



ONNISTUNUT METSÄNUUDISTAMINEN

Sauli Valkonen, Juha Ruuska, Taneli Kolström,
Eero Kubin ja Markku Saarinen (toim.)

Metsäntutkimuslaitos
Metsälehti Kustannus

Onnistunut
metsänuudistaminen

Onnistunut metsänuudistaminen

Toimittajat:

Sauli Valkonen
Juha Ruuska
Taneli Kolström
Eero Kubin
Markku Saarinen

Metsäntutkimuslaitos
Kustannusosakeyhtiö Metsälehti

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 valtuuttama KOPIOS-TO ry. Muuhun käyttöön luvat on kysyttävä suoraan kunkin teoksen oikeudenhaltijoilta.

Onnistunut metsänuudistaminen

© syyskuu 2001 Kustannusosakeyhtiö Metsälehti ja tekijät

Toimittajat:

Sauli Valkonen

Juha Ruuska

Taneli Kolström

Eero Kubin

Markku Saarinen

Graafiset esitykset ja taitto: Ylermi Lahti

Kannen suunnittelu: AD Juhani Järvinen/Julle Oy

Hakemisto ja lähdeviittet: Sakari Ilomäki

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos

Kustantaja: Kustannusosakeyhtiö Metsälehti

ISBN 952-5118-35-5

Paino: Karisto Oy, Hämeenlinna 2001

ALKUSANAT

Metsien uudistamisesta on Suomessa perinteisesti huolehdittu esimerkillisellä tavalla. Tutkimustuloksia uudistamisesta on karttunut 1850-luvun puolivälistä lähtien eri tutkimuksista ja käytännön toiminnasta. Tietämys on kuitenkin ollut hajallaan tutkimusraporteissa, oppi- ja käsikirjoissa, metsänhoitosuosituksissa sekä ammattilaisten ja metsänomistajien ajatuksissa. Tämän kirjan tarkoituksena on koota yhteen ajankohtaisin tieto metsänuudistamisesta ja esittää se käyttökelpoisessa muodossa sen käytännön soveltajille.

Kirjan ajankohtaisuutta ei vähennä se, että metsänhoito ei ole viime vuosina ollut modissa. Metsätalouden ihmisillä on ollut tarpeeksi tekemistä vastattaessa ympäristön, taloudellisen kehityksen ja poliittisten pyrkimysten pohjalta esitettyihin, jopa maailmanlaajuisiin haasteisiin. Metsänomistajien ja metsäammattilaisten täytyy nykyään ottaa huomioon monenlaisia, keskenään ristiriitaisiakin tavoitteita ja rajoituksia käytännön metsänhoidossa. Hyviä asioita edistää kuitenkin mielellään, ja vastenmielisetkin voi ehkä hyväksyä, jos ymmärtää niissäkin piilevän jotain viisautta. Tämä kirja pyrkii tarjoamaan tietoa, jonka pohjalta lukijan ajatuksissa syntyy ehkä uusia näkökulmia eri asioihin.

Haihatteluun ei kuitenkaan metsänhoidossa ole varaa: päätösten täytyy olla järkeviä ja toimenpiteiden pitää tuottaa parhaita mahdollisia tuloksia. Niihin voidaan kuitenkin päästä useita eri teitä ja eri asioita painottaen. Kirja lähtee

siitä ajatuksesta, että metsänhoidossa ei ole löydetty mitään yleisiä kaavoja, joita pitäisi noudattaa aina ja kaikkialla. Siksi kirja ei sisällä pelkkiä toimintaohjeita tai reseptejä, vaan pyrkii tarjoamaan luotettavaa, käytännössä koettua tutkimustietoa ratkaisujen perustaksi. Kirja ei pyri syrjäyttämään metsänhoitosuosituksia tai eri organisaatioiden metsänhoito-ohjeita, vaan täydentää niitä taustatiedoilla ja perusteluilla, jotka niistä yleensä puuttuvat. Siitä kirjan rakenne, jossa edetään tavoitteiden ja perusteiden kautta käytännön muistilistaan ja vinkkeihin. Lopuksi otetaan vielä vapaus pohtia mitä lähitulevaisuus voisi tuoda tullessaan.

Kirjan tekemiseen osallistui suuri joukko asiantuntijoita, jotka suostuivat yrittämään tiivistämään parhaan tietämyksensä muutamalle sivulle. Me toimittajat yritimme auttaa heitä parhaamme mukaan ja välillä paimensimme heitä varsin itsepintaisesti, jotta esityksestä tulisi yhtenäinen. Kunnia kunkin osan sisällöstä kuuluu kuitenkin jokaiselle kirjoittajalle itselleen. Kritiikki ja tiedot havaituista virheistä ovat tervetulleita, jotta emme tekisi ainakaan samoja virheitä uudestaan. Tenho Hynönen, Fred Kalland, Hannu Latvajärvi ja Pasi Puttonen lukivat käsikirjoituksen ja tekivät siihen arvokkaita korjausehdotuksia. Antti Sipilä Metsälehdessä vastasi kirjan viimeistelystä. Kiitämme lämpimästi kaikkia kirjan tekemiseen osallistuneita, samoin kuin Metsäntutkimuslaitosta resursseista ja Metsämiesten säätiötä rahallisesta tuesta.

Vantaalla 8.3.2001

Toimittajat

SISÄLLYS

Alkusanat	5	35. Metsänuudistaminen	
1. Johdanto <i>Liisa Saarenmaa</i>	8	ja metsäsuunnittelu <i>Timo Pukkala</i> ...	49
2. Metsänuudistamisen		36. Metsänuudistamisen tulos	
toimintaympäristö	10	<i>Liisa Saarenmaa ja Sauli Valkonen</i> ..	51
21. Metsänuudistaminen ja kestävä		4. Metsänuudistamisen biologiset ja	
metsätalouden periaate		ekologiset perusteet	56
<i>Liisa Saarenmaa</i>	10	41. Pääpuulajimme ja niiden	
Tietotaulu 21.1 Uudistamisvelvoi-		uudistumisbiologiset ominaisuudet	
te <i>Liisa Saarenmaa</i>	12	<i>Taneli Kolström</i>	56
Tietotaulu 21.2 Sertifiointi ja met-		42. Kasvupaikka <i>Eino Mälkönen</i>	65
sänuudistaminen		43. Siemenet ja siemensato	
<i>Pasi Miettinen</i>	13	<i>Tatu Hokkanen</i>	69
Tietotaulu 21.3 Taimikon tiheys-		44. Siementuholaiset ja taudit	
suosituksia organisaatioittain		<i>Erkki Annila ja Timo Kurkela</i>	79
<i>Juha Ruuska</i>	14	45. Itäminen ja taimettumisalusta	
22. Muuttuva metsänuudistaminen		<i>Markku Nygren ja Markku Saarinen</i> ..	83
<i>Eero Kubin</i>	16	Tietotaulu 45.1 Säästöpuiden vai-	
3. Metsänuudistamisen tavoitteet		kutus uudistumiseen	
ja tulokset	20	<i>Sauli Valkonen</i>	91
31. Metsänomistaja tavoitteiden		Tietotaulu 45.2 Vanhat ojitusalueet	
asettajana		metsänuudistamisen uutena	
<i>Heimo Karppinen</i>	20	haasteena <i>Markku Saarinen</i>	92
32. Metsänuudistamisen taloudellisuus		46. Lehtipuiden vesominen	
<i>Lauri Valsta</i>	23	<i>Jyrki Hytönen</i>	94
33. Taimikon puuntuotannollinen arvo		Tietotaulu 46.1 Lehtipuiden vesomi-	
<i>Jari Hynynen</i>	27	sen vähentäminen <i>Jyrki Hytönen</i> ...	98
34. Ekologinen kestävyys ja monikäyttö		47. Taimien eloonjääminen	
Metsä ekosysteeminä ja elinympäris-		Eloonjäämisen tekijät	
tönä <i>Erkki Annila</i>	34	<i>Eero Kubin</i>	99
Toimenpiteet ekologisen kestävyy-		Taimien tuhonaiheuttajat	
den turvaamiseksi <i>Juha Siitonen</i>	39	<i>Erkki Annila ja Timo Kurkela</i>	101
Tietotaulu 34.1 Kasvihuoneilmiö ja		48. Taimien kasvu	
hiilen kierto <i>Risto Sievänen</i>	44	<i>Sauli Valkonen</i>	109
Metsien virkistysyödyt ja rinnak-		Tietotaulu 48.1 Säästöpuiden ja	
kaistuotteet		reunametsän vaikutus taimien kas-	
<i>Eeva Karjalainen ja Risto Heikkilä</i> ..	46	vuun ja taimikon kehitykseen	
		<i>Sauli Valkonen</i>	116

5. Uudistamismenetelmät	118	7. Metsänuudistamistöiden suunnittelu ja järjestely	
51. Uudistamismenetelmien pääpiirteet		Mikko Hyppönen ja Tommi Lohi	186
Matti Leikola	118	71. Suunnittelu ja valmistelu	186
52. Uudistusalan valmistus		72. Metsänuudistaminen sekä sitä edeltävät ja seuraavat työt	186
Eino Mälkönen	123	73. Metsänuudistamispalveluita tarjoavia organisaatioita	189
Tietotaulu 52.1 Hakkuutähteen korjuu uudistusaloita Eino Mälkönen ja Mikko Kukkola	131	74. Metsälaki ja metsän uudistaminen ..	190
53. Luontaiset taimettamismenetelmät		Tietolaatikko 7.1 Tärkeimpiä metsänuudistamiseen liittyviä säädöksiä Mikko Hyppönen ja Tommi Lohi ...	191
Eero Kubin	134	75. Valtion tuki metsän uudistamiseen ..	194
54. Viljely Viljelymenetelmät		76. Metsäverotus ja metsän uudistaminen	197
Kaarlo Kinnunen	139	8. Metsänuudistamisen tulevaisuuden näkymiä Pertti Harstela	199
Tietotaulu 54.1 Koneellinen kylvä Arto Rummukainen	142	Kirjallisuusluettelo	204
Tietotaulu 54.2 Koneellinen istutus Arto Rummukainen	148	Hakusanaluettelo	214
Tietotaulu 54.3 Kesäistutus uusi vaihtoehto Jaana Luoranen ja Heikki Smolander	150		
Viljelymateriaali			
Alkuperän merkitys metsänviljelyssä Veikko Koski	152		
Kylvösiemen Eira-Maija Savonen..	156		
Taimet Risto Rikala	158		
55. Uudistamistuloksen varmistaminen			
Timo Saksa	163		
Tietotaulu 55.1 Kuinka tarkastan taimikon? Timo Saksa	166		
56. Taimikonhoito Martti Varmola	169		
Tietotaulu 56.1 Taimikonhoidon työvälineet Mikko Hyppönen	178		
6. Uudistamistavan valintaperusteet ja päätöksenteko Taneli Kolström	179		
Tietotaulu 6.1 Uudistamisketju Taneli Kolström	182		
Tietotaulu 6.2 Riski ja päätöksentekijä Taneli Kolström	183		

1. Johdanto

Metsänuudistaminen on metsänkasvatuksen tärkein vaihe, joka pitkälti määrää metsikön kehityksen kiertoajan loppuun asti. Päätehakkuuseen ja sitä seuraavaan metsänuudistamiseen ajoittuvat kiertoajan suurimmat tulot ja menot. Onnistunut metsänuudistaminen tarkoittaa sitä, että vanhan metsän tilalle saadaan uusi, tuottoisa puusukupolvi nopeasti ja pienin kustannuksin metsäluonnon monimuotoisuutta vaarantamatta.

Asianosaisille metsänuudistaminen tarjoaa vaikean ja haasteellisen päätöksentekotilanteen, jota helpottamaan on laadittu tutkimustuloksiin ja käytännön kokemuksiin perustuvia metsänhoitosuosituksia ja -ohjeita. Hyvistäkin neuvoista ei ole apua, ellei uudistamistilanteesta ole riittävästi tietoa. Ilmastolliset tekijät, maaperän ominaisuudet, kasvupaikan ominaisuudet, aikaisempi puusto ja monimuotoisuuden suojelulle asetetut vaatimukset määräävät minkälaisia toimenpiteitä uudistamisketjuun voi sisällyttää. Tarvitaan uudistamissuunnitelma, jossa hahmotellaan koko uudistamisketju päätehakkuusta taimikon hoitovaiheeseen asti.

Uudistamisvaihe alkaa päätehakkuusta ja se päättyy kun uudistamiseen tähtäävät toimet on saatettu loppuun ja taimikko on vakiintunut. Taimikkoa pidetään vakiintuneena, kun se on saavuttanut 0,5—1,0 metrin keskipituuden eikä mikään näköpiirissä oleva tekijä uhkaa sen kehitystä. Uudistamisvaihetta seuraa metsikön kasvatusvaihe taimikonhoitoineen ja harvennushakkuineen.

Uudistushakkuita tehdään noin 175 000 hehtaaria vuodessa. Siitä avohakkuita on noin 130 000 hehtaaria ja luontaiseen uudistamiseen tähtäviä siemen- ja suojuspuuhakkuita 45 000 hehtaaria. Metsänviljelyn pinta-ala on ollut noin 115 000 hehtaaria vuodessa.

Yksityismetsien osuus metsänviljelyn pinta-alasta on yli 80 prosenttia. Yksityismetsätaloudella on suuri merkitys Suomen metsäteollisuuden puuhuollolle. Siksi ei ole yhdentekevää, kuinka metsänuudistamisessa onnistutaan. Metsänomistajan kannalta metsänviljely on kallis kustannuserä, minkä vuoksi kannattaa huolehtia siitä, että uudistamiseen sijoitetuille rahoille saadaan vastinetta onnistuneen uudistamistuloksen muodossa.

Suomessa ei ole metsänhoitopakkoa, mikä merkitsee mm. sitä, että hakkuukypsiä metsiä ei ole pakko hakata. Sen sijaan meillä on metsälakiin perustuva uudistamisvelvoite, mikä merkitsee sitä, että päätehakkuun jälkeen hakkuualalle on perustettava taloudellisesti arvokasta puulajia kasvava metsä. Lain noudattamista valvovat alueelliset metsäkeskukset, jotka seuraavat uudistamistulosta otantatarkastuksien perusteella. Uudistamistulosta seurataan myös valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä.

Metsänuudistaminen on ihmisen ja luonnon välinen peli, joka suotuisissa oloissa johtaa ihmisen kannalta onnistuneeseen lopputulokseen. Aina on syytä varautua myös epäonnistumisen mahdollisuuteen ja tiedostaa metsänuudistamiseen liittyvät riskit. Vaikka kaikki uudistamiseen tähtäävät toimenpiteet tehtäisiinkin huolellisesti, metsänuudistaminen voi silti epäonnistua luonnontuhojen tai inhimillisten virheiden vuoksi.

Onnistuneen metsänuudistamisen edellytyksenä on riittävä tieto metsänuudistamisen ekologisista perusteista, metsänhoitotekniikoista, taloudellisista kysymyksistä ja metsänuudistamisen ympäristövaikutuksista. Metsänuudistamisesta on ehtinyt vuosien saatossa kertyä paljon sekä tutkittua että kokemuseräistä

tietoa, josta on apua, kun metsänuudistamismenetelmää valitaan. Todellisuudessa metsänuudistamispäätökseen vaikuttavat ratkaisevasti aikaisemmat kokemukset. Tutkimusta tarvitaan nimenomaan uusien menetelmien kehittämiseen ja testaamiseen. Esimerkkeinä voi mainita taimilaji- ja maanmuokkauskokeet.

Tutkimustiedon käyttöä vaikeuttaa sen ristiriitaisuus. Sen käyttökelpoisuutta voidaan parantaa kokoamalla se synteeksiksi, jossa asiantuntijat omaan näkemykseensä ja yhteiskunnassa val-

litsevat pyrkimykset huomioon ottaen kiteyttävät tutkimustulokset käytännön ohjeiksi.

Metsänuudistaminen on oleellinen osa metsien kestävästä käytöstä. Biologisten ja taloudellisten tekijöiden lisäksi metsänuudistajan on otettava huomioon metsälain ja luonnonsuojelulain erityisvaatimukset metsäluonnon monimuotoisuuden turvaamisesta. Lainsäädännön lisäksi uudistamismenetelmien valintaan vaikuttavat metsien sertifiointikriteerit, joissa annetaan lainsäädäntöä yksityiskohtaisempia vaatimuksia metsänuudistamiselle.

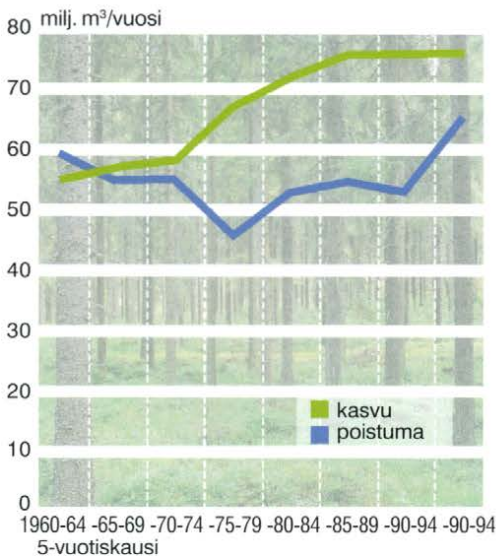
2. Metsänuudistamisen toimintaympäristö

21. Metsänuudistaminen ja kestävä metsätalouden periaate

Liisa Saarenmaa

Kestävän metsätalouden periaate

Kestävän metsätalouden periaatteella tarkoitetaan metsien sellaista käyttöä, että niiden tuottamat hyödyt pysyvät vähentymättöminä sukupolvesta toiseen. Kestävällä metsätaloudella ymmärrettiin aikaisemmin sitä, että vuotuinen hakkuumäärä oli yhtä suuri kuin kasvu. Kun puuntarve sotien jälkeen oli suuri, kestävä metsätalouden periaate korvattiin edistyvän metsätalouden periaatteella. Se merkitsi puuntuotannon lisäämistä metsänviljelyyn, metsäojituksen ja lannoituksen avulla. Määrätietoisesti toteutetut metsänparannusohjelmat johtivatkin siihen, että metsien vuotuinen kasvu on li-



Kuva 21.1 Suomen metsien kasvu on ollut 1960-luvulta lähtien jatkuvasti suurempi kuin poistuma. Sitä on pidetty osoituksena kestävästä metsätaloudesta. ¹²⁹

sääntynyt huomattavasti ja on 1960-luvulta lähtien ollut jatkuvasti suurempi kuin poistuma.

Vuonna 1997 uudistetussa metsälainsäädännössä kestävyuden käsitettä on laajennettu. Metsälain tarkoituksena on edistää metsien taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävä hoitoa ja käyttöä siten, että talousmetsissä turvataan sekä puuntuotannollinen kestävyys että metsien monimuotoisuuden säilyminen. Taloudellisella kestävyydellä tarkoitetaan paljolti samaa kuin puuntuotannollisella kestävyydellä. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että metsästä saatavat tuotot pysyvät pitkällä tähtäimellä vähentymättöminä. Ekologinen kestävyys tarkoittaa lähinnä metsien monimuotoisuuden säilyttämistä, mutta joissakin yhteyksissä tavoitteeksi asetetaan monimuotoisuuden palauttaminen tai jopa lisääminen. Sosiaalisen kestävyuden sisällöstä ollaan vielä epävarmoja. Usein sillä ymmärretään metsätyöpaikkojen turvaamista metsätalouden varassa elävillä alueilla. Toisaalta se on saanut laajempiakin ulottuvuuksia, jolloin siihen voidaan lukea metsistä saatavan virkistys-, luontomatkailun tai perinteisten metsänkäyttötapojen turvaaminen.



Valokuva 21.1 Metsämarssi Tuusulassa 21.6.2000. Valtio osoittaa tukea kestävälle metsätaloudelle.

Uudistaminen on investointi tulevaisuuteen

Lainsäädännössä metsänuudistamiseen on otettu selvä kanta: se on päätehakkuun jälkeen pakollista. Uudistaminen ei Suomen oloissa ole metsänomistajan kannalta välttämättä hyvä sijoitus pitkien kiertoaikojen vuoksi. Metsänuudistaminen nähdäänkin usein uudistushakkuuseen kuuluvana kustannuksena eikä investointina.

Metsänhoito tuottaa taloudellista tulosta vasta pitkien aikojen kuluttua. Lain vähimmäisvaatimukset ylittävä hyvä metsänhoito on työtä tulevien sukupolvien hyväksi. Suomen metsät ovat melko hyvässä kunnossa, mikä johtuu paljolti siitä, että metsänomistajat ovat olleet valmiita investoimaan metsänhoitoon työtä ja varoja. Valtio on tukenut heitä siinä rahallisilla avustuksilla, korotetuilla, verohelpotuksilla ja neuvonnalla.

Tilakohtainen kestävyys

Metsänomistaja voi tavoitella tasaisia tuloja metsätaloudella taloudenpitoinsa suunnitelmallisuuden lisäämiseksi. Lainsäädäntö ei kuitenkaan vaadi tilakohtaista kestävyttä. Metsälaki ei estä metsänomistajaa hakkaamasta kerralla vaikka kaikkia uudistuskypsyden saavuttaneita metsäkoitään. Tilakohtaista kestävyttä on kuitenkin pyritty tukemaan monin tavoin, joista tärkeimpiä ovat metsäsuunnittelu ja metsänomistajien neuvonta. (ks. Pukkala 3.5)

Suomessa metsät ovat suurelta osin perheiden omistamia. Koska metsät kulkevat perintönä sukupolvelta toiselle, metsänomistajat ovat pyrkineet käsittelemään metsiään hyvin perillistensä parasta ajatellen. Tilakohtaisen kestävyden tavoite on sopusoinnussa perhemetsätalouden tavoitteiden kanssa.

Yksityismetsänomistajille tarjotaan metsänhoidon neuvontaa valtion tuella. Rahallisesti tuettavia työläjärejä ovat esimerkiksi nuoren metsän hoito, kunnostusojitus ja metsätien tekeminen. Metsänuudistamiseen suunnataan valtion varoja vain erityistapauksissa, sillä uudistamisvelvoitteesta on säädetty lailla ja se on metsänomistajalle kuuluva kustannus.

Hyvä metsänhoito ja lain valvontaraja

Metsälaki ja sen soveltamisesta annettu ministeriön päätös määräävät metsänuudistamisen tulokselle vähimmäistason eli nk. lakirajan. Hyvän metsänhoidon mukainen metsänuudistamisen tavoitetaso on lakirajaa korkeammalla. Taimikoiden tiheystavoitteet on kirjattu metsänhoitosuosituksiin.⁵² Metsähallituksella ja metsäteollisuusyrityksillä on suositukset omia metsiään varten. Metsänhoitosuosituksissa todetaan taimikoiden tavoitetiheydet kasvupaikkatyyppittäin ja puulajeittain. Ne vaihtelevat jonkin verran organisaatiosta toiseen. Yhteistä suosituksille on kuitenkin se, että niillä pyritään sellaisiin taimikon tiheyksiin, että kasvupaikan puuntuotoskyky tulee kokonaisuudessaan käytetyksi. Taimikon hoidolla säädellään taimikon tiheyttä ja puulajisuhteita.

Metsänviljelyaloilla taimikon tiheys muodostuu viljelytaimien ja luontaisesti syntyneiden taimien summana. Viljelyaloille saadaan taimia yleensä myös luontaisen siemennyksen kautta. Viljelymetsissä keskimäärin joka neljäs kasvatuskelpoinen puu on luontaisesti syntynyt.

Kustannussyistä männyn istutustiheydet ovat alhaisemmat kuin metsikön hyvä laatukehitys edellyttäisi. Metsän kylvössä ja luontaisessa uudistamisessa saadaan yleensä riittävä tiheys syntymään ilman suuria kustannuksia, kunhan maa on kunnollisesti valmistettu ja kasvupaikka on sopiva.

Lain valvontaa varten annetuissa tiheysvaatimuksissa lähdetään siitä, ettei hyvän metsänhoidon tavoitteiden mukaisiin tiheisiin ja tasaisiin taimikoihin todellisuudessa aina päästä. Olisi kohtuutonta maanomistajaa kohtaan, jos hän hieman vajaapuustaisen taimikon vuoksi joutuisi täydentämään taimikon tai aloittamaan uudistamisen kokonaan alusta. Lainvalvontarajat onkin pyritty asettamaan siten, että taimikkoa voidaan kasvattaa harvanakin, jos kasvattaminen on taloudellisesti järkevämpää kuin taimikon täydentäminen tai uudistaminen.

Tietotaulu 21.1

Uudistamisvelvoite

Liisa Saarenmaa

Vuonna 1997 voimaan tulleen metsälain tarkoituksena on edistää metsien taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävää hoitoa ja käyttöä siten, että metsät antavat kestävästi hyvän tuoton samalla, kun niiden biologinen monimuotoisuus säilytetään. Puuntuotannon kestävyuden turvaamiseksi metsälakiin sisältyy uudistamisvelvoite. Metsälain 9 §:n mukaan vastuu uuden puuston aikaansaamisesta kuuluu maanomistajalle. Kun alueen omistusoikeus siirtyy uudelle omistajalle, myös uudistamisvelvoite siirtyy hänelle.

Uuden puuston aikaansaamisesta säädetään metsälain 8 §:ssä: Uudistushakkuun jälkeen alueelle on saatava kohtuullisessa ajassa taloudellisesti kasvatuskelpoinen taimikko, jonka kehittymistä muu kasvillisuus ei välittömästi uhkaa. Asetuksessa todetaan, että kohtuullista aikaa arvioitaessa otetaan huomioon alueen maantieteellinen sijainti, puulajisuhteet, kasvupaikan viljavuus ja pintakasvillisuus. Lapis- määrääjän pituus on seitsemän vuotta, Kainuussa ja Pohjanmaalla viisi vuotta ja muualla maassa kaksi vuotta uudistamistoimenpiteiden loppuunsaattamisesta.

Asetuksella säädetään tarkemmin niistä toimenpiteistä, joita uudistamisen yhteydessä tarvitaan. Sellaisia ovat taimikon syntyä haittaavien puiden ja pensaiden raivaus sekä maanpinnan käsittely. Turvemaidella on huolehdittava kuivatuksesta, mikäli liika vesi uhkaa uudistumisen onnistumista.

Luontaisessa uudistamisessa taimettumiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Sitä edistetään maanmuokkauksella ja huolehtimalla siitä, että uudistusalueelle tai sen reunoille jää riittävästi hyväkuntoista siementävää puustoa. Myös ruohon-, heinän- ja vesakontorjunnasta sekä muusta jälkihoidosta on huolehdittava.

Kylvö ja istutus ovat metsänviljelyn työlajeja, joihin turvaututtaessa on huolehdittava siitä, että viljelymateriaali on alkuperältään ja muiltakin ominaisuuksiltaan uudistusalan olosuhteisiin sopivaa. Alkuperätiedot näkyvät taimitarhalla saatavista asiapapereista.

Uudistamiseen kuuluvat työt on saatettava loppuun viimeistään viiden vuoden kuluessa uudistushakkuun aloittamisesta tai kolmen vuoden kuluessa uudistushakkuun päättymisestä. Uudistushakkuu katsotaan päättyneeksi, kun hakkuu on edennyt niin pitkälle, että hakkuu-alueelle on syntynyt metsänuudistamista edellyttävä aukko tai alalla ei enää ole kasvatuskelpoista puustoa.

Maanomistajan pitää huolehtia taimikon täydennysistutuksesta tai kylvöstä, mikäli taimikon tiheys ei ole riittävä. Tiheyteen lasketaan vain kasvatuskelpoiset taimet, joiden kriteeritit ovat puulaji, taimien kunto ja niiden välinen etäisyys. Taimikon vähimmäistiheysvaatimus eli ”lakiraja” on annettu maa- ja metsätalousministeriön päätöksellä (ks. tietotaulu 21.3).

Jos kohtuullisiksi katsottavista toimenpiteistä huolimatta alueelle ei saada taimikkoa, metsäkeskus voi päättää uudistamisvelvollisuuden raukeamisesta. Päätöstä varten metsäkeskus tutkii, onko toimenpiteet tehty oikeaan aikaan ja riittävän huolellisesti, ja onko uudistamisen epäonnistuminen johtunut ennalta arvaamattomasta luonnontuhosta.

Tietotaulu 21.2

Sertifiointi ja metsänuudistaminen *Pasi Miettinen*

Nykypäivän kuluttajat vaativat tietoa siitä, kuinka tuotteet on valmistettu ja mitä raaka-aineita niihin on käytetty. Metsäsertifikaatti on tätä tarkoitusta varten luotu, tuoteselosteeseen rinnastettava myynninedistämisväline. Metsäsertifioinnista on vähitellen tullut myös metsäpolitiikan väline, jolla voidaan edistää kestävästä metsätalouden toteutumista.

Metsäsertifioinnilla tarkoitetaan menettelyä, jossa riippumaton osapuoli antaa todistuksen siitä, että metsiä hoidetaan ja käytetään sovitujen vaatimusten (standardien) mukaisesti. Suomen metsäsertifiointijärjestelmä²²¹ (FFCS, Finnish Forest Certification Scheme) perustuu alueelliseen ryhmäsertifiointiin ja se on metsänomistajille vapaaehtoinen. Järjestelmä mahdollistaa myös puun alkuperäketjun sertifiointin. FFCS-järjestelmän valtakunnallisesta kehittämisestä vastaa Suomen Metsäsertifiointiry. Se on saanut PEFC (Pan European Forest Certification) –neuvostolta oikeuden myöntää PEFC-logon käyttöoikeuksia mm. metsäsertifikaattien haltijoille ja FFCS-sertifioitua puuta käyttäville yrityksille. PEFC:n ohella varsin tunnettu metsäsertifiointijärjestelmä on FSC (Forest Stewardship Council). Suomen FSC-standardia ollaan vasta valmistelemassa (v. 2000).

Kaikille metsäkeskusalueille on myönnetty alueellinen FFCS-sertifikaatti. Suomessa on siten vuoden 2000 loppuun mennessä yhteensä jo yli 25 milj. hehtaaria sertifioitua metsätalouden maata, josta metsää on 87 prosenttia. Sertifioidut metsät kattavat yli 90 prosenttia Suomen metsistä.

Metsien uudistamisen osalta Suomen metsäsertifiointijärjestelmän keskeisimmät kohdat ovat:

- Metsien uudistushakkuiden seurauksena syntyneiden, vielä uudistamattomien aukeiden alueiden ja siemenpuumetsiköiden osuus on ryhmäsertifiointialueen talousmetsien pinta-alasta enintään 5 prosenttia.
- Maanpinnan käsittelyssä käytetään kohteeseen soveltuvaa, mahdollisimman kevyttä maanmuokkausmenetelmää. Kivennäismaille ei käytetä syväaurausta. Rinnemailla estetään huuhtoutumista tarvittavin toimenpitein.
- Kemiallisia torjunta-aineita käytetään vain välttämättömissä tapauksissa, kuten esimerkiksi pintakasvillisuuden torjuntaan sekä tukkimiehentäin torjuntaan. Lehtipuuvesakkoja ei käsitellä uudistamisaloilla eikä taimikoissa kemiallisin lehvästöruihkutuksin. Tästä poikkeuksena on männyn taimikoissa kasvavan haavanvesakon käsittely männylle haitallisen sienitaudin leviämisen estämiseksi.
- Metsälöllä toteutetaan metsälain tarkoittamat uudistamisen edellyttämät työt viiden vuoden kuluessa uudistushakkuun aloittamisesta.

Tietotaulu 21.3

Taimikon tiheysuusia organisaatioittain.

Juha Ruuska

Männyn istutus

Organisaatio	Viljelytiheys, kpl/ha	Vakiintuneen taimikon tavoitetiheys, kpl/ha	Täydennysviljelyraja, kpl/ha	Taimikonhoidon ajankohdan valtapaisuus, m	Tavoitetiheys taimikonhoidon jälkeen, kpl/ha
Metsähallitus	—	1 600–2 500 ¹	—	3–6	1 600–2 500
Metsämännut	2 000 ²	—	—	5–8	1 700–2 000
Tapio	2 000–2 500 ³	—	1 500	5–8	1 800–2 000
UPM-Kymmene	2 200 ⁴	4 000 ⁵	—	5–8	2 000
Lakiraja ⁶ , Lappi	—	1 100	—	—	—
Muu maa	—	1 300	—	—	—

Männyn kylvö/luontainen uudistaminen

Organisaatio	Viljelytiheys, kpl/ha	Vakiintuneen taimikon tavoitetiheys, kpl/ha	Täydennysviljelyraja, kpl/ha	Taimikonhoidon ajankohdan valtapaisuus, m	Tavoitetiheys taimikonhoidon jälkeen, kpl/ha
Metsähallitus	5 000 ⁷	1 600–2 500 ⁸	—	3–6	1 600–2 500
Metsämännut	10 000 ⁹	—	—	5–8	1 700–2 000
Tapio	4 000 ¹⁰	—	1 500	5–8	1 800–2 000
UPM-Kymmene	4 000 ¹¹	3 000	—	5–8	2 000
Lakiraja ⁶ , Lappi	—	1 100	—	—	—
Muu maa	—	1 300	—	—	—

Kuusen istutus

Organisaatio	Viljelytiheys, kpl/ha	Vakiintuneen taimikon tavoitetiheys, kpl/ha	Täydennysviljelyraja, kpl/ha	Taimikonhoidon ajankohdan valtapaisuus, m	Tavoitetiheys taimikonhoidon jälkeen, kpl/ha
Metsähallitus	—	1 800 ¹²	—	2–3	1 800
Metsämännut	1 700–1 800 ²	—	—	4–5	1 700–1 800
Tapio	1 800–2 300 ¹³	—	1 300	4–5	1 800
UPM-Kymmene	1 800	4 000 ⁵	—	5–8	2 000
Lakiraja ⁶ , Lappi	—	1 000	—	—	—
Muu maa	—	1 200	—	—	—

Tietotaulu 21.3

Koivun istutus

Organisaatio	Viljelytiheys, kpl/ha	Vakiintuneen taimikon tavoitetiheys, kpl/ha	Täydennysviljelyraja, kpl/ha	Taimikonhoidon ajankohdan valttapiuus, m	Tavoitetiheys taimikonhoidon jälkeen, kpl/ha
Metsähallitus	—	1 600–2 500 ¹⁴	—	3–6	1 600–2 500
Metsämannut	1 600 ²	—	—	5–7	1 600–2 000
Tapio	1 600–2 000	—	1 200–1 300 ¹⁶	5–8	1 600–2 000
UPM-Kymmene	1 600	4 000 ⁵	—	5–8	1 600
Lakiraja ⁶ , Lappi	—	1 000	—	—	—
Muu maa	—	1 000	—	—	—

- Istustiheys pyritään valitsemaan siten, että tavoitetiheys toteutuu eloon jäävien viljelytaimien ja kasvatuskelpoisten luontaisten taimien yhteismääränä. Tavoitetiheyttä tarkennetaan viljavuuden ja lämpösumman mukaan.
- Jo olemassa olevat kasvatuskelpoiset luonontaimet vähentävät viljelytiheyttä.
- Muokatulla 2 000 ja muokkaamattomalla maalla 2 500 kpl/ha.
- Ohjeiden muutos v. 2001: 2 000:sta 2 200:een kappaleeseen hehtaarilla.
- Sisältää laadun parantamiseksi taimikonharvennukseen asti kasvatettavat luontaiset taimet, tavoitteena 2 000 koivua hehtaaria kohti
- Taimikon tulee koostua kasvupaikalle taloudellisesti kasvatuskelpoisten puulajien taimista. Mukaan voidaan laskea 20 prosenttia täydentäviä taimia, jotka on määritelty puulajeittain ja kasvupaikoittain. Lappin metsäkeskuksen alueella määrään voidaan laskea mukaan 50 prosenttia hieskoivuja.
- Tavoitteena on 5 000 kpl/ha kehityskelpoisia taimia uudistusosalalle tasaisesti jakaantuneena.
- Tavoitetiheyttä tarkennetaan viljavuuden ja lämpösumman mukaan.
- Tavoitteena sekä käsin- että konekylvössä on saada syntymään hehtaarille vähintään 10 000 kehityskelpoista tainta (300 g siementä/ha).
- Kylvökohtia/ha käsinkylvössä (siementä 250–400 g/ha). Konekylvössä siementä 300–400 g/ha.
- Kylvökohtia/ha käsinkylvössä (siementä 300 g/ha). Konekylvössä siementä 400 g/ha.
- Istustiheys pyritään valitsemaan siten, että tavoitetiheys toteutuu eloon jäävien viljelytaimien ja kasvatuskelpoisten luontaisten taimien yhteismääränä.
- Muokatulla uudistusosalalla 1 800 ja muokkaamattomalla 2 300 kpl/ha.
- Istustiheys pyritään määrittämään siten, että tavoitetiheys toteutuu. Rauduskoivulla 1 600 ja hieskoivulla 2 000–2 500 kpl/ha.
- Rauduskoivulla 1 600 ja hieskoivulla 2 000 kpl/ha.
- Rauduskoivulla 1 200 ja hieskoivulla 1 300 kpl/ha.

22. Muuttuva metsänuudistaminen

Eero Kubin

Harsinnasta metsikkötalouteen

Maamme metsänhoidon alkuaajoista lähtien sen olennaisimpia kysymyksiä on ollut metsänuudistamismenetelmien kehittäminen. Alun perin uudistamismenetelmiin tutustuttiin Saksassa, jolta pohjalta niitä pyrittiin kehittämään Suomen oloihin sopiviksi. Aina 1930-luvulle saakka uudistusikäisiä metsiä hakattiin käyttäen äkillistä, voimakasta siemenpuuhakkuuta sekä enemmän tai vähemmän määrämittaharsintaa muistuttavaa poimintahakkuuta. Poimintahakkuiden jäljiltä puuston kunto heikkeni ja metsien puuntuotos pysyi mahdollisuuksiin nähden vajaana. Sotakorvausten maksamiseksi ja maan talouden kehittämiseksi tarvittavien pääomien luomiseksi ryhdyttiin toimiin puuntuotannon lisäämiseksi. Harsinnan luonteiset hakkuut tuomittiin⁶ ja uudistushakkuutavoiksi vahvistuivat avohakkuu, siemenpuuhakkuu ja suojuspuuhakkuu.^{32,133} Laajoja alueita epämääräisesti ja suunnittelemattomasti läpikäyvästä puuston käsittelystä siirryttiin kohti metsikkötaloutta, jossa verrattain tasaiset, samanikäiset metsikkökuviot käsitellään ja hoidetaan yhtenäisellä tavalla.



Valokuva 22.1 Määrämittaharsinnalla käsitelty metsä. 1925, Kivalo.

Huolimatta siitä, että metsien uudistuminen tapahtui pitkälti 1950-luvulle asti enimmäkseen luontaisesti, myös viljellen tehtävää uudista-

mista tutkittiin ja tehtiin käytännössä. Suomessa tutkimukseen perustuvan metsänviljelyn voidaan katsoa alkaneen Evolla A.G. Blomqvistin toimesta vuonna 1864, kun kaskeamisen jälkeen viimeisen viljan joukkoon kylvettiin havupuun siementä. Sitten 1920- ja 1930-luvulla tapahtuneesta metsänviljelyn kehitymisestä kannattaa mainita Tuomarniemellä¹³ varsin laajassa mitassa käytetyt ja hyvin onnistuneet hankikylvöt kulotettuun ja äestettyyn maahan. Maankunnostuksen merkitys taimetumiselle olikin 1930-luvulla jo useiden tutkimusten perusteella hyvin tiedossa,^{1,29,225} mutta käytännössä toimivia menetelmiä ei vielä ollut. Tutkimuksen ohella viljelyn yleistymistä edisti yksityismetsälain ja metsänparannuslain voimaantulo vuonna 1928, valtakunnan metsien inventoinnin tiedot metsien tilasta ja metsätaloudellisen tiedon leviäminen. Metsänviljely alkoi yleistyä 1930-luvulla, kunnes sodat katkaisivat alkuun päässeen kehityksen vuosikymmeneksi.



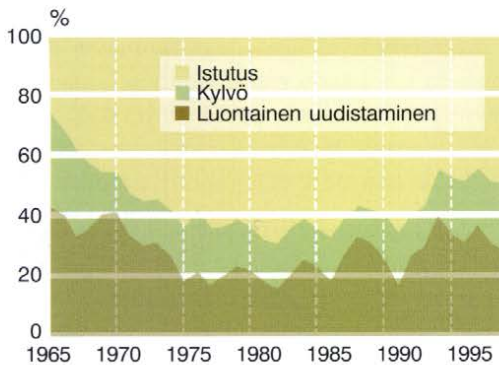
Valokuva 22.2 Metsänuudistamista vuonna 1905 Evolla.

Avohakkuut yleistyvät

Jälleenrakennus ja asuttaminen sotien jälkeen sekä työllisyyden turvaaminen ja laajeneva metsäteollisuus merkitsivät metsätalouden osalta hakkuiden lisäämistä. Hakkuut laajenivat erityisen voimakkaasti Pohjois-Suomen syrjäseuduilla ns. keskitetyn hakkuutoiminnan

periaatteen mukaisesti. ¹⁶² Hakkuupinta-alat olivat laajoja: Pohjois-Suomen valtionmailla yksittäinen hakkuukeskittymä oli suurimmillaan jopa 18 122 ha. ²⁴⁰ Laaja-alaiset uudistusalat ja syrjäseuduille eteneminen lisäsivät konetyön tarvetta. Erityistä huomiota kiinnitettiin Lapin metsien mahdollisuuksiin. Niille asetettiin kasvavan puutuotannon tavoitteet, jossa olivat mukana intensiiviset uudistamismenetelmät. ^{161, 214}

Hakkuutoiminnan laajenemisen myötä metsänviljelyn osuus kasvoi nopeasti. Viljelyn laajenemista tukivat siitä saadut hyvät kokemukset. Luontaisen uudistamisen ala laski 1960-luvulla nopeasti (kuva 22.1), mutta säilytti alimmillaankin noin 20 prosentin osuuden uudistamispinta-alasta. Luontaisen uudistamisen suosio kasvoi jälleen 1990-luvulla. Vuonna 1999 uudistettiin luontaisesti 44 900 ha (28 %), kylvettiin 36 169 ha (23 %) ja istutettiin 78 752 ha (49 %). ¹²⁹ Pääosa luontaisesta uudistamisesta on männyn uudistamista. Kuusen luontaisen uudistamisen suosio on aika ajoin lisääntynyt sotien jälkeenkin, mutta huonojen tulosten takia innostus on pian vaimennut.

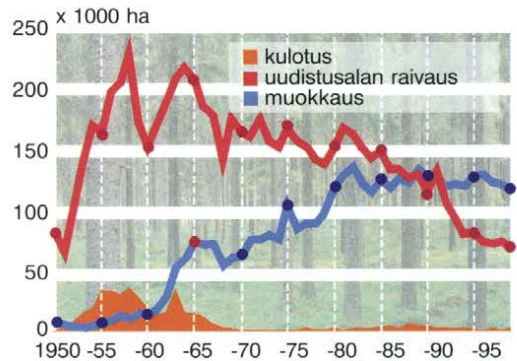


Kuva 22.1. Luontaisen uudistamisen, kylvön ja istutuksen suhteelliset osuudet vuosina 1965—1999¹²⁹.

