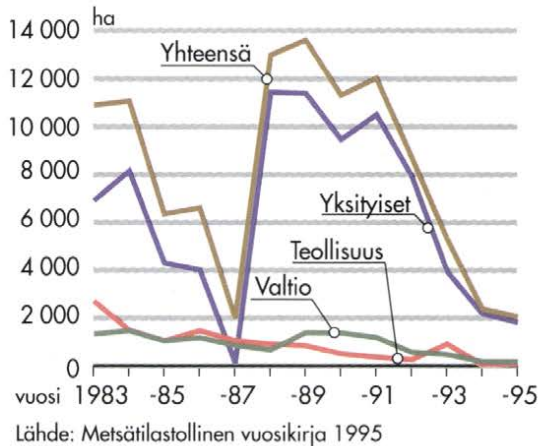
*Viljavien maiden männiköistä ei ilman pystykarsintaa saada laadukasta sahatavaraa. Kuva Simo Hanneli*us.

## 9.1 Pystykarsinnan tavoitteet

Tavoitteena on parantaa metsikön taloudellista tuottoa lisäämällä oksattoman tyvitukin määrää. Pystykarsinnalla jo alkuaan hyvälaatuinen puu trimmataan erikoispuutavaraksi. Huonolaatuista puustoa pystykarsinnalla ei voida pelastaa.

Männyn luontaisesti hyvä karsiutuvuus heikentää pystykarsinnan houkuttelevuutta sijoitusmuotona. Karsien tuotettu tyvitukki ei Suomessa ole ylivoimaisen kilpailukykyistä karsimatta kasvatettuun verrattuna.

Pystykarsinta on ainoa toimenpide, jolla puuston laatua voidaan vielä ensiharvennusvaiheessa parantaa. Taitamattomalla karsinnalla voidaan kuitenkin pilata metsikön tyvitukit kuitupuuksi.



*Kuva 9.1: Pystykarsinta koko maassa omistajaryhmittäin 1983–95.*



Ensisijaisesti Suomessa pystykarsitaan männiköitä ja jonkin verran myös rauduskoivikoita. Mahdollisuudet kuusikoiden pystykarsintaan lienevät paremmat kuin on uskottu. Jalojen lehtipuiden kasvatuksessa pystykarsinta on välttämätöntä. Visakoivu sietää karsimista tavallista rauduskoivua paremmin.

## 9.2 Pystykarsinnan biologia

### *Kyljestymistapa*

Karsitun oksan kyljestymistavasta riippuu, kuinka nopeasti virheetöntä puuta alkaa muodostua. Männyllä ja koivulla kyljestymän sisälle jää pihkasta tai mahlasta ja kuoren-paloista koostuva tappi. Virheetöntä puuta oksan kohdalle kasvaa vasta sitten, kun tappi on peittynyt. Pihkatapin pituus riippuu karsitun oksan paksuudesta ja puulajista. Männyllä tapin pituus on puolitoistakertainen ja koivulla 2–4 kertainen oksan läpimitaan verrattuna.

Kuusella ja lehtikuusella pihkatappia ei muodostu. Näin virheetöntä puuta alkaa kehittyä nopeammin kuin männyllä tai koivulla.

### **Pystykarsinnan hyödyt**

- Oksattoman pintakerroksen osuus tyvitukissa lisääntyy
- Sydänpuun muodostuminen nopeutuu
- Runkomuoto paranee
- Sekä tyvitukin että siitä saatavan sahatavaran arvo kasvaa

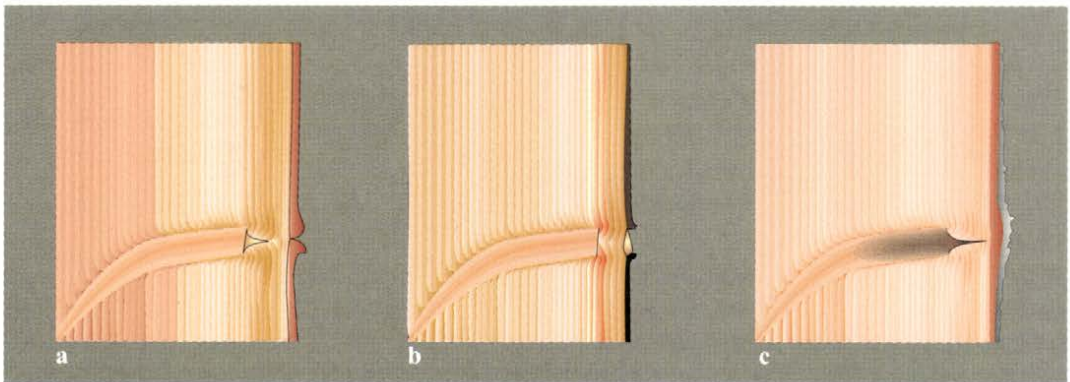
### **Pystykarsinnan riskit**

- Sienitautien vaara suurenee
- Huolimaton työ saattaa pienentää puuston arvoa
- Epävarmuus korkealaatuisen puun hintakehityksestä
- Epävarmuus sijoituksen kannattavuudesta
- Sijoitus, josta ei välttämättä itse ehdi nauttia

### *Kyljestymisnopeus*

Kyljestymiseen kuluva aika vaihtelee neljästä jopa yli 20 vuoteen. Aikaa kuluu sitä enemmän, mitä paksumpi oksa karsittaessa on, mitä pidempi oksantynkä jätetään ja mitä pienempi on rungon läpimitan kasvu.