Maankunnostus uudistamisen avuksi

Uudistushakkuiden lisääminen merkitsi haasteita metsänuudistamiselle. Syntyi uudistamisen laiminlyöntejä ja epäonnistumisia. Käytös-

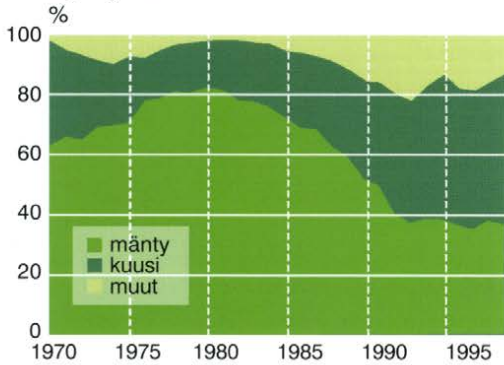
sä olleille maankunnostusmenetelmille — kulutukselle ja laikutukselle — haettiin Pohjois-Suomessa apua vaottavasta maanmuokkauksesta, aurauksesta. Aurauksen katsottiin helpottavan viljelytyötä ja parantavan taimetumisen edellytyksiä erityisesti vedenvaivaamilta mailla. Ensimmäiset auraukset metsänuudistamista varten tehtiin valtionmailla Pohjois-Suomessa vuonna 1964. Erityisesti käytännön edustajat ottivat menetelmän vastaan suurin odotuksin ja se yleistyi nopeasti. Auras ei kuitenkaan ratkaissut Pohjois-Suomen metsänuudistamisen ongelmia, sillä vakavia taimituhoja esiintyi edelleen varsin paljon varttuneisakin taimikoissa. Ongelmat olivat pahimpia siinä vaiheessa, kun taimet ylsivät hangen pinnan yläpuolelle. Paitsi sienituhoilla, myös siemenalkuperällä on ollut merkitystä viljelyn onnistumiseen erityisesti Pohjois-Suomessa.



Kuva 22.2 Uudistusalan raivauksen, muokkauksen ja kulutuksen pinta-alat 1950—1999. ¹²⁹

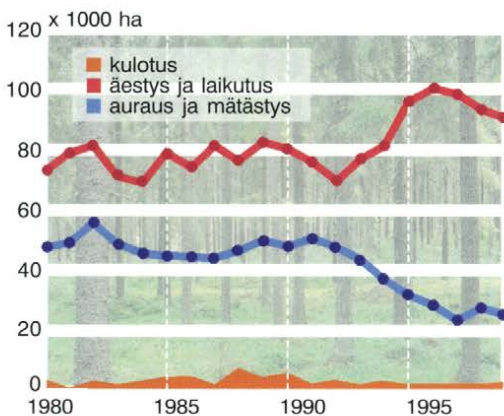
1980-luvulla pääasiallisin uudistamismenetelmä oli avohakkuu ja istutus. Viljavimmille maille istutettiin kuusta, mutta muuten männyn istutus oli vallitseva. Mäntyä istutettiin usein myös liian viljaville kasvupaikoille. Kuvahkot ja sitä karummat maat uudistettiin luontaisesti männylle, kun taas routimattomille ja kivisille maille suositeltiin männyn kylvöä. Männyn istutus on sittemmin vähentynyt. Esimerkiksi 1980 kaikista istutuksista mäntyä oli 82 % ja kuusta 16 %, mutta vuonna 1999 vastaavasti 37 % mäntyä ja 50 % kuusta. ¹²⁹ Kuusen viljelytekniikka on samaan aikaan paran-

tunut huomasti. Kuusen paakkutaimien kehittäminen on vähentänyt kustannuksia ja nopeuttanut taimien kasvua yhdessä mätästykseen kanssa. Kuusen istutusala ylitti männyn vuonna 1993 ja yleistyvä trendi jatkuu edelleen (kuva 22.3). Kehittyneen taimituotannon ja kasvupaikkaolosuhteisiin sovitun maanmuokkauksen ansiosta kuusen viljely on hyvin varmallalla pohjalla.



Kuva 22.3 Männyn, kuusen ja muiden puulajien istutuksen suhteelliset osuudet vuosina 1970–1999. ¹²⁹

Voimakas maanmuokkaus kohtasi 1970- ja 1980-luvuilla kritiikkiä. Osasyynä tähän oli, että alkuaan vedenvaivaamille hienojakoisille maille tarkoitettu aurauksesta kehittyi Pohjois-Suomessa lähestulkoon yleismenetelmä. Myös maankunnostuksessa tapahtui 1990-lu-



Kuva 22.4 Äestystyksen ja laikutuksen, aurauksen ja mätästykseen sekä kulutuksen pinta-ala 1980–99. ¹²⁹

vun alussa selvä muutos. Äestys, laikutus ja mätästys alkoivat muodostua pääasiallisiksi maanmuokkausmenetelmiksi (kuva 22.4). Kulutus ei ole yleistynyt metsätalous- ja ympäristöohjelmissa asetetuista tavoitteista huolimatta. Maanmuokkaus aiheuttaa myös ravinte-kuormitusta vesistöön, ^{98, 99} mikä on osaltaan edesauttanut kevyempien menetelmien omaksumista.

Linjanmuutos 1900-luvun lopussa

Rion kokouksessa 1990-luvun alussa hyväksytyt keskeiset metsäperiaatteet metsien ekologisesta, sosiaalisesta ja taloudellisesta käytöstä johtivat osaltaan metsänhoidon linjanmuutokseen. Uusittu metsälaki ja luonnonsuojelulaki sekä metsien sertifiointi asettavat metsien käytölle ja hoidolle minimivaatimukset, jotka on otettava huomioon metsän uudistamisessa.

Uudistamisen perusteet esim. uudistamiskypsyydestä ja uuden puusukupolven aikaansaamisesta ovat periaatteiltaan samat, kuin vuoden 1928 metsälain. Toisaalta uudet metsänhoidon periaatteet yhdistettynä uusittuun lainsäädäntöön ovat tuoneet ja tuomassa uusia malleja käytännön metsänhoitoon ja metsänuudistamiseen. Hyvä metsänhoito ei kuitenkaan ole sellaista, jonka menetelmät juuri ja juuri täyttävät lain asettamat minimivaatimukset.

Uudistamisen tavoitteissa painottui aikaisemmin ennen muuta puuntuotanto. Nykyisin korostetaan sen lisäksi ekologista kestävyyttä, maisemaa ja monimuotoisuutta. Lähes kaikilla kasvupaikoilla pyritään sekataimikoihin. ¹⁵³ Uusi elinvoimainen, täystiheä ja taloudellisesti arvokas taimikko pyritään hankkimaan kullekin kasvupaikalle sopivista puulajeista nopeasti, mutta halvalla. 1990-luvun taloudellisesta lamasta seurasi myös metsänhoidon tason lasku. Kiinnostus ja mahdollisuudet intensiiviseen metsänhoitoon vähenivät samaa tahtia metsänomistajien metsätaloudesta saamien tulojen kanssa. Syntyi jälleen uudistamis- ja hoitorästejä. Taloudel-

lisen aktiviteetin, puun kulutuksen ja valtion tuen lisääntyttä metsänuudistamisen tason nousemisesta oli jo nähtävissä merkkejä 1990-luvun viimeisinä vuosina.

Uudistushakkuiden muutos näkyy selvästi suomalaisessa metsämaisemassa. Vielä 1980-luvun alussa uudistusalat rajattiin useimmiten maastomuodon, kuten suon tai kankaan rajoja noudattaen. Perusteluna oli, että suurilta avohakkuualoilta puut saatiin hankintateknisesti helpommin korjatuksi kuin yksittäisiltä pieniltä uudistusaloilta. Metsähallituksen Pohjanmaan piirikunnan alueella suurin sallittu uudistusalan koko oli 1980-luvun alussa 50 ha.¹⁵⁶ Nykyisten ohjeiden mukaan suositeltava koko on 2—10 ha.^{52, 127, 128} Suosituksilla onkin ollut selvä vaikutus uudistusalan kokoon, mikä Pohjois-Suomessa valtion maille uudistusalan keskikoko oli vuonna 1998 keskimäärin 6,6 ha.¹⁸¹ Vastaavasti yhdestä paikasta maan pinnan tasosta katsottuna näkemän keskikoko oli enää vain 3,5 ha. Tähän on päästy muuttamalla uudistusalan rajauksen muotoa, sekä jättämällä käsittelemättömiä metsikön osia ja säästöpuuryhmiä. Etelä-Suomessa muutos on ollut pieni: alueen yksityismetsissä uudistusalojen keskikoko on ollut 1—3 ha koko sodanjälkeisen ajan. Mutta säästöpuut, sekametsät ja uudistusalojen pienipiir-

teisempi rajausta tuottavat sielläkin toisenlaista jälkeä.

Arvokkaiden luontokohteiden säästäminen on myös vähentänyt yhtenäisten uudistusalojen tekemistä.¹²⁶ Myös reunametsän siemennys, sekä riistan ja muiden eläinten elinympäristön ja maiseman hoitaminen ovat tulleet uudistamisalan rajauksen perusteiksi. Yksittäisten metsiköiden lisäksi maisema- ja luontoarvoja voidaan tarkastella ja hoitaa tilan, metsälön ja metsäalueen tasolla. Metsähallitus laatii hallitsemilleen valtionmaille alue-ekologisia suunnitelmia, joissa suojelualueiden väliin jätetään hakkaamattomia osia muodostamaan ekologisia käytäviä. Ekologiset käytävät ohjaavat siten osaltaan uudistusalojen rajausta. Niiden käyttöä tulisi edelleen kehittää, jotta ne osaltaan edistäisivät myös vesiensuojelulle asetettujen tavoitteiden toteutumista.

Lähes kaikki organisaatiot ovat luopuneet aukauksesta maanmuokkauksessa. Kulutusta suositetaan luonnonhoidollisista syistä. Keskeiseksi periaatteeksi on tullut maanmuokkaus mahdollisimman keveillä menetelmillä, jossa otetaan huomioon kasvupaikan pienpiirteisyys ja ympäristövaikutusten minimointi. Yleisimmin käytössä oleviksi menetelmiksi ovat vakiintuneet äestys ja matala mätästys. Myös laikutuksen osuus on nykyisin aikaisempaa suurempi.



Valokuva 22.3 Ekologiset käytävät jakavat uudistusalan pienempiin osiin.

3. Metsänuudistamisen tavoitteet ja tulokset

31. Metsänomistaja tavoitteiden asettajana

Heimo Karppinen

Taustaa

Viime vuosikymmenen kehitys merkitsi suuria muutoksia metsänomistajien toimintaympäristössä. Metsänuudistamiseen liittyvissä säännöksissä ja suosituksissa tapahtui lukuisia muutoksia, jotka saattavat vähentää metsänomistajien halukkuutta hyvän metsänhoidon tavoitteiden mukaiseen metsänuudistamiseen. Metsänviljelykulut kattava pakollinen vakuustalletus poistettiin ja metsäverojärjestelmä uudistui. Perinteisen pinta-alapohjaisen verotuksen vaihtoehdoksi tuli metsän myyntituloverotus, joka ei tarjoa suoranaisia uudistamiseen ja taimikonhoitoon liittyviä kannustimia.

Metsänomistajakunnan rakenne muuttuu jatkuvasti. Muuttoliike Etelä-Suomeen ja paikallisiin kasvukeskuksiin on vilkasta ja päätoimisten maatalousyrittäjien määrä vähenee edelleen selvästi. Metsänomistuksen rakennemuutos ilmenee mm. tilalla asumisen vähenemisenä, maanviljelijöiden osuuden pienentymisenä,



Valokuva 31.1 Tyypillinen metsänuudistaja ei ole enää maatilan isäntä.

metsänomistajien ikääntymisenä ja kaupunkilaistumisena.⁷⁵ Rakennemuutoksen ohessa myös metsänomistajien tavoitteet muuttuvat.⁷⁴ Metsänuudistamisen tulokset ovat huonontuneet. Osasyynä tähän on saattanut olla halu välttää avohakkuita ja metsänviljelyä silloinkin, kun viljely olisi ollut tarkoituksenmukaisinta. Metsänomistaja on ehkä halunnut turvata metsän monimuotoisuutta tai välttää maiseman äkillisiä muutoksia. Tilannetta pahensi 1990-luvulla myös neuvonnan resurssien supistuminen, mikä Kansallisen Metsäohjelman 2010:n myötä on nyttemmin saatu pysäytettyä.

Metsän uudistaminen pätehakkuun jälkeen on kuitenkin edelleen lakisääteinen kestävä metsätalouden kulmakivi. Mutta uudistaisivatko metsänomistajat metsänsä yhtä hyvin kuin nyt, ellei laki niin vaatisi? Onko metsänomistajien uudistamismotiivaatio heikentynyt muuttuneessa tilanteessa? Entä mitä metsänomistajat tavoittelevat uudistamalla metsänsä: onko kannustimena tuottavan metsän jättäminen perinnöksi vai hyvin hoidetusta metsämaasta mahdollisesti saatava parempi hinta? Seuraavassa esitetään ennakkotuloksia Metsäntutkimuslaitoksessa käynnissä olevasta tutkimuksesta, jossa selvitetään metsänomistajien uudistamismotiiveja ja uudistamistavan valintaa. Tulokset perustuvat vuonna 1999 tehtyyn valtakunnalliseen postikyselyyn, johon vastasi noin 4 800 omistajaa (vastausprosentti 57).

Uudistamismotiivit

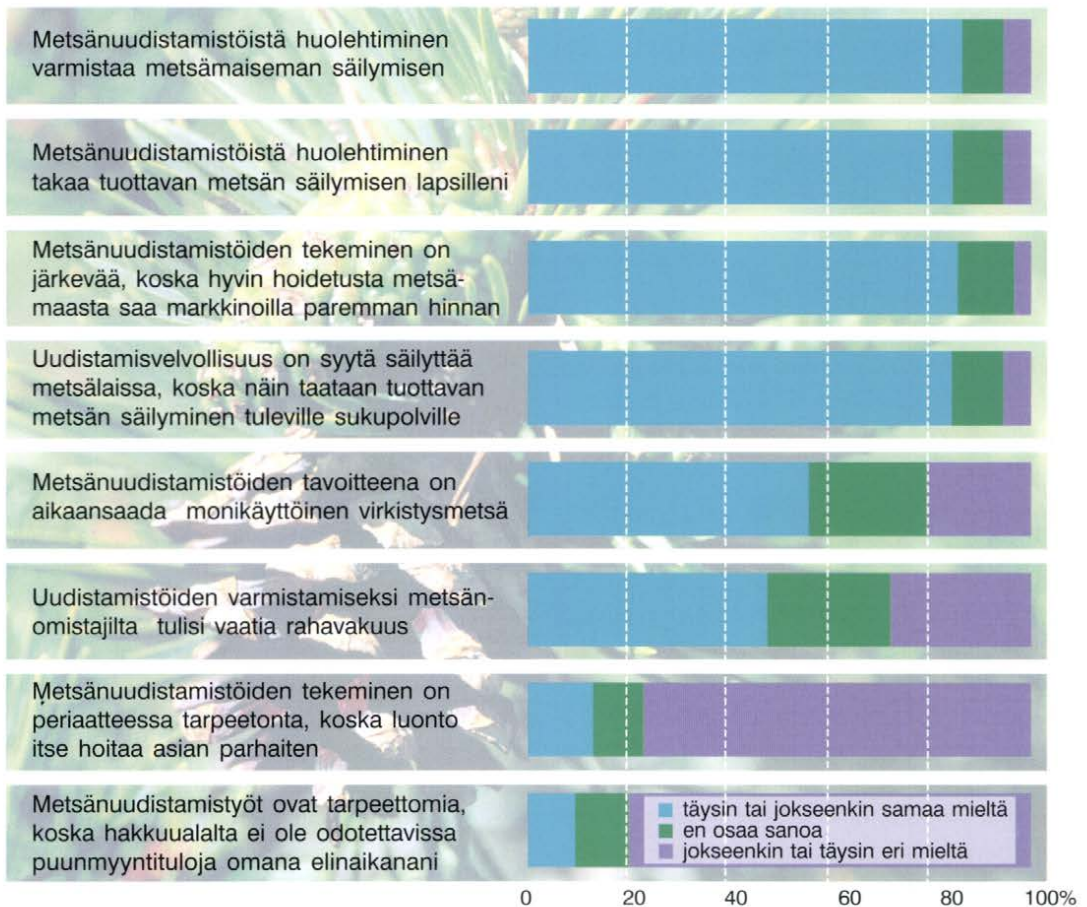
Yksityismetsien uudistaminen ei näytä olevan pelkästään metsälain uudistamisveloitteen varassa. Metsänomistajilla on yleensä useita tavoitteita uudistamiselle (kuva 31.1). Metsämaaiseman säilyttämistä tulevaisuudessa ja tuottavan metsän säilymistä lapsille pitää tärkeänä

yli neljä viidesosaa metsänomistajista. Niin ikään yhtä suuri osa omistajista uskoo uudistamisen huolellisen toteuttamisen nostavan metsämaan hintaa. Metsänuudistamisen tavoitteena on melko usein myös monikäyttöinen virkistymetsä.

Metsänomistajaryhmien välillä on eroja uudistamismotiiveissa, mutta erot eivät ole suuria. Metsämaiseman merkitys metsänuudistamisen motiivina on – ehkä yllättävästi – jonkin verran vähäisempi ylioppilastutkinnon suorittaneiden ja kaupunkilaisomistajien (kaupungit yli 20 000 as.) keskuudessa. Tuottavan metsän säilyttäminen lapsille korostuu hieman metsäalalla työskentelevien keskuudessa ja sen merkitys lisääntyy myös metsälön koon kasvaessa.

Suurkaupunkilaiset (yli 100 000 as.) painottavat perintönäkökulmaa keskimääräistä vähemmän. Metsäalalla työskentelevät korostavat uudistamisen metsämaan hintaa nostavaa vaikutusta ja virkistysnäkökohtia hieman muita omistajaryhmiä enemmän. Viimeiseksi mainitun tavoitteen merkitys on keskimääräistä vähäisempi ylioppilastutkinnon suorittaneiden ja suurkaupunkilaisten keskuudessa.

Selvä enemmistö metsänomistajista pitää uudistamistöitä tarpeellisena. Yli kymmenesosa metsänomistajista kuitenkin katsoo uudistamisen hoituvan itsestään. Joka kymmenes ei pidä uudistamista tarpeellisena, koska hakkuualalta ei saada puunmyyntituloja omana elinaikana (kuva 31.1). Näihin kahteen ryhmään kuu-



Kuva 31.1 Metsänuudistamismotiivit yksityistiloilla.

luvut vain osittain samat omistajat, joten uudistamistöitä tarpeettomina pitävien joukko on hieman suurempi kuin kumpikin ryhmä erikseen. Kymmenesosakin omistajista on paljon, mikäli tällaiset asenteet johtavat uudistamistöiden huonoon toteuttamiseen tai niiden viivästymiseen. Niin ei kuitenkaan välttämättä käy. Uudistamistöiden tekeminen on kyllä yleisempää niiden omistajien keskuudessa, jotka kokevat uudistamisen perustelluksi ja joilla on selkeät tavoitteet uudistamisen suhteen. Toisaalta uudistamista tarpeettomana pitävillä metsänomistajilla ei useinkaan ole käytännön kokemuksia uudistamisesta.

Uudistamistöiden tekemistä tarpeettomana pitävät metsänomistajat ovat hieman keskimääräistä useammin naisia, eläkeläisiä, vähän koulutusta saaneita ja perikunnan jäseniä. Vaikka tällaiset asenteet eivät monestikaan heijastu käytännön toiminnassa, kannattaisi neuvonnassa kohdistaa erityistä huomiota näihin omistajaryhmiin.

Uudistamisen varmistaminen

Metsälaki velvoittaa siis metsänuudistamiseen päteväksi jälkeen. Metsänomistajalta vaadittiin 1990-luvun alkuun saakka avohakkuun yhteydessä pakollinen rahavakuus, jonka tarkoituksena oli varmistaa uudistamistöiden suorittaminen.

Huomattava enemmistö, yli neljä viidesosaa metsänomistajista, kannattaa uudistamisvelvollisuuden säilyttämistä metsälaissa (kuva 31.1). Uudistamisvelvollisuuden kannatus on hieman vähäisempää naisten kuin miesten keskuudessa. Pakollisen vakuustalletuksen palauttamisen kannalla on vain puolet vastaajista. Rahavakuuden palauttamisen kannatus on hieman vähäisempää naisten, akateemisesti koulutettujen ja suurkaupunkilaisten keskuudessa. Nämä omistajaryhmät näyttävät siis jossain määrin vierastavan yhteiskunnan holhousta. Metsäalalla työskentelevät kannattavat rahavakuuden palauttamista keskimääräistä useammin.

Menetelmien valinta

Lainsäädännön muutokset sekä painotukset metsänhoitosuosituksen luonnonmukaisuuteen lisäävät uudistamismenetelmän valintaan vaikuttavien tekijöiden tuntemisen tärkeyttä. Metsänuudistamistavan valintaan vaikuttavat ennen kaikkea kasvupaikka ja sen olosuhteet. Jos metsänomistajat voisivat valita mieluisimman uudistamismenetelmän vapaasti, kaksi kolmesta (62 %) päätyisi luontaiseen uudistamiseen. Keinollisen uudistamisen kannalla olisi noin neljäsosa omistajista (24 %). Kantaansa ei ilmoita 14 prosenttia vastaajista.

Yksityismetsien uudistamisalasta uudistettiin luontaisesti vuonna 1998 kuitenkin vain 26 prosenttia. Kylvön osuus oli 22 prosenttia ja yli puolet (52 %) uudistusala istutettiin.⁸⁹ Luontaista uudistamista tehdään siis vain murto-osa siitä määrästä, mihin olisi haluja, jos se olisi käytännössä mahdollista.

Metsänomistajat näyttävät tutkimuksen mukaan olevan melko hyvin perillä valitsemansa uudistamismenetelmän eduista ja haitoista muihin menetelmiin verrattuna (taulukko 31.1). Osa vastausvaihtoehdoista kuvaa tosin uskomuksia (esim. syntyvän puuston hyvä laatu), jotka voidaan liittää useampaankin menetelmään. Metsänomistajien mielestä avohakkuu ja istutusketju tuottaa taimikon nopeasti ja luontainen uudistaminen on parhaimmillaan suhteellisen halpaa ja vaatii vähän työtä. Niin ikään kylvön katsotaan olevan edullinen menetelmä, joka vaatii vähän työtä. Metsänomistajat tuntevat myös valikoitujen siementen ja luontaisen taimiaineksen käytön mahdollisuudet viljelyssä.

Luontaista uudistamista pidetään maiseman kannalta parempana kuin viljelyä. Luontaiseen uudistamiseen liitetään myös luonnonmukaisuus. Lisäksi on merkille pantavaa, että kylvö mielletään selvästi luonnonmukaisemmaksi kuin istutus. Istutusta ja kylvöä pidetään uudistamisen onnistumisen suhteen jossain määrin varmempina menetelminä kuin luontaista uudistamista.

% metsänomistajista	Avohakkuu ja istutus	Avohakkuu ja kylvö	Luontainen uudistaminen
Syntyvän puuston laatu on hyvä	72	94	89
Taimikko syntyy nopeasti	95	55	35
Uudistamiskustannukset ovat pienet	26	77	89
Voi käyttää valikoituja siemeniä ja taimia	83	85	19
Maisemalliset seikat puoltavat	37	31	76
Menetelmä on luonnonmukainen	24	71	95
Työmäärä on vähäinen	21	75	81
Uudistuminen on varmaa	86	78	66

Muina syinä mainittiin mm. perinne, sekametsään pyrkiminen, erikoispuiden kasvatusta, metsä vanhaa, polttopuun saanti sekä paikalle sopeutuneen puuston säilyminen.

Taulukko 31.1 Uudistamismenetelmävalinnan perustelut.

Metsänviljelyn kannatus on Pohjois-Suomessa vähäisempää kuin maan eteläpuoliskossa. Luontaisen uudistamisen valitsisi sen sijaan noin kaksi kolmesta metsänomistajasta kummallakin alueella. Vertailua vaikeuttaa kantansa ilmaisevien suurempi osuus pohjoisessa. Naiset suhtautuvat kielteisemmin viljelyyn kuin miehet. Luontaisen uudistamisen kannatuksessa ei ole eroa, mutta naisten näyttää olevan miehiä vaikeampaa ottaa kantaa uudistamismenetelmään. Metsäammatissa toimiminen näyttää odotetusti lisäävän keinollisen uudistamisen hyväksyttävyyttä, jonka suosio näyttää lisääntyvän myös metsälön koon kasvaessa. Maatalousyrittäjät suhtautuvat keskimääräistä suopeammin ja suurkaupunkilaiset keskimääräistä kielteisemmin keinolliseen uudistamiseen. Vakinaisesti tilallaan tai samassa kunnassa asuvat valitsivat hieman useammin istutuksen tai kylvön.

Vaikka metsänomistajien asenteet näyttävät suosivan luontaista uudistamista, heidän oma käytännön kokemuksensa uudistamisesta lisää

nimenomaan viljelyn hyväksyttävyyttä. Tämä ei ole yllättävää, koska valtaosa aloista uudistetaan istuttamalla tai kylvämällä.

32. Metsänuudistamisen taloudellisuus

Lauri Valsta

Metsänuudistamisen taloudelliset tavoitteet nousevat metsänomistuksen kokonaisuudesta: metsänomistaja tai metsän käsittelystä päättävä pyrkii hoitamaan metsää niin, että siitä saatava hyöty on mahdollisimman suuri. Toisille tuoton maksimointi on tärkeää ja toiset ehkä tekevät metsissään vain vähemmän, mitä laki määrää. Tavoitteet vaihtelevat myös elämäntilanteen mukaan. Metsänuudistamisen talouden kannalta on perusteltua tarkastella päätöksiä ensin puhtaasti rahataloudellisesti ja sen jälkeen ottaa huomioon muut päätöksentekoon vaikuttavat tekijät. Päätehakkuihin ajoitus ja uuden metsän synnyttämiseksi käytetyt panokset ovat tärkeimmät uudistamiseen kuuluvat päätökset.



Valokuva 32.1 Metsä tuottaa tasaisemmin kuin esimerkiksi arvopaperit.

Päätehakkuun ajoitus

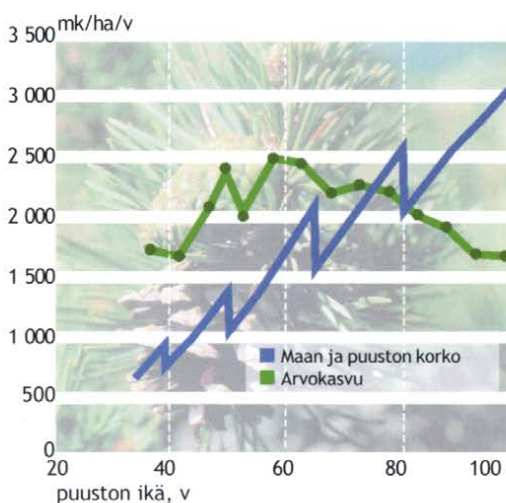
Maata ja puustoa voidaan pitää metsänkasvattajan tuotantovälineinä. Puunkasvatukseen **sijoitettu pääoma** koostuu siten **puuston arvosta** ja **maan arvosta**, joista jälkimmäinen on huomattavasti pienempi. Maan arvo edustaa tulevien puusukupolvien nettotuottoa.

Taloudellisin perustein metsää hoitava omistaja pyrkii saamaan pääomalle suurimman tuoton. Kun metsänomistajalla on pääomasijoituksia, hän saa pääomamarkkinoilla korkoa. Taloudellista hyvinvointia tavoitteleva metsänomistaja odottaa vastaavaa tuottoa metsäpääomalleen. Jos omistajalla on lainaa, hänen kannattaa käyttää lainan lyhentämiseen sellainen pääoma, joka tuottaa vähemmän kuin mitä on lainan korko. Laskennassa on huomioitava verotuksen mahdollinen vaikutus.

Puuston tuottaman arvonlisäyksen ja pääoman suhde on yksi tärkeimmistä perusteista päätehakkuun kannattavimmalle ajankohdalle. Päätehakkuun ajoituksen taloudellinen periaate on esitetty kuvassa 32.1. Puuston ja maan arvojen summalle lasketaan korko metsänomistajan tuottovaatimuksen mukaan. Puuston arvo lasketaan joko **kantohinta-arvona** tai tienvarsiarvosta vähentämällä korjuukustannukset.

Maan arvo lasketaan diskonttaamalla vähintään yhden kiertoajan tulot ja menot metsikön

perustamishetken ja laskemalla niiden erotus. Diskonttauksessa käytetään samaa **korkokantaa** kuin metsänomistajan tuottovaatimus. Vartuneissa metsissä pääoman korko kasvaa puuston määrän ja puiden arvon kasvaessa, kun metsä ikääntyy. Taloudellinen uudistamiskä saavutetaan kohdassa, jossa arvokasvun sekä maan ja puuston korot ovat yhtä suuret. Tällä kiertoajalla pääomalle saatu (diskontattu) kokonaistuotto on suurin.



Kuva 32.1 Sijoitetun pääoman (maa ja puusto) vuotuinen korko 3 %:n mukaan suhteessa arvokasvuun VT-männikössä.

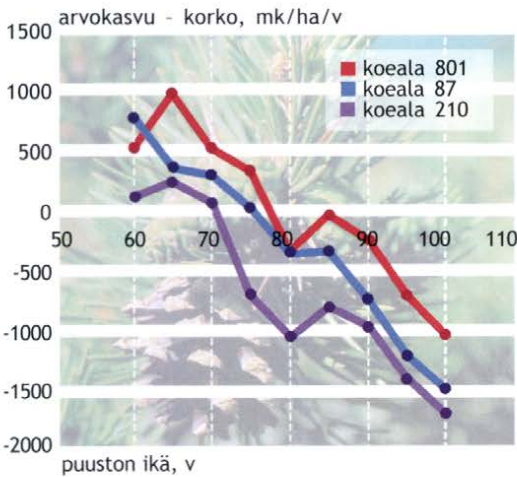
Puuston arvokasvu määritetään kahden ajankohdan hakkuuarvojen erotuksena. Molemmat arvot lasketaan kantohinta-arvoina sen mukaan, että puusto avohakattaisiin. Puuston arvokasvu alenee jonkin verran heti harvennuksen jälkeen johtuen puustopääoman pienentymisestä, mutta nousee uudelleen myöhemmin nuorehkoissa metsiköissä. Se nähdään kuvassa 32.1 harvennusten iänkohdilla (39, 50, 65 ja 80 vuotta). Samalla kun harvennukset alentavat arvokasvua, ne myös pienentävät sijoitetun pääoman määrää ja samalla myös korkokustannusta, ja uudistaminen siirtyy hieman myöhemmäksi.

Miten kiertoajan pituus sitten vaikuttaa tuottoihin? Paljonko tulee tappiota, jos poiketaan

optimista? Asiaa voidaan tarkastella laskemalla arvokasvun ja sijoitetun pääoman koron erotukset eri iänkohdilla (kuva 32.2).

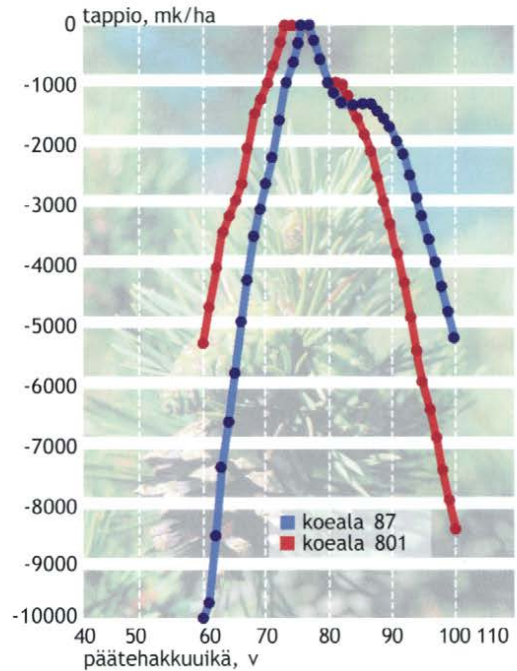


Valokuva 32.2 Lehtomaisen kankaan kuusikko on uudistuskypsä jo 70-vuotiaana.



Kuva 32.2 Arvokasvun ja sijoitetun pääoman koron erotus vuotta kohden eteläsuomalaisissa männiköissä sijaitsevilla koemetsiköissä. Vuotuinen tappio on sitä suurempi, mitä kauempana edullisimmasta kiertoajasta ollaan. Tappio jokaista vuotta kohden suurenee keskimäärin 55 mk/ha vuodessa. Kokonaistappio syntyy vuosittaisten tappioiden summana (Kuva 32.3).

Monet tekijät voivat kuitenkin puoltaa poikkeamista yksittäisen metsikön taloudellisesti edullisimmasta kiertoajasta. Samaan puukauppaan on usein kannattavaa kerätä useampia metsiköitä. Pienissä metsälöissä puuta ei myydä ollenkaan joka vuosi. Kantohintojen vaihteluiden huomioon ottaminen voi myös siirtää uudistamisvuotta. Mikäli metsälön ikäjakauma on epätasainen, halutaan uudistuspinta-alaa ehkä jaksaa pidemmälle ajanjaksolle. Tämä voi olla tavoiteltavaa etenkin silloin, kun metsänomistaja voi itse osallistua metsänhoitotoihin ja vuotuiset työmäärät halutaan pitää kohtuullisina.



Kuva 32.3. Kumulatiivinen tappio (mk/ha) poikettaessa taloudellisesti edullisimmasta kiertoajasta. Kuvasta nähdään, että koelajien välillä on jonkin verran eroa siinä, kuinka nopeasti tappio kasvaa edullisimmasta kiertoajasta poikettaessa. Erot johtuvat arvokasvun erilaisesta kehityksestä, jonka taustalla on puuston rakenne ja kasvupaikka. Kuvan lukuja voi verrata mahdollisiin muihin hyötyihin tai haittoihin, mitä taloudellisesti edullisimmasta kiertoajasta poikettaessa mahdollisesti syntyy.

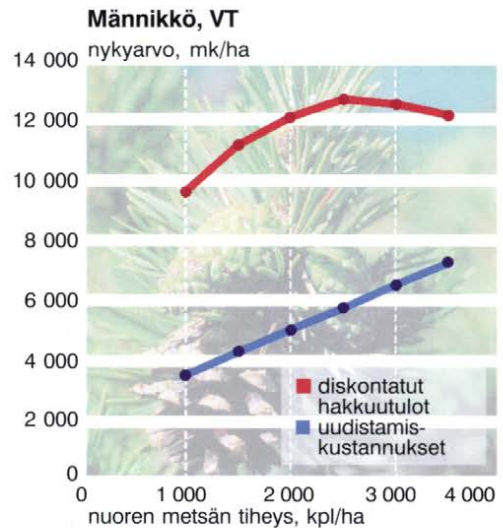
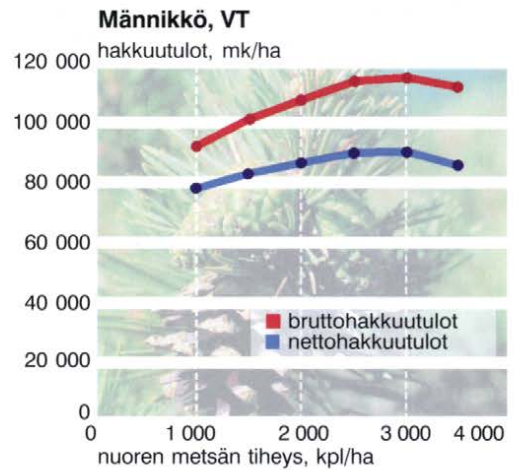
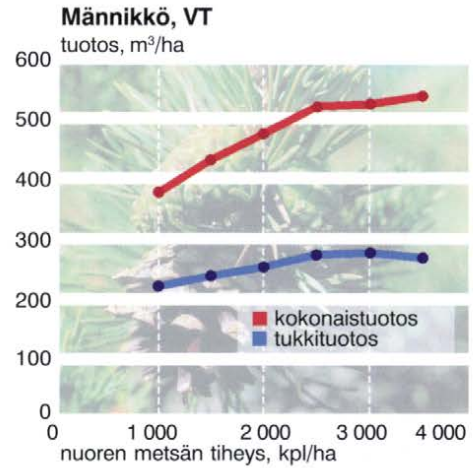
Perustamisinvestointi

Uudistamismenetelmän valinnassa ennakoituiden uudistamiskustannukset ovat tärkeä päätettävä asia. Ne ovat investointi tulevaisuuden puuntuotantoon. Kuten taloudellisessa toiminnassa on tyypillistä, tuotot lisääntyvät aluksi voimakkaasti investointia suurennettaessa, mutta myöhemmin jokainen investoitu lisämärkä tuottaa yhä vähemmän lisätuloa. Uudistamisinvestoinnilla on siis optimaalinen suuruus, jota pienemmät tai suuremmat investoinnit antavat alemman nettotuoton. Investointien kannattavuutta voidaan tarkastella niiden antamien nettohyökyarvojen perusteella. Vaihtoehdon nykyarvo lasketaan diskonttaamalla kiertoajan tulot ja kustannukset kiertoajan alkuun samalla korkoprosentilla.

Keskeiset edullisimman investoinnin suuruuteen vaikuttavat tekijät ovat puulaji, kasvupaikka, korkokanta, uudistamismenetelmä ja viljelytiheys. Puutavaran laatueroja ja uudistamismenetelmien varmuus voivat myös vaikuttaa investoinnin suuruuteen. Kasvupaikan suhteen tiedetään, että mitä viljavampi kasvupaikka, sitä enemmän kannattaa uudistamiseen uhrata resursseja, koska tuototkin ovat suuremmat. Korkokannan suhteen puolestaan pätee, että mitä korkeampi korkokanta, sitä vähemmän kannattaa investoida uudistamiseen, koska suuri korkoprosentti korostaa kiertoajan alussa maksettavia kustannuksia ja pienentää sen lopussa saatavien päätehakkuutulojen arvoa.

Kuinka tiheään metsään uudistamisessa kannattaa pyrkiä? Uudistamisinvestoinnin suuruuden vaikutus kannattavuuteen selviää vertailemalla puuston eri tiheyksien antamia tuloja ja tiheyden synnyttämiseen vaadittavia kustannuksia. Malleihin^{45, 236} perustuvilla laskelmilla havainnollistetaan tilannetta VT-männikössä tiheysalueella 1 000–3 500 kpl/ha (kuva 32.4). Malleissa on otettu huomioon tiheyden ja harvennus-

Kuva 32.4 Nuoren metsän tiheyden vaikutus tuleviin tuloihin ja kustannuksiin, korkokanta 3 %. Oletuksena on, että taimikonhoito on tehty ajallaan.



ten vaikutus puutavaralajien tuotokseen sekä tukkipuiksi kelpaamattoman järeän puun määrään.

Kuvista nähdään, että metsikön kiertoajan mukainen puuntuotos kasvoi vain vähän sen jälkeen, kun taimikonhoidon jälkeinen tiheys ylitti 2 500 kpl/ha. Tukkipuun tuotos kasvoi vain vähän tiheyden lisääntyessä, koska lisärungot jäivät pieniksi.¹³⁶ Hakkuutulot olivat suurimmat tiheydellä 3 000 kpl/ha, joskin korjuukustannuksien huomioon ottaminen (nettohakkuutulot) tasoitti tiheysien välisiä eroja.

Lopulliset taloudelliset päätelmät voidaan tehdä vertaamalla diskontattuja hakkuutuloja ja uudistamiskustannuksia. Pelkät diskontatut hakkuutulot olivat suurimmat tiheydellä 2 500 kpl/ha. Kuvan mukaiset uudistamiskustannukset toteutuvat, jos oletetaan metsikkö perustettavaksi istuttaen pieniä taimia ja että suuremmat taimikonhoidon jälkeiset tiheydet ovat edellyttäneet myös suurempia perustamiskustannuksia. Uudistamiskustannuksia kuvaavan suoran jyrkkyys ja taso riippuvat koko uudistamisketjun kustannuksista. Luontaisen uudistamisen tapauksessa tiheys ei välttämättä vaikuta ollenkaan kustannuksia lisäävästi (laskelmissa esitetyt tuotokset eivät kuitenkaan soveltune luontaisesti uudistetuille metsiköille). Esitetyillä uudistamiskustannuksilla edullisin tiheys on noin 2 000 kpl/ha taimikonhoidon jälkeen. Kyseinen tiheys edellyttää kuitenkin suurempaa viljelytiheyttä taimien kuolleisuuden huomioon ottamiseksi. Uudistamisaloilla, joilla pintakasvillisuuden kilpailu on voimakkaampaa, joudutaan vastaavan tiheyden aikaansaamiseksi investoimaan enemmän. Tällöin edullisimmat tiheydet taimikonhoidon jälkeen sijoittuvat välille 1 000–2 000 kpl/ha.

Tässä esitettyjen laskelmien tuloksia ei ole syytä pitää kaikille metsänomistajille kaikissa tilanteissa pätevinä sääntöinä. Pikemminkin ne ovat esimerkkejä ajattelu- ja laskentatavan havainnollistamiseksi ja eri tekijöiden vaikutuksen suuruusluokan arvioimiseksi. Laskelmien tulokset riippuvat aina hyvin vahvasti niiden perustana käytetyistä kustannuksista, korois-

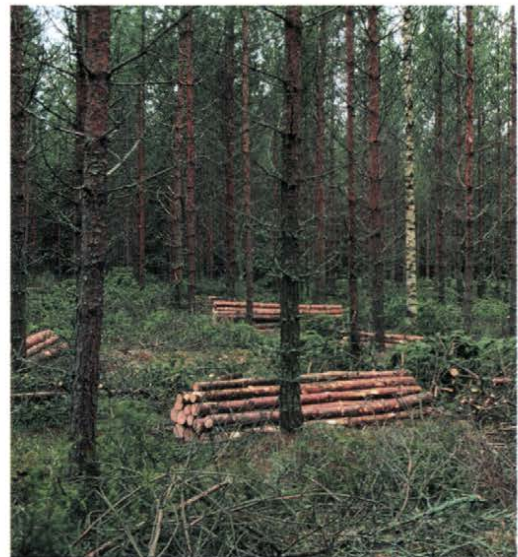
ta, luontaisten taimien syntymisen ja metsiköiden puuntuotoksen ennusteista, laatuapuun osuuden arvioista, puun laadun vaikutuksesta hintoihin, puutavaralajien hintasuhteista ja niin edelleen. Siksi käytännön toiminnassa on joudutaan punnitsemaan, mitä tekijöitä omistaja tai päätöksentekijä pitää merkitsevinä ja miten ne vaikuttavat tuloksiin.