Havupuiden kuolleet oksat kyljestyvät kar-



Kuva 9.2: Männyn (a), kuusen ja lehtikuusen (b) sekä koivun (c) karsittujen oksien kyljestymistavat. Grafiikka: Pentti Sairanen.

sinnan jälkeen hitaammin kuin elävät. Koivulla taas kuolleet oksat kyljestyvät nopeimmin. Lehtipuut kyljestyvät yleensä nopeammin kuin havupuut. Havupuista lehtikuusi on nopein kyljestyjä ja mänty hitain.

### 9.3 Pystykarsinnan toteuttaminen

Kuolleita oksia voi huoletta karsia kaikilla puulajeilla. Rungon elävää osaa ei silloinkaan saa vahingoittaa. Elävien oksien karsintaa puulajit kestävät eri tavoin.

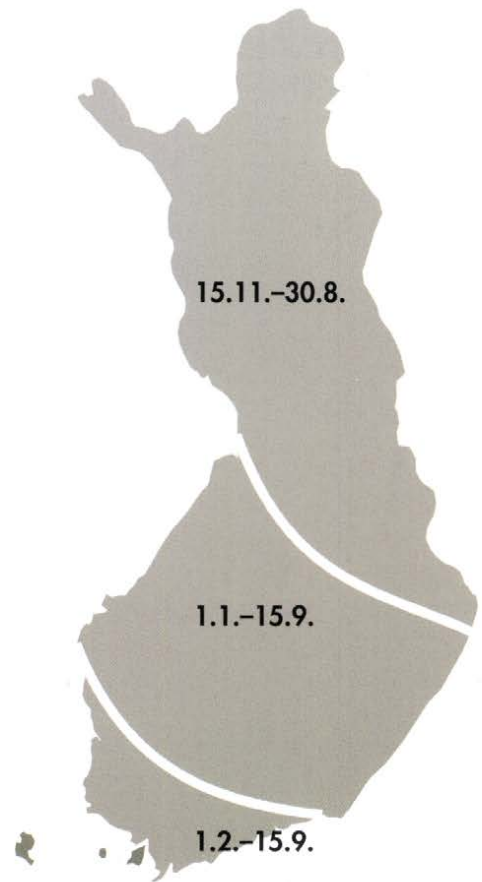
Oikeaan aikaan, huolella tehty elävien oksien karsinta ei vahingoita mäntyä. Kuusi näyttää kestävän elävien oksien karsintaa lähes yhtä hyvin kuin mänty. Oksankynnästä tai kuorta ei kuitenkaan saa vaurioittaa. Toistaiseksi kuuselle suositellaan tutkimustiedon vähäisyyden vuoksi vain kuolleiden oksien karsintaa. Lehtikuuselta voidaan ilman suuria riskejä karsia myös eläviä oksia.

Koivun eläviä oksia ei lahoriskin vuoksi pidä karsia. Myös kuivista oksista laho leviää runkoon herkemmin kuin havupuilla. Visakoivulla elävien oksien karsintakaan ei näytä aiheuttavan enempää värivikoja kuin kuolleiden oksien luontainen karsiutumisen. Visasolukko ehkäisee sienten tunkeutumista puuhun.

### 9.4 Terveysriskit

Väärään aikaan tai virheellisesti toteutettu karsinta vaarantaa puiden terveyden. Pystykarsituissa metsiköissä tuhoja aiheuttavat erilaiset sienet. Itiöt tarttuvat karsintahaavaan ja sieni voi sitä kautta levitä runkoon. Seurauksena saattaa olla puuaineen värivika, koro tai laho.

Kuusikon kasvattaminen pystykarsinnan jälkeen liian harvana tai liian monien runko-



Kuva 9.3: Pystykarsintaan sopivat ajat eri puolilla Suomea. Lähde: Antti Uotila.

jen karsiminen altistaa vaille oksiston suoja jäävät rungot kevätauringon paahteelle. Tällöin runkoihin saattaa tulla halkeamia tai pihkavuotoa.

Sopivin ajankohta männyn, kuusen ja lehtikuusen karsinnalle on kevättalvi. Nila-aikaan, toukokuun puolivälistä kesäkuun puoliväliin, puut kannattaa jättää karsimatta kuorirepeämien välttämiseksi. Mäntyä ja lehtikuusta voi karsia myös keskikesästä alkusyksyyn.

Karsittuja mäntyjä uhkaava syyshaavakka on tavallinen, kuivia oksia lahottava sieni.

Elävään puuhun se voi iskeä puun lepokaudella tehdyn pystykarsinnan takia. Sienen saastuttama tyvitukki menettää arvonsa.

Kuusi ja koivu ovat kuorivaurioille herkkiä ja saavat helposti väri- tai lahovian. Kuusen ja koivun sieni-infektiot etenevät kuitenkin oksanhaavasta kohti puun ydintä. Kyljestyksen jälkeen kasvanut pinta on hyödynnettävissä esimerkiksi viiluna.

Rauduskoivun suositeltava karsinta-aika on kesä–elokuussa, kun kuivat oksat erottuvat selvästi. Pakkashalkeamien välttämiseksi koivua ei pidä karsia talvella.

Tammi kasvattaa valon lisääntyessä herkästi runkovesoja (vesioksia). Runkovesat voivat tuhota karsintahyödyn, jos tammimetsää on harvennettu liian voimakkaasti ja tyviä varjostava roskapuusto on perattu pois. Edes runkovesojen toistuva poistaminen ei enää täysin auta, koska vesioksista jää helmimäinen oksanjälki puuhun. Myös lehtikuusi voi kasvattaa runkovesoja ja neulaskimppuja, mutta yleensä ne kuolevat vuoden kahden kuluessa.

Liian paksujen (>25 mm) oksien karsiminen voi aiheuttaa voimakasta haavapihkan muodostumista. Tällöin koko elävä latvus joutuu kärsimään veden ja ravinteiden kierroksen häiriöistä.