33. Taimikon puuntuotannollinen arvo

Jari Hynynen

Puuntuotannollisen arvon tekijät

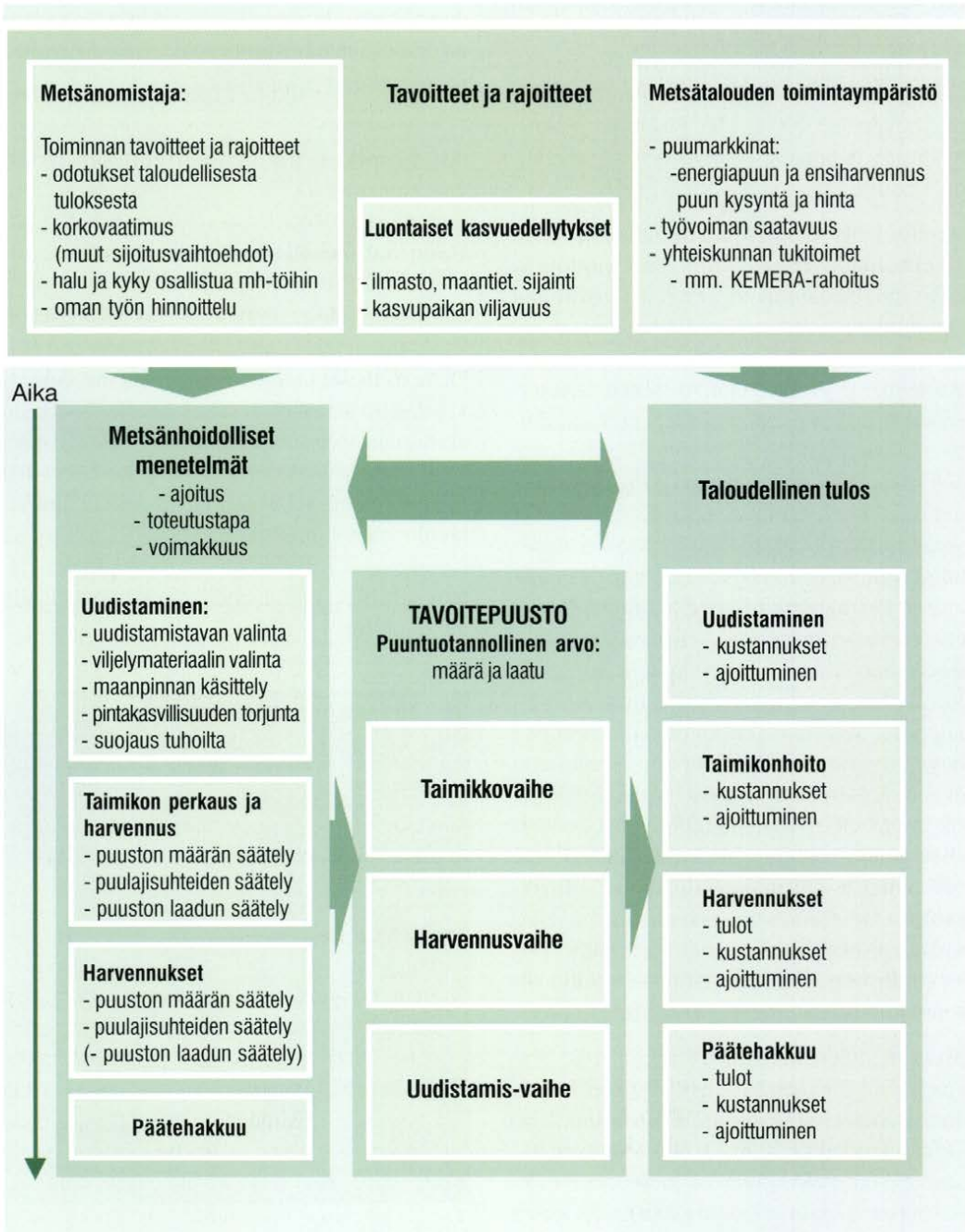
Uudistamisen ja taimikonhoidon tuloksena aikaansaadun taimikon arvo määräytyy sen mukaan, millaiset tavoitteet asetetaan metsänkasvatukselle ja koko metsätaloudelle. Nykyisin useimmilla metsänomistajilla niihin kuuluu puun tuottamisen lisäksi ekologisen kestävyuden ylläpitäminen, sekä luonnonsuojeluun, maisemanhoitoon ja metsän monikäyttöön liittyviä tavoitteita. Tässä tarkastelussa rajoitetaan kuitenkin vain puuntuotannollisiin ja taloudellisiin näkökohtiin.



Valokuva 33.1 Taimikonhoidon tuloksena puut ovat isoja ja ensiharvennus kannattavaa.

Uudistamiseen ja taimikon kasvatukseen liittyvät hakkuut ja metsänhoitotyöt tulisi tämän ajattelutavan mukaan nähdä osana kasvatusketjua, jossa tehdyllä (tai tekemättömällä) toi-

menpiteellä on suorat vaikutukset sitä seuraaviin toimenpiteisiin, niiden ajoittamiseen, kustannuksiin ja tuloihin. Kasvatusketjun alkuvaiheessa tehtävien töiden merkitys on koko kas-



Kuva 33.1 Taimikon puuntuotannollisen arvon määräytymiseen vaikuttavat tekijät.

vatusketjun kannalta erityisen tärkeä, sillä niiden vaikutukset ulottuvat koko kiertoajalle tai sen ylikin. Uudistamis- ja taimikonhoitopäätöksillä voidaan luoda edellytykset kannattavaan puuntuotantoon – tai pilata ne. Esimerkiksi taimikonharvennus mahdollistaa ensiharvennuksen myöhäistämisen, jolloin ensiharvennuksen poistuman järeys on suurempi, mikä taas vähentää korjuukustannuksia, lisää hakkuutuloja ja parantaa harvennuksen kannattavuutta. Ensiharvennuksen ajankohta puolestaan vaikuttaa siihen, kuinka monta myöhempää harvennusta kiertoajan aikana tarvitaan ja miten ne ajoittuvat. Kuvassa 33.1 on esitetty tärkeimmät puuntuotannollisen arvon tekijät ja niiden yhteydet.

Tavoitetaimikot

Puuntuotannon kannalta hyvä taimikko, tavoitetaimikko, on määrällisesti ja laadullisesti optimaalinen puusto, joka

- antaa mahdollisuudet toteuttaa metsänkasvatukselle asetetut puuntuotannolliset ja taloudelliset tavoitteet
- hyödyntää kasvupaikan tarjoamat kasvu-edellytykset mahdollisimman hyvin.

On selvää, että ei ole olemassa yhtä tavoitetaimikon ja puuston mallia, koska metsänkasvatustajilla on erilaiset tavoitteet. Käytännössä ei myöskään voida aina vapaasti valita mihin pyritään. Metsänkasvatuksen tavoitteiden ja vaihtoehtojen valinnassa on otettava huomioon monet ulkoiset rajoitteet ja muut seikat, jotka vähentävät pelivaraa päätösten teossa ja niiden toteutuksessa.

Metsänomistajan arvostukset, kiinnostus ja mahdollisuudet vaikuttavat siihen, kuinka korkeaan metsänkasvatuksen tehokkuuteen on mahdollista ja järkevää pyrkiä. Jos metsänomistaja asuu lähellä metsäänsä ja pystyy itse viljelemään ja hoitamaan taimikkojaan, hänellä on parhaat edellytykset korkeatasoisen met-

sänkasvatuksen harjoittamiseen. Tavoiteltavaan metsänhoidon tasoon vaikuttavat edelleen yhteiskunnan tuki metsänhoitotöihin (asiantuntija- ja apu ja rahoitus), sekä paikkakunnan työllisyystilanne: onko hoitotöihin tarvittavaa työvoimaa tarjolla ja millaisin kustannuksin työt on mahdollista teettää.

Puumarkkinat vaikuttavat luonnollisesti siihen millaista puuta metsissä kannattaa kasvattaa. Hetkellisille hintavaihteluille ei kuitenkaan pidä antaa liikaa painoa. Esimerkiksi tukista maksettava korkea hinta ei tunnukaan niin tärkeältä, kun muistetaan, että tukkia saadaan metsiköstä vasta kymmenien vuosien kuluttua. Sen sijaan kuitu- tai energiapuun markkinatilanne saattaa jo vaikuttaa selvästi enemmän siihen, miten voimakkaasti ja milloin taimikkoa käsitellään, koska tulos näkyy tuloissa jo 10–20 vuoden kuluttua. Saattaa olla järkevää noudattaa varovaisuusperiaatetta eli kasvattaa metsää niin, ettei sulje pois mahdollisuutta muuttaa tavoitteita myöhemmin.

Luonnollisimman rajoitteen sille, mihin metsänkasvatuksessa on mahdollista pyrkiä, asettaa luonto itse. Tavoitetaimikko riippuu kasvupaikasta ja sen tarjoamista tuotantoedellytyksistä. Kasvupaikka ja maantieteellinen sijainti määräävät paljolti sen, mikä on puuntuotannollisesti ja taloudellisesti kannattavin puulaji. Ne rajoittavat myös sen vaihtelualueen, jonka puitteissa vaihtoehtoisia kasvatusketjuja ja kasvatusmenetelmiä voidaan harkita.

Vaikuttamiskeinot

Parhaat mahdollisuudet vaikuttaa taimikon puuntuotannolliseen arvoon on jo uudistamisvaiheessa. Uudistamismenetelmän valinnalla syntyvän taimikon arvoon voidaan jo vaikuttaa huomattavasti. Esimerkiksi valinta luontaisen uudistamisen, kylvön tai istutuksen välillä vaikuttaa sekä odotettavissa olevien kustannusten että tulojen ajoittumiseen, puuston laatuun ja tasaisuuteen. Myös viljelymateriaalin valinta vaikuttaa sekä puun laatuun että kasvunopeu-

teen. Niin ikään muut uudistamisen yhteydessä tehtävät metsänhoidolliset toimet, kuten maanpinnan käsittely, pintakasvillisuuden torjunta tai taimien suojaus tuhoilta vaikuttavat siihen, saadaanko aikaiseksi tavoitteeksi asetetun kaltainen taimikko.

Taimikonhoidon avulla voidaan säädellä puuston tiheyttä ja puulajikoostumusta. Se, miten paljon niillä voidaan kohottaa taimikon puuntuotannollista arvoa ja millainen pelivara taimikon perkauksen ja harvennuksen toteutuksessa on, riippuu taimikon aikaisemmasta käsittelystä, kuten uudistumisen onnistumisesta ja mahdollisista tuhoista.

Taimikon rakenne ja käsittely

Puulajisuhteet

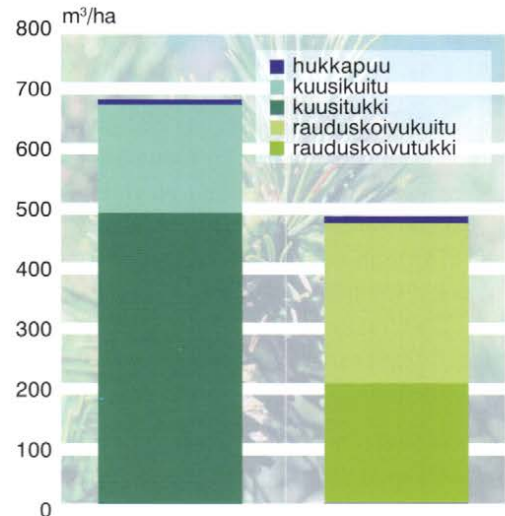
Ensimmäinen taimikon puuntuotannolliseen arvoon vaikuttava päätös on kasvatettavan pääpuulajin ja sekapuulajien valinta. Päätös voidaan tehdä jo uudistushakkuuta suunniteltaessa. Valinnan raamit määrää kasvupaikka, mutta muuten yksiselitteisiä ja yleispäteviä suosituksia on mahdoton antaa. Päätös siitä, mikä on kannattavin kasvatettava pääpuulaji ja muiden puulajien osuudet kullakin kasvupaikalla, vaihtelee tapauskohtaisesti. Kun tavoitteena on korkea tuotos, on päätöstä tehtäessä syytä ottaa huomioon mm. seuraavat seikat:

- Millä puulajilla on odotettavissa suurin ja arvokkain puuntuotos?
- Mitkä riskit puulajin kasvattamiseen liittyvät?
- Kuinka suuret ovat metsikön perustamis- ja taimikonhoitokustannukset?
- Milloin ja miten paljon on odotettavissa tuloja?
- Mitä muita kuin taloudellisia arvoja puulajin kasvattamiseen liittyy?

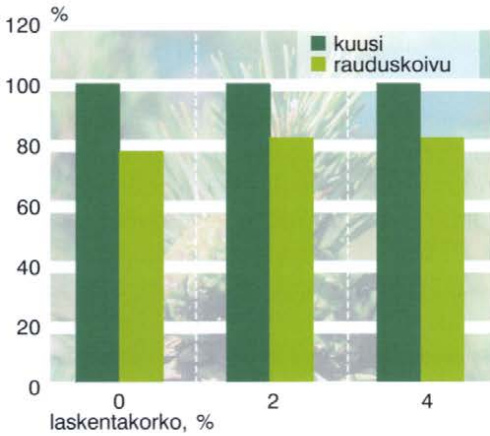
Nykyisillä puun hintasuhteilla kannattavin kasvatettava puulaji kuivahkoilla kankailla on mänty, tuoreilla kankailla joko kuusi, rauduskoivu tai mänty. Lehtomaisilla ja sitä viljavammilla mailla valinta tehdään yleensä kuusen ja rauduskoivun välillä. Viljavilla mailla jokin muu lehtipuu saattaa myös olla varteenotettava vaihtoehto. Esimerkiksi haavan kasvatuksen kannattavuus on parantunut eteläisimmässä Suomessa sen jälkeen, kun sitä ryhdyttiin käyttämään paperiteollisuuden raaka-aineena.⁴⁴

Kuvissa 33.2 ja 33.3 on esitetty taloudellinen vertailu puhtaan kuusikon ja puhtaan rauduskoivikon välillä Etelä-Suomen lehtomaisella kankaalla. Tulokset perustuvat laskelmaan, jossa on sovellettu vuoden 1999 keskimääräisiä kantohintoja ja uudistamis- ja metsänhoitokustannuksia. Se osoittaa, että kuusikko tuottaa koivikkoa paremmin.

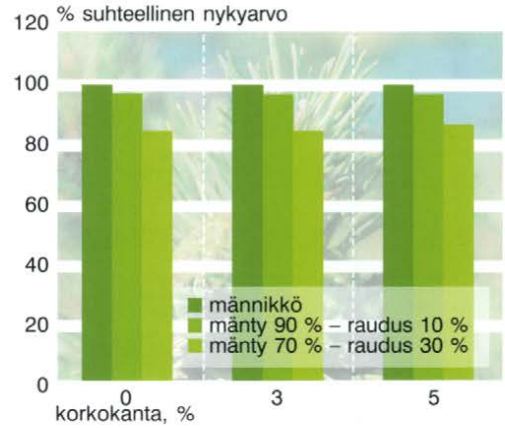
Lehtipuuston kasvattaminen sekapuuna havupuuvaltaisissa metsiköissä on jo vakiintunut metsänhoidollinen menetelmä, jonka on katsottu palvelevan ekologisen kestävyuden ja luonnon monimuotoisuuden ylläpitämiseen sekä maiseman- ja riistanhoitoon liittyviä tavoitteita.⁵²



Kuva 33.2 Kuusen ja rauduskoivun kokonaistuotokset eteläsuomalaisen lehtomaisen kankaan metsikössä. Kuusen kiertoaika 85 v., rauduskoivun kiertoaika 60 v.



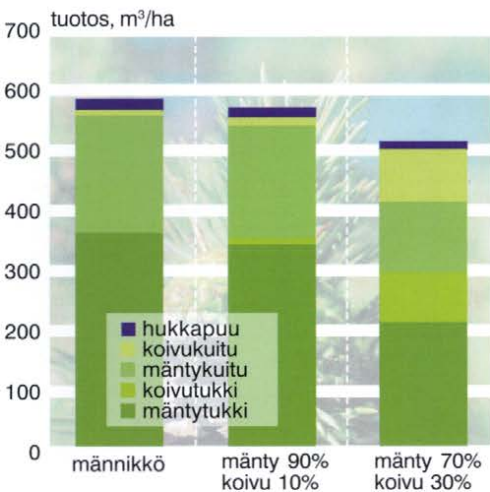
Kuva 33.3 Kuusen ja rauduskoivun kasvatuksen suhteellisten nettotulojen nykyarvot eteläsuomalaisen lehtomaisen kankaan metsikössä eri laskentakorkokannoilla (0, 2 ja 4 %). Vertailutasona kuusen kasvatusvaihtoehto (arvo 100). Laskelmassa on sovellettu vuoden 1999 keskimääräisiä uudistamis- ja metsänhoitokustannuksia ja kantohintoja.



Kuva 33.5 Tasaikäisen mänty-rauduskoivusekametsän kasvatusvaihtoehtojen suhteellinen kannattavuus. Ensiharvennushetken diskonttatut suhteelliset kantorahatulot eri laskentakorkokannoilla (0, 3 ja 5 %) käyttäen vertailutasoina puhtaan männikön kasvatusvaihtoehtoa (arvo 100).

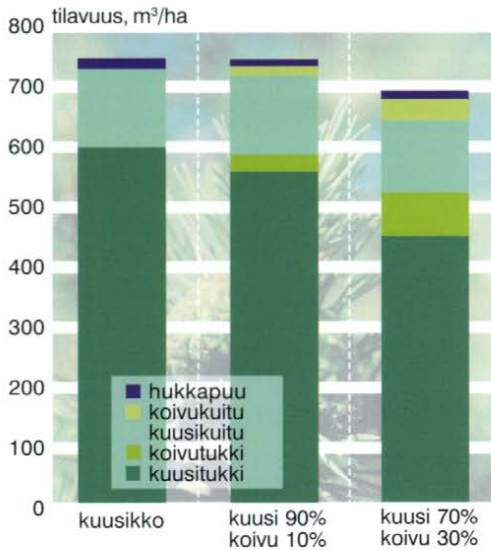
Lehtipuusekoituksen määrää säätelämällä voidaan merkittävästi vaikuttaa taimikon puuntuotannolliseen arvoon. Männyn seassa kasvatettava lehtipuusto alentaa yleensä sekä puuntuo-

tosta että taloudellista tuottoa. Parhaiten lehtipuusto sopii kasvatettavaksi tuoreiden kankaiden tai sitä viljavampien männiköiden sekapuuna. Taloudellisesti paras tulos saavutetaan rauduskoivusekapuustolla. Rauduskoivun vaikutus mustikkatyyppin mäntyvaltaisen metsikön tuotokseen on vähäinen koivun osuuden ollessa 10–20 % puuston tilavuudesta. Sen sijaan jo 30 %:n rauduskoivusekoitus saa aikaan n. 15 %:n tuottotappion (kuvat 33.4 ja 33.5). Hieskoivua tai muuta hitaammin kasvavaa tai vähäarvoisempaa puulajia kasvatettaessa taloudellinen tappio on suurempi kuin rauduskoivulla.

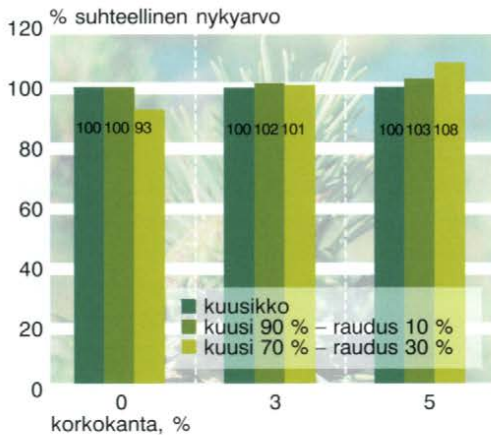


Kuva 33.4 Tasaikäisen mänty-rauduskoivusekametsän kokonaistuotos puutavaralajeittain erilaisilla koivun suhteellisilla osuuksilla.

Kuusen seassa kasvatettava lievä rauduskoivusekapuusto voi lisätä metsikön tuotosta ja tuottoa, mutta vaikutus on pieni. Mustikkatyyppin kuusikoissa alle 30 %:n koivusekoitus ei mainittavasti vaikuttanut sen enempää puuntuotoksen määrään kuin kasvatuksen kannattavuuteen (kuvat 33.6 ja 33.7).



Kuva 33.6 Tasaikäisen kuusi-rauduskoivusekametsän hakkuukertymä puutavaralajeittain erilaisilla koivuosuuksilla.



Kuva 33.7 Tasaikäisen kuusi-rauduskoivusekametsän kasvatusvaihtoehtojen suhteellinen kannattavuus. Taimikonhoidon ajankohtaan diskonttatut suhteelliset kantorahatulot eri las kentakorkokannoilla käyttäen vertailutasoina puhtaan kuusikon kasvatusvaihtoehtoa (arvo 100).

Kaksijaksoisuus

Tuoreilla ja sitä viljavammilla kasvupaikoilla kuusentaimikko kasvaa usein nopeampikasvuisen tai vanhemman lehtipuuston alla. Kuusen

taimikkovaiheessa on tehtävä päätös ylispuuston edelleen kasvattamisesta tai sen poistamisesta taimikonhoidon yhteydessä. Viimeaikaiset tutkimukset ovat yhdenmukaisesti osoittaneet, että kuusikon päällä ylispuustona kasvatettava rauduskoivikko on taloudellisesti kannattava valinta.²³⁵ Koivun tuotos on suurempi kuin kuuselle aiheutuva kasvutappio. Eri tutkimusten perusteella tehdyt johtopäätökset kasvatuksen kannattavuudesta ovat vaihdelleet las kentaperusteiden mukaan. Ne osoittavat, että menetelmän taloudellinen edullisuus johtuu ennen kaikkea siitä, että järeästä koivusta saadaan aikaisin (40–50 vuoden iässä) hakkuutuloja kuusen kasvun kärsimättä liikaa koivikon alla. Mitä suuremmalla korkokannalla tulojen aikaisuutta korostetaan, sitä paremmaksi koivuylispuuston kasvattamisen kannattavuus tulee laskelmissa. Nollakorkoa käytettäessä koivujaksosta ei ole juuri etua puhtaaseen kuusikkoon verrattuna. Hieskoivun kasvattamisen kannattavuus kuusikon päällä jää selvästi heikommaksi kuin rauduskoivulla ja on kyseenalaista kannattaako siihen ryhtyä taloudellisilla perusteilla. Sama koskee ilmeisesti leppää ja haapaa, koska niiden markkinat ovat pienet ja hinnat usein järeää koivua pienemmät. Mänty ei sovi viljavajan kasvupaikan kuusikon ylispuustoksi oksikkuuden takia.



Valokuva 33.2 Kaksijaksoinen kuusi-koivusekametsä tuottaa hyvin ja kaunistaa maisemaa.

Taimikon tiheys

Taimikkovaiheen toimenpiteillä on pitkäaikaiset vaikutukset koko tulevaan kasvatusketjuun ja siitä saatavaan taloudelliseen hyötyyn. Taimikon kasvatusiheyttä säätelemällä voidaan vaikuttaa sekä puuston kasvuun että sen laatuun. Taimikonhoidon vaikutuksia ei kuitenkaan tarvitse odottaa kovin kauan, vaan taimikonhoidon ajoitus ja harvennusvoimakkuus vaikuttavat ratkaisevasti jo ensiharvennuksen kannattavuuteen.

Hoidetussa taimikossa ensiharvennusta voidaan lykätä myöhäisempään ajankohtaan, jolloin puusto on järehtynyt niin, että harvennuspoistumasta valtaosa täyttää käyttöpuulle asetetut mitat.⁴⁶ Tällöin ensiharvennus on myös taloudellisesti kannattava toimenpide. Hoitamattomassa taimikossa harvennusta ei voi viivästyttää, jolloin ensiharvennuspoistuma on pie-

nikokoista ja hakkuun taloudellinen kannattavuus jää huonoksi.

Taimikon hoidon tai sen hoitamattomuuden vaikutusta voidaan havainnollistaa esimerkkilaskelman avulla, jossa on tarkasteltu harvennetun ja harventamattoman eteläsuomalaisen kylvömännikön kehitystä ensiharvennukseen saakka. Esimerkkimetsikössä alkutiheys oli 5 000 kpl/ha. Kun taimikko harvennettiin 6 metrin pituisena tiheyteen 2 000 kpl/ha, puusto saavutti ensiharvennusvaiheen noin 13 metrin pituisena. Kun taimikonhoitoa ei tehty lainkaan, ensiharvennus oli tehtävä jo 10 metrin pituudessa, jotta vältettäisiin latvusten supistuminen, kasvutappiot ja tuhoriskit. Molemmissa tapauksissa ensiharvennus tehtiin nykysuositusten mukaisesti. Taulukossa 33.1 ja kuvassa 33.8 on havainnollistettu kahden kasvatusvaihtoehdon vaikutuksia ensiharvennuspoistumaan sekä harvennustuloihin ja kustannuksiin.

	Hoidettu taimikko	Hoitamaton taimikko
Puuston valtapituus ja ikä harvennushetkellä, m (v.)	13,2 (40)	10,5 (30)
Poistuman tilavuus	59	48
- käyttöpuuta, m ³ /ha ¹⁾	54	25
- hukkapuuta, m ³ /ha	5	23
Poistuman järeys		
- keskiläpimitta, cm	13,2	7,8
- keskitilavuus, dm ³	73	18
Puun myyntitulot		
- kantorahatulo, € (mk)/ha ²⁾	826 (4 910)	380 (2 260)
- tienvarsihinta, € (mk)/ha ³⁾	1 475 (8 770)	685 (4 070)
Kustannukset yhteensä⁴⁾		
- hehtaarikust., € (mk)/ha	572 (3 400)	1 194 (7 100)
- yksikkökust., € (mk)/m ³	11 (63)	47 (280)

¹⁾ Mäntykuitupuun minimiläpimitta 7 cm

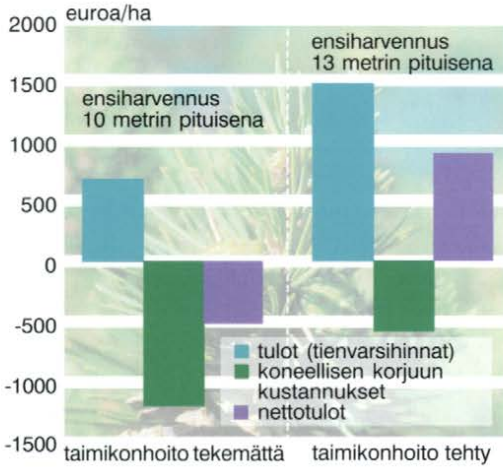
²⁾ Mäntykuitupuun kantohinta: 15 (89) € (mk)/m³

³⁾ Mäntykuitupuun tienvarsihinta, 27 (160) € (mk)/m³

⁴⁾ Perustuvat koneellisen korjuun ajanmenekkiin ja niistä johdettuihin kustannuksiin

Taulukko 33.1 Tietoja ensiharvennuspoistumasta, hakkuutuloista ja -kustannuksista eri tavalla hoidetuissa männiköissä.

Ensiharvennuksen kannattavuus männikössä



Kuva 33.8 Taimikonhoidon vaikutus ensiharvennustuloihin ja kustannuksiin.



Valokuva 33.3 Hieskoivu valtaa helposti turvemaan metsikön jos taimikon hoidosta ei huolehdi.

Taimikonharvennuksen voimakkuuteen pätee sama periaate kuin muuhunkin harvennukseen. Harvennus vähentää puuston kokonaiskasvua, mutta sen avulla kasvu voidaan keskittää arvokkaimpiin puuihin. Taimikonharvennuksen voimakkuutta harkittaessa onkin tärkeää, että puustoa ei harvenneta liian harvaksi, jolloin se ei pysty täysimääräisesti hyödyntämään kas-

vutilaa. Taimikoiden ja varttuneempienkin puustojen harvennusvoimakkuutta ja kasvatustiheyttä koskevat suositukset pohjautuvat kasvu- ja tuotostutkimuksessa saatuihin tuloksiin. Esimerkiksi ensiharvennusvoimakkuutta koskevat tutkimukset osoittavat, että männikön harventaminen suosituksia harvemmaksi johtaa yli 20 %:n kasvatappioon harvennusta seuraavan 10 vuoden kuluessa. Kasvamaan jätettyjen puiden lisääntyvä arvokasvu ei enää välttämättä riitä korvaamaan näin suurta tuotostappiota. Suosituksissa esitettyjä tiheyksiä ei tulisi alittaa, jotta välttyttäisiin tuotos- ja tuototappioilta. Taimikonharvennuksen oikeaa ajoittamista ja harvennusvoimakkuutta eri puulajeilla käsitellään tarkemmin luvussa 5.6.

34. Ekologinen kestävyys ja monikäyttö

Metsä ekosysteeminä ja elinympäristönä

Erkki Annila

Ekosysteemi on kasvien, eläinten ja muiden eliöiden sekä niiden elottoman ympäristön yhdessä muodostama kokonaisuus. Metsä on maaekosysteemeistä kaikkein monipuolisin. Sulkeutuneen metsän sisään muodostuu oma, suurilmastosta poikkeava pienilmasto, jossa valon, lämmön, kosteuden, sateiden ja tuulen vaikutukset ovat vähemmän ääreviä kuin avoimemmilla paikoilla.

Häiriöt ylläpitävät monimuotoisuutta

Metsistä on aikojen kuluessa muodostunut ekosysteemejä, joissa lajirunsaus on korkeampi kuin muissa saman alueen maaekosysteemeissä. Runsaimmillaan lajisto on tropiikin sademetsissä, joissa arvioidaan elävän 90 prosenttia maapallon ehkä noin viidestä miljoonasta eliölaajista. Suomessa on noin 50 000 eliölaajaa, joka on yksi promille maailman lajistosta. Metsälajeja näistä on noin puolet eli 20 000–25 000 lajia.

Pohjoisissa havumetsissä lajiston kehittymistä ovat ohjailleet pääasiassa erilaiset häiriötekijät,

jonka ovat saattaneet tuhota puuston laajoilla-kin yhtenäisillä alueilla. Voimakkaimpia näistä muutoksista ovat olleet jääkaudet, jotka ovat työntäneet metsät tuhansia kilometrejä etelään. Ilmaston lämmitessä metsät ovat palanneet takaisin.

Jääkauden jälkeen merkittävin häiriötekijä pohjoisissa havumetsissä on ollut tuli. Pohjoismaisissa paloalueet olivat 1600-luvun puoliväliin saakka pääasiassa yli 1 000 hehtaarin laajuisia. Vuosittain paloi noin 1 % metsäpinta-alasta. Tätä voidaan Fennoskandiassa pitää metsäpalojen luontaisena määränä, joka on voitu todeta salaman syyttämien palojen määrästä.¹⁵⁰ Palojen väli samassa metsässä on ollut vähintään 30—50 vuotta, sillä palon syttymisen ja leviämisen edellytyksenä oli, että metsään oli kertynyt riittävästi kariketta ja kuollutta puuta. Ennen varsinaisen kaskikauden alkamista Suomessa sama metsä on palanut keskimäärin 130—180 vuoden välein.¹⁶⁹ Korvissa paloväli on voinut olla useita satoja vuosia. Myöhemmin ihmistoiminnan ulottuessa kaukaisimpiinkin erämaihin metsäpaloja sattui useammin, mutta samalla niiden pinta-alat pienenevät. Viimeisen sadan vuoden aikana metsäpaloilla ei Pohjoismaissa ole enää ollut merkitystä metsien ekologiassa.

Metsää voi kuolla myös hyönteistuhojen seurauksena. Pohjoismaisissa hyönteiset tappavat yleensä vain yksittäisiä puita tai puuryhmiä. Ainoastaan tunturimittari voi tuhota tunturikoivikoita jopa kymmeniä tuhansia hehtaareja yhden tuhokauden aikana. Myös mäntymittarin ja pilkkumäntypistiäisen neulastuhot voivat johtaa puuston kuolemiseen, mutta tuhoalue jää tavallisesti muutama sataan hehtaariin. Myös myrskyt saattavat tuhota metsää yhtenäisillä alueilla. Tuhoalueet ovat kuitenkin yleensä juottimaisia tai yksittäisiä aukkoja eivätkä pinta-alaltaan kovin laajoja. Myrskytuhoista voi kuitenkin seurata kaarnakuoriaistuoja, jolloin tuhoalueet voivat laajeta huomattavasti. Voimakkaat häiriöt eivät kuitenkaan ole tappaneet puustoa kokonaan laajoilla yhtenäisillä

alueilla. Arvioidaan, että ennen kaskikauden alkua puolet metsäpaloista on ollut pelkkiä maapaloja¹⁶⁹ ja kaskikaudella neljäsosa.¹⁸⁸ Vanhat kilpikaarnaiset männyt ovat säilyneet elossa metsäpaloissa ja saavuttaneet monen sadan vuoden iän. Kosteat maastokohdat ja soiden tai järvien eristämät metsäsaarekkeet ovat voineet säilyä palamatta pitkiä aikoja. Tällaisilla paikoilla metsä on uudistunut vähitellen yksittäisten puiden tai puuryhmien kuollessa ja muodostaessa metsään aukkoja.



Valokuva 34.1 Kaikki puut eivät kuole metsäpalossa.

Lajistollinen monimuotoisuus

Metsän luontaiset kehitys- eli sukkessiovaiheet ovat kuuluneet niin olennaisena osana pohjoisen havumetsän ekosysteemiin, että ne ovat voimakkaasti muovanneet kasvi-, sieni- ja eläinlajistoa. Eniten tiettyyn kehitysvaiheeseen erikoistuneita lajeja on toisaalta aivan sukses-

sion alussa, toisaalta metsän ollessa vanhaa.

Metsän eri kehitysvaiheiden ohella erilaiset kasvupaikat tuovat metsäekosysteemiin vaihtelua ja lisäävät sen monipuolisuutta. Kasvupaikan luonne määräytyy lähinnä kosteuden ja maaperän ravinteisuuden perusteella. Erilaisten kasvupaikkojen ja suksessiovaiheiden vaihtumis- tai reunavyöhykkeet lisäävät metsien monimuotoisuutta. Näissä kasvillisuus on usein monikerroksellista vaihettuen lyhyellä matkalla aukeasta alasta puustoiseen metsään. Vaihettumisvyöhykkeitä syntyy muun muassa soiden ja kangasmetsien välille ja erilaisten vesistöjen varsille. Lajirikkaus on usein korkea, koska vaihettumisvyöhykkeissä viihtyvät sekä aukeata että peitteistä ympäristöä vaativat lajit.

Kehitysvaiheiden vuorottelu, kasvupaikkojen vaihtelu ja puuston eri ikävaiheet luovat metsästä monipuolisen ympäristön. Pohjoisissa havumetsissä metsän suksessio on monipuolistanut lajistoa enemmän kuin erilaiset kasvupaikat. Osa eliölajeista käyttää hyväkseen vain tiettyä metsän kehitysvaihetta ja siirtyy tarvittaessa paikasta toiseen. Osa lajeista, erityisesti kasvit, ovat erikoistuneet tiettyihin, suhteellisen pienialaisiin kasvupaikkoihin, joissa muutokset ovat hitaita tai vähäisiä. Tällaiset lajit elävät pitkiä aikoja samoilla paikoilla, vaikka metsä niiden ympärillä muuttuisikin. Samanlaisina pysyviä tai hyvin hitaasti muuttuvia elinympäristöjä ovat mm. korvet ja muut suot.

Monien lajien välille on syntynyt erilaisia riippuvuussuhteita. Lajeja, joista useat muut lajit ovat riippuvaisia, kutsutaan avainlajeiksi. Kaikki pohjoisten havumetsien puulajit ovat avainlajeja, sillä jokaisella niistä elää lukuisa määrä muita lajeja. Haavalla on havumetsissä erityisasema, sillä tällä puulla elävät monet sellaiset lajit, jotka eteläisemmällä alueella elävät jaloilla lehtipuilla. Palokärki on avainlaji monille sen entisissä pesäkoloiissa eläville muille linnuille ja nisäkkäille. Lajeista voi muodostua myös ketjuja, joissa jokainen lenkki saattaa olla riippuvainen ketjun muista lenkeistä.

Valkoselkätikka tarvitsee ravinnokseen kuollessa koivussa eläviä hyönteistoukkia, jotka puolestaan tarvitsevat järeätä lahoppua. Kokonaisuudessaan metsien lajisto koostuu yleisistä, lähes kaikkialla tavattavista lajeista hyvin harvinaisiin, vain tietyissä paikoissa esiintyviin lajeihin. Lajien keskinäisissä runsaussuhteissa voi tapahtua suuriakin muutoksia, lyhyellä aikavälillä vuotuisten sääolojen vaihtelun takia, pitkällä aikavälillä ilmaston vaihtelujen takia.

Kun tavoitteeksi nousi metsien puuntuotannon kohottaminen ja metsiä alettiin hoitaa, katosi niistä samalla vähitellen eräitä luonnontilaisen metsän piirteitä. Tästä puolestaan on seurannut, että tietyt lajit ovat harvinaistuneet ja eräät lajit saattaneet kokonaan hävitäkin talousmetsistä. Suomessa arvioidaan, että tehokkaaseen puuntuotantoon tähtäävä metsätalous on muodostunut uhaksi 5—10 prosentille metsälajeista.⁹¹ Arviointia vaikeuttaa se, että valtaosa uhanalaisiksi luokitelluista lajeista on myös luonnontilaisissa metsissä harvinaisia tai harvavalkuisia, eikä niiden runsaudessa tapahtuvista muutoksista ole riittävästi tietoa.

Eniten metsien talouskäyttö on vaikuttanut metsän eri suksessiovaiheisiin ja niiden ominaisuuksiin. Merkittävin luonnontilaisen metsän ominaisuus, jota Suomen talousmetsistä ei ole riittävästi, on kuollut puu. Tämä johtuu siitä, että tehokas puuntuotanto edellyttää uudistushakkuuta ennen kuin puusto alkaa kuolla tai saada lahovikaa. Kuollut ja lahoava puu on metsäekosysteemissä tärkeä ominaisuus. Siinä on runsaasti energiaa ja ravintoa jäljellä. Lahopuun merkitys on erityisen suuri pohjoisissa havumetsissä, joissa lahoaminen on hidasta. Kuolleet puuhun muodostuu lahosuksessio, jossa eri eliölajit seuraavat toisiaan.¹⁸ Ison puun maatumiseen kuluu 100—150 vuotta. Lahopuulla on myös tärkeä välillinen vaikutus. Siinä elävät lajit ovat ravintona metsän muille lajeille. Lisäksi se tarjoaa pesimis- ja suojapaikan monille linnuille ja pienille nisäkkäille.

Toinen talousmetsistä puuttuva luonnonmetsän ominaisuus on vanhat puut. Kiertoaika talousmetsissä on yleensä 80—120 vuotta. Eräät lähinnä puiden rungoilla ja oksilla päällysvieraina elävät lajit tulevat puulle vasta, kun puu saavuttaa runsaan sadan vuoden iän. Vanhat puut ovat usein sisältä lahoja ja tarjoavat elinpaikkoja monille metsän lajeille. Vanhoilla puilla elävien lajien osuus uhanalaisista metsälajeista on kuitenkin vain noin viisi prosenttia. Yksittäiset vanhat puut eivät sinänsä näytä riittävän kaikille vanhojen metsien lajeille, vaan ne tarvitsevat suuremman tai pienemmän yhtenäisen alan vanhaa metsää. Niiden esiintymisen ehtona on, että metsä on saanut kehittyä ilman suuria häiriöitä ainakin sata vuotta.

Vaikka metsäpaloilla on luonnonalaisissa metsissä ollut suuri ekologinen merkitys, niiden puuttuminen talousmetsistä on kuitenkin johtanut vain suhteellisen harvan lajin uhanalaisitumiseen. Nämä lajit ovat lähinnä niitä, jotka elävät tulen voittamissa tai tappamissa puissa. Eräät lajit, kuten huhtakurjenpolvi (*Geranium bohemicum*) ja kuplamörsky (*Rhizina undulata*), tarvitsevat lisääntyäkseen korkeaa lämpötilaa, joka syntyy yleensä vain metsäpalo yhteydessä.



Valokuva 34.2. Paloalojen kuplamörskystäkin on tullut uhanalainen.

Metsäpalojen suurin merkitys luonnonalaisissa metsissä on ollut siinä, että ne ovat ylläpitäneet metsien sukkessiota ja elinolojen vaihtelua metsämaisemassa. Monet alkuaan paloalojen lajit voivat elää myös uudistushakkuualueilla, varsinkin jos niille jätetään säästöpuita.^{2, 125} Metsän avoin kehitysvaihe on välttämätön monille lajeille. Avoimilla paikoilla eläville lajeille valo ja lämpö ovat tärkeitä tekijöitä. Metsäpalo seurauksena olot muuttuvat paahteisiksi ja monet lajit hakeutuvat paloalueille. Useimmat hyönteiset löytävät paloalueet savun hajun perusteella. Monet lajit ovat erikoistuneet elämään paloalueiden voittuneissa ja kuolleissa puissa. Useille lajeille tarpeellinen lehtipuusto ei myöskään uudistu riittävästi ilman avointa kehitysvaihetta.

Puuntuotannon lisäämiseksi tehdyt ojitukset ja luonnonpurojen perkaukset ovat johtaneet eräiden luonnonmetsissä yleisempien kasvupaikkojen vähenemiseen. Huomattava osa rehevimmistä metsä- ja suoamaista on kuivatettu ja raihattu pelloiksi. Yli puolet Suomessa metsätalouden vuoksi uhanalaisiksi luokitelluista lajeista elää harvinaisissa elinympäristöissä, joita ovat erilaiset lehdot, metsäniityt, ravinteikkaat harjut, kalliojyrkänteet, puronotkot, lähteiköt, korvet sekä letot. Huomattava osa näillä paikoilla elävistä lajeista esiintyy maassamme levinneisyysalueensa ääri rajoilla ja ne ovat luontaisesti harvinaisia metsissämme.

Metsätalous ei ole muodostunut uhaksi metsän säilymiselle pohjoisena havumetsänä. Harvinaistuneiden lajien joukossa ei toistaiseksi ole metsäekosysteemin säilymisen kannalta merkittäviä avainlajeja. Monimuotoisuuden säilyttämisen kannalta tärkeätä metsien hoidossa on harvinaisten elinympäristöjen suojelu, sillä niissä elää suurin osa uhanalaisista lajeista. Metsien hoitoa on 1990-luvulla muutettu niin, että myös talousmetsissä olisi mahdollisimman paljon sellaisia luonnonmetsän ominaisuuksia, jotka ovat välttämättömiä luontaisten metsälajien säilymiselle. Metsien hoidossa ja käytännössä toteutetut muutokset toteuttavat periaa-



Valokuva 34.3 Harmaasulkukotilo on uhanalainen vanhan metsän laji, joka esiintyy karikkeessa ja nousee ainoastaan ikihaapojen rungoille.

tetta, että ihmisen toimet eivät saa johtaa lajin katoamiseen.

Metsänuudistamisen ympäristövaikutukset

Taloustmetsissä uudistushakkuulla on osittain samanlainen vaikutus kuin metsäpalolla. Metsäpalo on äkillinen ja voimakas muutos, jolla on vaikutuksia paitsi kasvi- ja eläinlajistoon myös paikan fysikaalisiin ja kemiallisiin ominaisuuksiin. Palon jälkeen kiintoaineksen huuhtoutuminen lisääntyy voimakkaasti ja tilanne alkaa palautua ennalleen vasta, kun taimettuminen on tapahtunut. Aukealla sadevesi pääsee esteettä maahan ja huuhtomaan pintakerroksia. Sulkeutuneessa metsässä latvuksiin jäänyt vesi haihtuu ilmaan eikä koskaan saavuta maata. Uudistushakkuu lisää lähes aina veden

kokonaisvaluntaa vesistöihin. Vaikutus voi kestää jopa 30 vuotta.

Koska puiden juurien ravinteidenotto loppuu, ja kasvillisuus on usein verraten vähäistä uudistushakkuun jälkeen, ravinteet eivät tule heti käyttöön, vaan saattavat huuhtoutua sadeveden mukana. Erityisesti typpi ja fosfori voivat huuhtoutua ojiin ja puroihin. Tästä on seurauksena vesistöjen rehevöityminen.

Kiintoaineksen huuhtoutuminen saattaa lisääntyä moninkertaiseksi uudistusalan maanmuokkauksen seurauksena. Kiintoainekseen sitoutuneina kulkeutuvat myös metallit kuten rauta ja alumiini. Vesistöissä niillä voi riittävän korkeina pitoisuuksina olla myrkyllisiä vaikutuksia vesieliöstölle.

Ojitetuilla turvemailla uudistushakkuut ja maanmuokkaus voivat myös aiheuttaa kiintoaineksen ja ravinteiden kulkeutumista vesistöihin. Jo pelkkä avohakkuu lisää eloperäisen aineen ja typen huuhtoutumista ainakin viljavilla kasvupaikoilla. Jos kunnostusajatuksessa ojat kaivetaan kivennäismaahan asti, kiintoaineksen huuhtoutuminen lisääntyy.

Uudistushakkuun seurauksena myös maaperän lämpö- ja kosteusolot muuttuvat. Tästä puolestaan seuraa, että mikrobien toiminta maaperässä vilkastuu. Maanmuokkaus vilkastuttaa mikrobitoimintaa edelleen. Mikrobit hajottavat eloperäistä ainesta, jolloin karikkeeseen sitoutuneet ravinteet, erityisesti typpi, vapautuvat. Typen vapautuminen kasveille käyttökelpoiseen muotoon voi avohakkuualalla olla jopa nelinkertainen hakkaamattomaan metsään verrattuna.²¹⁷ Osa tyyppistä sitoutuu maaperän mikrobeihin, jotka näin estävät typen huuhtoutumista.

Karikkeessa olevan typen vapautuessa syntyy ammoniakkaa, joka hapettuu nitriiteiksi ja edelleen nitraateiksi. Tästä seuraa metsämaan happamoitumista. Nitraattityppi huuhtoutuu myös helposti ja siitä muodostuu dityppioksidia, joka haihtuu ilmaan ja voimistaa maapallon kasvihuoneilmiötä.

Toimenpiteet ekologisen kestävyyden turvaamiseksi

Juha Siitonen

Ekologisen kestävyyden käsite

Uusina tavoitteina kestävän puuntuotannon rinnalle nousivat 1990-luvulla metsäluonnon monimuotoisuuden ylläpitäminen ja metsien ekologinen kestävyys. Sekä metsälait että metsänhoitosuositukset uudistettiin. Metsäpolitiikan ja metsänhoitosuositusten muutoksen taustalla ovat vaikuttaneet mm. lisääntynyt tieto metsätalouden vaikutuksista metsälajistoon, kansainväliset sopimukset ja kuluttajien näkemykset. Yhdistyneiden kansakuntien ympäristö- ja kehityskokouksessa Rio de Janeirossa 1992 (nk. Rion kokous) sekä toisessa Euroopan metsäministerikokouksessa Helsingissä 1993 sovittiin kansainväliset metsien kestävän käytön ja hoidon periaatteet, joiden noudattamiseen myös Suomi on sitoutunut. Maa- ja metsätalousministeriö sekä ympäristöministeriö vahvistivat 1994 metsätalouden ympäristöohjelman kestävän metsätalouden strategiaksi. Metsälainsäädännön kokonaisuudistus toteutettiin 1996. Uuden metsälain mukaan ”tarkoituksena on edistää metsien taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävää hoitoa ja käyttöä siten, että metsät antavat kestävästi hyvän tuoton samalla, kun niiden biologinen monimuotoisuus säilytetään”. Ekologisesti kestävä metsätalous tarkoittaa sitä, että turvataan metsien monimuotoisuuden, terveyden, tuottokyvyn ja sopeutumiskyvyn jatkuva säilyminen.

Metsien rakenne on muuttunut

Metsätalous on muuttanut metsien rakennetta ja dynamiikkaa siten, että osalle lajistosta välttämättömät metsän rakennepiirteet puuttuvat tai ovat oleellisesti vähentyneet talousmetsissä. Vaikka metsätalous luokin monipuolisia metsämaisemia, missä on runsaasti metsikkökuvioita ja kuvioiden välistä vaihtelua, vaihtelu toistuu jokseenkin samanlaisena lähes kaikkial-

la. Metsikkötasolla puuston rakenne on yksinkertaisempi kuin luonnonmetsissä, ja monet metsikkörakenteet puuttuvat kokonaan. Monimuotoisuuden kannalta tärkeitä, vähentyneitä ominaisuuksia ovat vanhat järeät lehtipuut ja järeät lahoppuut. Myös rakenteeltaan tietynlaiset metsiköt, kuten runsaslahoppuustoiset metsäpaloalueet, kulon jälkeiset lehtipuuvallaiset metsät, kulonkiertämät alueet sekä maisematasolla yhtenäiset ja laajat metsäkuviot ovat vähentyneet.

Metsätalouden takia taantuneen lajiston tilanetta voidaan parantaa palauttamalla talousmetsiin niistä puuttuvia luonnonmetsän piirteitä. Periaatteena on, että edistetään sellaisia metsänkäsittelymenetelmiä, jotka turvaavat erilaisiin elinympäristöihin ja metsän eri kehitysvaiheisiin sekä ekologisiin tilanteisiin sopeutuneille eliölajeille riittävästi elinmahdollisuuksia. Tavoitteena on metsän luontaisen kehityksen jäljitteleminen, vaihteleva puulajikoostumus ja puustorakenne, sekä vanhan puuston, järeiden puuyksilöiden ja lahoppuuston säästäminen. Useimmat metsätalouden organisaatiot uudistivat metsänhoitosuosituksiaan 1990-luvulla vastaamaan paremmin metsätalouden ympäristöohjelman ja metsälain periaatteita.



Valokuva 34.4 Vanhat metsälehmukset ovat elinympäristönä todella arvokkaita.

Monimuotoisuuden hoidon tavoitteet

Taloustmetsien monimuotoisuuden hoidossa lajimäärän maksimointi jokaisessa metsikössä ei ole järkevä tavoite. Näkökulman tulisi olla ensisijaisesti alueellisessa monimuotoisuudessa – oli sitten kysymys yhden omistajan metsistä tai vaikkapa kunnan tai metsäkeskuksen alueen metsistä. Keskeinen kysymys on, kuinka suuri osa tarkastelun kohteena olevan alueen alkuperäisestä tai nyt esiintyvistä lajistosta pystytään säilyttämään elinvoimaisina populaatioina pitkällä aikavälillä. Aluetasolla kokonaisuus muodostuu yksittäisten metsiköiden käsittelystä, avainbiotoopeista tai muista säästettävistä erikoiskohteista sekä suojelualueista. Sopivat keinot riippuvat siten paikasta, tilanteesta ja metsänomistajan tavoitteista.

Metsän uudistamisvaihe on keskeisen tärkeä monimuotoisuuden kannalta. Hakkuut, uudistaminen ja monimuotoisuuden hyväksi tehtävät toimenpiteet vaikuttavat metsikön rakenteeseen ja lajistoon koko seuraavan kiertoajan. Tärkeimmät toimenpiteet voidaan jakaa kolmeen ryhmään: arvokkaiden luontokohteiden eli avainbiotooppien rajaaminen pätehakkuun ulkopuolelle, olemassa olevan lahoppuuston säästäminen ja elävät säästöpuut. Lehtisekapuuston suosiminen ja kulutus edistävät myös monimuotoisuutta.

Avainbiotoopit

Avainbiotoopeilla tarkoitetaan sellaisia selvärajaisia ja pienialaisia kohteita, joissa harvinaisten, taantuneiden tai jopa uhanalaisten lajien esiintyminen on todennäköisempää kuin tavanomaisessa taloustmetsässä.¹²⁶ Vaateliais lajisto on keskittynyt usein ympäristöstään poikkeaviin kohtiin, jotka ovat siten arvokkaampia kuin keskimääräinen taloustmetsä. Esimerkiksi lehdoissa elää puolet uhanalaisista lajeista, vaikka lehtojen osuus Suomen metsäpinta-alasta on vain noin prosentti. Osa avainbiotoopeista on metsätaloudelliselta merkitykseltään vähäi-

Metsälakikohteet

- Pienvesien eli lähteiden, purojen ja lampien lähiympäristöt
- Rehevät korvet sekä letot Lapin läänin eteläpuolella
- Rehevät lehtolaikut
- Pienet kangasmetsäsaarekkeet ojittamattomilla soilla
- Rotkot ja kurut
- Jyrkänteet alusmetsineen
- Kitumaan hietikot, kalliot, kivikot, louhikot, vähäpuustoiset suot sekä rantaluhdut

Puustoiset luonnonsuojelulakikohteet

- Luontaisesti syntyneet jalopuuvaltaiset metsiköt
- Pähkinäpensaslehdot
- Tervaleppäkorvet
- Lehdesniityt

Muut metsäluonnon arvokkaat elinympäristöt

- Vanhat havumetsiköt, aarniometsiköt
- Vanhat lehtimetsiköt, kaskimetsiköt
- Harjujen paisterinteet ja supat
- Hakamaat ja metsäniityt

Taulukko 34.1 Metsälaiissa luetellut erityisen tärkeät elinympäristöt, luonnonsuojelulaiissa luetellut suojeltavat puustoiset luontotyypit sekä Tapion ohjeisiin mukaan otetut muut erityisen arvokkaat elinympäristöt eli avainbiotoopit. Elinympäristöt vaadittavine ominaispiirteineen on kuvattu tarkasti metsäasetuksessa sekä metsälakiesityksen perusteluisa. Täyttääkseen metsälakikohteen kriteerit elinympäristöjen täytyy lisäksi olla luonnontilaisia tai luonnontilaisen kaltaisia ja selvästi ympäristöstään erottuvia.

siä, niukkapuustoisia tai vaikeasti uudistettavia kohteita.

Avainbiotoopit voidaan jakaa niiden säädöspohjan perusteella lakikohteisiin ja muihin arvokkaisiin elinympäristöihin. Metsälaiissa ja luonnonsuojelulaiissa luetellaan joukko erityisen tärkeitä elinympäristöjä ja luontotyyppisiä,

joiden ominaispiirteet on säilytettävä (taulukko 34.1). Käytännössä nämä kohteet on useimmiten rajattava uudistusalan ulkopuolelle. Lehtipuuvaltaisissa avainbiotoopeissa kuusten poistaminen voi kuitenkin parantaa kohteen ominaispiirteitä. Lakikohteiden lisäksi sekä Tapion että Metsähallituksen ohjeissa erotetaan joukko muita arvokkaita elinympäristöjä. Tapion selvitysten mukaan lakikohteiden pinta-alaosuus yksityismetsissä on hyvin pieni, keskimäärin noin 0,6 % vuotuisesta hakkuualasta.^{8, 94, 141, 142} Muiden arvokkaiden elinympäristöjen pinta-alaosuus on vastaavasti noin 3–4 %.



Valokuva 34.5 Lähde lähiympäristöineen on esimerkki pienialaisesta avainbiotoopista, jossa esiintyy tähän elinympäristöön erikoistunutta, harvinaista lajistoa.

Rajaamalla pienialaiset avainbiotoopit päätehakkuun ulkopuolelle, voidaan niissä esiintyvä vaateias lajisto säilyttää. Avainbiotooppien säästämisestä hyötyvät erityisesti pienialaisiin elinympäristöihin erikoistuneet lajit, kuten lehto-

jen, lähteikköjen, lettojen ja kallioiden lajisto. Pidemmällä tähtäimellä säästettyjen kohteiden puusto kehittyy kohti luonnontilaa. Järeiden lehtipuuden, vanhojen puuyksilöiden ja lahoppuun määrän lisääntyessä avainbiotooppien arvo elinympäristöinä samalla kasvaa.

Lahoppuusto

Yksi selvimmistä eroista talousmetsien ja luonnontilaisten metsien välillä on lahoppuuston määrä. Etelä-Suomessa luonnontilaisissa metsissä on keskimäärin 60–120 m³/ha kuollutta ja lahoavaa puuta hehtaarilla.²¹⁰ Talousmetsissä lahoppuuta on keskimäärin 1–4 m³/ha.^{226, 227} Toisaalta tiedetään, että lahoppuusta riippuvaisia lajeja on eri eliöryhmissä 4 000–5 000 eli noin joka viides metsälaji.²¹⁰ Lahoppuun määrän lisääminen on siten ehkä tärkein talousmetsien monimuotoisuuden lisäämiskeino.

Päätehakkuussa tulisi säilyttää pystyssä ja maassa oleva lahoppu. Uudistamiskypsissä talousmetsissä on yleensä enemmän lahoppuutta kuin nuoremmista metsistä, usein yli kymmenenkin mottia hehtaarilla. Pystyynkuolleet puut voi päätehakkuussa joko säästää sellaisenaan, katkaista pötkelöiksi tai kaataa maahan. Maapuiden säästäminen voi olla ongel-



Valokuva 34.6 Järeät, pitkälle lahonneet maapuut ovat monille lajeille välttämättömiä elinympäristöjä.

mallista varsinkin maanmuokkausvaiheessa. Parhaiten lahoppuut saa säästettyä rajaamalla ne säästöpuuryhmiin. Jos maapuita esiintyy ryhmissä, ne on syytä merkitä ja kiertää korjuun ja maanmuokkauksen yhteydessä. Tapion seurannan mukaan ennen hakkuuta olemassa olevaa lahoppuustoa (maapuu, kelot ja pötkelöt) on toistaiseksi säästynyt Etelä-Suomessa uudistusaloilla keskimäärin vain noin 0,8 m³/ha. ^{8, 94, 141, 142}

Säästöpuut

Elävillä säästöpuilla ja säästöpuuryhmillä on lajiston kannalta useita tehtäviä. Ensiksikin säästöpuuryhmissä voi säilyä vanhan metsän lajistoa uudistamisvaiheen yli. Kun ympäröivä metsä sulkeutuu ja kehittyä, lajit voivat levitä uudestaan ympäristöön. Toiseksi, sellaiset lajit, jotka ovat luonnonmetsissä sopeutuneet elämään avoimilla paikoilla kuten metsäpaloalueilla, voivat käyttää hakkuuaukeiden säästö- ja lahoppuita elinympäristönään. ^{2, 62} Kolmanneksi, säästöpuista voi aikaa myöten kehittyä suuria ja järeitä ylispuita, joita monet lajit tarvitsevat. Säästöpuiden tarkoitus on tuottaa uutta järeää lahoppuuta nuorena metsikössä ja läpi koko puuston kiertoajan. Jos koko puusto poistetaan päätehakuussa, paikalle ei 80—100 vuoden kiertoajalla koskaan ehdi muodostua järeää ja pitkälle lahonnutta maapuuustoa, joka on monille taantuneille lajeille tärkein elinympäristö. Tästä syystä pian hakkuun jälkeen kaatuneetkaan säästöpuut eivät monimuotoisuuden kannalta ole menneet hukkaan. Tapion seurannan mukaan elävää säästöpuustoa on Etelä-Suomessa uudistusaloille jätetty keskimäärin noin 5—6 m³/ha, kun avainbiotooppeihin jätetty puusto laskeetaan mukaan. ^{8, 94, 141, 142}

Säästöpuina arvokkaimpia ovat järeät lehti- ja havupuut, erityisesti järeät haavat. Vanhat, lahott ja eri tavoin vaurioituneet puut ovat säästöpuina ekologisesti arvokkaimpia, mutta toisaalta taloudellisesti vähäarvoisia. Arvokkaita puuyksilöitä voi jättää uudistusalalle yksittäis-

puinakin. Tasaisesti hajalleen sijoitetut säästöpuut haittaavat kuitenkin eniten uudistamista ja korjuuta. Siksi säästöpuut on järkevintä jättää ryhmiin. Ryhmän paikka voidaan lisäksi usein valita kohdasta, joka on hankala uudistaa ja jonka metsätaloudellinen merkitys uudistusalueella on keskimääräistä pienempi – esim. kostea painanne, kallio tai louhikko. Säästöpuuryhmät ovat yksittäispuita arvokkaampia myös ekologisista syistä. Säästöpuuryhmässä voi todennäköisemmin säilyä sulkeutuneen metsän lajistoa kuin yksittäispuilla, ja ryhmän reunapuut tarjoavat elinpaikkoja sekä paahenteisen että varjoisan ympäristön suosijoille.



Valokuva 34.7 Säästöpuut on järkevintä jättää ryhmiin. Kuusi ei kuitenkaan menesty näin pienissä ryhmissä.

Kulotus ja lehtisekapuusto

Kulotus voi luoda sopivia elinympäristöjä metsäpaloista riippuvaisille lajeille, varsinkin jos alalle jätetään puustoa, joka poltetaan kulotuksen yhteydessä. Metsäpaloista riippuvaisia lajeja tiedetään esiintyvän Etelä-Suomessa eniten alueilla, joissa kulotusta on harjoitettu jatkuvasti, esimerkiksi Evon valtionmailla. Lehtisekapuuston suosiminen lisää metsikkötason monimuotoisuutta: mitä enemmän puulajeja metsikössä on, sitä runsaampi on yleensä met-

sikön lajisto. Monet lajit vaativat melko suurta lehtipuuston osuutta metsikössä. Tällaisia ovat esim. pyrstötiainen, pyy ja liito-orava. Alueelliseen monimuotoisuuteen lehtisekapuustolla on vaikutusta varsinkin silloin, jos sitä kautta pystytään lisäämään järeiden, vanhojen ja lahojen lehtipuiden määrää.²¹¹

Huono metsänhoito ei edistä monimuotoisuutta

Huolimaton tai huonosti toteutettu metsänuudistaminen ei millään tavalla edistä monimuo-

toisuuden ylläpitoa. Hakkuualan raivaamatta jättämistä ei voi perustella monimuotoisuuden vaalimisella. Tietävästi ei ole olemassa sellaisia metsätalouden takia taantuneita lajeja, jotka hyötyisivät hakkuualojen raivaamattomuudesta. Uudistusosalalla esiintyvät harvinaiset tai muuten arvokkaat puuyksilöt, kuten pienetkin jalot lehtipuut, pitää pyrkiä säästämään yksittäispuina tai rajaamalla ne säästöpuuryhmiin, joita ei raivata. Uudistusalan muokkaamatta jättäminenkin ei sinänsä edistä monimuotoisuuden hoitoa.

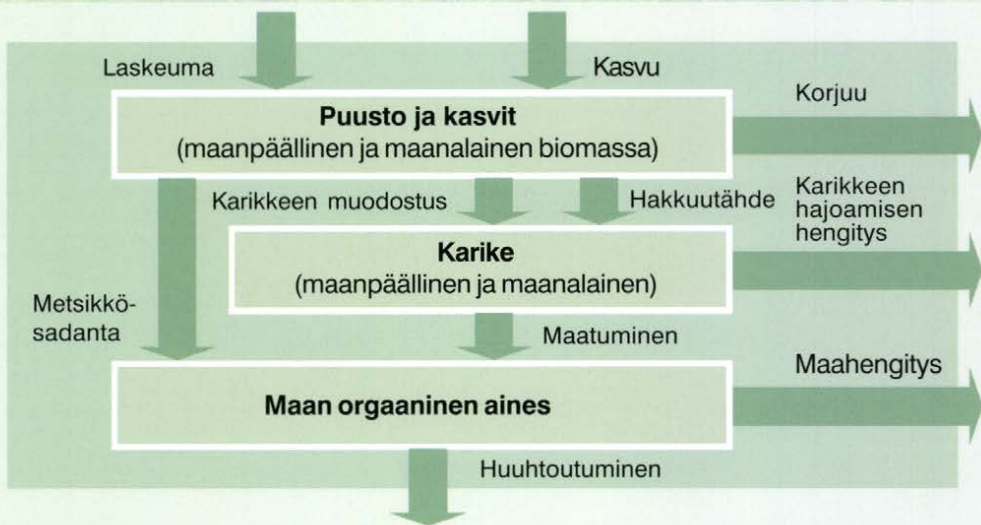
Tietotaulu 34.1

Kasvihuoneilmiö ja hiilen kierto Risto Sievänen

Ilmakehän kasvihuonekaasut, joista hiiliyhdisteet hiilidioksidi ja metaani ovat tärkeimmät, estävät lämpösäteilyn pääsyn maapallon pinnalta avaruuteen ja vaikuttavat siten kohottavasti maapallon lämpötilaan. Kansainvälinen sopimuksin yritetään rajoittaa kasvihuonekaasujen päästöjen kasvua ja ilmastomuutosta. Vuoden 1997 Kioton pöytäkirjassa Euroopan unioni sitoutui alentamaan kasvihuonekaasupäästöjään. Metsäisessä maassa metsämaan käytöllä voi periaatteessa olla tuntuva merkitys Kioton pöytäkirjan sitoumuksien toteuttamisessa. Vuonna 2000 pidetyssä Haagin kokouksessa ei kuitenkaan onnistuttu pääsemään sopimukseen käytännön toimien periaatteista, joten vielä ei tiedetä mitä konkreettista kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämiseksi pitäisi Suomessa tehdä ja mikä on metsätalouden rooli siinä.

Suomen metsätalousmaan puustoon ja maaperään on varastoitunut noin kolmesataakertaisesti polttoaineiden ja turpeen käytön vuotuiset hiilipäästöt. Suurin yksittäinen metsätalousmaan hiilen varasto on turve, jossa on 72 % metsien hiilen kokonaismäärästä. Puustosta ja muista kasveista hiili joko kulkeutuu korjuun kautta pois tai joutuu karikkeena ja hakkuutähteenä maan orgaaniseksi aineeksi (kuva 34.1). Karike ja hakkuutähte hajoavat päästäten osan niihin sitoutuneesta hiilestä hiilidioksidina ja metaanina takaisin ilmakehään. Osa karikkeesta ja hakkuutähteestä on vaikeasti hajoavia ja ne säilyvät maan orgaanisena aineksena jopa tuhansia vuosia.

Puihin sitoutuneen hiilen määrää voidaan lisätä lisäämällä metsien puustoa. Suomen metsien kokonaispuusto on lisääntynyt vajaat 20 milj. m³ vuodessa viimeisten vuosikymmenien ajan.



Kuva 34.1 Metsien hiilivarastot ja virrat. Hengityksessä vapautuu hiilidioksidia ilmakehään. Laskeumassa tuleva hiilimäärä on vähäinen puiden ja kasvien kasvuun verrattuna.

Tietotaulu 34.1

Tämä vastaa noin kolmasosaa fossiilisten polttoaineiden ja turpeen käytön hiilipäästöistä 1990-luvun alussa. Kiertojen pidentämisellä ja harvennusten ajoittamisella voidaan lisätä metsien puustopääomaa. Kasvun ja puustopääoman lisääminen ei ole mahdollista loputtomasti. Kun metsät kasvavat liian tiheiksi, puita alkaa kuolla yhä enemmän ja jossain vaiheessa saavutetaan taso, jossa kokonaispuusto ei enää lisääny.

Suosimalla niitä metsätalouden toimenpiteitä, jotka edistävät karikkeen muodostusta, on mahdollista kasvattaa maan hiilimäärää. Toimen-

piteet, joilla voidaan vaikuttaa karikkeen muodostukseen ja hiilen varastoitumiseen ovat mm. metsäpalojen torjunta ja pidättäytyminen kopuukorjuusta. Lisäksi lannoitus ja kalkitus saattavat nopeuttaa hiilen keräytymistä metsämaahan.

Päättehakuun jälkeen metsämaasta vapautuu ensimmäisen 20 vuoden aikana hiiltä n. 5–10 % maaperän hiilivarannosta. Taimikon kehittymisen myötä uudistusala muuttuu jälleen nopeasti hiilen nieluksi. Nopea metsänuudistaminen lyhentää jaksoa, jonka aikana metsästä vapautuu hiiltä.



Valokuva 34.7a Turve on suurin yksittäinen metsätalouden hiilen varasto.

Metsien virkistysyhyödyt ja rinnakkais- tuotteet

Eeva Karjalainen ja Risto Heikkilä

Metsiä käytetään puuntuotannon lisäksi mm. virkistykseen ja luontomatkailuun ja metsistä saadaan muitakin aineellisia hyödykkeitä kuin puuta. Näitä metsien rinnakkais tuotteita ovat riista, marjat, sienet, jäkälä, yrtit ja muut ruohovartistet kasvit, sammaleet, havut, turve, metsähunaja, tuohi, pahkat, kävyt, mahla sekä muut keräilytuotteet. On arvioitu, että rinnakkais tuotteiden arvo on noin kymmenesosa vuosittain hakattavan puutavaran arvosta. Rinnakkais tuotteet tarjoaisivat kuitenkin paljon nykyistä käyttöä enemmän mahdollisuuksia. Esimerkiksi vain murto-osa poimittavissa olevasta marja- ja sienisadosta kerätään talteen¹⁹⁶. Myös metsien matkailullinen merkitys on suuri. Suomeen suuntautuvan kansainvälisen luontomatkailun tulovaikutuksen arvioitiin vuonna 1994 olleen noin 1,1 miljardia markkaa.²²⁰

Metsä antaa ihmiselle monenlaisia yksilöllisiä virkistysyhyötyjä. Suomalaisten arvomaailmassa metsän muut merkitykset ovat siitä saatavaa suoraa taloudellista hyötyä tärkeämpiä.⁶⁸ Metsässä liikkuminen kohottaa fyysistä kuntoa ja edistää henkistä hyvinvointia. Metsä on monille paikka, jossa voi rauhoittua, rentoutua



Valokuva 34.8 Luontopolun avajaiset Solbölén tutkimusalueella.

ja saada uusia voimia. Näiden hyötyjen kansantaloudellinen arvo on merkittävä, koska ne edistävät ihmisen kokonaisvaltaista hyvinvointia, vähentävät terveydenhuollon kustannuksia ja pitävät yllä työkykyä.

Metsän virkistyskäyttöön arvoihin ja rinnakkais tuotteisiin tulisi kiinnittää huomiota aina metsiä uudistettaessa. Niiden merkitys riippuu metsänomistajan tavoitteista. Pääasiallisena tavoitteena saattaakin joskus olla virkistysyhyötyjen tai rinnakkais tuotteiden edistäminen puuntuotannon maksimoinnin sijaan. Erityistä huomiota virkistyskäyttöön tulisi kiinnittää silloin, kun uudistusala on alueella, joka on vilkkaassa virkistyskäytössä.

Maisema

Metsien virkistyskäyttöön vaikuttavat merkittävästi maisema ja maaston kulkukelpoisuus. Niihin pitää kiinnittää erityistä huomiota uudistettaessa metsää maisemallisesti arvokkailla tai herkällä alueilla. Maisemaa kannattaa tarkastella toimenpiteitä suunniteltaessa erityisesti niistä maaston kohdista, joista sitä useimmin katsellaan, esimerkiksi kulkureittien varsilta. Metsänuudistamista tulisi suunnitella kokonaisuutena laajalla alueella, sillä hakkuut näkyvät pitkälle kaukomaisemassa.

Uudistusalan maisemaa voidaan usein parantaa pienilläkin toimenpiteillä. Tärkeitä huomioitettavia asioita ovat uudistusalan koko, muotoilu, sijoitus sekä säästöpuuryhmät. Maiseman kannalta parhaita ovat pienet uudistusalat, jotka on sijoitettu maaston muotojen mukaan. Polveilevat, epäsäännölliset, maaston linjoja myötäilevät uudistusalat ovat maisemallisesti parempia kuin suoraviivaiset. Mäenlakin siluettien rikkomista pitäisi välttää. Uudistusalaa ei myöskään tulisi ulottaa rantaan asti, vaan rantaan on syytä jättää suojavaiohyke, joka peittää uudistusalaa järveltä päin katsottaessa.^{71, 72}

Säästöpuuryhmillä voidaan lieventää hakkuuden aiheuttamaa voimakasta maiseman muutosta. Säästöpuuta tulisi olla riittävästi ja mie-

lellään ryhmissä, jotta ne erottuvat myös kaukomaisemassa. Uudistusalan laiduille jätetyt säästöpuut ja reunavyöhykkeet pehmentävät metsän ja hakkuuaukean rajaa. Uudistusalan kerralla näkyvää kokoa voidaan pienentää säästöpuuryhmillä, jotka peittävät osan uudistus- alasta. Mikäli mahdollista, säästöpuuiden tulisi olla elinvoimaisia ja leveälatvuksisia, sillä huonokuntoiset jätöpuut saattavat rumentaa maisemaa.⁷¹ Säästöpuuryhmät pyritään valitsemaan siten, että niissä on eri puolajajeja, pensaita ja erikoispuita.



Valokuva 34.9 Muutama hyvin sijoitettu säästöpuu voi tehdä ihmeitä maisemalle.

Uudistusalan kulkukelpoisuutta voidaan parantaa keräämällä hakkuutähteitä, pitämällä aukot pienialaisina, välttämällä voimakasta maanmuokkausta sekä tekemällä kulkureittejä. Hakkuutähteet ja maanmuokkaus koetaan myös maisemallisesti häiritsevinä.⁷¹

Marja- ja sienisadot

Metsänuudistaminen voi vaikuttaa joskus myönteisesti marja- ja sienisatoihin. Lämpimät ja valoisa metsänlaiteet sekä pienet aukot metsässä ovat sienille suotuisia kasvupaikkoja. Sekä puolukka että mustikka viihtyvät kosteilla ja valoisa reuna-alueilla, ja siten pienialaiset avo- ja kaistalehakkuut voivat lisätä puolukka-, mustikka- ja vadelmasatoja.¹²⁴

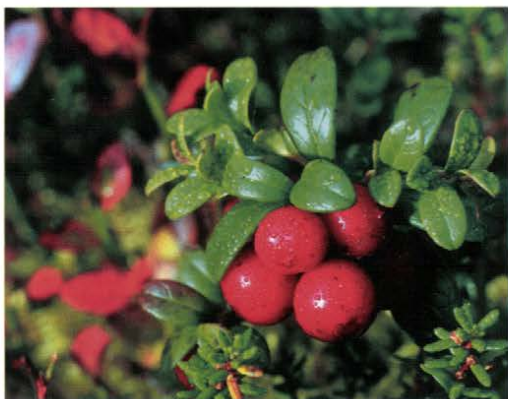
Kuivissa ja kuivahkoissa kangasmetsissä puolukka tuottaa yleensä hyvän sadon avohakkuun



Valokuvat 34.10 ja 34.11 Epäsäännöllisen muotoiset uudistusalat sopivat maisemaan paremmin kuin suorakulmaiset. Maisemasimulaattorilla voidaan vertailla rajausvaihtoehtoja.

jälkeen. Puolukkasadon turvaamiseksi on kuitenkin huolehdittava siitä, ettei puiden kaato ja kuljetus tuhoa kasvustoja. Myös tuoreilla kankailla puolukan varvusto rehevöityy avohakkuun jälkeen, mutta heinän ja lehtipuuvesakon kasvaessa valonsaanti vähenee ja marjonta pienenee. Poimimisen edistämiseksi hakkuutähteitä voidaan korjata pois.¹²⁴

Mustikka on herkkä avohakkuulle, sillä se ei kestä suoraa auringonpaistetta. Mustikka kärsii myös taimikon perkauksesta sekä maanmuokkauksesta.¹³¹ Lakkaa kasvavien korprien avohakkuu muuttaa mikroilmastoa äärevämpään suuntaan. Lakan kukinta alkaa aiemmin, jolloin hallavaurioiden vaara kasvaa. Rehevis-



Valokuva 34.12 Valoisuutta lisäävät hakkuut voivat parantaa puolukkasatoja karuilla kankailla.

sä korvissa kilpaileva kasvillisuus tukahduttaa lakkakasvustoja.¹²⁴

Kaikki tärkeimmät ruokasienemme – tatit, rouskut ja haperot – ovat pääpuulajiemme juurisieniä. Avohakkuun seurauksena sienten kasvu pysähtyy. Ne alkavat tehdä itiöemiä vasta vuosien jälkeen, kun uutta taimiainesta on syntynyt. Yleisimpien ruokasieniksi kelpaavien mykoritsasienien palaaminen saattaa kestää 20–30 vuotta. Maanpinnan muokkaus kuivattaa maaperää, mikä voi osaltaan heikentää useiden mykoritsasienien elinmahdollisuuksia. Jotkut lajit kuitenkin hyötyvät pintakerroksen rikoutumisesta, esim. korvasieni, pulkkosieni, lakritsi-, musta- ja kangarouskut, eräät valmuskat ja jotkut tattilajit. Useimmat mykoritsasienet kärsivät lannoituksesta ja kulotuksesta.^{124, 131}

Riista

Monien riistalajien elinmahdollisuuksia voidaan säilyttää ja parantaa ottamalla huomioon lajikohtaisia vaatimuksia metsiä uudistettaessa. Riistalajit tarvitsevat ravinnokseen ja suojakseen eri puulajeja. Nisäkkäät syövät mm. haapaa, katajaa, pajuja, raitaa, pihlajaa ja koivua. Teeret ruokailevat mielellään urpuja tuotavissa, aukeiden ympäröimissä koivuryhmissä. Talvella teeret syövät katajaa. Pyiden tärkeintä ravintoa ovat lepän urvut, joiden lähei-

syyteen pyyt tarvitsevat tiheitä kuusiryhmiä tuomaan suojaa. Jänikset ja hirvet syövät haapoja, mutta myös metson syksyiseen ravintoon kuuluvat haavan lehdet.¹⁷⁸

Riistalajien tarvitsemien puulajien säilyttämiseksi uudistusosalalle voidaan jättää ryhmittäistä puustoa etenkin reuna-alueille ja kosteikkolajikuille. Uudistusalan raivauksessa tulisi välttää turhaa puulajiston vähentämistä. Koivusekoituksen jättäminen havupuutaimikoihin on suositeltavaa kuten myös lehtipuuston kasvataminen ylispuujaksona kuusen taimikoissa. Lehtipuuden jättäminen taimikoihin vaikuttaa välittömästi tuottamalla ravintoa mm. hirvella ja jänikselle. Puiden varttuessa hyötyä koituu teerelle ja useille vanhojen metsien lintulajeille. Monille nisäkkäille edullisia haapakasvustoja saadaan aikaan kaadettujen haapojen ja uudistusalan reunamille jätettävien elävien haapojen juurivesoista.

Mäntytaimikoissa haapaa ja pajuja joudutaan perkaamaan pois, mutta matalatkin elpyvät kasvustot ovat edelleen riistan käytössä. Pihlaja kuuluu hirven käytössä taimikoista usein varsin nopeasti eikä sitä ole syytä poistaa, ellei ylitiheys selvästi haittaa kasvatettavaa puustoa. Kataja pitäisi jättää kokonaan riistan käyttöön, sillä sen oksia ja marjoja syövät sekä nisäkkäät että kanalinnut. Hirvet syövät männyn ja koivun taimia, ja siksi varsinkin hirvitiheillä metsäalueilla tulisi luontaisen uudistamisen ja kylvön mahdollisuudet käyttää tarkkaan hyväksi.³⁶

Kanalintujen pesät voivat tuhoutua uudistusalan muokkauksessa, viljelyssä ja kulotuksessa. Merkitsemällä pesät ne voidaan yleensä helposti kiertää. Kulotettaessa pesät tulisi pyrkiä suojaamaan tulelta. Lintujen tärkeimpään pesimisaikaan touko-kesäkuussa hakkuita tulee välttää lehdoissa, lehtipuuvaltaisilla lehtomaisilla ja tuoreilla kankailla, rehevissä korvissa ja rehevissä rantametsissä¹²³. Metsokantaa on vähentänyt erityisesti soidinpaikkojen tuhoutuminen. Soidinalueiden ympäristöjen muuttuminen hakkuissa voi myös estää lintujen kulun soitimelle. Soidinmetsiköiden ympä-

ristössä ei saisi olla uudistusaloja ja taimikoi-
ta yli puolta pinta-alasta eikä yksittäisten uu-
distusalojen koko saisi olla yli 300 metriä lä-
pimitaltaan.³⁸ Siksi suojaa ylläpitävä, mielui-
ten vähitellen etenevä luontainen uudistaminen
edistää metson soidinalueiden säilymistä. Met-
son tarvitsemia metsikkörakenteita on pieni-
muotoisessa suomalaisessa metsätaloudessa
tarjolla, mutta ei aina tarpeeksi suurina koko-
naisuuksina. Jotta elinympäristöjen laatua voi-
daan säilyttää ja parantaa, tulisi suunnittelus-
sa päästä yhteistyöhön yli tilarajojen. Metsän
käyttöön herkästi reagoiva metso on hyvä esi-
merkki siitä, että metsiä uudistettaessa tulisi
tarkastella suunnittelualuetta ekologisena ko-
konaisuutena. Yksittäisen metsikön uudista-
misen vaikutusta jonkin lajin kannalta voidaan
helpommin arvioida, kun tiedetään koko elin-
ympäristön tarjoamat mahdollisuudet.



Valokuva 34.13 Metsätalous on osaltaan vas-
tuussa metson harvinaistumisesta Suomessa.

35. Metsänuudistaminen ja metsä- suunnittelu

Timo Pukkala

Metsän uudistaminen nykyaikaisessa ta- voitesuunnittelussa

Metsäsuunnittelu voidaan jakaa strategiseen, tak-
tiseen ja operatiiviseen suunnitteluun. **Strategi-
nen suunnittelu** osoittaa, millaiseen tulevaisuu-
den metsään, hakkuukertymään tai vuotuisen
uudistamis-pinta-alaan tietyllä metsäalueella tulisi
pyrkä, jotta metsä edistäisi parhaiten omistajan-
sa hyvinvointia. **Taktisessa suunnitelmassa**
kerrotaan, mitä metsässä olisi tehtävä, jotta näi-
hin tavoitteisiin päästään. **Operatiivinen suunnit-
telu** puolestaan selvittää, kuinka taktisen
suunnitelman ehdottamat toimet toteutetaan.

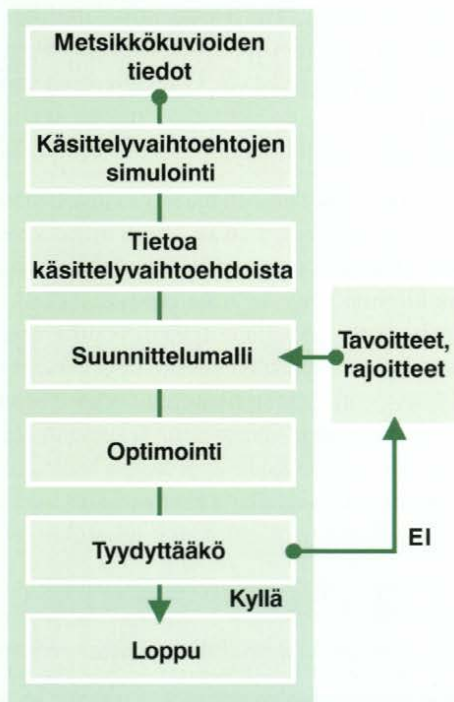
Tavallinen tilakohtainen metsäsuunnitelma vas-
taa lähinnä taktista metsäsuunnitelmaa. Se teh-
dään yleensä kymmeneksi vuodeksi. Metsä-
suunnitelma neuvoo, mitä eri metsiköissä on
tehtävä, jotta metsä kehittyisi toivotulla tavalla
ja antaisi riittävästi hakkuutuloja. Metsäkeskuk-
set laativat useimmat tilakohtaiset metsäsuun-
nitelmat käyttäen Solmu-nimistä suunnittelujär-
jestelmää. Toimenpide-ehdotusten lisäksi met-
säsuunnitelma sisältää arvion puuston määräs-
tä ja kasvusta sekä arvokkaat luontokohteet.

Nykyaikaisissa metsäsuunnittelujärjestelmissä
suunnitelma johdetaan toisaalta päätöksente-
kijän asettamista metsälökohtaisista tavoitteis-



Valokuva 35.1 Metsäsuunnitelma syntyy yh-
teistyössä omistajan kanssa.

ta, toisaalta metsän tuotantomahdollisuuksista (kuva 35.1). Tieto tavoitteista ja metsän tuotannosta yhdistetään ns. suunnittelumalliin, joka ratkaistaan laskennallisesti numeerisen optimoinnin keinoin. Tällaista metsäsuunnittelua voidaan kutsua tavoitesuunnitteluksi, tai metsikkö- ja metsälötalouden yhdistäväksi suunnitteluksi. Suunnittelua, jossa ehdotukset perustuvat metsänkäsittelyohjeisiin tai metsikköittäin harkittuihin toimenpide-ehdotuksiin, voidaan puolestaan kutsua metsikkötalouden suunnitteluksi.



Kuva 35.1 Simulointiin ja optimointiin perustuvan tavoitesuunnittelun periaate.

Tieto metsän tuotantomahdollisuuksista tuotetaan siten, että metsikköiden tulevaa kehitystä jäljitellään eli simuloidaan vaihtoehtojen käsittelyketjujen mukaisesti toimittaessa. Koko metsälön tuloksen lisäksi suunnittelumallin ratkaisu kertoo myös kunkin metsik-

kökuvion suositeltavimman käsittelyn, jossa ovat mukana myös uudistamisajankohta ja uudistamismenetelmä. Metsiköille on simuloitu vaihtoehtoisia uudistamisajankohtia ja uudistamisketjuja. Suunnittelumallin ratkaisumenetelmä valitsee niistä sen, joka toteuttaa tavoitteet parhaiten.