Ongelma on pahin, jos joudutaan karsimaan useita paksuja oksia samasta kiehkurasta. Suurien oksien karsiminen aiheuttaa myös kyhmyisyyttä, mikä alentaa rungon laatua. Huolimaton karsintatyö, esim kuoren repeämät, aiheuttavat tyvitukin arvoa alentavia koroja.

## 9.5 Pystykarsinta metsikön hoitoketjussa

Havupuiden pystykarsinta kannattaa aloittaa taimikonharvennuksen jälkeen. Viljavien maiden männiköissä varhainen aloitus on jopa välttämätöntä.

Taimikkovaiheessa ensikertaa karsitut metsiköt on karsittava ainakin kahdessa vaiheessa, koska taimikon pituus ei salli koko tyvitukin karsimista yhdellä kertaa. Toisaalta alaoksat vahvistuvat liikaa, jos karsinta yritetään tehdä kerralla vasta ensiharvennusvaiheessa.

Hyvän karsintatuloksen varmistamiseksi tarvitaan voimakkaita oikea-aikaisia harvennuksia, joilla puuston tiheys alennetaan harvennusmallien alarajalle.

Jo pystykarsintaa suunniteltaessa on hahmoteltava myös ajourien kulku ja jätettävä niille sattuvat puut karsimatta. Myöskään urien reunapuuta ei kannata karsia, koska ne voivat vaurioitua korjuussa.

### *Karsintakohteen valinta*

Karsittavaksi valittavan metsikön minimikoon tulisi olla vähintään puoli hehtaaria, jotta karsittuja tyvitukkeja kertyisi päätehakkuussa ainakin autokuorman verran.

Puuston on oltava tervettä. Karsittaviksi suositellaan metsiköitä, joissa puuston tekninen laatu on hyvä tai keskinertainen. Parhaita karsintakohteita ovat kuivahkojen ja tuoreiden kankaiden männiköt.

Liian karuilla mailla karsinta voi aiheuttaa vajaakyljestyksiä ja reikiä sahatavarakappaleisiin. Karuimmilla kasvupaikoilla karsintahyödyn odotusaika myös venyy kohtuuttoman pitkäksi.

Lehtomaisten kankaiden männiköt ovat harvoin karsintakelpoisia liian paksujen oksien vuoksi. Laskennallisesti viljavien maiden männiköiden karsinta olisi hyvin kannattavaa puuden nopean kasvun ja kyljestyksen ansiosta.

Männiköt ovat karsintakelpoisia, kun valtapuiden keskiläpimitta on 7–13 senttimetriä ja keskipituus 6–12 metriä. Tällöin puilla on karsinnan jälkeen riittävästi aikaa tuottaa oksantonta tukkipuuta. Jos männikössä on runsaasti yli 15 senttiä paksuja puita, metsikköä ei enää kannata karsia.



Rauduskoivun karsinta on suositeltavaa lehtomaisilla ja tuoreilla kankailla. Kuusta ei kannata karsia tuoreita kankaita karummilla mailla. Karsittavien kuusikoiden on taimikkovaiheessa vartuttava melko tiheinä, jotta oksat kuolevat tyvitukin mitalta ennen kuin runkojen paksuus ylittää karsintakelpoisuuden rajan.

### *Karsittavien puiden valinta*

Karsittaviksi valitaan metsikön laadukkaimpia valtapuita. Lehtikuusella karsittavien runkojen on ehdottomasti kuuluttava metsikön päävaltapuihin.

Havupuita suositellaan karsittavan vähintään 300–350, mutta mieluummin 450–550 runkoa hehtaarilla. Rauduskoivikoissa karsitaan yleensä kaikki ensiharvennuksessa kasvatettavaksi valittavat valtapuut, jopa 800 runkoa hehtaarilla. Visakoivikoissa karsitaan sorvaukseen kelvolliset rungot, joille harvennus-hakkuissa avataan riittävästi kasvutilaa.

Karsittavien oksien paksuuden tulisi olla alle 20 mm. Yli 25 millin oksia ei kannata karsia. Karsittavassa rungonosassa ei saa olla tyvilenkoutta, mutkia tai muita vikoja. Rinnankorkeudelta yli 17 sentin runkoja ei kannata karsia.

### *Karsintakorkeus ja karsintakertojen määrä*

Parhaaseen tulokseen päästään, kun karsinta tehdään vähintään kahdessa vaiheessa. Kaksi-vaiheisen karsinnan ensimmäinen käsittely tehdään, kun puuston valtapituus on 5–7 metriä. Tällöin alaoksat poistetaan rungosta 3 metrin korkeudelle. Karsintaa jatketaan 5,1–5,6 metrin korkeudelle 5–10 vuotta ensimmäisen karsintakerran jälkeen. Elävää latvusta on männyllä jätettävä vähintään 40 % puun pituudesta.

Hyvälaatuisimpia männiköitä voidaan karsia vielä ensiharvennuksen jälkeenkin. Tällöin oksat poistetaan rungosta kerralla koko tyvitukin mitalta.

Lehtikuusi on karsittava kahdessa vaiheessa. Karsintakelpoisen lehtikuusen suurin suositeltava rinnankorkeusläpimitta on pari senttiä suurempi kuin männyllä, koska se on mäntyä kartiokkaampi. Suositusta paksumpiakin lehtikuusia voi karsia, jolloin parasta karsintahyötyä ei tosin enää saavuteta. Toimenpide on silti kannattava, koska oksattomuus on erittäin järeäksi kasvatettavalle, luontaisesti heikosti karsiutuvalle lehtikuuselle aina kilpailuvaltti.

Lehtikuuset karsitaan yhtä korkealle kuin männytkin. Elävää latvusta on ensimmäisessä karsintavaiheessa jätettävä vähintään 60 % puun pituudesta. Muuten latvuksen neulassa supistuu liikaa, mikä saattaa johtaa merkittäviin kasvutappioihin.

### *Työvälineet*

Markkinoilla on lukuisia karsintavälineitä. Käyttökelpoisin yleistyökalu on perinteinen oksasaha. Se on halpa, kevyt ja soveltuu niin ala- kuin yläoksienkin karsintaan. Hyväkuntoisen oksasahan karsintajälki on hyvä. Oksaleikkurit ja -vesurit murtavat usein oksanpään, mikä altistaa puun sieni-infektioille.

Koivun kuivien oksien karsintaan riittää kumilla päästään pehmustettu puukeppi. Muista pystykarsinnan työ- ja apuvälineistä saa tietoa tämän luvun lopussa mainituista oppaista.

### *Työtekniikka*

Oksa on katkaistava mahdollisimman läheltä runkoa. Millin tai parin tynkä kannattaa kuitenkin jättää, jotta puun kuori tai oksankynnäs eivät vaurioidu. Yli 5 millimetrin tyngät hidastavat kyljestymistä liikaa. Valittu karsintakorkeus tulee säilyttää samana läpi koko metsikön.

Yksityiskohtaiset työskentelyohjeet on esitetty tämän luvun lopussa mainituissa pystykarsintaoppaissa.

### Pystykarsinnan virheitä

- Kaikki rungot karsittu – turhaa työtä
- Huolimaton työn laatu
- Jätetty useita yli 5 mm oksantytkiä
- Tavoitekorkeus on jäänyt vajaaksi
- Karsintakorkeus vaihtelee rungoittain
- Karsittu pituudeltaan epätasaisessa metsikössä
- Jätetty liian vähän elävää latvusta
- Ajouria ei ole suunniteltu - karsittu myös poistettavat rungot
- Karsittu huonolaatuisia metsiköitä
- Karsittu liian paksuoksaisia runkoja (>25 mm)
- Vaurioitettu oksakynnästä tai rungon kuorta

Karsintatyön ajanmenekki voi vaihdella erityisesti kuusella ja lehtikuusella. Työtä hidastaa mm. kiehkuroiden välissä olevien oksien runsaus.

### Mittaus- ja rekisteröinti

Karsintahyödyn varmistamiseksi karsitut puut mitataan, merkitään ja rekisteröidään. Tärkeimmät arkistoitavat tiedot ovat metsikön sijainti, puiden keskiläpimitta rinnan- korkeudelta karsinta-aikaan ja karsintakorkeus. Pystykarsintakohteen voi ilmoittaa metsäkeskukselle, joka antaa metsänomistajalle todistuksen työn tekemisestä.

## 9.6 Pystykarsinnan kannattavuus

Pystykarsinnan kannattavuusselvitykset keskittyvät mäntyyn. Muiden puulajien karsinnan kannattavuutta ei juuri ole tutkittu, mutta esimerkiksi lehtikuusella karsinta on eräissä käyttötarkoituksissa ehdoton kilpailuetu.

Männyllä oksien kyljestymiseen kuluu 10–30 vuotta karsinnasta. Oksatonta puuta alkaa muodostua vasta 40–50-vuotiaisiin puihin, jos ne karsittaessa olivat 25–30-vuotiaita ja läpimitan vuotuinen kasvu on 1–2 millimetriä. Karsinnasta kuluu näin ollen vähintään 35–40 vuotta, ennen kuin tyvitukkiin on muodostunut 50 millimetrin paksuinen kerros oksatonta pintaa.

Karsitun männikön kiertoaikaa kannattaa jatkaa 95–125 vuoteen, koska voimakkain arvonalisäys saadaan vasta kiertoaajan loppupuoliskolla. Pitkän tuotantoajan vuoksi pystykarsitun erikoistukin hintakehityksen arvioiminen on epävarmaa. Perinteisesti korkealaatuisella tukilla on ollut hyvä kysyntä ja hinta. Kannattavuusarvoissa oletetaan myös, että korkealaatuisen tyvitukin arvo voi nykyisestä nousta.

Karsintakelpoisten elävien oksien enimmäispaksuus, 25 millimetriä, rajoittaa sopivien karsintakohteiden määrää. Karsittavia männiköitä löytyy varmimmin kuivahkoilta ja kuivilta kankailta. Karuimmilla kankailla puiden kasvu on kuitenkin hidasta, minkä vuoksi pystykarsinnan tuottojen odotusaika venyy kannattamattoman pitkäksi.

### Kannattavuuden arviointi

Pystykarsinnan erilliskannattavuus lasketaan investoidun summan, tuottojen odotusajan pituuden ja karsitun tyvitukin kiertoaajan loppuun mennessä kasvattaman arvonalisäyksen perusteella.

Erään Suomessa käytettävän mäntytukkien laatuhinnoittelun mukaan oksattoman A-tyven suhteellinen hinta on 142, terveoksisen B-tukin (latvatukki) 100 ja kuivaoksisen C-tukin (välitukki) 75 laskettuna vuoden 1996 hinnoista.

Jos pystykarsitun tukin lisäarvoksi lasketaan 30–40 prosenttia normaalia mäntytukkia korkeampi kantohinta, investointi tuottaa



keskimäärin 5–6 prosentin reaalikoron. Tällaiseen tulokseen päästään tuoreilla kankailla Etelä- ja Keski-Suomessa.

Ruotsalaisissa tutkimuksissa pystykarsinta tuotti yli 10 prosentin reaalisen tuoton, kun tukin arvo määriteltiin siitä saatavan sahatarvan todellisen arvon mukaan.