Metsän uudistamisen kohdalla tämä on kuitenkin liian ihanteellinen kuva nykyaikaisen suunnittelun tarjoamista mahdollisuuksista. Tämä johtuu siitä, ettei metsän uudistumista ja taimikon alkukehitystä kyetä ennustamaan luotettavasti. Suurin syy ennustamisen vaikeuteen on siinä, että uudistumiseen vaikuttavat ratkaisevasti sellaiset tekijät, joita ei tiedetä suunnittelmaa tehtäessä. Suunnittelija ei tiedä, montako kertaa halla vierailee tulevilla kuusenistutusalueella, milloin Pohjois-Suomessa on seuraava hyvä siemenvuosi tai milloin sateiden määrä ja ajallinen jakaantuminen ovat suotuisat sirkkataimien alkukehitykselle.

Uudistumiseen liittyvä epävarmuus vaikeuttaa suuresti metsän uudistamismenetelmän valintaa. Jos luontaisten uudistamisen olosuhteet sattuvat olemaan suotuisat, saattaa esimerkiksi OMT-koivikkoa uudistettaessa luontainen uudistaminen olla huomattavasti viljelyä parempi valinta. Epäsuotuisissa oloissa tilanne on päinvastoin ja viljely olisikin luontaista uudistamista parempi menetelmä. Uudistumisen epävarmuus voidaan metsäsuunnittelussa ottaa huomioon usealla eri tavalla. Ensimmäinen keino on se, että tietyssä uudistamistilanteessa ei tuoteta aina samaa ennustetta, vaan erilaisia tuloksia siinä suhteessa kuin niitä on tutkimuksissa tai metsän uudistumisen inventoinneissa havaittu syntyvän. Uudistumisesta on tällä tavoin tehty satunnainen ilmiö. Kun metsäsuunnittelun tarkoitus on tuottaa laskelmia suuralueille, vaikkapa Metsäntutkimuslaitoksen MELA-järjestelmällä, tämä on täysin sallittu ja jopa hyvä menetelmä. Uudistamistuloksen satunnaistaminen johtaa oikeampaan ennusteseen esim. täydennysviljelyn määrästä ja tiheydeltään erilaisten taimikoiden pinta-alasta.

Tilakohtaisessa metsäsuunnittelussa ei voi menetellä tällä tavoin, koska suunnitelman pitäisi osoittaa sopivin käsittely erikseen jokaiselle metsikölle. Tilakohtaisessa suunnittelussa tietyille metsikölle kannattaa simuloida vain varmoiksi tai melko varmoiksi havaittuja uudistamisvaihtoehtoja. Metsän uudistamismenetelmän valinnan kohdalla nykyaikainen tavoitesuunnittelu onkin melko lähellä vanhanaikaisista ohjevetoista metsikkötalouden suunnittelua.

Aluesuunnittelu ja ekologinen suunnittelu

Simuloinnista ja optimoinnista koostuva nykyaikainen suunnittelu yhdistää metsälö- ja metsikkötalouden suunnittelun. Järjestelmät mahdollistavat sen, että metsälötasolla määritellyistä tavoitteista ja rajoitteista johdetaan metsiköiden käsittelysuunnitelmat. Nykyisin on paineita tarkastella suunnittelussa myös metsälöä laajempia alueita. Kyseessä on tällöin aluesuunnittelu, jossa osa tavoitteista liittyy metsälöä laajempaan kokonaisuuteen. Jos laajempaan alueeseen liittyvät tavoitteet liittyvät luonnonhoitoon ja ekologiaan, voidaan puhua alueekologisesta suunnittelusta.

Alueellisten tavoitteiden ja ekologisten seikkojen yleinen vaikutus suunnitelmaan lienee useimmiten se, että hakkuukohteita ja näin ollen myös uudistamisalueita kootaan yhteen. Tämä vähentää metsän pirstoutumista ja johtaa siihen, että myös varttuneemmat metsät muodostavat laajempia yhtenäisiä alueita. Laajahko yhtenäinen uudistamisala pysyy laajana yhtenäisenä alueena uudistamisen jälkeenkkin.

Uudet tavoitteet, uudet uudistamisketjut

Luonnonhoitoon ja monikäyttöön liittyvät tavoitteet ovat johtaneet paitsi aluesuunnittelun tarpeeseen, myös siihen, että vallitseviksi uudistamiskeinoiksi astuvat eri menetelmät kuin aiemmin. Maisemallisten arvojen korostaminen lisää luontaisen uudistamisen käyttöä ja mahdollisesti sekataimikoiden ja koivikoiden perus-

tamista. Ekologiset seikat ovat johtaneet siihen, että uudistusalueille jätetään sekä kuolleita että eläviä puita. Nämä lisäävät metsän kerroksellisuutta, lahoppuun määrää sekä suurien ja vanhojen puiden osuutta tulevaisuuden metsässä. Kustannusten vähentämiseksi ja taimikon ominaisuuksien parantamiseksi uudistamisessa suositaan sekastrategioita, esimerkiksi kylvön ja istutuksen tai luontaisen uudistamisen ja istutuksen yhdistelmää.

Uudet tavoitteet ovat johtaneet sellaisten menetelmien käyttöönottoon, joista on niukasti tutkimustietoa. Metsän kehityksen ennustamiseksi olisi mm. tiedettävä, kuinka jättöpuut vaikuttavat taimettumiseen ja taimien kehitykseen, kuinka hyvin ja kuinka pitkälle reunametsä taimettaa uudistusala, kuinka sekataimikot kehittyvät jne. Jotta metsäsuunnittelu voisi myös metsän uudistamisen kohdalla olla tavoitevetoista, tarvitaan melkoista panostusta metsän uudistamisen tutkimukseen. Tutkimuksen pitäisi tuottaa paitsi perustietoa uusista valta-menetelmistä, myös tietoa menetelmiin liittyvästä epävarmuudesta. Tämä edellyttää laajoja mittauksia ja inventointeja, joita toistetaan monia vuosia.

36. Metsänuudistamisen tulos

Liisa Saarenmaa ja Sauli Valkonen

Tavoitteista tuloksiin

Taimikon tarkastus ja tuloksen arviointi kuuluu erottamattomana osana uudistamisketjuun. Virheistään oppii, mutta niin oppii myös hyvistä tuloksista. Milloin metsän uudistaminen sitten on onnistunut ja milloin epäonnistunut? Tähän kysymykseen ei oikein voi vastata ennen kuin on selvillä, mihin oikeastaan pyrittiin uudistamis päätöstä tehtäessä ja toteutettaessa. Mikä oli tavoite?

Metsänuudistamisen tavoitteena on aikaansaada tavoitetaimikko taloudellisesti ja nopeasti. Hyvän metsänhoidon tavoitetaimikko sisältää kasvupaikalle sopivia puulajeja, on elinvoimai-



Valokuva 36.1 Tavoitetaimikko sekametsän kasvattamiseksi. Kuusella on tarpeeksi etumatkaa koivuun nähden.

nen, tarpeeksi tiheä ja hyvälaatuinen. Metsänhoitosuosituksissa ja -ohjeissa esitetyt tavoitteet ja -menetelmät hyvään lopputulokseen pääsemiseksi vaihtelevat metsänomistajaryhmästä toiseen. Yksityismetsiä varten on olemassa Metsätalouden kehittämiskeskus Tapion laatimat metsänhoitosuositukset, joihin metsäkeskukset ovat tehneet alueellisia tarkennuksia.⁵² Metsähallituksella ja metsäyhtiöillä on omat ohjeet omille metsilleen. Vähimmäistavoitteena on kaikilla niin sanottu lakiraja. Se on maa- ja metsätalousministeriön metsälain

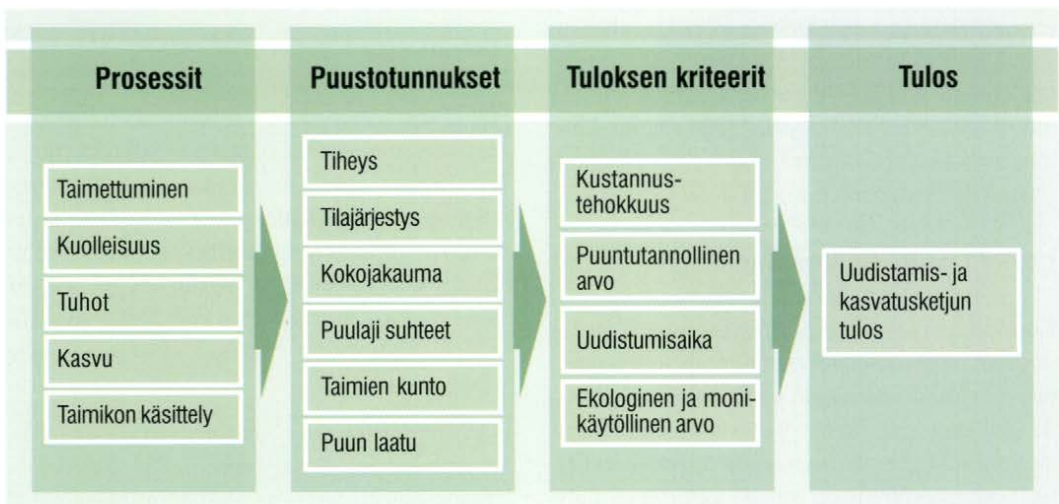
soveltamisesta koskeva päätös, jota metsäkeskukset käyttävät metsälain ja -asetuksen valvonnassa.

Tulokseen vaikuttavat tekijät

Uudistamistulos on monen tekijän summa. Niistä tärkeimmät ovat kustannustehokkuus, taimikon puuntuotannollinen arvo, uudistumisaika ja monimuotoisuus. Puuntuotannollista arvoa arvioidaan taimien tilajärjestyksen, tiheyden, laadun, pituuden, läpimitan ja puulajisuhteiden perusteella. Niitä säätelevät taimettuminen eli taimien syntyminen ja kasvu, taimien kuoleminen ja tuhot sekä ihmisen toimenpiteet eli metsän käsittely (kuva 36.1).

Kustannustehokkuus

Metsänuudistamiseen kuuluu sarja vaihtoehtoisia toimenpiteitä. Niistä pitäisi pystyä valitsemaan yhdistelmä, joka tuottaa halvalla mutta nopeasti ja varmasti tavoitteet täyttävän taimikon. Uudistusalan ominaisuudet ja toimenpiteiden valinnassa onnistuminen vaikuttavat siihen, miten kalliiksi uudistaminen tulee. Uudistamiskustannukset koostuvat mm. uudistusalan raivauksesta, maanmuokkauksesta, sie-



Kuva 36.1 Metsänuudistamisen tulos ja sen arviointiperusteet.

menten tai taimien hinnasta ja muista materiaalikustannuksista sekä viljely- ja jälkihoitotyöstä.

Uudistamiskustannukset vaihtelevat metsänviljelyaloilla välillä 500—1 180 €/ha (3 000—7 000 mk/ha) (vuonna 2001) viljelytiheydestä ja taimi- ja siemenlajista riippuen (ks. luku 7.2). Luontaisessa uudistamisessa metsänviljelymateriaalin hinta jää pois, mutta siemenpuiden jättäminen uudistusalalle pienentää hakkuutuloja. Siemenpuiden poistaminen erillisenä työvaiheena lisää korjuukustannuksia ja voi aiheuttaa vaurioita syntyneeseen taimikkoon.

Puuntuotannollinen arvo

Taimikon puuntuotannollinen arvo (tai metsittämisarvo) tarkoittaa taimikosta kasvavan metsän puuntuotos- tai tuottokykyä. Sitä voidaan arvioida taimikon tiheyden, tilajärjestyksen ja taimien kehityskelpoisuuden perusteella. Taimikon puuntuotannollinen arvo on suuri silloin, kun uudistusalalla on täystiheä taimikko, taimet ovat jakautuneet tasaisesti ja ne ovat taloudellisesti arvokasta puulajia, hyvälaatuisia eikä niiden välillä ole kovin suuria kokoeroja.

Tiheys

Taimikon tiheyden säätely on tasapainoilua puuston kasvun, ensiharvennuksen kannattavuuden ja puun laadun välillä. Liian suuri tiheys hidastaa puiden paksuuskasvua ja lisää korjuukustannuksia. Harvassa taimikossa puut kasvavat paksummiksi ja ensiharvennus lykkääntyy, mutta kokonaiskasvu pienenee. Suuri tiheys parantaa runkojen laatua oksikkuutta vähentämällä. Männyn taimikon tiheyden tulisi olla ennen harvennusta (4—8 m valtapituudessa) 2 000—8 000 tainta hehtaarilla, jotta taimista kehittyisi hyvälaatuisia tukkipuita.²⁴⁶

Nykyiset männyn istutustiheydet (tietotaulu 21.3) ovat liian pienet laatutavoitteiden saavuttamiseksi, varsinkin kun taimia kuolee joskus paljonkin. Muilla tavallisilla puulajeilla

tavoitetiheys on hyvin lähellä viljelytiheyttä (tietotaulu 21.3) ja niillä ei ole samanlaisia tiheyteen liittyviä laatuongelmia kuin männyllä.

On selvää, että männyn taimia ei kannata istuttaa laadun kannalta riittävää määrää. Tavoitetiheys voidaan saavuttaa vain luontaisen täydennyksen avulla, jota kasvatetaan 4—8 metrin valtapituusvaiheessa tehtävään taimikonhoitoon asti. Täydentävät taimet ovat yleensä koivua tai muuta lehtipuuta. Mäntyä tai kuusta syntyy harvoin tarpeeksi. Kullakin puulajilla on oma kasvurytminsä, mikä on otettava huomioon kun luontaisia taimia jätetään kasvamaan viljelytaimikkoon. Koivut kasvavat nuorina havupuuta nopeammin, mikä voi tehdä havupuuvaltaisista taimikoista epätasaisia, jos koivut ovat syntyneet samaan aikaan metsänviljelyn kanssa. Kuusi sietää mäntyä paremmin koivusekoituksen, koska se ei vaadi yhtä paljon valoa kuin mänty. Rauduskoivusekoitus voi parantaa taimikon tuotosta puhtaaseen kuusikkoon verrattuna. Alustavat tutkimustulokset viittaavat siihen, että myös mänty ja koivut voivat kasvaa samassa taimikossa, mutta silloin on huolehdittava siitä, ettei tiheä koivikko pääse ensimmäisinä vuosina kehittymään selvästi mäntyä pidemmäksi.

Laatutavoitteiden kannalta tarpeeksi tiheitä männiköitä voidaan perustaa kylvöllä sille sopivilla kasvupaikoilla. Myös luontainen uudistaminen johtaa sille sopivissa oloissa usein riittävän suureen tiheyteen. Taimikoihin jää usein harvoja ja aivan aukeitakin kohtia, vaikka kokonaistaimimäärä olisi suuri.

Kaikkia uudistusalalla kasvavia taimia ei lasketa tavoitetiheyteen mukaan. Vain kehityskelpoisilla taimilla on mahdollisuudet kasvaa vähintään ensiharvennukseen asti ilman metsänhoidollisia toimenpiteitä. Laadun parantamiseksi asetettuihin korkeisiin tiheystavoitteisiin pitää tietenkin laskea taimikonhoitoon asti kasvatettavat täydentävät taimet mukaan.

Kehityskelpoisten taimien tulee olla puulajittaan kasvupaikalle sopivia ja taloudellisesti ar-

vokkaita. Tapion metsänhoitosuosituksen⁵² mukaan taloudellisesti arvokkaita ja kasvupaikalle sopivia puulajeja ovat mänty tuoreilla ja sitä karummilla kasvupaikoilla, kuusi tuoreilla ja sitä viljavammilla kankailla sekä vastaavilla



Valokuva 36.2 Saarni on kasvatuskelpoinen puulaji parhailla kasvupaikoilla Etelä-Suomessa.

turvemailla, rauduskoivu tuoreilla ja sitä viljavammilla kankailla, hieskoivu soistuneilla kangasmailla ja savipitoisilla mailla sekä haapa lehtomaisilla kankailla ja lehdoissa. Vaahtera, tervaleppä, tammi, jalavat, lehmus, saarni ja siperianlehtikuusi ovat niin ikään taloudellisesti arvokkaita puulajeja. Suurin osa metsänviljelyaloille syntyvistä luontaisista taimista on yleensä hieskoivua. Sitä voidaan kasvattaa turvemailla. Lapissa siitä saadaan usein arvokasta täydennystä aloilla, joilla on vaikeaa saada riittävän halvalla tarpeeksi muiden puulajien taimia. Tiheästä porokannasta seuraavat tuhot ovat kuitenkin vakava ongelma monilla alueilla.

Laadun kannalta riittävä tiheys on kannattavan ensiharvennuksen näkökulmasta liian suuri. Puiden järeyskehitys on tiheässä taimikossa hidasta. Ensiharvennuksessa täytyy poistaa paljon pieniä puita, joista ei saada myyntikelpoista puutavaraa. Nuorena tiheänä pidettävä taimikko pitää siis harventaa noin 4—8 m pituusvaiheessa enintään 2 000 kpl/ha tiheyteen.

Tilajärjestys

Taimikon tilajärjestys tarkoittaa taimien jakautumista uudistusosalalle. Taimilla on oltava riittävästi kasvutilaa, jotta niistä voi kehittyä runkopuuta tuottavia puita. Kasvutila arvioidaan mittaamalla etäisyys kahden kasvatuskelpoisen taimen välillä, jolloin vähimmäisvaatimuksena pidetään usein 0,5—0,6 metriä. Kehityskelvottomia taimia ei oteta huomioon kasvutilaa arvioitaessa.

Metsikkötaloudessa pyritään yleensä tasaiseen taimikkoon. Muokatuilla viljelyaloilla taimet sijaitsevat tasaisemmin kuin luontaisen uudistamisen aloilla, joilla tiheät taimiryhmät ja taimettumattomat kohdat vuorottelevat, etenkin jos luontainen taimikko on syntynyt muokkaamattomalle maalle jo alikasvoksena. Tilajärjestys voi muodostua ryhmittäiseksi vaikeasti uudistettavilla mailla, joilla esimerkiksi painanteet voivat jäädä kokonaan taimettumatta.

Pituus

Tavoitetaimikko on myös pituuskehitykseltään mahdollisimman tasainen. Etukasvuiset ”susipuut” ovat huonolaatuisia mutta vievät paljon tilaa. Taimien kehityskelpoisuutta arvioitaessa pituuden vaihtelulle voidaan asettaa ylä- ja alaraja, joista poikkeavat, muuten kasvatuskelpoiset taimet luetaan kasvatuskelvottomiksi. Havupuiden taimia pitemmät koivut voivat haitata etenkin mäntyjen kehitystä. Taimien pituusporrastusta säädelään taimikonhoidossa.

Taimien laatu

Metsänuudistamisessa pyritään hyvälaatuisen taimikkoon. Viljelymateriaalin tulee olla perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan uudistusalan olosuhteisiin sopivaa ja siementen ja taimien tulee olla hyvälaatuisia. Viranomaiset valvovat metsänviljelyaineiston kauppaa, mikä periaatteessa takaa laadun, mutta myös metsänomistajan kannattaa olla valppaana. Taimia kohtaavat tuhot aiheuttavat niihin usein laatuviikoja myöhemmin. Huonot taimet voidaan onneksi poistaa harvennuksissa. Taimikko pitäisi kasvat-
taa nuoruusvaiheessa riittävän tiheänä, jolloin runko kasvaa suorassa ja oksat karsiutuvat.

Uudistumisaika

Mitä pidemmäksi uudistumisaika venyy, sitä kauemmin maan tuottokyky on vajaassa käytössä. Metsälaki asettaa uudistamiseen kuluvalle ajalle takarajan niin, että taimikon perustamista koskevat toimenpiteet on saatettava loppuun viiden vuoden kuluessa uudistushakkuun aloittamisesta tai kolmen vuoden kuluessa uudistushakkuun päättymisestä. Viisas metsänuudistaja toimii kuitenkin nopeammin kuin laki vaatii ja säästää näin aikaa, vaivaa ja rahaa.

Uudistaminen on tehtävä määrätietoisesti, jotta uudistuslalle saataisiin mahdollisimman nopeasti uusi puusto. Metsänuudistamisessa aika on rahaa monessa mielessä. Hakkuun jälkeen uudistustoimet kannattaa aloittaa välittömästi, sillä tuore hakkuuala on helpompi uudistaa, kuin pitkään seisonut. Pintakasvillisuus saa hakkuun jälkeen käyttöönsä sekä valoa että ravinteita, joiden vaikutuksesta uudistusala heinittyy tai ruohottuu nopeasti. Nopeasti uudistettaessa vapautuneet ravinteet tulevat uuden puuston hyväksi sen sijaan, että ne rehevöittävät pintakasvillisuutta tai huonoimmassa tapauksessa huuhtoutuvat sadevesien mukana vesistöihin.

Monimuotoisuus, maisema ja muut käyttömuodot

Tavoitetaimikolle asetetaan nykyisin myös luonnon monimuotoisuutta, maiseman kauneutta ja muita käyttömuotoja koskevia tavoitteita. Talousmetsien ekologista arvoa pyritään parantamaan mm. pitämällä metsissä lehtipuun osuus suurena, jättämällä uudistusaloille säästöpuuta lahoppuujatkumoa turvaamaan ja lisäämällä kulotuksen osuutta maankunnostuksessa. Arvokkaat elinympäristöt jätetään hakkaamatta tai käsitellään varovasti, niin etteivät niille ominaiset piirteet muutu. Riistan, marja- ja sienisatojen, suojavaikutusten ja maiseman hyväksi voi tehdä monenlaisia ratkaisuja, joiden toteuttaminen ei välttämättä huononna metsänuudistamisen tuloksia merkittävästi.

Tuloksen arviointi

Uudistamistulos arvioidaan vertaamalla aikaan saatua taimikkoa, uudistumisaikaa, kustannuksia, sekä ekologisen kestävyuden ja monikäytön kannalta tärkeitä elementtejä asetettuihin tavoitteisiin. Taimikon rakennetta (tiheys, puulajisuudet, tilajärjestys, pituus, terveys, laatu jne.) koskevat tunnuksot voidaan selvittää silmävaraisesti tai koealoja mittaamalla. Arviointimenetelmät on esitetty kappaleessa 55. Uudistamistuloksen varmistaminen.

Uudistetun metsikön ekologista, maisemallista ja monikäyttöistä arvoa on vaikeaa mitata täsmällisillä lukuarvoilla. Niitä voidaan kuitenkin arvioida laadullisesti esimerkiksi miettimällä, ovatko hyvän metsänhoidon suositukset toteutuneet ja onko metsänomistaja tyytyväinen tuloksiin, kuten maiseman tai riistanhoidon toimien onnistumiseen tai marjapaikkojen säilymiseen.

4. Metsänuudistamisen biologiset ja ekologiset perusteet

41. Pääpuulajimme ja niiden uudistumisbiologiset ominaisuudet

Taneli Kolström

Suomessa esiintyy luonnonvaraisena neljä ha-vupuulajia: mänty (*Pinus sylvestris*), kuusi (*Picea abies*), marjakuusi (*Taxus baccata*) ja kataja (*Juniperus communis*). Mänty ja kuusi ovat keskeiset puulajit metsätaloudessa ja niiden uudistamis- ja kasvubiologiset ominaisuudet ovat keskeinen osa metsänhoidon perusteista.

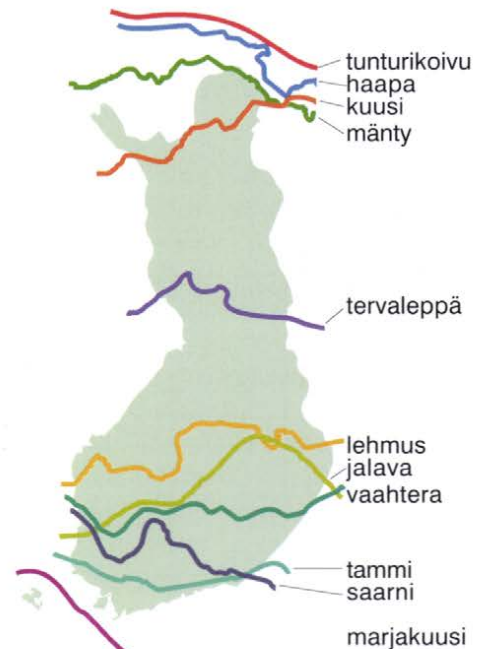
Lehtipuulajeja Suomessa esiintyy luontaisesti koko joukko. Taloudellisesti merkittäviä ovat etenkin rauduskoivu (*Betula pendula*), hieskoivu (*Betula pubescens*) ja nykyään myös haapa (*Populus tremula*). Muista lajeista tervaleppä (*Alnus glutinosa*), harmaaleppä (*Alnus incana*), raita (*Salix caprea*), pihlaja (*Sorbus aucuparia*) ja tuomi (*Prunus padus*) ovat suhteellisen yleisiä. Tammi (*Quercus robur*), kynäjalava (*Ulmus laevis*), vuorijalava (*Ulmus glabra*), vaahtera (*Acer platanoides*), lehmus (*Tilia cordata*) ja saarni (*Fraxinus excelsior*) esiintyvät pienemmässä määrin eteläisessä Suomessa.

Mänty

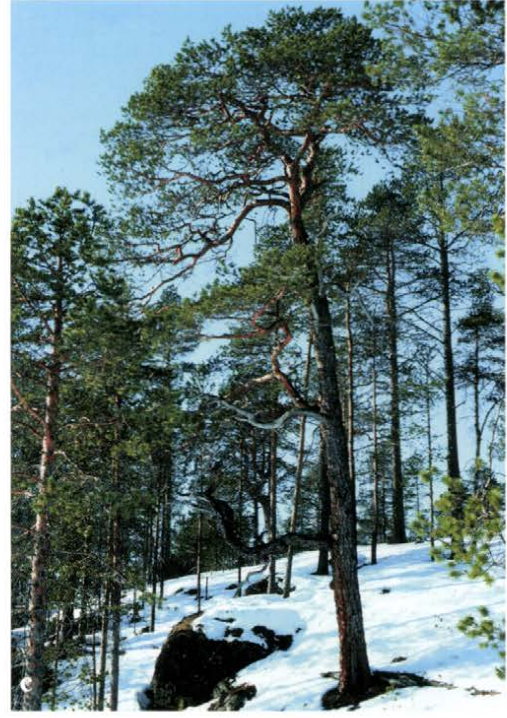
Mäntyä esiintyy suuressa osassa Eurooppaa ja Aasiaa.²⁰² Historiallisesti männyn katsotaan levinneen Suomeen noin 8 000 vuotta sitten. Mänty esiintyy käytännöllisesti katsoen koko Suomessa lukuun ottamatta aivan pohjoisinta Lappia. Mäntymetsien osuus puustosta korostuu Pohjois-Suomessa, jossa mänty esiintyy myös metsänrajapuuna (kuva 41.1). Syynä ovat kasvuolosuhteet, metsien käyttö ja osittain eri puulajien jääkauden jälkeinen leviämishistoria. Kuusihan on tullut meille vasta noin 4 000 vuotta sitten.⁶⁶

Mänty on kasvupaikan suhteen vaatimaton, mutta esiintyy kivennäismailla sekä kaikkein viljavimmilla että karuimmilla kasvupaikoilla. Turvemailla mänty kasvaa sekä karuilla että viljavilla soilla. Laatuominaisuuksien suhteen parhaimmat metsiköt löytyvät kuitenkin karukoilta ja karuilta kankailta.

Mänty on sukkessiassa pioneeripuulaji, joka vaatii runsaasti valoa. Varjostus aiheuttaa latvuksen pienenemisen ja kasvun heikkenemisen. Viljavilla kasvupaikoilla mänty ei kykene kilpailemaan kuusen kanssa sukkession edetessä vaan se joutuu väistymään. Karuimmilla kasvupaikoilla mänty kykenee säilyttämään asemansa valtapuuna sukkession eri vaiheissa. Nuoruusvaiheessa mänty on nopeakasvuinen puulaji. Mänty sietää vanhempana myös hyvin metsäpaloja.



Kuva 41.1 Eri puulajien metsänrajat Suomessa.²⁴⁸



Valokuva 41.1 Ilmasto ja kasvupaikka muovaavat mäntyä. a: etelärannikko, b: Keski-Suomi ja c: Lappi.



Mänty on tuulipölytteinen, yksikotinen laji ja uudistuu pelkästään suvullisesti. Hede- ja emikukat ovat samassa puussa. Männyn siemenet kehittyvät hitaasti ja vasta kolmantena keväänä siemenet karisevat itäen maassa heti samana kesänä. Männyllä on runsas siemensato keskimäärin kolme kertaa kymmenessä vuodessa Etelä-Suomessa. Mitä pohjoisemmaksi mennään, sitä harvinaisemmaksi käyvät hyvät siemensadot rajoittaen luonnollisesti männyn uudistumista. Männyn puuraja asettuu 550 d.d. astetta vastaavalle lämpösummakäyrälle.

Kuusi

Kuusta esiintyy suurimmassa osassa Eurooppaa ja Aasiaa, ja sen levinneisyysalue kattaa Euraasian havumetsävyöhykkeen.²⁰² Kuolan niemimaalla ja Pohjois-Venäjällä kuusi muodostaa metsärajan. Suomessa metsärajaa ei muodosta kuusi vaan mänty, koska kuusi ei ole vielä ehtinyt levitä pohjoisimpaan Lappiin.

Kuusen Pohjois-Venäjällä kasvava maantieteellinen rotu erotetaan usein omaksi alalajikseen, jota kutsutaan siperiankuuseksi tai obovatakuuseksi (*Picea abies* subsp. *obovata*). Siperiankuusi eroaa tavallisesta kuusesta mm. latvus-



muotonsa (valokuva 41.2) ja käpyjen perusteella. Pohjois-Suomen kuusi luetaan kuuluvaksi siperiankuusi-alalajiin.

Kuusi viihtyy kivennäismailla tuoreilla kankailla ja sitä viljavammilla kasvupaikoilla. Kuusta tavataan myös karuimmilla kasvupaikoilla, missä sen kasvu tosin on hitaampaa. Kuusi menestyy myös turvemaiden viljavilla kasvupaikoilla, jos maan vesi on hapekasta ja virtaavaa.

Kuusi on ominaisuuksiltaan selvästi kliimaksipuulaji. Se sietää voimakasta varjostusta, uudistuu alikasvoksena muiden puulajien, erityisesti pioneeripuulajien männyn ja koivun alle. Alikasvosuudistumisen seurauksena kykenee kuusi voimakkaana kilpailijana vähitellen valtaamaan kasvupaikan. Viljavien kasvupaikkojen kuusikot ovatkin ns. pysyviä metsikkölajeja, joihin luontainen suknessiokehitys johtaa ilman voimakkaita häiriöitä. Kuusi on hallan-



Valokuva 41.2 Pohjois-Suomen luminen ilmasto suosii kapeita kuusimuotoja. a: Lappi, korkea alue b: Keski-Suomi, Orivesi.

arka ja vaatii hallaisilla paikoilla uudistuakseen isomman puuston suojaa.

Uudistumisominaisuuksiltaan kuusi on yksikotinen kasvi, jonka emikukinnot sijaitsevat latvuksen ylimmässä kolmanneksessa ja hedekukinnot sijaitsevat pääosin latvuksen alaosassa. Siemenkehitys on nopeampaa kuin männyllä: siemenet karisevat toisena keväänä ja itävät heti samana kesänä. Runsaita siemensatoja kuusella on 3–4 kertaa kymmenessä vuodessa.

Koivut

Suomessa esiintyy kaksi puumaista koivulajia: rauduskoivu (*Betula pendula*) ja hieskoivu (*Betula pubescens*). Raudus- ja hieskoivu esiintyvät Euroopassa ja osin Aasiassa aina Atlantin valtamereltä Keski-Siperiaan asti. Rauduskoivu on hieman eteläisempi kuin hieskoivu. Lapin tuntureiden koivikot ovat hies-

koivun alalajin tunturikoivun (*Betula pubescens* subsp. *czrepanovii*) muodostamia. Rauduskoivua esiintyy aina Inarissa asti. Soilla kasvavat koivikot ovat melkein pä järjestään hieskoivikkoja.



Valokuva 41.3 Rauduskoivu (a) kasvaa hieskoivua (b) järeämmäksi ja sen runkomuoto on hieskoivua parempi.

Raudus- ja hieskoivu ovat yksikotisia, tuulipölytteisiä puulajeja. Niiden siemenet kehittyvät nopeasti yhden kasvukauden aikana ja varisevat syksyllä. Siemenet talvehtivat ja itävät yleensä vasta seuraavana keväänä. Pioneeripuulajeina koivut tuottavat yleensä joka vuosi runsaasti siementä ja niillä on siten erittäin hyvä uudistumiskyky. Koivut, erityisesti nuoret hieskoivut, uudistuvat suvuttomasti myös tyvi- ja runkovesoista. Raudus- ja hieskoivu eivät risteidy keskenään Etelä-Suomessa. Sen sijaan Pohjois-Suomessa rauduskoivun ja hieskoivun risteymiä esiintyy.¹⁷⁹

Koivut viihtyvät parhaiten viljavilla kasvupaikoilla, vaikka ne esiintyvät myös karummilla kasvupaikoilla. Lehtomaiset kankaat ja lehdot ovat koivun parhaita kasvupaikkoja. Hieskoivu viihtyy myös rehevissä korvissa ja rämeillä. Biologisilta ominaisuuksiltaan koivut ovat pioneerilajeja ja ne vaativat runsaasti valoa. Koivikot ovat tunturikoivikoita lukuun ottamatta väistyviä metsiköitä, jotka iän myötä muuttuvat kuusikoiksi. Koivujen nuoruusvaiheen kasvu on nopeaa ja niiden kasvu kulmineituu hyvin varhain niiden suhteellisen lyhyen elin-kierron aikana.

Haapa

Haapaa esiintyy kaikkialla Suomessa, mutta metsiköitä se muodostaa vain parhailla kasvupaikoilla. Kasvupaikan suhteen haapa on vaatelias. Karuilla kasvupaikoilla sitä esiintyy usein pensastavana. Pioneeripuulajina haapa on valoa vaativa ja nopeakasvuinen. Kloonimaisesta kasvutavasta johtuen se saattaa säilyä alikasvoksena ja voimistua nopeasti kasvutilan vapauduttua.

Haapa uudistuu sekä suvullisesti että suvuttomasti. Se on kaksikotinen puulaji, jonka hedega emipuut voivat kasvaa jopa erillisinä metsiköinä. Haavan siementuotanto on erittäin runsasta mutta meillä itämiselle ja taimien alkukehitykselle suotuisia lämpö- ja kosteusoloja esiintyy harvoin.⁴⁴ Haavan kasvu on voimak-

kainta hyvin nuorena, 25—30 vuoden iällä. Haapa on luonnon monimuotoisuuden kannalta avainlaji, jolla on huomattava vaikutus muun lajiston esiintymiseen. Hyvät haapataimikot ovat nykyisten suurten hirvikantojen aikakaudella harvinaisia, koska haapa on hirvien mieliruokaa.



Valokuva 41.4 Haaparyhmän puut ovat todennäköisesti saman puun vesoja eli yhtä kloonia. Niiden ulkomuoto on samanlainen, ja lehdet puhkeavat ja kellastuvat samanaikaisesti.

Puulajien rooli metsien luontaisessa kehityksessä

Sukcessio

Tietyllä alueella tapahtuvaa pitkäaikaista, vuodenaikaisvaihtelusta riippumatonta, suuntautunutta ja jatkuvaa lajien populaatioiden asuttamis- ja häviämisprosessia kutsutaan ekologiseksi sukcessioksi.⁹ Sukcession katsotaan kohdistuvan pääasiassa kasvillisuuteen ja siinä tapahtuviin muutoksiin. Eläimistön katsotaan mukautuvan kasvillisuudessa tapahtuviin muutoksiin.²⁸

Suomalaisessa havumetsässä tapahtuva luontainen kehitys on hyvä esimerkki ekologisesta sukcessiosta. Luontaiseen kehitykseen kuuluvat erilaiset häiriötekijät, joista metsäpalo on yleinen luonnontilaisissa metsissä. Nykyisissä talouskäytössä olevissa metsissä avohakkuu on yleisin sukcessiokehitystä käynnistävä häiriö. Laaja-alainen myrskytuho on myös sukcession käynnistävä häiriö. Ympäristön täydellinen muutos, kuten esim. maan kohoaminen merestä, käynnistää myös sukcession.

Sukcessiokehityksen alkuvaiheessa viihtyviä lajeja kutsutaan pioneerilajeiksi ja kehityksen myöhäisessä vaiheessa viihtyviä lajeja kliimaksilajeiksi.

Pioneerilajit

leviävät nopeasti ja tehokkaasti
lisääntyvät tehokkaasti
lisääntyminen liittyy usein häiriöön
huonoja kilpailijoita
suuri kasvunopeus
yhteyttämisnopeus suuri
varjoisuuden kesto alhainen
”saapuvat ja häviävät nopeasti”

Kliimaksilajit

hitaita ja huonoja leviämään
lisääntyvät hitaammin
lisääntyminen ei välttämättä liity häiriöön
hyviä kilpailijoita
kasvavat hitaasti
yhteyttämisnopeus pieni
kestävät hyvin varjostusta
”saapuvat hitaasti, pysyvät pitkään”

Taulukko 41.1 Sukcession eri vaiheiden lajien ominaisuuksia²⁸ sovellettuna suomalaisen havumetsäympäristöön.



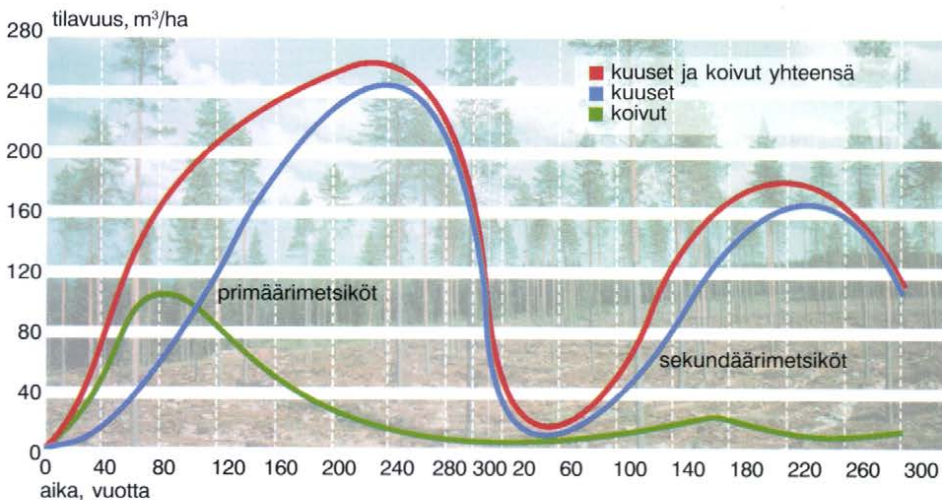
Valokuva 41.5 Laaja-alainen häiriö voi palauttaa metsän suuren kierron alkuun missä tahansa sukkessiovaiheessa.

Metsämaisemamme puulajeista koivu on tyypillinen pioneeripuulaji. Myös mänty on sukkessiokehityksen alkuvaiheessa viihtyvä puulaji. Kuusi vahvana kilpailijana ja mukautujana on tyypillinen sukkessiokehityksen loppuvaiheessa viihtyvä laji.

Pohjoisen havumetsän luontainen sukkessio

Voimakkaan metsäpalon jäljiltä kasvupaikalla ollut kasvillisuus on tuhoutunut perusteellisesti. **Uudistumisvaiheessa** runsastuvat ensimmäisenä vahvat pioneerilajit, joiden siemenet ovat maaperän siemenpankissa odottaneet tilaisuutta itää. Kasvilajeista tyypillinen tällainen laji on horsma ja puulajeista koivu. Koivu uudistuu myös vesosta. Karuimmilla kasvupaikoilla myös mänty pioneeripuulajina ehtii mukaan ensimmäiseen puusukupolveen, jolloin uudistuvan alan ensimmäisen puusukupolven muodostavat koivut ja männyt.

Taimien kasvaessa latvusto sulkeutuu, jonka seurauksena alkaa kova kilpailu elintilasta. Jos metsä on tiheä, puista tulee pitkiä, ohuita ja pienilatuksisia riukuja. Huonoimpaan asemaan jääneet kuolevat. Metsän puusto on siirtynyt **itseharvenemisvaiheeseen**. Pioneeripuulajit eivät enää kykene uudistumaan, eivät-



Kuva 41.2 Voimakkaan metsäpalon jälkeinen sukkessiokehitys suomalaisessa havumetsässä sekä metsikön kehitysvaiheet. ¹⁵⁹ Alakuvassa paksusammalkuusikon puuston tilavuuden kehitys puulajeittain. ²¹⁵

kä kliimaksipuulajit ole vielä alkaneet voimakkaasti uudistua. Pintakasvillisuudessa kliimaksilajit ovat jo vallanneet elintilaa pioneirilajeilta ja mm. mustikka on runsastunut. Metsän puulajirunsaus on suurimmillaan sukcession alkuvaiheiden aikana.

Sukcession edetessä voimakkaammat kilpailijat, puulajeista kuusi varjoa sietävänä, alkavat uudistua vallitsevan latvuskerroksen alle. Puusto on siirtynyt **aliskasvosuudistumisvaiheeseen**, jossa kliimaksilajit alkavat pikkuhiljaa syrjäyttää pioneirilajeja. Primaaripuusukupolven puuyksilöt alkavat kuolla.

Jos uusia häiriöitä ei esiinny, metsä saavuttaa **kliimaksi- tai vanha metsä -vaiheen**. Vallitsevan latvuskerroksen alle syntyy puiden kuoleamisen seurauksena pieniä aukkoja, jotka uudistuvat aliskasvoksen kautta kliimaksipuulajille. Puiden kuolemista aiheuttavat pienet häiriötekijät. Näitä ovat esimerkiksi hyönteistuhon, lumituhon tai yksittäisen puun kaatuminen tulessa. Tästä kliimaksivaiheesta tapahtuvasta pienialaisesta, yksittäispuiden kuolemiseen perustuvasta sukcessiokierrosta käytetään myös nimitystä **pieni kierto**.¹⁶³ Tuoreilla kankailla luontainen sukcessio etenee Suomessa kohti kuusikkoa, joka on näissä olosuhteissa pysyvä metsikkölaji. Kuivilla kankailla mänty säilyy vallitsevana puulajina kaikissa vaiheissa, vaikka mänty on monilta ominaisuuksiltaan pioneeripuulaji.⁶³ Sukcession alkuvaiheessa esiintyvät sekametsät sekä puhtaat lehtipuumetsät ovat muuttuvia metsikkölajeja ja ne muuttuvat kohti pysyviä metsikkölajeja.