### *Laatupuun tuotanto vs. perinteinen metsänkasvatus*

Pystykarsinnan kannattavuutta voidaan arvioida myös vertaamalla tavallista metsänkasvatusta vaihtoehtoon, jossa metsänomistaja erikoistuu tuottamaan korkealaatuisia tyvitukkeja.

”Pystykarsintametsätaloudessa” tavoitteena on laadukkaan ja järeän männyn tyvitukin tuotanto. Puut (500 runkoa hehtaarilla) kar-

sitaan kahdessa vaiheessa. Ensimmäisen taimikonharvennuksen yhteydessä ja toisen kerran 30 vuoden iässä ensimmäisen harvennuksen jälkeen. Karsintakorkeus on 5,6 metriä.

Vertailtavana on 4 erilaista kasvatusohjelmaa mustikkatyypin männiköille. Eri ohjelmille lasketaan nykyarvot 2 ja 5 prosentin korkokannoilla. Laskelman lähtötilanteena on metsikön 30 vuoden ikävaihe juuri ennen ensimmäistä harvennusta ja toista karsintaa. Kiertoaikoina käytetään 85–125 vuotta.

Karsitun tyvitykin kantohinta (v. 1995) nousee tukin latvaläpimitan kasvaessa: 25 senttisen tukin hinta on 320 markkaa kuutiolta ja 32 senttisen 550 markkaa. Näitä hintoja käytetään vertailulaskelmassa vaihtoehtoa 4 lukuunottamatta. Karsimattoman männytukin hinnaksi arvioidaan 225 markkaa.

Vaihtoehto 1: Ei pystykarsintaa. Lähtö-



*Kolmen harvennushakkuun ja 500 rungon/ha pystykarsinta antavat männikön kasvattajalle parhaan taloudellisen tuloksen kiertoajan kuluessa. Kuva Simo Hanneliuksen.*



kohtana 1 200 runkoa hehtaarilla, kiertoajan kuluessa tehdään kaksi harvennusta. Tämän perinteistä puuntuotantoa kuvaavan kasvatusohjelman tuottamaa nykyarvoa kuvataan suhdeluvulla 1,00.

Vaihtoehto 2: Kaksivaiheinen pystykarshinta ja voimakas ensiharvennus. Puuston tiheys alennetaan ensiharvennuksessa 500 runkoon hehtaarilla, jossa metsikkö kasvatetaan päätehakkuuseen asti.

Vaihtoehto 3: Kaksivaiheinen pystykarshinta ja 3 harvennusta. Ensiharvennuksessa puusto harvennetaan 1 000 runkoon hehtaarilla. Seuraavat harvennukset tehdään 50- ja 70-vuoden ikävaiheissa. Päätehakkuuseen kasvatetaan 500 karsittua runkoa hehtaarilla.

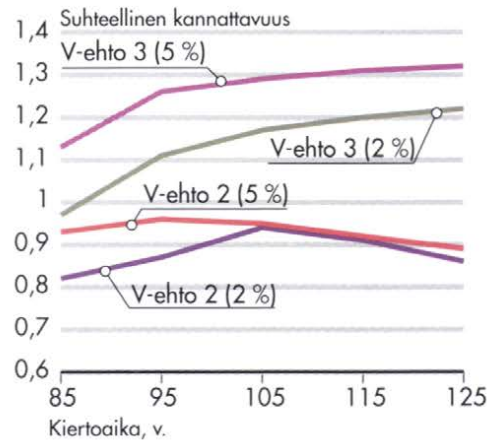
Vaihtoehto 4: Puuston käsittely sama kuin vaihtoehdossa 2, mutta pystykarshintun tukin hinnan oletetaan olevan päätehakkuussa joko 50 tai 100 prosenttia korkeampi kuin muissa vaihtoehdoissa käytetyt vuoden 1995 laatu-tukien hinnat.

### Vaihtoehtojen vertailua

Vaihtoehdon 2. kannattavuus jää tavanomaisen puuntuotantoa huonommaksi, koska pääosa hyödyistä realisoituu vasta kiertoajan lopulla. Päätehakkuutulojen diskonttaus alentaa pitkän odotusajan vuoksi niiden nykyarvoa niin paljon, ettei puun yksikköarvon nousu sitä enää pysty korvaamaan. Lisäksi puuston alitiheys alentaa tuottoa metsikön nopeimmassa kasvuvaiheessa (kuva 9.4).

Vaihtoehto 3 on kannattavin varsinkin, jos kasvatusta jatketaan ohjekiertoaikaa pidemmäksi, jolloin runkojen yksikköarvo kohoaa.

Vaihtoehdossa 4 pystykarshintun tyvitukin arvon oletetaan metsikön päätehakkuvaiheeseen mennessä kohoavan 50 prosenttia vuoden 1995 tasosta. Tällöin pystykarshintan ja erittäin voimakkaan ensiharvennuksen yhdistelmä tuottaa hieman perinteistä puuntuotantoa paremman tuloksen 2 ja 5 prosentin



Kuva 9.4: Pystykarshintaan perustuvan puuntuotannon kannattavuus tavanomaiseen metsätalouteen verrattuna. Taso 1 kuvaa tavanomaisen metsätalouden tuottoa.

### Pystykarshintan kannattavuus männiköissä

- Pystykarshintan erillisjoiutukselle saadaan vähintään 5-6 prosentin reaalin korko karuimpia maita lukuunottamatta.
- Pystykarshintalla voidaan parantaa tavanomaisen puuntuotannon kannattavuutta, kun pystykarshintaan noin 500 runkoa/ha ja samanaikaisesti kasvatetaan karsimattomia puita 300-500 runkoa/ha. Karsimattomat puut poistetaan kahdessa vaiheessa, n. 50 ja 70 vuoden iässä.
- 30-vuotiaan männikön voimakas harvennaminen (kasvatustiheys 500 runkoa/ha) ja kaikkien runkojen pystykarshinta aiheuttaa tuottotappioita tavanomaiseen metsätalouteen verrattuna.
- Pystykarshintan ja voimakkaan harvennuksen (tiheyteen 500 runkoa/ha) vaihtoehto kannattaa vasta, jos pystykarshintun tukin arvo kohoaa yli 50 prosenttia nykyisestä.
- Etelä-Suomessa pystykarshinta kannattaa sitä paremmin mitä viljavammalla kasvupaikalla se voidaan tehdä. (kaksivaiheinen pystykarshinta välttämätön).
- Pystykarshinta on edullista olosuhteissa, joissa pyritään esim. maisemallisten syiden vuoksi pidentämään talousmetsien ohjekiertoaikojia.

korkokannoilla kaikilla kiertoajoilla 125 vuoden vaihtoehtoa lukuun ottamatta. Kannattavuusero perinteiseen puuntuotantoon verrattuna kasvaa, jos karsitun tyvitukin arvo kaksinkertaistuu vuoden 1995 tasolta.

#### *Lehtikuusi ja visakoivu*

Lehtikuusen pystykarsituilla tyvitukeilla on ylivoimainen kilpailuetu eräissä käyttökohdeissa, joihin karsimatonta lehtikuusta ei kelpuuteta lainkaan. Joskus pystykarsittuja lehtikuusitukkeja saadaan myyntiin jo viimeisessä harvennuksessa. Tämä parantaa pystykarsinnan kannattavuutta merkittävästi.

Oksattoman, sorvauskelpoisen visakoivun hinta on niin paljon korkeampi kuin oksavisan, että pystykarsinta on aina kannattavaa (paraslaatuisesta sorvivasasta maksettiin noin 19 000 markkaa kuutiolta ja oksavisa 7 400 markkaa vuonna 1996).

#### *Kirjallisuutta:*

Pystykarsintaohjeet. 1986. Suomen Sahanomistajayhdistys.

Pystykarsinta. 1992. Suomen Metsäteollisuuden Keskusliitto.

# 10. YKSITYISMETSIIEN PUUNTUOTANNON JULKINEN TUKI

*Jukka Aarnio, MMM, VTM, tutkija*

Yksityismetsien puuntuotantoon on myönnetty julkista rahoitusta jo 1920-luvun lopulta lähtien. Aluksi määräaikaisten metsänparannuslakien ja vuodesta 1968 alkaen pysyvän lain turvin on valtion tulo- ja menoarvioon varattu vuosittain varoja metsänparannustöihin.

Metsänparannustyöläjien määrä on lisääntynyt ja myös muuttunut lakien muutosten myötä. Tavoitteena on kuitenkin jatkuvasti ollut metsien tuoton kohottaminen ja kuljetusolosuhteiden parantaminen. Metsänparannuslaki korvattiin vuoden 1997 alussa voimaan astuneella kestävän metsätalouden ra-

hoituslailla. Uuden lain tarkoituksena on edistää metsien kestävää hoitoa ja käyttöä.

1960-luvun alkupuolelta aina 1990-luvun alkuvuosiin asti julkinen tuki (avustukset + lainat) kattoi keskimäärin 45–60 prosenttia yksityismetsien metsänhoito- ja perusparannustöiden kokonaiskustannuksista. Viime vuosina tuen osuus on pudonnut selvästi alle 45 prosentin.

Julkista tukea käytetään yleensä osarahoituksena vapaaehtoiisiin, pitkävaikutteisiin investointeihin, joista saatavat hyödyt ajoittuvat usein vuosikymmenten päähän. Metsänomistajien omarahoitus kuuluu pääasiassa lakisää-



*Metsäteiden rakentamisen tukea on vähitellen pienennetty. Kuva Risto Pöntinen.*



teisiin uudistamistöihin.

Uuden rahoituslain mukainen valtion tuki puuntuotannolle ohjataan likimain samoille työlajeille kuin aiemmin voimassa olleen metsänparannuslain ajanakin.

Metsien biologisen monimuotoisuuden ylläpitämiseen myönnetään ympäristötukea. Näillä varoilla korvataan metsänomistajalle koituvat, monimuotoisuuden vaalimisesta aiheutuvat lisäkustannukset ja puuntuotannolle aiheutuvat taloudelliset menetykset.

Metsäluonnon hoitohankkeiden suunnittelusta ja toteuttamisesta vastaavat alueelliset metsäkeskukset yhteistyössä maanomistajien kanssa. Lisäksi varoja voidaan myöntää kohdassa 4 tarkoitettuihin muihin edistämistoimenpiteisiin seuraavasti: 1) maanomistaja-kohtaisen toimintasuunnitelman laadintaan, 2) juurikäävän torjuntaan, 3) ennalta arvaamattoman virheen korjaamiseen, 4) vahingon

korvaamiseen ja 5) yksityismetsien kestävä hoitoa ja käyttöä edistävään kokeilu- ja selvitystoimintaan.

Julkinen rahoitustuki pyritään ohjaamaan puuntuotannon kestävyiden kannalta tarkoituksenmukaisimpiin töihin ottamalla huomioon alueelliset ja työlajeittaiset näkökohdat. Taloudellisen tarkoituksenmukaisuuden lisäksi rahoitettavien hankkeiden on oltava sopusoinnussa ympäristönhoidon ja metsien biologisen monimuotoisuuden säilyttämisen kanssa.