Metsäpaloista tai muusta suurialaisesta häiriöstä alkaneesta sukcessiokehityksestä käytetään myös nimitystä **suuri kierto**.¹⁶³ Suhteellisen usein toistuvat metsäpalot ovat olleet osa luonnontilaisen pohjoisen havumetsän normaalia kehitystä. Metsäpaloja onkin kangasmailla esiintynyt kerran pari vuosisadassa ja kaskiviljelykaudella vielä useammin.¹¹³ Näissä paloissa eloon jääneet edellisten puusukupolvien yksilöt ovat voimakkaasti muokanneet metsi-

en puuston rakennetta. Metsäpalot eivät yleensä esiinny voimakkaina, kaiken kasvillisuuden tuhoavia ilmiöinä, vaan niiden voimakkuus vaihtelee hyvin paljon. Metsäpaloista oli 1900-luvun alussa vain 14 % sellaisia, joissa vallitseva puusto tuhoutui melkein kokonaan. Nämä tuhoisat palot keskittyivät pääasiassa nuoriin metsiin. Neljännes metsäpaloista oli tuolloin pelkästään maapaloja.¹⁸⁸

Sukcessio ja metsänuudistaminen

Metsäpalon jälkeisellä luontaisella sukcessiokehityksellä ja avohakkuun käynnistämällä sukcessiokehityksellä on monia yhteisiä piirteitä. Niinpä metsänuudistaminen avohakkuulla rinnastetaankin usein metsäpalon aiheuttamaan voimakkaaseen häiriöön metsän kehityksessä. Lähtökohtana on voimakkaan häiriön aiheuttama uudistumisvaihe, jonka jälkeen metsikön kehitys jatkuu yleensä häiriöttä aina seuraavan häiriön aiheuttamaan uudistumisvaiheeseen. Metsikkö noudattaa mainittua isoa kiertoa ja sillä on selvät kehitysvaiheet.

Vaikka avohakkuulla ja luontaisella suurella kierrolla onkin yhteneviä piirteitä, niiden välillä on myös eroja sekä puuston kehityksen että kasvillisuuden sukcession osalta. Puustossa eroja on etenkin edellisen puusukupolven puuyksilöiden esiintymisessä. Nykyisessä metsänhoidossa jätetään kyllä säästöpuita mutta niiden määrä on oleellisesti pienempi kuin luontaiseen kiertoon kuuluvassa metsäpalossa on yleensä säilynyt elossa.

Metsäpalo ja avohakkuu vaikuttavat myös kasvillisuuteen hyvin eri tavalla.⁹ Avohakkuun jälkeen kasvillisuus säilyy muutaman vuoden ajan samanlaisena. Sukcession edetessä palautuminen kliimaksivaiheeseen tapahtuu nopeammin kuin metsäpalon jälkeen.

Kliimaksimetsävaiheelle tyypillisessä pienaukoihin perustuvassa uudistumisessa on yhteneväisyyttä eri-ikäisrakenteisen metsän kasvatuseriaatteisiin. Metsikössä on useita eri puu-



Valokuva 41.6 Vanhan metsän vaihe pienessä sukkessiokierrossa aarnialueella.

sukupolvia ja uudistuminen tapahtuu latvusaukkoihin, joita syntyy kun yksittäisiä puita tai pieniä puuryhmiä kuolee pienten häiriöiden seurauksena. Olosuhteet suosivat kliimaksilajeja ja pioneerilajien, kuten koivu, mänty, haapa ja leppä, uudistuminen on vaikeaa.

Metsän kehityksen eri vaiheita kuvataan usein **latvusaukkojen dynamiikan (gap dynamics)** avulla.²⁰⁷

Latvusaukkojen dynamiikka

Metsäpuiden ominaisuudet sukkessiassa voidaan määrittellä suhteessa latvusaukkojen dynamiikkaan.²⁰⁷

- kuinka suuren ja millaisen aukon laji tarvitsee uudistuakseen ja kasvaakseen sekä
- kuinka suuren ja millaisen aukon lajin yksilöt muodostavat kuollessaan.

Tämän luokittelun perusteella voidaan luoda nelikenttä, joka kuvaa puulajin uudistumisoimaisuuksia (ks. taulukko 41.2).

Latvusaukkoja muodostavat ja niitä tarvitsevat puulajit (taulukon 41.2 lokero A) ovat tyypillisiä pioneeripuulajeja sukkessiokehityksessä, joiden uudistumisen edellytys on riittävän suuren latvusaukon syntyminen. Niiden ominaisuuksiin liittyy uudistuminen siemenistä, nopea kasvu, suhteellisen lyhyt elinikä sekä heikko varjostuksen sieto kilpailevassa kasvutavassaan.

Latvusaukkoja muodostavat, mutta uudistumisessa niitä tarvitsemattomat puulajit (C) ovat sukkessiokehityksessä kliimaksipuulajeja. Uudistuminen onnistuu melko peitteisen latvuston alle ja se voi tapahtua myös juuri- ja kantovesoista tai oksataivukkaista. Kasvustrategialtaan nämä puulajit ovat mukautuvia.

Latvusaukkoja muodostamattomat, mutta niitä uudistumiseen tarvitsevat puulajit (B) ovat pioneeripuulajeja, jotka eivät siedä varjostusta ja

Uudistuminen	Puun kuollessa syntyy selvä aukko	Puun kuollessa ei synny selvää aukkoa.
Aukolle	A. Aukkoja muodostavat ja niitä tarvitsevat puulajit.	B. Aukkoja muodostamattomat, mutta niitä tarvitsevat puulajit.
Alikasvoksena	C. Aukkoja muodostavat, mutta niitä tarvitsemattomat puulajit.	D. Aukkoja muodostamattomat, ja niitä tarvitsemattomat puulajit.

Taulukko 41.2 Puiden luokittelu aukkoja tarvitseviin ja aukkoja muodostaviin puulajeihin.²⁰⁷

joilla on tehokas uudistumiskyky aukealle, nopea kasvunopeus ja lyhyt elinikä. Latvusaukkoja muodostamattomat ja niitä uudistamiseen tarvitsemattomat lajit (D) ovat sukkessiokehityksen kliimaksipuulajeja, jotka uudistuvat alikasvoksena pääasiassa juurivesoista latvuston alle ja joilla on hidas kasvunopeus.

Latvusaukot ja metsänuudistaminen

Mänty ja koivu ovat puulajeina hyvin riippuvaisia suurista latvusaukoista erityisesti uudistumisvaiheessa. Niillä on myös muita tyypillisesti sukkession pioneerilajeille kuuluvia ominaisuuksia. Puulajina koivu on vieläkin selvemmin pioneerilaji sukkessiossa kuin mänty, ja uudistumisvaiheen valovaatimus korostuu sen kohdalla erityisen selvästi. Harvan latvuskerroksen alle mänty saattaa tuottaa alikasvostaimia, mutta ainakaan rauduskoivu ei oikeastaan siedä minkäänlaista varjostusta uudistukseen.

Koivun uudistumisbiologisia ominaisuuksia täydentävät korkea siementen tuottamiskyky sekä siementen hyvät leviämisoimaisuudet. Luonteensa mukaisesti koivu ottaa kasvupaikan haltuunsa ja pitää sitä hallussaan kilpaile-



Valokuva 41.7 Karujen kasvupaikkojen valoisat rantametsät ovat erityisen otollisia männyn alikasvoksen syntymiselle ja menestymiselle.

malla.⁸¹ Kehityksen myöhemmissä vaiheissa koivua sopeutuvimmat lajit valtaavat siltä elin-tilan. Nämä ominaisuudet myös luovat pääperiaatteet koivun uudistamis- ja kasvatusmenetelmille. Koivua uudistettaessa tarvitaan aina riittävän selvä aukko, jotta koivun uudistuminen on yleensä mahdollista. Lisäksi koivu pyrkii pioneeripuulajina luontaisesti aina muodostamaan suhteellisen tasaikäisen puustorakenteen.

Kuusi sijoittuu ryhmittelyssä latvusaukkoja muodostaviin, mutta ei niitä välttämättä uudistamiseen tarvitseviin puulajeihin. Kuusi on kuitenkin varsin mukautuva laji, eikä se ole kokonaan riippuvainen latvusaukoista uudistumisvaiheessa. Sillä on myös muita kliimaksilajin ominaisuuksia. Uudistumisessaan kuusi suosii varjostusta.¹³⁵ Jos kuusi on uudistunut liian aukealle, se kärsii hyvin helposti halloista. Hallavauriot voidaan estää käyttämällä hyväksi verhopuustoa. Kuusi sietää hyvin varjostusta ja sopeutuu siten niukkoihin kasvutekijöihin, mutta vapautettuna elpyy ja kasvaa nopeasti. Kuusen kliimaksipuulajiluonteen perusteella alikasvosten hyödyntäminen on merkittävä kuusen uudistamismenetelmä. Kuusen latvus on myös erityyppinen, pienialaisempi kuin männyn ja koivun latvus.

Luontaisessa sukkessiossa kuusen ensimmäinen puusukupolvi syntyy pioneeripuulajien männyn ja koivun alle, ja on yleensä suhteellisen tasaikäinen. Seuraavissa kuusisukupolvissa ikävaihtelu onkin jo suurta. Nämä kuusen uudistamis- ja kasvubiologiset ominaisuudet muodostavat rajat kuusen uudistamisen mahdollisuuksille.

42. Kasvupaikka

Eino Mälkönen

Kasvupaikkojen luokittelu ja metsän uudistaminen

Metsätyypit

Metsänkasvatuksen tavoitteena on kasvupaikan puuntuotoskyvyn täysimittainen hyödynttäminen ekologisen kestävyuden määrittelemisissä rajoissa. Kasvupaikka muodostuu ensisijaisesti **ilmastotekijöiden** ja **maaperätekijöiden** yhteisvaikutuksesta. Kaikkien kasvupaikkatekijöiden yhteisvaikutus saa aikaan kullekin paikalle tyypillisen **viljavuuden** eli **puuntuotoskyvyn**. Koska eri kasvilajeilla on erilaiset kasvupaikkavaatimukset ja erilainen haittatekijöiden sietokyky, erilaisille kasvupaikoille syntyy erilaista kasvillisuutta ja erilaisia metsiköitä.¹⁶ Kasvupaikan ominaisuudet muodostavat lähtökohdan metsän uudistamismenetelmän ja kasvatettavan puulajin valinnalle.

Metsän pintakasvillisuuden lajiston, lajien keskinäisten runsaussuhteiden ja kasvillisuuden ulkoasun katsotaan ilmentävän ensisijaisten **kasvupaikkatekijöiden** (ilmasto, maaperä) yhteisvaikutuksesta aiheutuvaa kasvupaikan luontaista viljavuutta. Tähän riippuvuuteen perustuen kasvupaikkoja voidaan luokitella pintakasvillisuuden avulla. Vallitseva puulaji sekä

metsien hoidon ja käytön toimenpiteet aiheuttavat huomattavia muutoksia puuston säätelmissä toissijaisissa kasvupaikkatekijöissä ja siten myös pintakasvillisuudessa. Näistä toissijaisista kasvupaikkatekijöistä aiheutuva kasvillisuuden muutos pyritään kuitenkin tunnistamaan ja ottamaan huomioon kasvupaikkojen luokittelussa.

Kasvupaikkatekijöillä on erotettavissa ekologisia vaihtelusuuntia, joita maaperätekijöistä ovat esimerkiksi ravinteisuus ja vesitalous¹⁰⁵. Kangasmetsät jaetaan ravinne- ja vesitalouden perusteella **kasvupaikkatyyppeihin**. Luokitusjärjestelmässämme kutakin kasvupaikkatyyppiä edustaa eri metsäkasvillisuusvyöhykkeillä yksi tai useampi **metsätyyppi**. Koska metsätyyppi on kaikkien kasvupaikkatekijöiden yhteisvaikutuksen tulos, samaa metsätyyppiä voi esiintyä varsin erilaisilla maaperillä. Toisaalta kanervatyyppi on yleensä helposti vettä läpäisevien hiekka- ja soramaiden metsätyyppi.

Mitä karumpi metsätyyppi on, sitä karkeareakeisempi on yleensä sen maalaji. Suurin osa Suomen kangasmaista, noin 80 %, on **moreenimaita**. Niiden maa-aineksessa on kaikkia raekokoja sekaisin. Tämän vuoksi varsinkin moreenimaalla saattaa esiintyä hyvin monenlaisia metsätyyppejä, vaikka vallitseva maalajite on sama (taulukko 42.1). **Lajittuneilla mailla** metsätyyppin riippuvuus maalajista on yleensä voimakkaampi kuin moreenimailla.

Keskiraekoko	Lehdot	Lehtom. kankaat	Tuoreet kankaat	Kuivahkot kankaat	Kuivat kankaat	Karukko- kankaat	Kallio- maat	Yhteensä
Savi (saves 30%)	-	13	3	-	-	-	-	16
Hiesu	1	5	7	-	-	-	-	13
Hieno hieta	2	12	14	3	-	-	-	31
Karkea hieta	2	32	73	41	6	1	1	156
Hieno hiekka	5	29	97	74	13	-	2	220
Karkea hiekka	-	2	18	14	7	-	-	41
Sora	-	-	7	2	2	-	-	11
Yhteensä	10	93	219	134	28	1	3	488
%	2,0	19,1	44,9	27,5	5,7	0,2	0,6	100

Taulukko 42.1 Valtakunnan metsien pysyvien näytealojen jakauma kasvupaikkatyyppin ja kivennäismaan keskiraekoon suhteen.²²⁴

Hieta- ja hienohiekkaiset maat ovat metsänkasvatuksen kannalta parhaita metsämaita suotuisen ravinne- ja vesiolojensa ansiosta.

Selvimpiä esimerkkejä maalajiin kytkeytyvistä vaihtelusuunnista ovat kivisyys ja soistuneisuus. Moreenimaiden kivisyys vaihtelee suuresti. Rungas kivisyys vaikuttaa pintakasvillisuuden ulkoasuun ja heikentää puuston kasvua. Metsänuudistamisessa kivisyys koetaan työvaikeustekijänä, minkä vuoksi se vaikuttaa uudistamismenetelmän valintaan.



Valokuva 42.1 Puronvarsilehto.

Soistuminen alentaa kasvupaikan puuntuotokykyä ja ilmenee helposti pintakasvillisuuden lajikoostumuksessa. Kangasmaiden ja ohutturpeisten soiden väliasteet luetaan vielä kangasmetsätyypeiksi, vaikka niiden kasvipeitteessä esiintyy suokasvillisuuden aineksia.

Maalajit metsätyyppien lisämääreiksi

Metsätaloudessa käytettävistä kasvupaikkojen luokittelutavoista metsätyypit soveltuvat parhaiten uudistamismenetelmän valinnan lähtökohdaksi. Metsätyypit ryhmittelevät kasvupaikat viljavuusluokkiin, mutta ne eivät kuitenkaan ilmennä riittävän selvästi kasvupaikan taimettumiskykyä. Koska metsän uudistumisen avaintekijät vedenläpäisevyys, ilmavuus, routiminen, ravinteiden saatavuus ja pintakasvillisuuden kilpailu kytkeytyvät maalajiin, on hyödyllistä käyttää sitä metsätyypin lisämääreenä.

Kangasmaat

Metsänuudistamista varten riittää maaperän jakaminen kolmeen karkeusasteeseen (taulukko 42.2). Moreenimaat ovat syntyneet pääasias-

Karkeusaste	Moreenit	Lajittuneet	Tunnistaminen	Ominaisuuksia
Karkea	Soramoreeni	Sora, hiekka	Raekoko helppo arvioida silmävaraisesti.	Läpäisee helposti vettä.
Keskikarkea	Hiekkamoreeni Hietamoreeni	Karkea hieta	Yksittäiset rakeet vielä erotettavissa paljain silmin. Rakeet irrallisia.	Vesitalous yleensä kunnossa.
Hieno	Hiesumoreeni Savimoreeni	Hieno hieta, hiesu, savi	Yksittäisiä rakeita ei eroteta paljain silmin.	Läpäisee heikosti vettä. Märkänä juoksevaa. Routivaa. Tiivistä. Kovettuu kuivuuessa.

Taulukko 42.2 Maalajien tunnistaminen ja ominaisuudet metsänuudistamisen kannalta.

sa jään kuljettavan ja lajittelevan työn tuloksena. Niille on tyypillistä, että maa sisältää kaikkia raekokoja sekaisin savihiukkasista kiviin. Kivet ovat kulmikkaita ja hienon maa-aineksen "tahrampia". Maaston muodoiltaan moreenimaat ovat epätasaisia.

Lajittuneet maalajit ovat syntyneet veden kuljetuksen ja lajittelun tuloksena tai ne ovat kerrostuneet vesiin. Maa-aineksessa on yleensä yksi tai kaksi päälajitetta. Hienommat ja karkeammat ainekset voivat esiintyä kerroksittain.

Turvemaat

Ojitetut suot muodostavat noin viidenneksen metsämaan pinta-alasta. Näiden kasvupaikkojen metsiköt ovat nyt valtaosin kasvatusmetsiä ja alkavat laajemmassa mitassa tulla uudistamisvaiheeseen 10—20 vuoden kuluttua.

Luonnontilaisilla puustoisilla soilla kosteusolot ovat yleensä otolliset siementen itämiselle, joten puusto uudistuu jatkuvasti luontaisesti. Runsaan vaihtuvan taimiaineksen ansiosta luontaisen uudistamisen edellytykset ovat ojituksen yhteydessä erittäin hyvät.¹⁷⁷

Ojituksen seurauksena rahkasammalten osuus pintakasvillisuudessa alkaa vähentyä seinä-, kynsi- ja karhunsammalten vastaavasti yleistyessä. Ojitusalue muuttuu turvekankaaksi. Samalla turvekerroksen pintaan muodostuu raakahumuskerros, joka vaikeuttaa taimettumista. Luontaisen uudistamisen edellytysten arvioidaan kuitenkin säilyvän hyvinä ruoho- ja mustikkaturvekankailla (taulukko 42.3), mutta heikkenevän olennaisesti ojitusalun kehittyessä puolukka- ja varputurvekangasta kohti.¹⁷⁷ Näillä kasvupaikoilla uudistaminen edellyttää maanmuokkausta.

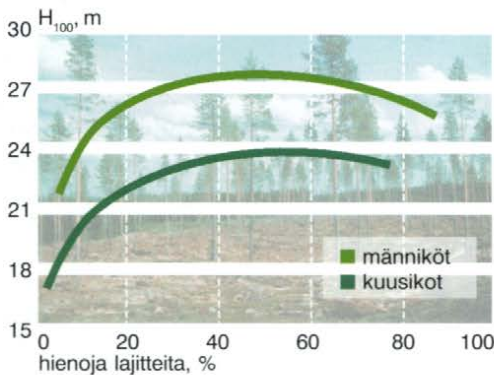
Metsätyyppi	Turvekangastyyppi	Suotyyppi	Ravinteisuustaso
OMaT OMT	Rhtkg Ruohoturvekangas	LhK Rhk VLK RhSK	I & II
MT MT	Mtkg (I) Mustikkaturvekangas Mhtkg (II) Mustikkaturvekangas	MK KgK RhSR RhSn VSK (VLR) (VL)	III
VT VT	Ptkg (I) Puolukkaturvekangas Ptkg (II) Puolukkaturvekangas	PK KR KgR (PsR) VSK (VLR) (VL)	IV
CT	Vatgl Kunnostusojitus- kelpoisuuden raja Varputurvekangas	IR TR LkR (Lk KaN)	V
CIT	Jätkg Jäkäläturvekangas	RaR KeR RaN LkN	VI

Taulukko 42.3 Turvekangastyyppit rinnastettuina suo- ja metsätyyppeihin sekä kasvupaikan ravinteisuuteen.¹⁰⁷

Pituusboniteetit viljavuuden arvioinnissa

Tuotostarkastelun osalta metsätyyppien merkitys on vähitellen heikentynyt, sillä tuotostutkimus on yhä enemmän perustunut pituusboniteetteihin metsätyyppin sijasta. Puustotunnuksista valtapituus on suhteellisen varma indikaattori kasvupaikan viljavuudesta, sillä useimmat metsänhoidolliset toimenpiteet eivät vaikuta paljoakaan valtapituuden kehitykseen. Tämän vuoksi männyllä ja kuusella käytetään 100 vuoden ja koivuilla 50 vuoden ikään sidottua **pituusboniteetti-indeksiä**. Se tarkoittaa metsikön valtapituutta indeksi-iässä.

Pituusbonitointia käytetään ensisijassa varttuneissa tasaikäisissä metsissä. Aukeilla aloilla sitä ei voida käyttää lainkaan ja taimikoissa se antaa helposti virheellisen tuloksen. Vaikka pituusbonitointi sopii huonosti metsän uudistamismenetelmän valintaan, on hyödyllistä tarkastella sen yhteyttä maaperätunnuksiin. Maaineksesta pidetään viljavuuden kannalta tärkeimpänä ns. hienomaan osuutta (raekooltaan alle 0,06 mm:n aines), johon kuuluvat hieno hieta ja sitä hienommat lajitteet. Pituusboniteetilla on yhteys hienomaan osuuteen (kuva 42.1). Jo noin 20 %:n hienomaan osuus maan pintakerroksessa näyttäisi luovan puustolle suotuisat kasvuolot. Hienomaan osuuden noustessa korkeaksi voi ilmetä haittavaikutuksia



Kuva 42.1 Määnniköiden ja kuusiköiden pituusboniteetin riippuvuus hienojen maalajitteiden osuudesta.²²³

esimerkiksi juuriston hapen saannin heikkene-
misen vuoksi. Tässä suhteessa monet eri tekijät
kuten pinnanmuodot ja maaperän kerroksel-
lisuus aiheuttavat suurta vaihtelua.

Suora kasvupaikkojen luokittelu

Periaatteessa kasvupaikkoja on mahdollista kuva-
vata ja luokitella suoraan kasvupaikkatekijöi-
den avulla. Koska kasvupaikkatekijöitä on pal-
jon ja ne voivat olla toisiinsa kytkeytyneitä tai
vaihdella toisistaan riippumatta, olisi niihin
perustuva luokitus hyvin monimutkainen. Li-
säksi monia kasvupaikkatekijöitä, esimerkiksi
fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia ei
pystytä suoraan ja helposti luokittelemaan
maastossa. Suoraan kasvupaikkatekijöihin pe-
rustuva luokittelu ei näin ollen vaikuta käytän-
nölliseltä.

Kasvupaikkatyypit uudistumisominaisuuksien kuvaajana

Metsänuudistamisessa pyritään hyödyntämään
erilaisten kasvupaikkojen uudistuspotentiaali
mahdollisimman tarkoin. Samakin uudistus-
ala kannattaa jakaa luontaisesti taimettuneisiin,
luontaisesti uudistuviin ja viljeltäviin osiin.¹⁵³
Viljeltävät puulajit valitaan kasvupaikan ja puus-
ton kasvuedellytysten mukaan. Karuimpia
maita lukuun ottamatta metsän kaikissa ikävai-
heissa on kuitenkin tavoitteena raudus- ja hies-
koivun tuoma lehtipuusekoitus.

Männylle parhaiten sopivia kasvupaikkoja ovat
kuivat ja kuivahkot kankaat sekä sellaiset tuo-
reet kankaat, jotka ovat maalajiltaan karkeita.
Lajittuneet maat sopivat männylle moreenimai-
hin verrattuna vielä kasvupaikkatyyppiä vilja-
vampina. Turvemailla männyn kasvupaikkoja
ovat IV- ja V-ravinteisuustason rämeet (tau-
lukko 42.3).

Kuivat kankaat siementyvät helposti siemen-
puista tai reunametsästä. Uudistuminen onnistuu
yleensä hyvin ja männyn joukkoon kehitty-
tyy jonkin verran koivua, jolla ei kuitenkaan

ole kehittymismahdollisuuksia ja metsiköistä kehittyä puhtaita männiköitä.

Kuivahkoilla kankailla on tärkeä puuntuotannollinen merkitys männyn kasvualueina. Ne ovat vaihtelevia kasvupaikkoja, joita esiintyy suunnilleen saman verran sekä moreenimailla että lajittuneilla mailla. Lajittuneet maat taimettuvat runsaana siemenvuonna luontaisesti hyvin. Moreenimaiden kuivahkoilla kankailla uudistaminen luontaisesti tai kylvään voi olla ongelmallista maaperästä johtuen. Erityisesti roustevauriot ja heinittyminen tuhoavat taimia.

Tuoreet ja lehtomaiset kankaat ovat puuntuotannollisesti tärkeimpiä kasvupaikkoja. Nämä alueet ovat ensisijaisesti kuusen ja koivun kasvupaikkoja. Uudistuspulmia ovat aiheuttaneet erityisesti routiminen, heinittyminen ja vesoituminen. Pohjois-Suomessa näistä viljavista kasvupaikoista huomattava osa on puuntuotannon kannalta heikkoja, räseikköisiä kuusikoita, joiden uudistaminen on ongelmallista liiallisen veden ja paksun humuskerroksen vuoksi. Tällaisia alueita uudistettaessa puulajivalinta ja kasvupaikalle sopiva muokkaustapa ovat ratkaisevan tärkeitä. Sen sijaan Etelä-Suomessa uudistaminen näillä kasvupaikoilla onnistuu hyvin maaperän mukaan valitun muokkaustavan ja istutuksen ansiosta.



Valokuva 42.2 Rinnelehto.

Kuusen kasvupaikkoja ovat tuoreista kankaista maalajiltaan keskikarkeat ja hienojakoiset maat sekä lehtomaiset kankaat. Turvemaiden kuusen alueita ovat I—III-ravinteisuustason korvet. Uudistamisen kannalta nämä kasvupaikat ovat vaikeita. Ne heinittyvät ja vesoituvat nopeasti, mutta uudistamien onnistuessa myös tuottavat eniten. Kangasmailla kuusen uudistamisessa kannattaa käyttää useimmiten vain istutusta. Luontainen uudistaminen voi onnistua alikasvoksen tai valmiin taimiaineksen kautta.

Rauduskoivun viljelykohteiden pitäisi olla sellaisia tuoreita kankaita, jotka ovat maalajiltaan karkeita, tai keskikarkeita lehtomaisia kankaita. Rauduskoivu on vaateliias sekä kasvupaikan ravinteisuuden että ilmavuuden suhteen. Hieskoivun kasvupaikkoja ovat viljavat turvemaat.

43. Siemenet ja siemensato

Tatu Hokkanen

Siemensadon kehittyminen eri puulajeilla

Siemensadon muodostumisen keskeisimpiä vaiheita ovat kukkasilmujen syntyminen, kukinta ja pölytys, siementen tuleentuminen ja siementen leviäminen. Nämä kehitysvaiheet ja niiden aikana vallitsevat olosuhteet vaikuttavat keskeisesti siemensadon määrään ja laatuun. Siemenen kehityskulku kukka-aiheesta siemenen varisemiseen vaihtelee paljon puulajeittain. Kaikilla pääpuulajeillamme hede- ja emikukintojen runsaus on pääosin määräytynyt jo kukkimista edeltävänä kesänä kukka-aiheiden syntyessä ja kukkasilmujen erilaistuessa.

Nopein lisääntymiskierto on koivulla. Koivu kukkii toukokuussa lehtien puhkeamisen aikaan: rauduskoivu keskimäärin viikkoa hieskoivua aikaisemmin. Männyn ja kuusen tavoin koivun hede- ja emikukat sijaitsevat samassa puussa ja pölytys tapahtuu tuulen välityksellä. Siemenet kypsyvät kesän aikana ja varisevat pääosin elo-syyskuussa. Siten kehityskulku

	1. kesä	2. kevät	kesä	3. kevät	kesä	4. kevät
koivu	kukkasilmut	kukkiminen	siemensato			
kuusi	kukkasilmut	kukkiminen	käpy	siemensato		
mänty	kukkasilmut	kukkiminen	pikkukäpy		käpy	siemensato

Kuva 43.1 Eri puulajien siementen kehittyminen kukkasilmusta siemenen varisemiseen.

kukka-aiheiden syntyisestä siementen varisemiseen vie aikaa vain hieman yli vuoden. Suuri osa maahan varisseista koivun siemenistä ei ennätä itää syksyllä, vaan vasta seuraavana keväänä. Epäedullisissa oloissa osa siemenistä voi varastoitua joksikin aikaa muodostaen maahan siemenpankin ja itää vasta tulevina vuosina.



Valokuva 43.1 Männyn kävyn kehityksen kolme vaihetta: uusi pikkukäpy, vuoden ikäinen käpy ja siemenensä varistanut kaksivuotinen käpy.

Kuusi kukkii Etelä-Suomessa yleensä toukokuun vaihteessa ja Pohjois-Suomessa pari viikkoa myöhemmin. Siemenet kypsyvät ja kävyt kasvavat täyteen kokoon jo saman kasvukauden aikana. Seuraavana keväänä siemenet varisevat maahan maaliskuu–toukokuussa. Sitten kuusen siementen muodostumiseen johtava kehityskulku vie kokonaisuudessaan aikaa lähes kaksi vuotta.

Männyllä siementen kehitysaika on kolmevuotinen. Mänty kukkii Etelä-Suomessa kesäkuun alkupuoliskolla keskimäärin kymmenen päivää myöhemmin kuin kuusi. Kukkimisvuoden syksyllä emikukkinnoista kehitty herneenkokoisia pikkukäpyjä. Seuraavana kasvukautena käpy kehitty täysikokoiseksi ja siemenet tuleentuvat. Vasta kolmantena keväänä, kaksi vuotta kukkimisen jälkeen, männyn siemenet varisevat maahan huhti–kesäkuussa.

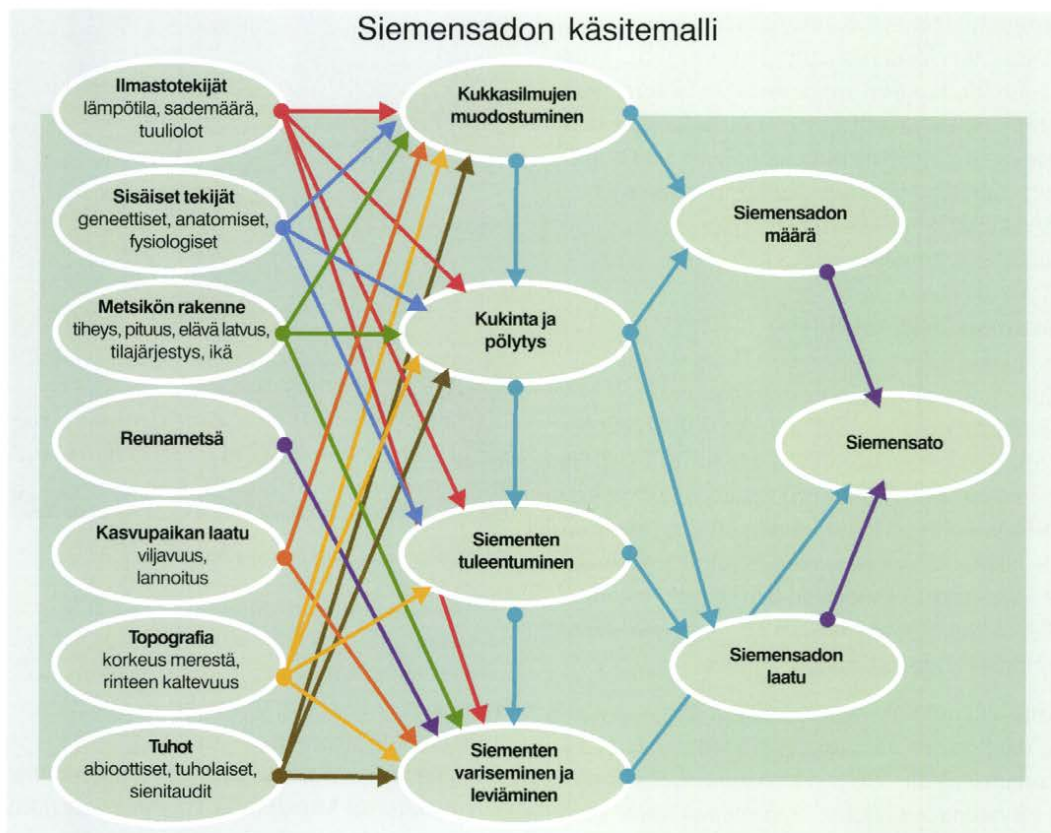
Siemensadon määrään ja laatuun vaikuttavat tekijät

Siemensadon määrää ja laatua vuotuisine vaihteluineen säätelevät useat eri tekijät, joita on esitetty kuvassa 43.2. Kuva havainnollistaa, kuinka monimutkaisesta ja monivaiheisesta ilmiöstä siemensadon muodostumisesta on kyse.

Sää- ja ilmastotekijät

Keskeisimpiä siemensadon määrään ja laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat kasvukauden sääolot, erityisesti kesäajan lämpötilat. Kukkimista

Siemensadon käsitelmä



Kuva 43.2 Tärkeimmät siemensadon määrää ja laatua säätelevät tekijät kukkasilmujen syntyisestä siementen varisemiseen.

edeltävän kesän olosuhteilla on ratkaiseva merkitys kukkasilmujen syntymiselle. Lämpiminä kesinä suuri osa silmuista erilaistuu kukkasilmuiksi, kun taas kylmyys, runsas sade ja pilvisuus ehkäisevät kukkasilmujen muodostumista. Kukkimista edeltävän kesän lämpöolot vaikuttavat männyn siementuotantoon voimakkaammin kuin kuusen.¹¹⁶

Myös puiden kukkimisvaiheessa säätelijöillä on oma merkityksensä. Esimerkiksi pitkäaikainen sade voi johtaa vaillinaiseen pölytykseen. Kukinnan aikana vallinneet tuuliolot vaikuttavat pölytyksen määrään muun muassa siten, että tuulen alapuolella emikukkinnoissa on vähemmän siitepölyä kuin tuulen yläpuolella. Eri puulajeilla tyhjien siementen osuus koko siemensadon määrästä vaihtelee melkoisesti: män-

nyllä **tyhjäsiemensadannes** on keskimäärin 20 %, kuusella keskimäärin 60 % vuotuisen vaihteluvälin ollessa 20—100 % ja koivulla noin 40%.^{153, 199, 201, 203} Tyhjien siementen osuus koko siemensadosta on suurin huonoina ja pienin hyvinä siemenvuosina.

Siementen tuleentuminen on Pohjois-Suomessa ja Kainuussa sangen usein hyvän siemensadon minimitekijä. Kylminä ja sateisina kesinä kehittyä vajaan tuleentuneita siemeniä, joiden itävyys on heikko. Siementen tuleentumista voidaan arvioida **tehoisan lämpösumman** avulla. Lämpösumman arvo 600—700 d.d. muodostaa männyn kynnysalueen, jonka jälkeen tuleentuneiden siementen osuus alkaa nopeasti lisääntyä. Tuleentumisen maksimiarvot saavutetaan yleensä 900—1 100 d.d. lämpö-

summa-alueella.⁴⁰ Kuusella siementen kypsymiseen tarvitaan pienempi lämpösumma kuin männyllä. Kuusen siemenistä 95 % tulee tuu lämpösumman ylittäessä 875 d.d., kun taas männyllä vastaavan tuleentumisen saavuttamiseen tarvitaan 975 d.d. lämpösummakertymä.³ Syyskuun lämpötiloilla on enää hyvin pieni vaikutus siementen itävyyteen.

Puun sisäiset tekijät

Kukka-aiheiden muodostumista säätelevät erilaiset puun sisäiset tekijät, jotka voivat olla perinnöllisiä, rakenteellisia tai toiminnallisia ominaisuuksia. Esimerkiksi tietyillä puuyksilöillä voi olla perinnöllinen taipumus joko runsas- tai vähäkukkaisuuteen. Samoin on havaittu sellaisia puuyksilöitä, joiden siemen tulee tuu lähes säännöllisesti muita paremmin myös epäsuotuisina kasvukausina.

Kuusella emikukinnot ja kävyt kehittyvät pääosin latvuksen yläosaan edellisen vuoden kasvainten kärkiin. Samaan kasvaiheen ei voi syntyä kahtena peräkkäisenä vuotena käpyä, vaan kärjen sivusilmusta on ensin kehityttävä uusi verso ja siihen kärkisilmu. Tämä rakenteellinen tekijä vaikuttaa osaltaan siihen, että kuusella on harvoin kahta huippusatoa peräkkäin. Myös latvuksen sisäisellä vaihtelulla on havaittu olevan vaikutusta siemensadon määrään ja laatuun. Männyn käpyjä muodostuu latvuksen eteläpuolelle yleensä jonkin verran enemmän kuin varjoisalle pohjoispuoliskolle. Niin ikään siementen laatu ja itävyys ovat latvuksen eteläpuolella selvästi parempia kuin pohjoispuolella. Vastaavanlainen ero saattaa esiintyä myös latvuksen ylä- ja alaosan välillä. Jopa kävyn sisällä voi esiintyä vaihtelua sen mukaan, onko kyseessä kävyn tyvi-, keski- vai kärkiosa. Eniten itäviä siemeniä tavataan kävyn keskiosassa ja vähiten tyviosassa.

Perinnöllisten ja rakenteellisten ominaisuuksien ohella myös puun kunto ja ravitsemustilanne vaikuttavat siemensadon määrään. Runsa kukinta ja siemensato kuluttavat paljon hiili-



Valokuva 43.2 Kuusen emikukkia.

hydraatteja, valkuaisaineita, rasvoja ja kivennäisaineita. Siten esimerkiksi kuusi ei kykene joka vuosi tuottamaan hyvää siemensatoa. Hyvä siemensato kuluttaa paljon yhteyttämis- tuotteita, joka pienentää rungon paksuus- ja tilavuuskasvua. Runsa siemensato pienentää tilavuuskasvua kuusikossa keskimäärin noin 20 % ja varttuneessa männikössä 15 %.¹⁷⁴

Kasvupaikkatekijät

Kasvupaikkatekijöistä keskeisimpiä ovat metsikön maantieteellinen sijainti, korkeus merenpinnasta sekä maan viljavuus. Kaikkien pääpuulajiemme metsikkökohtaiset siemensadot heikentyvät siirryttäessä etelästä pohjoiseen. Männyllä ja kuusella keskimääräiset puukoh- taiset käpysadot ovat Etelä- ja Pohjois-Suomes- sa lähes samaa suuruusluokkaa, mutta Lapin metsien harvemman kasvuasennon ym. tekijöiden takia hehtaariohtaiset siemensadot jäävät pohjoisessa selvästi Etelä-Suomea alhaisem- miksi. Koivulla sekä puukohtaiset että hehtaari- kohtaiset siemensadot ovat Lapissa paljon vaatimattomampia kuin etelässä.

Pohjoisessa kasvupaikan korkeus merenpinnasta ja rinteiden kaltevuussuunta ovat tärkeitä siemensadon suuruuteen ja erityisesti laatuun vai-

kuttavia tekijöitä. Lämpimillä etelärinteillä säteilylämpö edistää siementen kehitystä ja tuuleutumista. Maaston pinnanmuodostus vaikuttaa siementen leviämiseen sekä kukintoja turmelevien hallowien esiintymiseen.

Kasvupaikan viljavuuden lisääntyessä siemensadot suurenevät jonkin verran. Metsäntutkimuslaitoksen pitkäaikaiset mittausarjat osoittavat kuitenkin, että viljavuuden vaikutus siemensadon määrään ei ole niin merkittävä kuin aiemmin on otaksuttu. Etelä-Suomessa puolukatyypin kankailla kasvavien täysi-ikäisten männiköiden keskimääräiset vuotuiset siemensadot ovat yleensä vähintään 100 siementä neliometrillä (taulukko 43.1).

Metsän lannoitus saattaa sopivissa olosuhteissa jonkin verran lisätä metsikön siemensatoa. Siemensadon lisäämiseen tähtääviä lannoituksia voidaan pitää tarkoituksenmukaisina lähinnä vain siemenviljelyksillä. Metsän luontaisen uudistamisen yhteydessä lannoitus ei ole suositeltavaa, koska se rehevöittää taimettumista haittaavan pintakasvillisuuden.

Taulukko 43.1 Männyn ja kuusen keskimääräisiä vuotuisia metsikkökohtaisia siemensatoja (kpl/m²) eri puolilla Suomea 1960–1990-luvuilla. Puuston ikä viimeisenä mittausvuonna.

Puulaji	Koeala	Metsätyyppi	Ikä, v	Mittausvuodet	kpl/m ²
Mänty	Eckerö I	VT	167	1960-1997	179
Mänty	Heinola 567	VT	145	1961-1988	93
Mänty	Punkaharju XLV	VT	145	1962-1996	128
Mänty	Kuorevesi XXIII	VT	131	1962-1997	108
Mänty	Vilppula 2a	CT	220	1962-1998	126
Mänty	Rovaniemen mlk XXVII	EMT	140	1962-1998	97
Mänty	Rovaniemen mlk XXIX	EMT	134	1966-1998	100
Mänty	Kittilä II	ErCIT	217	1960-1998	61
Kuusi	Heinola 565	MT	144	1961-1998	411
Kuusi	Kuorevesi XXXV	MT	137	1966-1997	457
Kuusi	Siilinjärvi 544	OMT	98	1961-1997	488
Kuusi	Rovaniemen mlk XVIII	EVT	154	1961-1998	228
Kuusi	Kittilä IV	GMT	200	1961-1998	286

Puuston rakenteeseen liittyvät tekijät

Tärkeimpiä metsäpuiden siemensatoa sääteleviä puustotunnuksia ovat valtapuuston ikä, tiheys, pituus sekä elävän latvuksen suuruus. Puulajeilla on melkoisia eroja runsaan siementuotannon aloittamisen iässä. Metsikkötasolla harmaa- ja tervaleppä käynnistävät runsaan siementuotannon yleensä 20–30 vuoden ikäisinä, hies- ja rauduskoivu 40–50 vuoden ikäisinä, mutta mänty ja kuusi vasta noin 60-vuotiaina. Sen jälkeen kun metsikön runsas siementuotanto on käynnistynyt, puuston tiheys ja valtapituus vaikuttavat ikää enemmän siemensadon runsauteen. Siemensato jatkuu varsin runsaana puun kuolemaan saakka. Yli 200-vuotias männikkö voi tuottaa keskimäärin yhtä paljon siementä kuin sitä vastaavalla kasvupaikalla sata vuotta nuorempi metsikkö.

Siemensadon eriytyminen puuston latvuseroksiin vaihtelee puulajeittain. Kuusikoiden siemensato muodostuu enimmäkseen päävaltapuiden ja lisävaltapuiden siementuotannosta. Sen sijaan männiköissä siementuotanto keskittyy päävaltapuihin. Tämä selittää osaltaan sen, että varttuneissa kuusikoissa puuston tiheys vaikuttaa ratkaisevasti siemensadon runsauteen. Puuston tiheyden kasvu 200 rungos-

ta/ha 500 runkoon/ha aikaansaa kuusikossa siemensadon kapasiteetin (suurin mahdollinen tuotanto) kolminkertaistumisen.⁹³ Männiköissä ja koivikoissa siementuotantoa säätelee tiheyden ohella myös puuston valtapituus. Molemmilla puulajeilla siemensadon kapasiteetti kaksinkertaistuu valtapituuden kasvaessa 15 metristä 30 metriin.

Puuston rakennetta voidaan metsänhoidollisin toimin muuttaa enemmän siementuotantoa suosivaksi hakkaamalla metsä väljennys- tai siemenpuuasentoon. Männyin siementuotanto on runsaimmillaan, kun puuston tiheys on 100—200 runkoa hehtaarilla. Uudistumiselle suotuisissa olosuhteissa taimettuminen voi olla riittävää vaihteluvälillä 20—400 runkoa/ha.¹¹¹ Nykyiset metsänhoitosuositukset, joissa on biologisten tekijöiden ohella otettu huomioon myös nykyaikaiset puunkorjuumenetelmät ja uudistamisen taloudellinen kannattavuus, edellyttävät männyin siemenpuuston tavoitetiheydeksi yleensä 40—100 runkoa hehtaarilla.

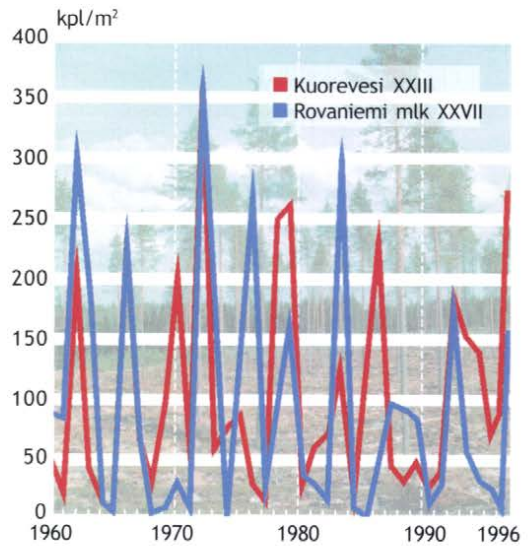
Tiheähköissä männiköissä ja koivikoissa on syytä tehdä väljennyslakku ennen varsinaista siemenpuuasentoa. Tiheässä kasvaneiden mäntyjen ja koivujen latvukset ovat tavallisesti siinä määrin supistuneet, että puiden siemensato on pienentynyt.

Myös harvemmassa asennossa kasvaneiden ja normaalin latvuksen omaavien puiden siemensato voi uudistamishakkuun jälkeen tilapäisesti heikentyä. Tämä aiheutuu siitä, että siemenpuut kärsivät kasvuympäristön äkillisestä muutoksesta ja sen aiheuttamasta latvuksen palautumisreaktiosta. Tavallisesti siemenpuiden käypysato kohentuu ennalleen tai lähtötasoa paremmaksi muutamassa vuodessa. Palautumisreaktion vaikutusta voi vähentää ajoittamalla uudistamishakkuun siemensatoennusteen avulla mahdollisimman hyvään siemenvuoteen. Jos männikö hakataan talvella siemenpuuasentoon, niin itse asiassa kahden seuraavan siemensadon suuruus on jo pitkälle määrätynyt. Puussa ovat valmiina sekä kaksivuotiset, seuraavana keväänä siemenensä varistavat kävyt,

että pikkukävyt, joiden siemensato varisee maahan runsaan vuoden kuluttua keväällä.

Siemensadon runsausvaihtelut

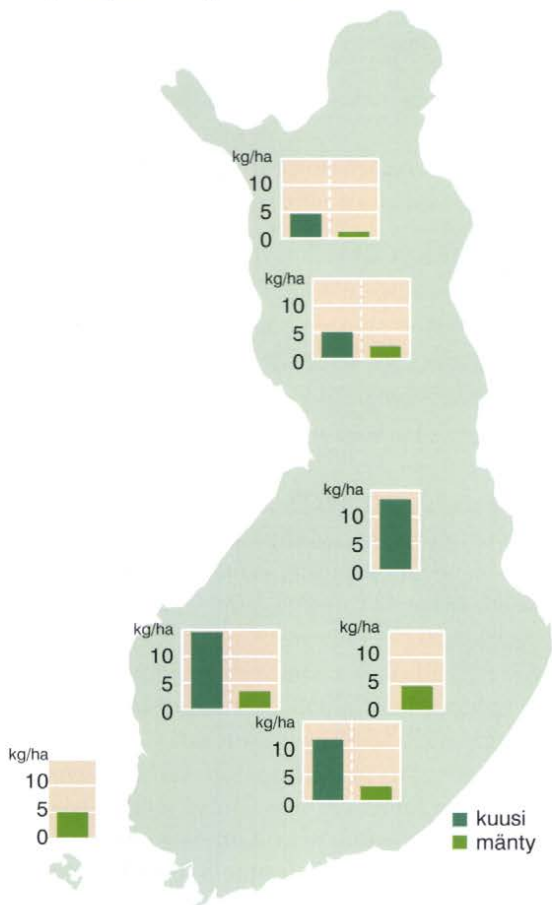
Männyllä on Etelä- ja Keski-Suomessa runsas siemensato keskimäärin kolme kertaa kymmenessä vuodessa. Vuotuiset vaihtelut ovat vähäisempiä kuin muilla puulajeilla eikä täydellisiä katovuosia esiinny.



Kuva 43.3 Männyin siemensadon vaihtelu Kuorevedellä ja Rovaniemen maalaiskunnassa vuosina 1960—1997.

Niukkoinkin käpyvuosina useimmissa männyissä on jonkin verran käpyjä. Noin 75 % männyistä kukkii joka vuosi.⁹³ Tästä huolimatta männyin vuotuiset käpysadot vaihtelevat suuresti metsiköittäin, mikä hankaloittaa luotettavien alueellisten siemensatoennusteiden laatintaa. Puuyksilöiden väliset erot saattavat olla huomattavia. Vierekkäin voi kasvaa kaksi siemenpuumäntyä, joista toisessa on 200 käpyä ja toisessa vain 20 käpyä. Tämä kannattaa ottaa huomioon siemenpuiden valinnassa. Sellaisia puuyksilöitä, jotka tuottaisivat jatkuvasti vuodesta toiseen runsaasti käpyjä, on kuitenkin hyvin vähän.

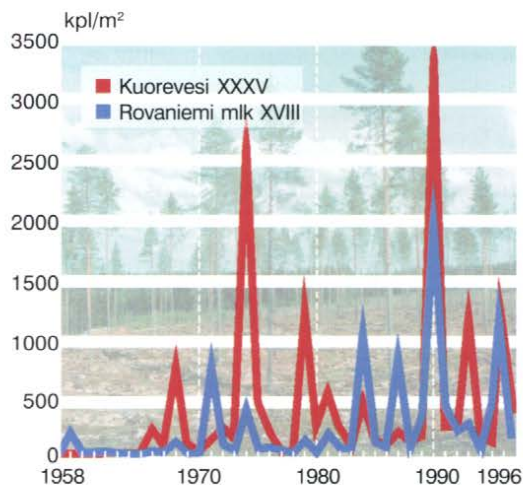
Metsätutkimuslaitoksen vuosikymmenien pituiset karikeaikasarjat osoittavat, että männyn keskimääräinen vuotuinen siemensato on Etelä-Suomessa 2,5—5 kg/ha, Etelä-Lapissa noin 2 kg/ha ja Kittilän korkeudella vajaa 1 kg/ha (kuva 43.4). Parhaimmillaan siemeniä on kertynyt hehtaarille Etelä-Suomessa noin 18 kg ja Lapissa 6 kg vuodessa.



Kuva 43.4 Kuusen ja männyn keskimääräisiä vuotuisia siemensatoja maan eri osissa 1960—1990-luvuilla.

Kuusella siemensatojen vuosivaihtelut ovat erittäin suuria. Huippuvuosien siemensadot voivat olla tuhatkertaisia heikoimpiin vuosiin verrattuna. Hyviä käpyvuosia esiintyy yleensä 3—4 kertaa kymmenessä vuodessa, mutta siementuholaiset saattavat tuhota runsaan-

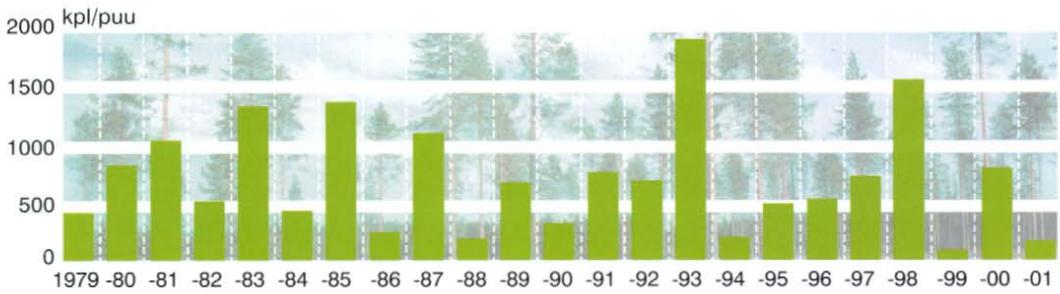
kin sadon. Katovuosia tai heikkoja siemensatoja on keskimäärin viisi kertaa kymmenessä vuodessa. Katovuosia voi esiintyä useita peräkkäin. Kuusella on erittäin harvoin hyvä siemensato kahtena vuotena peräkkäin. Useimpina vuosina kuusen siemensadon alueelliset vaihtelut ovat hyvin selväpiirteisiä ja laajoilla alueilla samankaltaisia. Etelä-Suomen ja Lapin siemensatojen vuosivaihtelurytmit poikkeavat toisistaan.



Kuva 43.5 Kuusen siemensadon vaihtelu Kuorevedellä vuosina 1965—1997 ja Rovaniemen maalaiskunnassa vuosina 1958—1997.

Pitkäaikaisten mittaussarjojen perusteella kuusen siemeniä varisee hehtaarille Etelä- ja Keski-Suomessa keskimäärin hieman alle 15 kg ja Lapissa noin viitisen kiloa vuodessa (kuva 43.5). Etelä-Suomen viljavien kasvupaikkojen siemensato voi huippuvuonna olla jopa 120 kg/ha. Suurin Suomessa todettu kuusikon siemensato on vuodelta 1990, jolloin Aulangon luonnonsuojelualueella mitattiin 4 100 siementä neliömetrillä. Siementen erilaisen kehitysrytmin takia kuusella ja männyllä on hyvin harvoin samanaikaisesti hyvä siemenvuosi.

Raudus- ja hieskoivulla hyviä siemenvuosia esiintyy Etelä-Suomessa keskimäärin 2—3 vuoden välein. Vuosien väliset vaihtelut ovat huomattavan suuria.



Kuva 43.6 Koivun hedenorkkojen runsaus Etelä-Suomessa vuosina 1979–2001.

Vastoin yleistä käsitystä koivujen kukinta saattaa joskus olla Etelä-Suomessakin hyvin vaatimatonta. Siemensadon tarkkailumetsissä vuosina 1979–2001 tehtyjen havaintojen perusteella Etelä-Suomen koivut tuottavat vuosittain keskimäärin 700–800 hedenorkkoa/puu, kun vastaava arvo Pohjois-Suomessa on vain 300–400 kpl/puu. Parhaimmillaan hieskoivikon vuotuiseksi siemensadoksi on Punkaharjulla mitattu peräti 2,6 miljardia siementä hehtaarilla.

Siementen leviäminen

Leviämistavat

Metsäpuiden siemenet voivat levitä monin eri tavoin. Useimpien puulajiemme siemenet leviävät tuulen välityksellä. Havupuilla siementen varisemisetaisyys on tavallisesti enintään muutamia kymmeniä metrejä, kun taas lehtipuilla siemenet voivat ilmavirtauksen mukana levitä jopa satoja metrejä. Osa maahan varisseista siemenistä voi jatkaa leviämistään esimerkiksi lumen pinnalla tai veden kuljettamina. Maalis-huhtikuussa kovalle hangelle putoavat kuusen siemenet saattavatkin levitä pitkiä matkoja tuulen mukana.

Toinen tehokas leviämistapa on siementen kulkeutuminen eläinten välityksellä. Lukuisten nisäkä- ja lintulajit käyttävät puiden siemeniä ravintonaan. Siten esimerkiksi sembramännyn, pihlajan ja katajan siemenet leviävät hyvinkin kauas synnyinsijoiltaan lintujen ulostusten mukana.

Leviämiseen vaikuttavat tekijät

Siementen leviämistä tuulen mukana tietyille kasvupaikalle säätelevät mm. seuraavat tekijät:⁸⁰

- siemeniä levittävät ilmavirtaukset ja muut siemeniä kuljettavat tekijät
- siementävän puuston pituus ja etäisyys kasvupaikasta sekä siementävän puuston rakenne
- siementen leviämiskyky
- siemensadon suuruus.

Siemenet leviävät eri tavalla sen mukaan, tapahtuuko siemennys yksittäispuusta, reunametsästä vaiko yhtenäisen puuston alle. Avoimella alueella siemeniä kuljettavat ilmavirtaukset ovat voimakkaampia kuin puuston sisällä. Tämän takia aukealla kasvavien siemenpuiden siemenet leviävät laajemmalti verrattuna sulkeutuneen puuston sisällä tapahtuvaan siementen leviämiseen. Aivan siemenpuun tyvellä siemensadanta on kuitenkin niukempaa kuin vähän kauempana rungosta. Yksittäisillä koivuilla näyttäisi siementä kertyvän eniten noin 25 metrin päähän puusta.²²

Reunametsäsiemennys

Uudistusalalle leviää siemeniä paitsi sinne jätetyistä siemenpuista myös ympäröivistä reunametsistä. Uudistusalan rajauksessa tulisikin hyödyntää reunametsän käyttömahdollisuudet. Parhaat edellytykset reunametsän hyväksikäytölle ovat männyllä ja rauduskoivulla Etelä-Suomessa. Kuusella neliömäiset aukot saatta-

vat taimettua suotuisissa oloissa pelkäästään reunametsästä käsin. Taimettuminen onnistuu parhaiten soistuneilla kivennäismailla.¹⁰⁸



Valokuva 43.3 Koivumetsikkö voi tuottaa satoja tuhansia siemeniä neliömetrille.

Uudistusala kannattaa muotoilla siten, että siementävää reunametsää on mahdollisimman paljon ja se sijaitsee sopivassa ilmansuunnassa taimien syntyä ajatellen. Jotta reunametsäsiemennys olisi runsasta ja laaja-alaista, pitäisi mäntyä kasvavan reunametsän olla mahdollisimman pitkää. Reunapuuston valtapituuden kasvaessa uudistusosalalle varisevan siemensadon määrä lisääntyy ja siementen leviämistäisyys pitenee. Tuoreilla kankailla suositeltavin siementävä reunametsä on täystiheä kuusikko mielellään uudistusalan länsi- tai etelälaidalla.¹⁰⁸

Painavuutensa takia täydet siemenet eivät yleensä leviä yhtä kauaksi kuin tyhjät siemenet. Myös taimien lukumäärä vähenee nopeasti siementävän reunametsän etäisyyden kasvaessa. Siemensatotutkimuksen uranuurtajat professorit Olli Heikinheimo ja Risto Sarvas päätyivät jo 1940-luvulla arvioon, että reunametsäsiemennyksen vaikutus ulottuu 40–60 metrin etäisyydelle siementävistä puista eli siementymisraja olisi noin kaksi kertaa puiden pituus. Uusimpien tutkimustulosten mukaan suotuisissa olosuhteissa voitaneen uudistusalan reunalta jättää viljelemättä Etelä-Suomessa 35–50 metrin levyinen vyöhyke ja pohjoisempaan vastaavasti 35–40 metrin levyinen vyöhyke kasvupaikasta riippuen.¹⁰⁸ Hyvinä sie-

menvuosina koivun taimia syntynee runsaasti vielä 100 metrin etäisyydelle reunametsästä, mikäli taimettumisolosuhteet ovat suotuisia.

Siemensatoennusteet

Siemensatoennusteet metsänuudistamisen suunnittelussa

Metsäpuiden siemensatoennusteilla voidaan merkittävästi vähentää luontaisen uudistamisen epäonnistumisriskiä. Ennusteiden avulla metsänomistajan on mahdollista ajoittaa uudistamishakkuut ja maanpinnan käsittely ajankohtaan, jolloin puissa on valmistumassa runsas siemensato. Tämä on tärkeää, koska maan taimettumiskunto heikkenee nopeasti muokkauksen jälkeen ja seuraavaan hyvään siemensatoon saattaa kulu useampi vuosi aikaa.

Metsänuudistamisen suunnittelu- ja päätöksentekovaiheessa ennusteita voidaan käyttää hyväksi metsän uudistamistavan valinnassa. Jos ennusteet lupaavat huonoa siemenvuotta, kannattaa turvautua viljelyyn tai siirtää uudistamistoimet seuraavaan hyvään käpyvuoteen. Luontaisen uudistamisen onnistumista voidaan myös parantaa kylvöllä. Männyllä ja kuusella paras ajankohta uudistamishakkuulle ja maanmuokkaukselle on runsasta siemensatoa edeltävä syksy. Tällöin seuraavana keväänä variseva siemensato kyetään hyödyntämään täysimääräisesti. Männyllä on saatu varsin hyviä tuloksia myös silloin, kun siemenpuuhakkuu on tehty talvella ja maanmuokkaus viimeistään varisemisvuoden toukokuussa.⁸⁵ Varsinkin lämpiminä keväänä, jolloin siemenet varisevat varhain, menetelmä on kuitenkin riskialtis.

Lisäksi ennusteiden antamaa tietoa on mahdollista käyttää hyväksi käpyjen keruun suunnittelussa ja toteutuksessa. Siemensatojen seurantaan ja ennusteisiin kohdistuu myös paljon yleistä mielenkiintoa, koska metsäpuiden käpysadot suurine vuosivaihteluineen ja monine seurausvaikutuksineen ovat hyvin näkyviä luonnonilmiöitä. Esimerkiksi monet siemeniä

syövät lintulajit vaeltavat suurina parvina käpysatojen perässä. Metsätalouden ohella koi-vun kukintaennusteet kiinnostavat myös siitepölyallergikkoja.

Tietokonemalleihin perustuvat ennusteet

Siemensatoennusteet perustuvat yleensä silmu-jen mikroskooppiseen analysointiin, kukinnan ja käpysadon silmävaraiseen havainnointiin tai tietokonemalleihin. Suomessa professori Timo Pukkala on kehittänyt pitkäaikaisten siemensatosarjojen avulla tietokonemallin, jossa män-nyn ja kuusen siemensadon vaihtelua ennuste-taan kahden kukkimista edeltävän kasvukauden touko-elokuun keskilämpötilojen avulla.^{116, 175} Mallien käyttöön liittyy edelleen melko run-saasti epävarmuustekijöitä. Mallit selittävät vain 37—49 % siemensadon vaihteluista, mut-ta yleensä niiden avulla voidaan ajoittaa hyvät ja huonot siemenvuodet oikein. Mallien anta-mien tulosten vertailu maastossa mitattuihin todellisiin siemensatoihin osoittaa, että män-nyn mallit antavat tavallisesti luotettavampia tuloksia kuin kuusen mallit. Vastaavasti Etelä- ja Keski-Suomen mallit ovat parempia kuin Lapin alueelle laaditut mallit.¹⁷⁵

Metsäntutkimuslaitoksen ennustepalvelu

Vuodesta 1994 Metsäntutkimuslaitos on laati-nut valtakunnallisia ja alueellisia siemensato-ennusteita männylle, kuuselle sekä raudus- ja hieskoivulle. Varhaisessa vaiheessa laaditut en-nusteet antavat riittävästi aikaa harkita erilai-sia metsänuudistamisratkaisuja. Pisimmillään siemensatoennusteet voivat ulottua koivulla va-jaan vuoden, kuusella 1,5 vuoden ja männyllä jopa 2,5 vuoden päähän tulevaisuuteen. Käy-tännön metsätalouden kannalta tärkeintä on kyetä ennustamaan luotettavasti nimenomaan parhaimmat ja huonoimmat siemenvuodet.

Koivuilla ennusteet perustuvat syksyllä siemen-sadon tarkkailumetsissä tehtäviin hedenorkkoha-vaintoihin. Havupuilla siemensatojen ennusta-minen tapahtuu kolmessa vaiheessa:

- Ensimmäinen alustava ennuste tulevan kesän kukkimisrunsaudesta laaditaan syystalvella mikroskooppisesti tutkittavien silmunäyttei-den perusteella
- Toinen ennuste perustuu siemensadon tarkkailumetsiköissä tehtäviin emikukkahavain-toihin
- Kolmas perustuu samojen puuyksilöiden kä-pyjen lukumäärän arviointiin loppukesällä.

Kolmivaiheisen havainnoinnin ansiosta ennus-teiden luotettavuutta voidaan jatkuvasti tarken-taa lähestyttäessä siementen varisemisajankoh-taa. Tämä on tärkeää, koska pelkästään silmu-jen ja kukintojen varassa tehdyt ennusteet ei-vät useinkaan anna riittävän luotettavaa kuvaa lopullisesta siemensadosta. Epäedulliset sää-olosuhteet voivat aiheuttaa esimerkiksi halla-vaurioita tai pölytyksen epäonnistumisen, jol-loin kaikista kukinnoista ei kehity käpyä. Laa-ajan tarkkailumetsikköaineiston perusteella emikukinnoista jää vuosittain kehittymättä kä-vyiksi männyllä keskimäärin 20—25 % ja kuu-sella noin 10 %.

Siemensadon määrän lisäksi ennusteissa käsi-tellään myös siementen laatua sekä tuhohyön-teisten ja sienitautien aiheuttamia tuhoriskejä käpysadolle. Siemensadolla on metsätaloudel-lista arvoa vain, jos se on riittävästi tuleentu-nut. Jos tuleentumiskesä on sääoloiltaan kyl-mä ja sateinen, siementen itävyys jää heikoksi. Määrällisesti runsastakaan siemensatoa ei tällöin kannata hyödyntää metsän uudistami-sessa eikä käpyjen keräyksessä.

Hyönteisten aiheuttamia käpytuhoja voidaan käytännön metsätalouden kannalta ennustaa riittävässä määrin seuraamalla jatkuvasti käpysadon vuotuista runsautta. Lisäksi tapaus-kohtaisesti kerätään heinä-elokuussa käpynäy-teitä tuholaislajiston tarkempaa määrittystä var-ten. Painopiste on kuusen siemen- ja käpytu-holaisten seurannassa; männyllä tuhohyönteis-ten merkitys on vähäisempi.

Siementen laatu ja tuholaisien aiheuttamien vahinkojen merkitys kyetään luotettavasti ar-

vioimaan vasta siementen varisemista edeltävänä syksynä. Tämä vaikeuttaa usein käpyjen keruun suunnittelua ja viivästyttää metsänuudistamisratkaisujen tekoa.

44. Siementuholaiset ja taudit

Erkki Annila ja Timo Kurkela

Useimpien kasvien siemenissä on runsaasti vararavintoa, jonka turvin alkio alkaa kehittyä ja kasvaa taimeksi. Siemenvalkuainen sisältää pääasiassa tärkkelystä, rasvaa ja valkuaisaineita. Korkean ravinto- ja energiapitoisuutensa vuoksi varsinkin eläimet käyttävät siemeniä ravintonaan. Useimmilla kotimaisilla lehtipuilla siemenet ovat pieniä ja varisevat jo kukkimisvuotena. Tuholaisten ja tautien taloudellinen merkitys näillä puilla on vähäinen. Ainoastaan tammella ja pähkinäpensaalla, joiden terhoja ja pähkinöitä oravat ja linnut käyttävät ravintonaan, tuholaisilla on merkitystä siemensadon vähentäjinä.

Tärkeimmät kotimaiset havupuumme mänty ja kuusi varistavat siemenensä vasta tuleentumiskesää seuraavana keväänä. Kävyt ja siemenet ovat näin lähes vuoden ajan erilaisten tuholaisien käytettävissä. Eräät toiset havupuut kuten pihdat varistavat siemenensä jo syksyllä ja välttävät näin oravien ja lintujen aiheuttamat siemenmenetykset.

Hyönteiset

Eniten siementen ja käpyjen hyväksikäyttäjää on kuusella. Kukkimisaikana emikukkien suomet ovat auki eivätkä muodosta mitään estettä hyönteisten munimiselle. Niinpä sellaisetkin hyönteiset, jotka eivät kykene lävistämään munanasettimellaan kasvissolukkoa, voivat munia emikukan sisäosiin. Kun emikukka sulkeutuu heti pölyttymisen jälkeen, jäävät munat kävyn sisään ja ovat suojassa linnuilta ja muilta pedoilta. Koska emikukat ovat auki verrattain lyhyen ajan, vain noin kaksi viikkoa, hyönteisten parveilu tapahtuu juuri kukkimisaikana. Provenienssikokeissa on havaittu, että

keskieurooppalaisissa alkuperissä, jotka kukkivat Suomessa myöhemmin kuin paikalliset alkuperät, hyönteistuhoja on vähemmän.



Valokuva 44.1 Neulaskoisan punertavat toukat syövät kuusen emikukkia ja nuoria käpyjä.

Kuusenkäpykärpänen (*Hylemyia anthracina*) munii valkeat munansa avoimiin emikukkisiin. Munasta kuoriutuva toukka syö aluksi pehmeän suomun solukkoa mutta siirtyy myöhemmin käyttämään kehittyviä siemeniä. Se etenee somu suomulta ja jättää taakseen voimakkaasti pihkoittuvan uran kävyn sisään. Kehitys on nopeata niin kuin yleensä kärpästoukilla ja toukka poistuu kävystä jo heinäkuussa sateisilla ilmoilla. Kun käpy on vielä kasvuvaiheessa toukan voittaessa sitä, käpy käyristyy usein ja pihkoittuu toukan ulostuloreiän kohdalta.

Myös ikkuperhosiin kuuluva **kuusenkäpykääriäinen** (*Laspeyresia strobilella*) munii avoimiin emikukkisiin. Heti kun siemenvalkuai-

nen alkaa muodostua, toukat hakeutuvat syömään niitä. Toukka saavuttaa täyden kokonsa vasta syksyllä ja tuhoaa näin kesän aikana runsaasti siemeniä. Ennen talven tuloa toukka kaivautuu käpylapakkoon talvehtimaan. Kun toukka ei vioita käpyrankaa kävyn kasvuvaiheessa, käpy säilyy päällepäin terveen näköisenä, vaikka siinä saattaa olla useita toukkia. Käpykääriäinen on kuusen pahin käpy- ja siementuholainen.



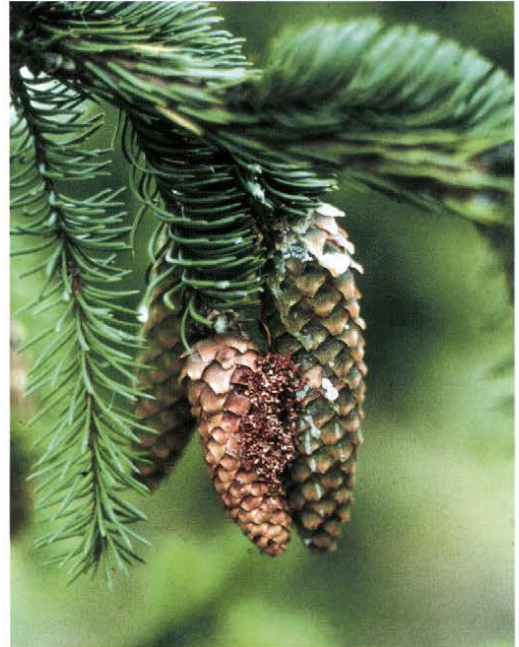
Valokuva 44.2 Ulospäin terveeltä näyttävän kävyn sisässä voi talvehtia useita käpykääriäisen toukkia.

Kuusensiemensäski (*Plemeliella abietina*) työntää teleskooppimaisella munanasettimellaan munansa kukkimisvaiheessa siemenaiheen suun kautta siitepölykammioon. Toukka tunkeutuu kehittyvään siemenvalkuaiseen ja syö siemenen kesän kuluessa ontoksi. Yksi toukka tuhoaa vain yhden siemenen jääden sen sisään talvehtimaan. Keväällä toukka putoaa siemenen varistessa maahan. Siemen on väriltään tervettä siementä jonkin verran vaaleampi ja litteämpi. Siemenen röntgenkuvinna toukat erotuvat selvästi.

Sen jälkeen kun emikukat ovat sulkeutuneet ja kääntyneet alaspäin, vain kuusensiemenniilukainen (*Megastigmus strobilobius*) kykenee munimaan kävyn sisään. Se työntää pitkän ja jäykän munanasettimensa suoraan käpysuomujen läpi ja munii kehittyvän siemenen sisään. Toukka syö kesän aikana siemenen ontoksi samalla tavalla kuin siemensääsken toukka. Myöhemmätkin elämänvaiheet ovat samanlaiset

kuin siemensääskellä. Siementä, jonka sisässä on kiilukaisen toukka, ei kuitenkaan voi erottaa terveestä siemenestä.

Käpykoisa (*Dioryctria abietella*) ja **käpymitarit** (*Eupithecia sp.*) munivat nuoriin käpyihin suomujen reunojen alle. Punaruskeat, juovikkaat toukat kaivautuvat kävyn sisään mutta syövät lähes yksinomaan käpysuomuja. Papanamaiset ulosteet kertyvät kävyn pinnalle kasoiksi ja paljastavat toukkien olemassaolon. Ennen talven tuloa toukat pudottautuvat maahan talvehtimaan. Vaikka toukat eivät juurikaan syö siemeniä, vaikeuttavat ne käpyjen avautumista ja vähentävät näin siemensaantoa.



Valokuva 44.3 Kuusenkäpykoisan vioittamien käpyjen pinnalla on rynnimäisiä papanamöykkyjä. Usein käpy tai sen latvaosa kuivuu jo kesällä.

Männyllä on käpy- ja siementuhoja huomattavasti vähemmän kuin kuusella. Tämä johtuu pääasiassa kahdesta syystä. Männyn siemenen valkuaisainepitoisuus on selvästi alhaisempi kuin kuusen siementen. Toiseksi siemenen kehitys kestää männyllä kaksi kasvukautta, kun se kuusella tapahtuu yhdessä kesässä. Ensimmä-

mäisenä kesänä männyllä tapahtuu vain pölytys ja siemenaiheen hedelmöitys. Emikukka ei juurikaan kasva ja siemenvalkuainenkin jää kehittyttämättä. Kukkimiskesänä ja sitä seuraavana talvena kävyissä ja siemenaiheissa ei juurikaan ole ravintoa enempää kuin muissa solu-koissa.

Toisena kesänä käpy alkaa kasvaa nopeasti ja on alusta alkaen sulkeutunut, mikä vaikeuttaa hyönteisten munimista. Ainoastaan **käpypi-kikärsäkäs** (*Pissodes validirostris*), jolla on vahva kärsä, kykenee kaivamaan käpysuomuihin koloja ja munimaan niihin. Toukat kaivautuvat käpyyn ja hakeutuvat lopuksi syömään siemeniä. Aikuiset kärsäkkäät tulevat kävyistä ulos syksyllä ja talvehtivat maassa puun tyvellä. **Versokoiso** (*Dioryctria mutata*) munii yleensä vain käpypiikärsäkkään asuttamiin tai muuten vioittuneisiin käpyihin. Siemenviljelmiä lukuun ottamatta näillä lajeilla ei ole taloudellista merkitystä.

Siemenpuualoilla **ytimennävertäjät** (*Tomicus piniperda*) ja **tukkimiehentäit** (*Hyllobius abietis*) voivat välillisesti vaikuttaa merkittävästi männyn siemensatoon. Kannoissa lisääntyvät ytimennävertäjät lentävät aikuistuttuaan siemenpuiden latvuksiin, joissa ne tunkeutuvat uusimpiin versoihin poraten ne ontoiksi. Versot kuolevat ja niiden mukana parhaimmat käpyjä tuottavat versot. Uudistusalalle tulleet tukkimiehentäit kiipeävät siemenpuiden latvuksiin, joissa ne kaluavat uusimpia versoja ja niissä olevia keskenkasvuisia käpyjä. Yhdessä puussa saattaa olla kymmeniä tukkimiehentäitä useana hakkuun jälkeisenä kesänä.

Lehtikuusella käpyjen ja siementen kehitys on yksivuotinen kuten kuusellakin. Kävyt ovat kuitenkin pieniä ja siemeniä yhdessä kävyssä vähän, joten ne eivät tarjoa yhtä paljon ravintoa kuin kuusen kävyt. **Lehtikuusenkäpykärpänen** (*Hylemyia laricicola*) saattaa joskus turmella huomattavan osan lehtikuusen kävyistä ja siemenistä. Erilaisten koisaperhosten toukat voivat myös elää lehtikuusen kävyissä työntäen papanoitaan kävyn pinnalle.

Linnut ja nisäkkäät

Kun siemenvalkuainen alkaa muodostua loppukesällä, **käpylinnut** ja **oravat** rupeavat syömään siemeniä. Ne käyttävät siemeniä ravintonaan koko talven siementen karisemiseen saakka. Myös käpytikka alkaa syödä kuusen ja männyn siemeniä syksyllä hyönteisravinnon vähetessä. Siemenravinnon turvin se selviää muita tikkoja paremmin talven yli.

Heikkoina käpyvuosina hyönteisten toukat tuhoavat kuusen kävyt jo kesällä. Usein käy niin, että yhdessä kävyssä on toukkia niin runsaasti, että käpy kuihtuu jo kesällä ja toukat kuolevat nälkään. Kohtalaisinakin käpyvuosina hyönteiset tuhoavat usein suuren osan siemenistä. Kun vielä linnut ja oravat syövät niitä koko talvikauden, jää siemensato keväällä heikoksi.

Koivu tuottaa runsaina kukkimisvuosina niin runsaasti siemeniä, ettei siementuhoilla ole käytännön merkitystä. Joinakin vuosina **norkko-koit** (*Argyresthia goedartella*) voivat kuitenkin tuhota huomattavan osan hedenorkkoista ja vaikuttaa näin siitepölyn määrään. Koivun siemenet ovat tärkeitä ravintoa eräille peippolinnuille kuten vihervarpusille ja urpiaisille.

Tuholaiset maassa

Maahan varissutta siementä uhkaavat vielä monet vaarat. Varisemista seuraavana kesänä siemenistä ja sirkkataimista voi pahimmissa tapauksessa tuhoutua jopa 80—100 prosenttia. Kuusen siemenet varisevat huhti—toukokuussa ja männyn touko—kesäkuussa. Jos alkukesä on kuiva, siemenet voivat olla maassa useita viikkoja, ennen kuin ne itävät. Tavallisesti itäminen alkaa kesä-heinäkuun vaihteessa. **Maakiitäjäiset** (*Carabidae sp.*), myyrät ja hiiret sekä monet linnut kuten peippo, järripeippo, urpiainen ja talitiainen syövät siemeniä. Koska siemenissä on vähän myrkyllisiä tai karkottavia aineita, myös eläinravintoa syövät lajit, kuten päästäiset, käyttävät siemeniä ravintonaan. ^{34, 155}

Maakiitäjäiset voivat syödä siemenistä puolet ennen itämistä. Uudistettaessa luontaisesti joko siemen- tai suojuspuilla tuhot ovat pahempia kuin kylvössä. Muurahaispesien ympäristössä maakiitäjäisten tuhoja ei juurikaan esiinny. Myyrien osuus siementuhoissa on pieni. Vaikka linnut syövätkin siemeniä varsinkin keväällä, kun hyönteisravintoa ei vielä ole kovin runsaasti tarjolla, niiden merkitys siementuholaisina on myös vähäinen. Kylvölaikuista, joissa siemenet ovat helposti havaittavissa, ne voivat kuitenkin syödä suuren osan siemenistä.

Sirkkataimien pahin tuholainen on **metsäetana**. Heti kun siemen alkaa avautua, se syö siemenvalkuaista. Vasta kun sirkkataimi on noin kuukauden ikäinen ja riittävästi puutunut, se ei enää kelpaa etanoitten ruuaksi. Tuhoriski on sitä suurempi, mitä kosteampi kasvupaikka on tai mitä enemmän on päällyspuustoa.

Tuholaiskannat romahtavat huonoina käpyvuosina

Kuusen siementen käyttäjiä on niin paljon, että siemeniä säilyy riittävästi merkittävää uudistumista varten vain runsaina kukkimisvuosina. Näyttääkin siltä, että suuret vuosien väliset vaihtelut kuusen kukkimisrunsaudessa ovat sopeutumista siementen suureen tuhoutumisriskiin. Runsaat kukinta huonojen siemenvuosien jälkeen varmistaa sen, että tuhojen suhteellinen osuus jää vähäiseksi. Käpy- ja siemensadon puuttuessa silloin tällöin kokonaan tuholaisien kannat romahtavat. Varsinkin hyönteisten kannat vähentyvät murto-osaan runsaiden käpyvuosien kannoista.⁵ Käpylinnut siirtyvät pesimään aina sinne, missä käpyjä on riittävästi mutta oravat ovat riippuvaisia paikallisesta siemensadosta. Jos männyissäkään ei ole käpyjä, oravakanta romahtaa.

Sienitaudit

Sienitaudeista vain kahdella, **kuusen tuomiruosteella** (*Thekopsora areolata*) ja **kuusentalvikkiruosteella** (*Chrysomyxa pirolata*) on käytännöllistä merkitystä. Tuomiruoste tal-

vehtii maahan karisseilla tuomen lehdillä, joista tuuli kuljettaa itiöt kuusen emikukkiin. Itiöpesäkkeet kehittyvät käpysuomun sisäpinnalle. Ne ovat aluksi vaaleita, mutta muuttuvat syksyä kohti tummanruskeiksi. Loppukesällä käpysuomut alkavat harottaa, kun itiöpesäkkeet kasvavat täysikokoisiksi. Pesäkkeet avautuvat kuitenkin vasta seuraavana kesänä ja vapautuvat itiöt saastuttavat nuoria tuomenlehtiä. Loppukesällä lehdillä muodostuu talvi-itiöt. Sienen kiertokulku on siis kaksivuotinen. Yksi itiö riittää saastuttamaan koko kävyn. Saastuneeseen käpyyn ei muodostu siemeniä. Sen kanta kasvaa tavallista paksummaksi niin, että käpy pysyy puussa yleensä useita vuosia.

Talvikkiruosteen väli-isäntä on talvikki. Käpyjen tartunta tapahtuu kukkimisaikana. Keltaiset itiöpesäkkeet kehittyvät käpysuomujen ulkopinnalle. Itiöt vapautuvat jo kesällä ja saastuttavat talvikin lehtiä vielä samana vuonna. Kiertokulku on siis yksivuotinen. Saastuneissa kävyissä ei kehity siemeniä.

Ruostetuhojen määrässä on suuria vuosien välisiä vaihteluita. Eniten saastuneita käpyjä on runsaana kukkimisvuotena. Itiöiden leviäminen väli-isännän lehdiltä kuusen emikukkiin riippuu lisäksi sateiden ajoittumisesta kukkimisaikana. Tuomiruosteen tartunnan ankaruus on lisäksi riippuvainen lähellä olevien tuomien määrästä. Jos tuomia on runsaasti, saattaa jopa puolet kävyistä olla saastuneita.¹²⁰

Tuhojen torjunta

Kuusen käpy- ja siementuhojen torjuntaa voidaan harkita ainoastaan siemenviljelmillä, joilla siemensadon mahdollisimman tarkka talteenotto on perusteltua. Hyvinä käpyvuosina tuhot jäävät kuitenkin yleensä niin vähäisiksi, ettei torjunta metsässä ole taloudellisesti kannattavaa. Maahan kylvetyn siemenen suojaamiseksi tuhoja vastaan on vähän keinoja käytettävissä. Erilaiset peittäväaineet ja värjäykset ovat osoittautuneet tehottomiksi. Ainoastaan siementen peittämisellä niin, etteivät linnut näe niitä, voidaan tuhoja torjua merkittävästi.

Siemenen kehitysvaihe	Mänty	Kuusi	Lehtikuusi	Koivu
Emikukka Hedekukka	Punkit Männynkukka- kärsäkäs Kääpiösaiais	Neulaskoisa		Norkkokoivi Teeri
Siemen kävyssä/ norkossa	käypikikärsäkäs Käpytikka Käpylinnut Orava	Tuomiruoste Talvikkiruoste Kuusenkäpykärpänen Kuusenkäpykääriäinen Käpykoisa Käpymittarit Siemensääski Siemenkiuluainen Käpytikka Käpylinnut Orava	Lehtikuusenkäpy- kärpänen Käpykoisa Käpylinnut Orava	Urpainen Vihervarpunen Vihervarpunen Urpainen
Siemen maassa	Metsäetana Maakiitäjäiset Peippo Järripeippo Urpainen Päästäiset Myyrät Metsähiiri	Metsäetana Maakiitäjäiset Peippo Järripeippo Urpainen Päästäiset Myyrät Metsähiiri		

Taulukko 44.1 Käpy- ja siementuholaiset.

45 Itäminen ja taimettumisalusta

Markku Nygren ja Markku Saarinen

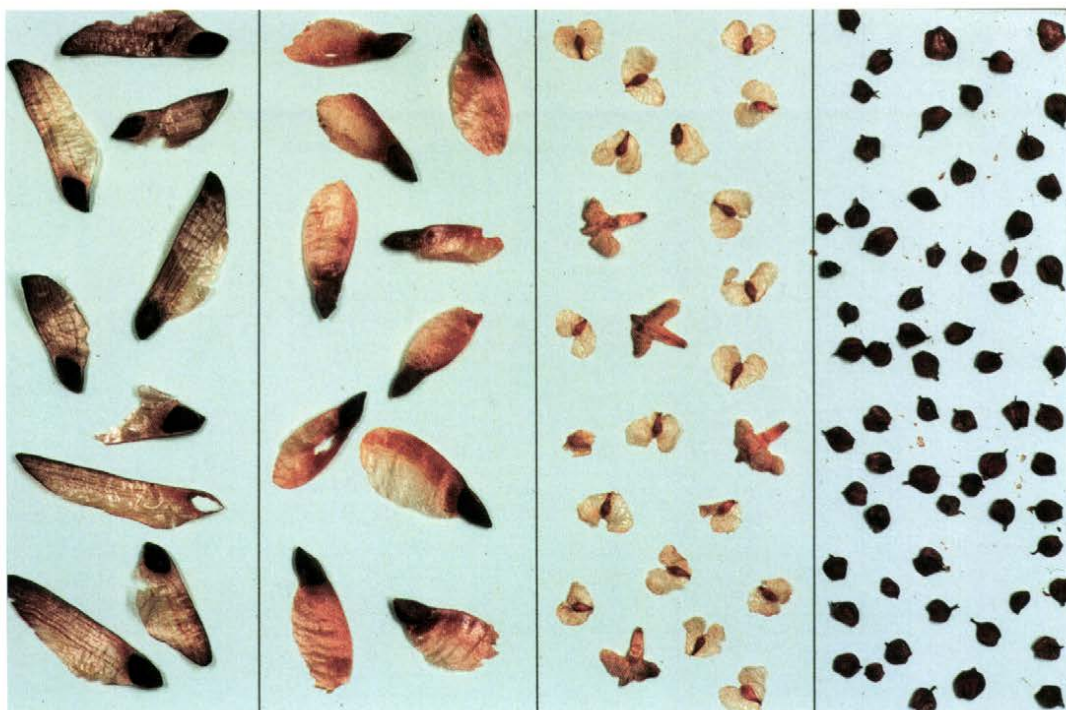
Siemenestä taimeksi

Eri puulajien siemenet eroavat ulkonäöltään selvästi ja ovat helposti tunnistettavissa. Tavallisesti kutsumme siemeniksi myös koivun ja lepän pähkylähedelmiä. Ne poikkeavat muista, aidoista siemenistä rakenteensa puolesta. Kun tyypillisesti siemenessä voidaan erottaa alkio, vararavintosolukko ja siemenkuori, on koivun ja lepän ”siemenissä” kaiken tämän ympärillä vielä hedelmänkuori (perikarppi). Koivu- ja leppälajimme eivät siis varista siemeniä vaan hedelmiä!