Puuntuotannon rahoitustuki on joko tukea tai lainaa. Kokonaan tuella voidaan rahoittaa mm. metsänviljelyssä käytettävien siementen, taimien ja muiden tarvikkeiden hankintamenot sekä kulotusvakuutukset. Kokonaan tuella rahoitetaan myös kaikkien työlajien suunnittelukustannukset. Lainavaroin voidaan rahoittaa useiden tilojen yhteishankkeina toteutettavat kunnostusojitukset ja metsäteiden rakentaminen. Kaikkien työlajien toteuttamiskustannukset on mahdollista rahoittaa osittain tuella. Tätä varten Suomi on jaettu 3 rahoitusvyöhykkeeseen (Kuva 10.1).

Julkisen tuen perusteena ovat hankkeen toteuttamiskustannukset, joilla tarkoitetaan joko toteutuneita kustannuksia tai maa- ja metsätalousministeriön vahvistamia keskimääräisiä kustannuksia. Toteuttamiskustannuksiin sisältyvät myös työnjohtokorvaukset, jotka metsänomistajan on maksettava joko saamastaan tuesta tai omin varoin.

Tuen enimmäismäärä on 70 prosenttia. Työllisyysvaroin toteutettavissa hankkeissa tuella voidaan kattaa jopa 80 prosenttia kustannuksista. Voimassa olevan tilakohtaisen metsäsuunnitelman puuttuminen alentaa tukea 10 prosenttiyksiköllä. Energiapuun korjuussa tuki on sama koko maassa ja se määritetään energiakäyttöön luovutettua kiinto-kuutiometriä kohti.

Kunnostusojitukseen ja metsätien rakenta-

#### **Kestävän metsätalouden rahoituslain mukaista tukea myönnetään:**

- 1) puuntuotannon kestävyiden turvaamiseen,
- 2) metsien biologisen monimuotoisuuden ylläpitämiseen,
- 3) metsäluonnon hoitohankkeisiin ja
- 4) kohdissa 1-3 tarkoitettua toimintaa tukeviin muihin edistämistoimenpiteisiin.

#### **Yksityismetsien puuntuotannollista kestävyttä ja elinvoimaisuutta turvaavia työlajeja ovat:**

- a) metsänuudistaminen,
- b) kulotus,
- c) nuoren metsän hoito,
- d) energiapuun korjuu,
- e) metsänterveyslannoitus,
- f) kunnostusojitus sekä
- g) metsäteiden rakentaminen.

Työlaji

Toteuttamiskustannusten tuki, %

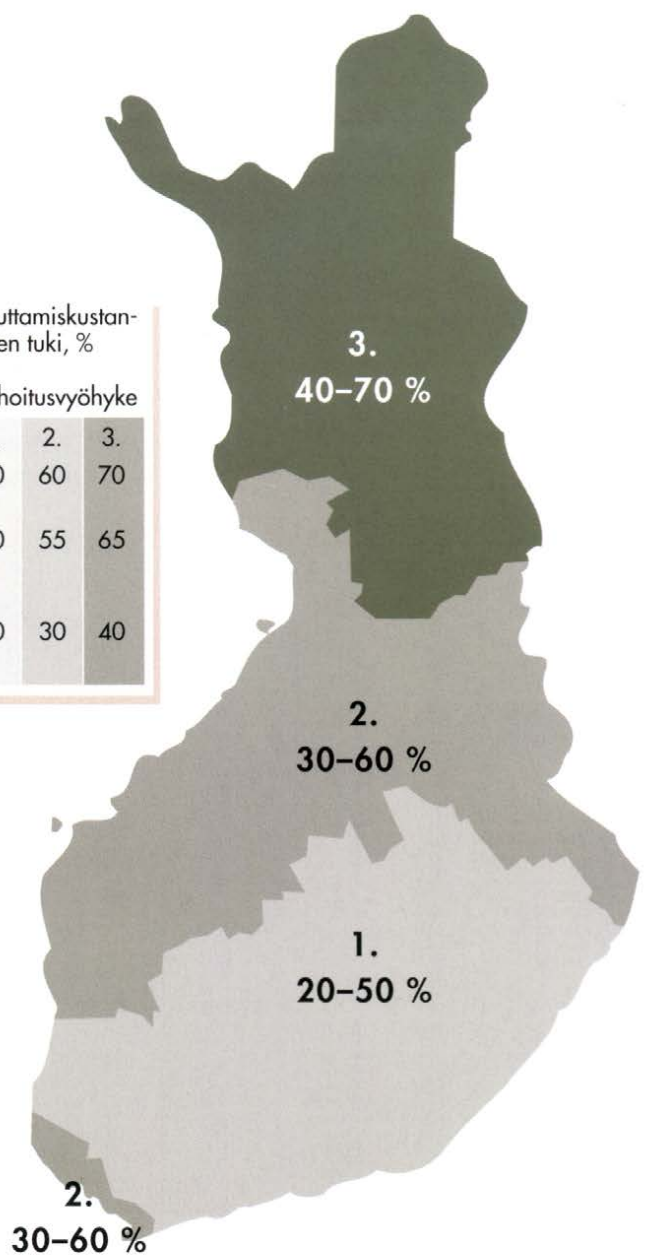
Rahoitusvyöhyke

Kulutus ja nuoren metsän hoito

Luontaisen uudistumisen edistäminen, metsänterveyslannoitus ja kunnostusojitus

Metsänviljely ja metsätien rakentaminen

1.	2.	3.
50	60	70
40	55	65
20	30	40



Kuva 10.1: Metsätalouden julkinen tuki työlajeittain eri rahoitusvyöhykkeissä.

miseen myönnettävät lainat on maksettava takaisin 12 prosentin vuotuismaksuin. Lainalle aletaan laskea korkoa 2 vuoden kuluttua siitä, kun metsänomistaja on saanut lainasumman kokonaan käyttöönsä. Maksamattomalle pääomalle lasketaan korkoa 4 prosentin mukaan. Pienin myönnettävä laina on 8 000 markkaa.

Puuntuotannon turvaamistöihin rahoitusta haetaan metsäkeskukselta. Uudistamisessa, kunnostusajituksessa ja metsäteiden rakentamisessa maanomistajan on huolehdittava rahoitetun alueen tai metsätien hoidosta ja kunnossapidosta 15 vuotta. Metsäkeskusten tehtävänä on myös valvoa hoito- ja kunnossapitovelvollisuuden noudattamista.

Rahoitustuki parantaa puuntuotannon kannattavuutta merkittävästi. Metsänomistajan omarahoitus on yleensä nopein ja vaivatomin tapa hankkeiden toteuttamiseksi. Taloudellisesti järkevää se ei metsänomistajalle useimmiten kuitenkaan ole. Pitkävaikutteiset investoinnit kannattaa aina toteuttaa julkisen rahoituksen tuella. Jokainen tukimarkka parantaa investoinnin kannattavuutta.

Tässä kirjassa investointien kannattavuuslaskelmat perustuvat pääosin metsänomista-

jan omaan rahoitukseen. Tuen vaikutus kannattavuuteen voidaan kuitenkin arvioida esitettyjen tukiprosenttien ja työlajeittaisten toteuttamiskustannusten perusteella.

Tuen vaikutus investoinnin kannattavuuteen voidaan yksinkertaisesti määrittää lisäämällä nykyarvoon hankkeelle myönnetty hehtaarikohtainen tuki (mk/ha), joka saadaan, kun hankkeen toteuttamiskustannukset kerrotaan kyseisen rahoitusvyöhykkeen tukiprosentilla. Tuen vaikutus voidaan lisätä suoraan omarahoituksella saatuun nykyarvoon, koska tuki maksetaan hankkeen toteuttamisvuonna.

Tuen vaikutus investoinnin nykyarvoon on sitä suurempi, mitä suuremmasta hankkeesta on kyse. Toisaalta mitä pidempi investoinnin vaikutusaika on, sitä pienemmäksi jää tuen suhteellinen vaikutus investoinnin sisäiseen korkokantaan.

#### *Kirjallisuutta:*

- Asetus kestävän metsätalouden rahoituksesta, Suomen säädöskokoelma, n:o 1311/96.  
Laki kestävän metsätalouden rahoituksesta, Suomen säädöskokoelma, n:o 1094/96.



# LIITE

Kirjassa esitettävät kannattavuuslaskelmat perustuvat vuosien 1986–95 keskimääräisiin kantohintoihin ja metsänhoidon kustannuksiin.

Eri lukujen lopussa oleviin kirjallisuuslueteloihin on koottu aiheeseen lisätietoa tuovia teoksia. Täydellisiä lähdeluetteiloita voi kysellä kirjoittajilta.

UUDISTAMINEN* mk/ha	Etelä-Suomi Pohjois-Suomi		YKSITYISMETSIEN KESKIMÄÄRÄISET KANTOHINNAT 1986–1995 (v. 1995 rahassa)						
	Keskim.	Keskim.		Mät	Kut	Kot	Mäk	Kuk	Kok
Raivaus**	354	283							
Muokkaus**	765	647							
Kylvö	237	220							
Istutus, mä***	1 203	925	Etelä-Suomi	259	206	261	101	127	86
Istutus, ku***	1 434	896	Järvi-Suomi	260	195	267	104	124	91
Istutus, ko***	1354	1 188	Länsi-Suomi	246	196	218	105	121	88
Taimet, mä (mk/kpl)	0,93	0,48	Pohjois-Suomi	228	175	197	100	113	84
Taimet, ku (mk/kpl)	1,06	0,68	Koko Suomi	254	198	264	103	123	88
Taimet, ko (mk/kpl)	1,65	1,45							
Siemenet (mk/g)	1,97	1,80							

TAIMIKONHOITO* mk/ha	Etelä-Suomi			Pohjois-Suomi		
	Keskim.	Min.	Max.	Keskim.	Min.	Max.
Taimikonhoito	1 006	888	1 123	776	726	857
NMK	1 365	1 123	1 776	1 537	1 334	1 865
<b>KUNNOSTUSOJITUS*</b>						
mk/m	2,19	1,72	3,00	1,39	1,22	1,74
mk/ha	707	503	1 004	546	354	680
<b>LANNOITUS*</b>						
mk/ha	1 384	1 267	1 412	1 446	1 392	1 500
<b>PYSTYKARSINTA*</b>						
mk/ha	1 998	1 273	2 576	1 849	1 700	2 000

\*) Kustannukset eivät sisällä suunnittelu- ja työnohjoituskustannuksia

\*\*) Sisältää luontaisen uudistamisen ja viljelyn

\*\*\*) Sisältää pellonmetsityksen















ISBN 952-5118-06-1



Suomelle kannattava yksityismetsätalous on elinehto. Hyvinvointimme mahdollistaa myös metsien ekologisen kestävyuden vaalimisen.

**KANNATTAVA PUUNTUOTANTO** käsittelee kestävän metsätalouden tärkeitä ulottuvuuksia: taloudellista ja sosiaalista kestävyttä. Kirja tarjoaa tutkimukseen perustuvaa tietoa metsänhoitomenetelmien ja puunkorjuun kannattavuudesta. Hajanainen tutkimustieto on ensimmäistä kertaa koottu yhdeksi, selkeäksi teokseksi.

Kirja on tietolähde jokaiselle metsien hoidon ja puunkorjuun kannattavuudesta kiinnostuneelle.