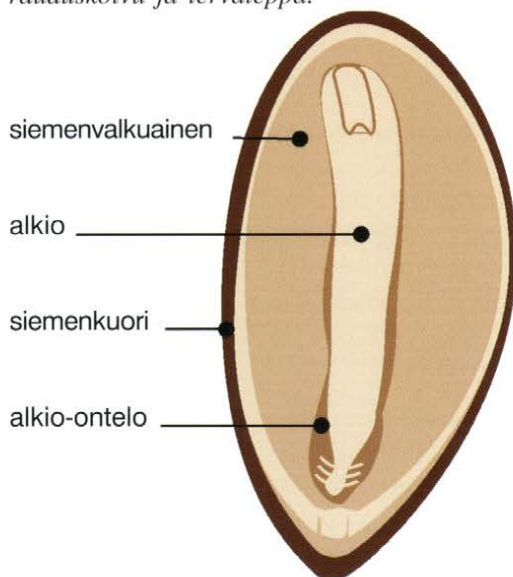
Tuulen mukana leviävissä siemenissä on lenninsiipi, jonka avulla ne liitelevät pitkienkin

matkojen päähän emopuusta. Veden mukana leviävissä siemenissä on tavallisesti jokin keltuntaväline, jonka avulla ne pysyvät pinnalla ja siirtyvät paikasta toiseen. Esimerkiksi koivun ja lepän siemenissä tällaisena apulitteena toimii ilmaontelo, joka on varsinaisen siemenkuoren ja siementä ympäröivän hedelmänkuoren välissä.

Halkaistussa havupuun siemenessä erottuvat sen perusrakenteet: keskellä alkio ja sitä ympäröivä vararavintosolukko ja uloinna siemenen kuorikerrokset (kuva 45.1). Siemenen itäessä alkio kasvaa vähitellen ulos siemenkuoresta. Pienessä, muutaman millimetrin mittaisessa siemenessä on kaikki se informaatio, mikä tarvitaan täysikasvuisen puun kehittymiseen ja elintoimintoihin. Se monistuu puun kasvaessa jokaiseen uuteen soluun ja säätelee puun kehi-



Valokuva 45.1 Pääpuulajiemme siemeniä (vasemmalta oikealle): mänty, kuusi, rauduskoivu ja tervaleppä.



Kuva 45.1 Männyn siemenen halkileikkaus, jossa näkyy keskellä alkio, sitä ympäröivä vararavintosolukko ja uloinna siemenen kuori-kerrokset.¹⁰¹

tystä koko sen elämän ajan. Puun kukkiessa ja tuottaessa siemeniä perintötekijät – ja samalla koko joukko ominaisuuksia – siirtyy seuraavaan sukupolveen.

Sääolot

Siementen itämisen kannalta tärkeimmät säätekijät ovat sademäärä ja lämpötila. Vettä tarvitaan, jotta itäminen ylipäättään pääsee käyntiin ja lämpötila puolestaan vaikuttaa itämisen nopeuteen. Molemmat tekijät yhdessä säätelevät maan pintakerrosten kosteutta ja määräävät, missä vaiheessa kasvukautta itäminen tapahtuu ja kuinka paljon taimia syntyy.

Siemenillä on oltava kiinteä yhteys kasvualustassa olevaan veteen, jotta itäminen lähtisi käyntiin. Siementen vedensointi on usein itämisen minimitekijä. Tämä johtuu kesäsaiteiden epätasaisesta esiintymisestä ja niiden paikallisuudesta. Sateiden väliin osuu pitkiäkin poutakausia, jolloin itäminen pysähtyy ja itäneet sirkkaimet voivat tuhoutua kuivuuteen. Erityisesti alkukesä on Etelä- ja Keski-Suomessa usein

vähäsateinen, jolloin kuivuus rajoittaa itämistä ja sirkkataimien kehitystä. Pohjois-Suomessa sadanta ylittää keskimääräisen haihdunnan yleensä kaikkina kesäkuukausina. Itämistä eniten rajoittavaksi tekijäksi onkin pohjoisessa osoittautunut kasvukauden viileys.

Itämisen kannalta maan pintakerroksissa on tarpeeksi kosteutta keväällä, välittömästi lumen ja roudan sulamisen jälkeen. Tällöin maa on kuitenkin vielä liian kylmä itämistä ajatellen. Männyn siemen itää +5—+6 °C:een lämpötilassa, mutta taimelle tulo on tavattoman hidasta, ja se kestää yli 80 vuorokautta! Kahdenkymmenen asteen lämpötilassa sama vaihe saavutetaan noin viikossa. Matalissa lämpötiloissa myös sirkkajuuren kasvu ja taimien juurtuminen on hidasta. Eräiden tutkimusten mukaan männyn sirkkajuuren kasvunopeus on vain 0,05 mm vuorokaudessa +10 °C:een lämpötilassa. Lämpötilan kohotessa kasvuvauhti lisääntyy nopeasti ja se on +25 °C:ssa jo 2 mm vuorokaudessa.²⁵¹

Metsämaan pintakerrokset säilyvät melko viileinä koko kasvukauden ajan. Tiheissä metsäkoissa, humus- ja karikekerroksen sisässä lämpötila voi olla koko kasvukauden +15 °C:een alapuolella. Havupuiden siementen itämisen optimilämpötila on noin +20 °C, mutta tällaisia lukemia saavutetaan harvoin humus- ja kivennäismaakerroksen rajassa. Aukeilla aloilla, muokatun maan pinnassa lämpötila voi hetkelisesti nousta jopa yli + 50 °C:een.²²⁹ Kuivat siemenet sietävät näinkin korkeita lämpötiloja; sirkkataimet sen sijaan eivät.

Koivu kykenee itämään ja juurtumaan nopeasti myös alkukevään alhaisissa lämpötiloissa. Edellisenä syksynä variseiden siementen itäminen alkaa keväällä noin +10 °C:ssa. Sirkkataimi on pieni ja hento, mutta sen alkukehitys on nopeampaa kuin havupuilla. Nopeasti itävän koivun taimen juuristo ehtii vahvistua riittävästi ennen alkukesän poutakausia.

Männyn siemen varisee touko-kesäkuussa, ja itämisen ajoittuminen riippuu kosteusoloista. Jos alkukesä on kuiva, itäminen lykkääntyy

heinä-elokuulle. Poutajaksot haittaavat männyn uudistumista erityisesti karuilla ja kuivilla kasvupaikoilla, missä kevätkestaus haihtuu nopeasti eikä riitä itämiseen ja taimien kunnolliseen juurtumiseen. Männyn siementen itäminen pysähtyy ja siemenet kuivuvat usein juurtumisvaiheessa, varsinaisen itämisen ollessa jo ohitse.²⁵⁴

Kuusen siemen näyttää useimmiten lepäävän siemenpankissa muutaman kuukauden ajan huhtikuussa tapahtuvan varisemisen jälkeen ja sen itäminen lykkääntyy usein heinä- tai elokuulle. Näihin aikoihin kuukausisademäärä ylittää haihdunnan ja sateita saadaan säännöllisemmin kuin alkukesästä. Maan vesivarat alkavat lisääntyä, ja samaan aikaan lämpötilat ovat kohonneet itämiselle suotuisiksi. Suomalaisissa, kulotetuilla mailla tehdyissä kokeissa on havaittu, että kasvukauden alussa eri aikoina kylvettyt männyn ja kuusen siemenet itivät toisinaan vasta elokuussa, pidempien sadejaksojen aikana.²⁵⁴

Itämisen ajoittuminen kasvukauden aikana on tärkeää taimien jatkokehityksen kannalta. Mitä aikaisemmin siemenet itävät, sitä pidemmäksi muodostuu syntyneiden taimien ensimmäinen kasvukausi ja sitä vahvemmiksi ne ehtivät kehittyä ennen talven tuloa.

Monien puulajien siemenissä on säätelymekanismeja, jotka estävät itämisen lykkääntymisen liian pitkälle loppukesään. Esimerkiksi koivun siemenhorros aiheuttaa sen, että tuoret koivun siemenet eivät idä heti varisemisen jälkeen heinä-elokuussa, koska ne tarvitsevat itääkseen pitkän päivän olosuhteet ja suhteellisen korkean lämpötilan. Erityisen lämpiminä syksyinä koivun sirkkataimia löytyy kosteista painanteista, missä itäminen on lähtenyt käyntiin. Hennot sirkkataimet kuitenkin tuhoutuvat useimmiten ennen seuraavaa kevättä.

Koivun siemen talvehtii varisemisen jälkeen metsämaassa seuraavaan kevääseen saakka. Itävyys säilyy talvehtimisen aikana yleensä hyvin ja siemenet ovat valmiita itämään heti,

kun sääolot sen keväällä sallivat. Metsänuudistaja voi siis kylvää koivun siementä ”varastoon” seuraavaa kasvukautta varten jo syksyllä. Kylvö on varmintä tehdä myöhään, maan ollessa jo roudassa. Tämä sen vuoksi ettei siemen enää kostuisi, vaan talvehtisi mahdollisimman kuivana.

Havupuilla ainoaksi vartenotettavaksi kylvöajankohdaksi on vakiintunut loppukevät ja alkukesä. Vanhastaan on uskottu, että kylvöaika on liian myöhäinen, jos koivun lehti ehtii puhkeamaan.¹⁴ Kevätkylvöt ovat monissa tutkimuksissa onnistuneet selvästi paremmin kuin syyskylvöt. Perinteinen hankikylvö hangelle on tuottanut hyvin vaihtelevia tuloksia.^{65, 170} Yleensä lumettomaan maahan tehdyt kylvöt ovat onnistuneet parhaiten.¹⁷⁰ Havupuilla syyskylvöistä saadut uudistumistulokset ovat ristiriitaisia.^{31, 83} Vanhemmassa kirjallisuudessa on kuitenkin suositeltu männylle myöhäistä syyskylvöä, joka täytyisi tehdä maan ollessa jo roudassa. Monissa kylvökokeissa on lisäksi havaittu männyn jälki-itämistä,^{109, 110, 250, 251} mikä osoittaa, että olosuhteista riippuen myös männyn siemenen talvehtiminen metsämaassa toisinaan onnistuu.⁵³

Sääolojen lisäksi itämistulokseen vaikuttavat kasvupaikan maalaji, pintakasvillisuus ja puusto, jotka kaikki ovat lisäksi keskenään vuorovaikutuksessa. Onnistuneen taimettumisen edellytyksenä on siementen ja sirkkataimien riittävä vedensaanti sekä se, ettei humuskerroksesta eikä puuston ja pintakasvillisuuden kilpailusta ole haittaa.

Pintakasvillisuus ja puusto

Viljavilla, hienojakoisilla mailla, jotka vettä pidättävinä voisivat taimettua hyvin, runsas pintakasvillisuus estää siementen pääsyn suotuisiin kosteusoloihin kivennäismaan pintaan saakka. Lisäksi pintakasvillisuus tukahduttaa helposti varjostuksellaan mahdollisesti kehittyvät sirkkataimet. Itämistä ja taimien kehittymistä rajoittaa myös emopuuston valo- ja juuristo-

kilpailu. Puusto vaikuttaa välillisesti metsikköilmastoon, minkä lisäksi puiden juuret ja puuston tuottama karike vaikuttavat suoraan taimettumisoloihin. Valon ja lämmön lisäksi latvukset pidättävät myös suuren osan sateesta. Talvella lumipeite jää tiheissä metsissä ohueksi ja maa routaantuu syvälle. Äärimmäisen epäedulliset olosuhteet uusien taimien syntymiselle vallitsevat tiheissä, puhtaissa kuusikoissa. Niiden kohdalla puhutaankin varttuneen emopuuston alla vallitsevasta ”kellari-ilmastosta”. Pääpuulajiemme siementen itäminen ja taimien kehittyminen on näissä oloissa mahdotonta ilman kasvutilan lisääntymistä hakkuiden, myrskytuhon tai metsäpalon seurauksena.

Uudistushakkuissa luodaan edulliset olosuhteet siementen itämiselle ja uusien taimien syntymiselle. Hakkuun jälkeen kasvupaikan säteilyolot muuttuvat: tulosäteily kohdistuu suoraan maanpinnalle, jolloin erityisesti maan pinta ja alimmat ilmakerrokset lämpiävät voimakkaasti. Kohonnut lämpötila edistää siementen itämistä ja taimien alkukehitystä. Hakkuiden seurauksena lämpöolot äärevöityvät. Ullosäteilyn seurauksena maanpinta ja alimmat ilmakerrokset voivat jäähtyä öisin niin paljon, että ilmenee hallaa. Hallariski on erityisen suuri muuttaman aarin suuruisissa aukoissa, joissa ilman liikkuminen on heikkoa ja joihin valuu kylmää ilmaa ympäristöstä. Aukon koon kasvaessa myös ilman liike voimistuu ja samalla lämpöolot tasaantuvat.

Erityisen voimakkaana hallariski ja lämpötilavaihtelun äärevyys ilmenee turvemaiden metsänuudistusaloilla. Kuivattu turvemaa sitoo huonosti lämpöä ja maanpinnan läheisen ilmakerroksen lämpötila laskee yöllä voimakkaammin kuin kivennäismailla.^{15, 37} Tähän vaikuttavat myös alueen maastonmuodot, sillä ojitusaluekuviot ovat usein ympäristöään alavammilla mailla.

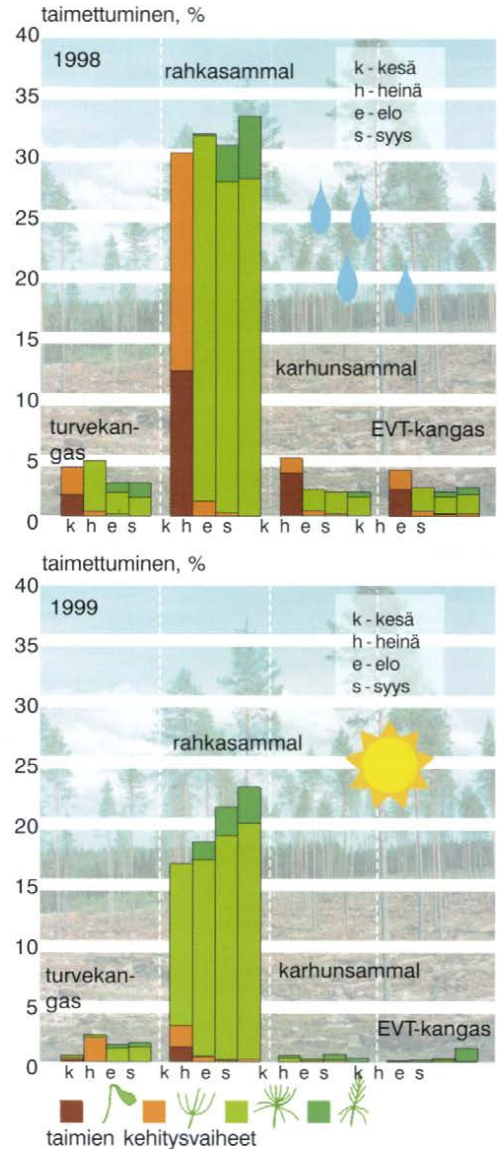
Karike ja humus

Kangasmailla pintakasvillisuuden ja puuston kuolleet kasvinosat kerrostuvat aluksi heikosti maatumena karikemassana, joka vähitellen maatuu kangashumukseksi. Kivennäismaan pinnalla oleva orgaaninen kerrostuma muodostuu siis eri-ikäisistä puuston ja pintakasvillisuuden karikkeista. Päälimmäisenä on helposti kuivuva ja kuohkea nuorimpien ja maatumattomien kasvijäänteiden kerros, alimmaisena taas maatunut vettä hyvin sitova humus.

Pääosin havukarikkeesta muodostuneessa karikke-humuskerroksessa luontainen uudistuminen heikkenee humuskerroksen paksuuden kasvaessa. Koivun lehtikarike puolestaan edistää taimettumista, koska se ehkäisee taimien kanssa kilpailevan pintakasvillisuuden, erityisesti sammalten kasvua. Haavan lehtikarike on osoittautunut uudistumisen kannalta haitalliseksi: runsaana esiintyessään se tukahduttaa helposti hennot havupuiden sirkkataset alleen. ^{30, 41, 90}

Luonnontilaisilla soilla puiden ja pintakasvillisuuden karikkeet hautautuvat kasvavaan rahkasammal- ja pintaturvekerrokseen. Kangasmailla tyypillisiä humushorizontin pintaosien karikkekerrostumia ei luonnontilaisen suon oloissa pääse syntymään. Kun suo ojitetaan, suokasvillisuus häviää, turvekerrostuman kasvu loppuu ja puustobiomassa lisääntyy. Vanhojen ojitusalueiden turvekangaspinnoille onkin tyypillistä, että aiemmin rahkasammaliin hautautuneet karikkeet kerrostuvatkin nyt turpeen pinnalle raakahumukseksi. Alunperin herkästi taimettuvat yhtenäiset rahkasammalpinnot ovat vanhoilla ojitusalueilla muuttuneet kasvillisuusmosaiikiksi, jossa rahkasammalien, karhunsammalien ja turvekangaspintojen määrä vaihtelee kuivatustilasta riippuen. Taimettumisherkyys on viimeksi mainituilla taantunut muokkaamattomien kangasmaapintojen tasolle. (Kuva 45.2).

Rakenteeltaan löyhänä ja melko ilmapavana turvekankaiden raakahumus kuivuva pintaosiltaan herkästi. Samalla korostuu myös itämisalustan laadun ja pohjavesipinnan tason yhdysvai-



Kuva 45.2 Männyn siementen itämisen ja sirkkatasettien varhaiskehityksen vaiheet vanhan ojitusalueen ja viereisen kuivahkon kankaan tyypillisillä kasvillisuuspinnoilla kahtena sääoloiltaan erilaisena kesänä 1998 ja 1999.

kutus. Raakahumuspinnulla pohjavesipinnan liiallinen aleneminen heikentää voimakkaammin taimettumisherkyttä kuin paljaalla turvepinnulla.

Maalaji

Maalaji ja erityisesti hienoimpien lajitteiden määrä vaikuttaa olennaisesti maan vesi-, lämpö- ja ravinneoloihin ja sitä kautta taimettumiseen. Luontaisesti parhaiten uudistuvia kasvupaikkoja ovat karut, ohuthumuksiset, lajituneet kankaat.



Valokuva 45.2 Kevyt muokkaus riittää kuivahkon kankaan siemenpuumetsikössä.

Yleisimmät maalajimme, hieta- ja hiekkamoreeni, voivat sisältää hyvin vaihtelevasti hienoimpia lajitteita, hiesua ja savea. Niiden määrän lisääntyessä maan veden ja ravinteiden pidätyskyky kasvaa ja itämisedellytykset paranevat. Toisaalta hienoimpia lajitteita sisältävien maiden ongelmana on usein runsas pintakasvillisuus, maan liiallinen tiiviys ja sen myötä liian korkea vesipitoisuus ja routivuus. Suuri vesipitoisuus heikentää lisäksi maan ilmavuutta ja lämpöoloja: roudan sulaminen ja maan lämpeneminen keväällä on hitaampaa kuin kuivemmillä kasvupaikoilla.

Vanhon ojitusalueiden kasvualustana turve on ominaisuuksiltaan helposti kostuvaa ja huokoisuutensa vuoksi se pidättää runsaasti vettä. Kuivuessaan turve kuitenkin muuttuu vettä hylkiväksi. Mitä maatumempaa ja kuivempaa turve on, sitä vaikeammin se kostuu uudelleen. Kostuvuuteen vaikuttavat myös tur-

peen kasvinjäännöskoostumus ja kemialliset ominaisuudet.

Ojitusalueiden metsänuudistusaloilla kasvipeitteen alta paljastettu pintaturve ei pääse kuivumaan liikaa, koska turvekerros varastoi kosteutta ja pohjavesipinta on lähellä. Sen sijaan mätästettäessä pintakasvillisuuden ja hakkuutähteiden päälle nostettu turve on ainakin pintaosiltaan altis kuivumiselle pitkien poutajaksojen aikana. Mikäli mättään pintaosiin syntyy riittävän paksu kuivuneen turpeen kerros, tarvitaan jatkossa pitkäaikaisia sateita kuivan pintakerroksen uudelleen kostuttamiseksi. Kyseisen kaltaisessa tilanteessa mättään taimettumista edistää kuivuvan pintaturpeen halkeilu, jolloin osa siemenistä voi itää syvemmillä mättään kosteassa turpeessa. Turpeeseen sekoittunut kivennäismaa parantaa taimettumisololoja lisäämällä turpeen kostuvuutta.

Pinta- ja pohjavesi

Alueilla, missä pohjavesipinnan taso nousee hakkuun jälkeen, muuttuvat sekä lämpöolot että maan ilmanvaihto. Kosteaa maa sitoo runsaasti lämpöä ja lämpenee hitaasti. Kohonnut pohjavesipinta saattaa tiiviillä mailla johtaa soistumiseen ja heikentää maan tuulettumista. Heikko ilmanvaihto kasvualustassa rajoittaa erityisesti männyn ja rauduskoivun taimien juuriston kehitystä ja heikentää siten maan taimettumiskuntoa.

Itämisalustan vesipitoisuus ja veden sitoutuneisuus riippuvat pohjavesipinnan tasosta, sääoloista ja maalajista sekä vaikuttavat itämis tulokseen ja sirkkataimien kehitykseen. Itämis mahdollistava kasvualustan veden sitoutuneisuus vaihtelee laajoissa rajoissa, mutta sen laskiessa laskee myös itämisnopeus. Liiallinen vesi puolestaan haittaa itämistä vaikeuttamalla siementen hapen saantia.

Turvemaiden ojitusalueet poikkeavat kangasmaista erityisesti läheisemmän pohjavesikontaktin vuoksi. Hyvin kuivatetuillakin ojitus-

alueilla pohjavesipinta on vain 30–40 cm:n syvyydellä. Pohjavesipinnan taso ei kuitenkaan vaikuta siementen itämiseen, mikäli itämisalusta saa riittävästi kosteutta sateena. Mikäli sadetta ei ole ja kasvualustan kosteus on kapillaarisen vedennousun varassa, pohjaveden kohoaminen lisää siementen itävyyttä. Liian korkealla oleva pohjavesi (alle 10 cm) on toisaalta sirkkataimien juurtumisen ja varhaiskehityksen kannalta epäedullinen. Hieskoivun taimettuminen riippuu mäntyä ja kuusta vähemmän pohjavesitasen syvyydestä. Maanpintaa lähellä olevan pohjavesipinnan epäedullinen vaikutus ilmenee erityisesti muokkaamattomalla turvepinnalla, johon on pohjavedellä suora kapillaarinen yhteys. Turvepinnan muokkaus vastaavasti vähentää itämisalustan kapillaarista kosteutta vähäsateisten ja kuivien sääjaksojen aikana.

Koejärjestelyissä, joissa pohjavesipinnan taso on pidetty vakiona, männyn sirkkataimien kasvu on ollut parasta pohjavesipinnan ollessa 10–30 cm etäisyydellä maanpinnasta. Taimien kasvaessa pohjavesipinnan tason on oltava syvemmällä kasvuoptimin saavuttamiseksi. Luonnonoloissa pohjavesitaso kuitenkin vaihtelee sääolojen mukaan. Tällöin ne kosteusolot, jotka vallitsevat pohjavesipinnan ollessa lähimpänä maanpintaa, vaikuttavat eniten sirkkataimien kehitykseen. Sirkkataimien kasvu heikkenee pohjavesipinnan noustessa, vaikka vain lyhytaikaisestikin mutta toistuvasti, alle 10 cm:n etäisyydelle turpeen pinnasta.

Muokattu maa taimettumisalustana

Runsassateisina kesinä puiden sirkkataimia syntyy lähes kaikille mahdollisille kasvualustoille: kantojen ja kivien päälle, maapuiden rungoille, karikepinnoille jne. Kuivina kesinä itäminen puolestaan onnistuu vain keskimääräistä kosteammissa paikoissa: pienissä painanteissa, maanpinnan rikkoutuneissa kohdissa tai kivennäismaan koloissa.

Taimettumista voidaan edistää tekemällä itämiselle suotuisia pisteitä poistamalla humusta ja paljastamalla kivennäismaan pintakerros. Näin muokatussa kasvualustassa siemenet pääsevät välittömään kosketukseen maaveden kanssa ja pystyvät imemään sitä itämiseen tarvittavan määrän. Kivennäismaahan sekoittunut humus parantaa taimettumista. Se lisää itämisalustan vedenpidätyskykyä ja suojaa itäviä siemeniä ja sirkkataimia pintaeroosiolta. Humus lisää kasvualustan huokoisuutta ja vähentää kapillaariveden jäätyminen aiheuttamia roustevaurioita, jotka ovat tyypillisiä hienoja lajitteita sisältävillä, muokatuilla alustoilla.

Kivennäis- tai turvemaan paljastaminen parantaa myös itämisalustan lämpöoloja. Muokattu pinta sitoo paremmin lämpöä ja minimilämpötilat kohoavat (ks. 52). Lämpöä eristävän humuskerroksen puuttuessa muokattujen kohtien kasvukausi muodostuu pidemmäksi kuin käsittelemättömillä alueilla.



Valokuva 45.3 Muokatun kivennäismaan ja humuksen rajapinta on hyvä taimettumisalusta.

Muokkausjäljessä siemenet peittyvät usein ohuella kivennäismaakerroksella, mikä suojaa niitä siementuholaisilta ja myös kuivumiselta. Männyn ja kuusen siemenet sietävät hyvin noin puolen sentin vahvuisen peitteen. Koivun siemen voidaan peittää vain kevyesti.

Juurineen kaatuneiden tuulenkaatojen paljastamat kivennäismaalaukut ovat luonnonmetsissä helpoimmin taimettuvia suotuisia pisteitä. Kaikki pääpuulajimme tarvitsevat taimettuakseen paljastunutta kivennäismaata. Taimia syntyy tyydyttävästi ilman maanmuokkausta vain ohut-humuksisilla, lajittuneilla kankailla sekä sellaisilla soiden ojitusalueilla, joilla liiallisen kosteuden haitat on poistettu, mutta itämisen kannalta suotuisat rakkasammalkasvustot ovat vielä vallitsevana kasvillisuuspintana.



Valokuva 45.4 Laho kanto on sammalikkaa suotuisampi taimettumisalusta puhtaassa kuusikossa.

Tietotaulu 45.1

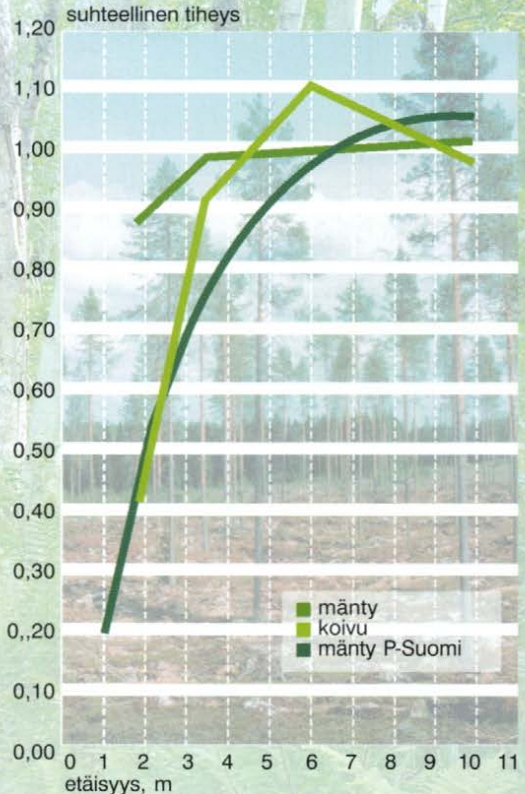
Säästöpuiden vaikutus uudistumiseen Sauli Valkonen

Säästöpuut ja reunametsä lisäävät uudistusalalle tulevaa siemensatoa ja vaikuttavat kilpailullaan taimien ja pintakasvillisuuden kehitykseen. Ylispuiden juuristokilpailun (vesi, ravinteet) merkitys on ilmeisesti huomattavasti suurempi kuin valokilpailun. Muutama mänty-ylispuu vaikuttaa ympäristönsä taimien valon määrään hyvin vähän, mutta kilpailuvaikutukset ovat silti merkittäviä.²³¹ Järeiden säästöpuumäntyjen juuristokilpailu ulottuu keskimäärin yli 10 metrin etäisyydelle puun tyvestä.⁶⁴

Pienen säästöpuumäärän (esim. 5 m³/ha) siementävä vaikutus riippuu puulajista ja puuyksilöiden siementämiskyvystä (ks. luku 4.3). Männyllä ja kuusella muutaman säästöpuun siemensato on verrattain pieni keskimääräisellä uudistusalalla (1–2 ha), mutta lehtipuilla se voi olla suuri. Siemennyskykyinen reunametsä voi taimettaa uudistusalan havupuille suotuisissa oloissa ainakin 30–50 m etäisyydelle asti. Säästöpuista tai reunametsästä voi myös syntyä taimikkoon sellaista puulajia jota sinne ei toivota ja jotka lisäävät taimikonhoitotarvetta. Useimmin vaikeuksia on hieskoivun ja haavan vesojen kanssa.

Ylispuusto voi parantaa uudistusalan taimettumisedellytyksiä vähentämällä heinittymistä. Samalla ylispuut voivat kuitenkin edistää sammalpeitteen säilymistä, mikä voi lisätä maan kuivumista ja vaikeuttaa taimettumista.¹⁰⁴

Ylispuiden ja reunametsän kilpailu hidastaa taimien kasvua ja lisää niiden tuhoriskiä. Kuvasta 45.3 näkyy 10–20 vuotta säilytettyjen mäntysäästöpuiden voimakas vaikutus männyn taimien määrään lähiympäristössään Pohjois-Suomessa.¹⁴⁸ Säästöpuut eivät kuitenkaan vaikuttaneet männyn taimien määrään juuri lainkaan Etelä-Suomen aineistossa. Ero ei ollut pelkästään maantieteellinen, sillä Pohjois-Suo-



Kuva 45.3 Männyllä ja koivun taimien suhteellinen määrä ja etäisyys 25 cm läpimittaisesta mäntysäästöpuusta. Vertailuarvo (1,0) metsikön keskimääräinen tiheys. Mänty ja koivut, Etelä-Suomi, alustavat tulokset. Mänty, Pohjois-Suomi.¹⁴⁸

men aineisto oli astetta karummilta kasvupaikoilta (kuva 45.3). Tutkimuksissa ei ollut mahdollista erottaa taimettumisen ja kuoleamisen vaikutusta taimimääriin.

Säästöpuut näyttävät vähentävän paljon voimakkaammin koivun taimien menestymistä ympäristössään kuin männyn taimien, etenkin karuilla kasvupaikoilla (kuva 45.3,^{239,241})

Raivaamatta jätettävä jätepuusto tai kehityskelvoton alikasvos voi haitata taimettumista selvästi. Kannattaa harkita tarkasti miksi, mihin ja miten paljon niitä säästetään.

Tietotaulu 45.2

Vanhat ojitusalueet metsänuudistamisen uutena haasteena

Markku Saarinen

Vanhojen ojitusalueiden metsien uudistamiskohdeet ovat jatkuvasti lisääntymässä. Metsän uudistaminen on niillä ollut toistaiseksi melko harvinaista, koska uudistamiskypsiksi ehtineitä puustoja on vielä vähän. Sen sijaan vähitellen uudistamisikää lähenteleviä varttuneita kasvatusmetsiä on lähes miljoona hehtaaria. Niinpä uudistamiseen liittyvä päätöksenteko tulee edellyttämään yhä useammin myös turvemaiden kasvupaikkojen erityispiirteiden ja niille sopivien menetelmien tuntemusta. Tutuista kangasmaiden uudistamiskohteista poikkeavat kasvupaikkaominaisuudet liittyvät lähinnä vesi-, lämpö- ja ravinneoloihin sekä pintakasvillisuuden muutoksiin.

Tyypillinen uudistamiskypsyyden saavuttanut ojitusaluemetsikkö on 1930-luvulla ojitettu korpi. Kaikki korpityypit, ruoho-, mustikka- ja kangaskorvet tärkeimpinä, muodostavat yhdessä melkein kolme neljännessä uudistettavien ojitusaluemetsien pinta-alasta. Rämetyypeistä uudistuskypsyyden saavuttaneita metsiä on eniten korpi-, kangas- ja sararämeillä.

Toistaiseksi yleisin vanhojen ojitusalueiden metsien uudistamisessa sovellettu menettely on ollut avohakkuu ja istutus mätästettyyn maahan. Tosin myös luontaista uudistamista on suosittu etenkin korpikaistaleilla.

Viljavimpien rämeiden ja nevojen ojitusalueilla törmätään turvemaiden kasvupaikkojen erityispiirteeseen, joka toisinaan näyttää vaikeuttavan puulajivalintaa. Osa mustikka- ja ruohoturvekangastason ojitusalueista on alkupe- räisestä suotyypistä johtuen koivu-mänty-sekapuustoja. Niiden taloudellisesti järkevin seuraavan sukupolven puulaji on kuitenkin kuusi. Usein niillä myös esiintyy kuusialikasvoksia, joita voi hyödyntää osana luontaista uudistamista. Luontaisen uudistamismahdollisuuden

puuttuessa maa mätästetään ja kuusen taimet viljellään verhopuuston alle.

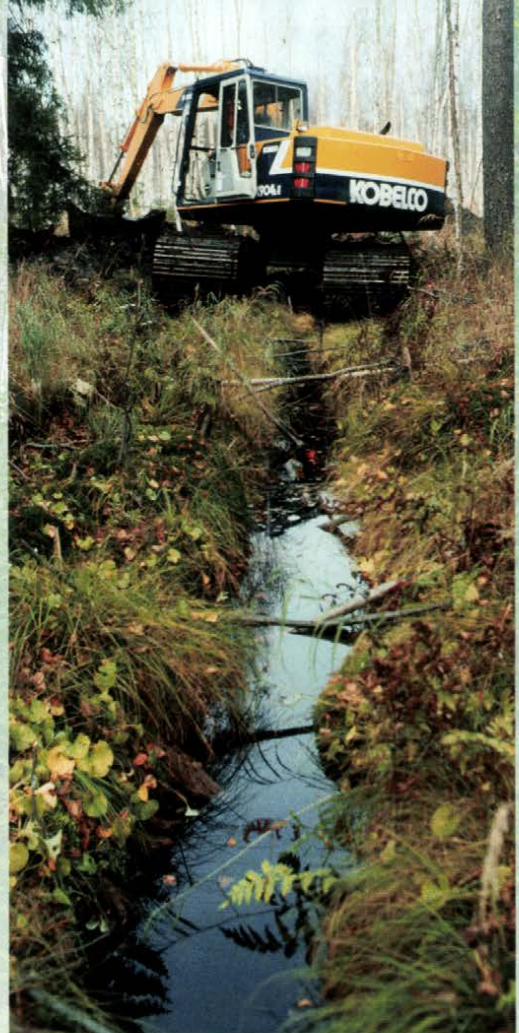
Viljavien kasvupaikkojen ojitusalueilla kasvavien korpikuusikoiden luontainen uudistaminen on helppoa hieskoivun taimettumisherkkyyden ansiosta. Kuusi saadaan sitten syntymään vähitellen hieskoivikon alikasvokseksi muodostamaan seuraavan puusukupolven arvopuusto.

Useimmin törmätään vaikeuksiin uudistettaessa mäntyä puolukka- ja varputurvekankaiksi kehittyvillä ojitusalueilla. Turvekankaaksi kuivuneilla ojitusalueilla pohjakerroksen kasvillisuus on seinäsammalvaltaista. Ojituksen jälkeen syntynyt taimettumista haittaava raakahumuskerros on yleensä paksu erityisesti puolukka-turvekankailla.

Luontaisen uudistamisen mahdollisuudet ovat melko hyvät ilman muokkaustakin niillä ojitusalueilla, jotka ovat vielä valtaosaltaan rahkasammalpintaisia. Seinä- ja karhunsammal-pintaisten osien taimettumista voidaan parantaa kevyellä muokkauksella. Mätästykseen vaihtoehtona voidaan silloin käyttää kaivurilaikutusta, varsinkin kun samalla koneella voidaan samanaikaisesti kunnostaa ojaverkosto. Laitteet tehdään mahdollisimman mataliksi vain pintakasvillisuutta poistaen. Turvekerrokseen ei pidä koskea. Mätästys järeämpänä vaihtoehtona on tosin tehokas muokkausmenetelmä myös luontaisen taimettumisen edistäjänä. Sillä varmistetaan sirkkataimien jatkokehitys myös sateisimpina kasvukausina. Toisaalta mätästykseen etu voi kuivina kasvukausina kuitenkin jäädä varsin vähäiseksi, mikäli mättäiksi nousee pitkälle maatonutta rahkaturvetta, runsaasti kuituista juurihuovastoa sisältävää saraturvetta tai ohuen turvekerroksen alaista karkeaa kivennäismaata. Tällöin on mielekkäintä saman tien istuttaa mättäille männyn taimet.

Tietotaulu 45.2

Turvekankaiden luontaista taimettumista voi periaatteessa edistää pohjavesipinnan tasoa nostamalla. Ojien kunnostamisen lykkääminen ja pohjaveden nousu vähentävät maan pintaosien liiallista kuivumista siemenpuustoksi hakatulla ja auringon paahteelle alttiilla turvekankaalla. Turvekangaspintojen muokkausta sillä ei voi korvata ja vaikutus taimettumiseen saattaa kuitenkin jäädä varsin heikoksi. Vaikutukset itävyyteen tulevat muokkaamattomien turvekankaiden seinäsammalikossa esiin vasta n. 10 cm:n pohjavesitasolla, jolloin taas riski sirkkataimien tuhoutumisesta myöhemmissä vaiheissa kasvaa suureksi. Uudistamishakkuun jälkeen pintakasvillisuus rehevöityy kuten kangasmaillakin, mutta pohjavesipinnan korkeus vaikuttaa olennaisesti sekä kasvilajiin että sen runsausmuutoksiin. Hyvin korkealla oleva pohjavesipinta voi aiheuttaa esimerkiksi tupasvillan, harmaasaran ja karhunsammalien nopean leviämisen erityisesti muokatuille laikku- ja vakopinnoille.



Valokuva 45.5. Ojitusalueet joudutaan yleensä kunnostamaan yhden tai useamman kerran kiertoajan kuluessa.

46. Lehtipuiden vesominen

Jyrki Hytönen

Vesominen on lehtipuille ominaista kasvullista (vegetatiivista) uudistumista. Lehtipuut voivat vesoa kantojen tai juurien silmuista puun kaatamisen tai muun vaurioitumisen jälkeen.

Lehtipuiden vesomiseen vaikuttavia tekijöitä olisi tunnettava ja ymmärrettävä kun torjutaan lehtipuita havupuun kasvatusaloilta tai kasvatetaan vesametsiä. Varhaiskehityksessään nopeiden vesasyntyisten lehtipuiden aiheuttama kilpailu heikentää usein metsänviljelyn tulosta. Havupuutaimisto voi kärsiä lehtipuiden varjostuksesta ja mekaanisesta vioituksesta siinä määrin, että vesasyntyinen lehtipuusto valtaa kasvupaikan. Vesakon kurissa pitäminen muodostaa myös huomattavan kustannuksen.

Vesametsätalous on toisaalta ollut Keski-Euroopassa vanha ja tärkeä metsänhoidon menetelmä. Lyhytkiertoviljelyssä nopeakasvuisiin vesoviin puulajeihin (esim. pajut, poppelit ja lepät) perustuvilla viljelmillä pyritään suureen biomassan tuotantoon energian tai massateollisuuden raaka-aineeksi. Haavalla ensimmäinen puusukupolvi joudutaan usein perustamaan taimilla, jolloin taimi- ja suojauskustannukset ovat erittäin korkeita. Toisen ja kolmannen kierrojan puuston syntyminen vesoista parantaisi siten haavan massakasvatuksen kannattavuutta.

Puiden vesomiskyky kaadon jälkeen riippuu ensisijaisesti vesovien silmujen alkuperästä, niiden rakenteesta, sijainnista, lukumäärästä, puhkeamisen dynamiikasta ja aktiivisuudesta.

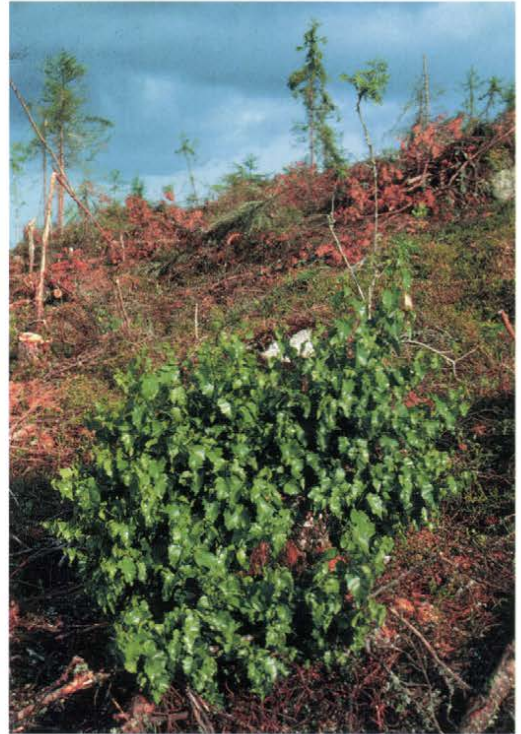
Koivuihin vesat syntyvät kantojen leposilmuista, joista noin 70–95 % sijaitsee maan alla^{59,77,78}. Kantojen leposilmut aktivoituvat pian kaadon jälkeen ja suotuisissa oloissa puhkeavat kahdesta neljään viikossa. Koivuihin ei synny juurivesoja.

Harmaaleppään ja haapaan syntyy jälkisilmuista sekä kanto- että juurivesoja. Tervaleppä ei pysy harmaaleppän tavoin tekemään juurivesoja, vaan sillä on ainoastaan kantovesoja. Haavan

sukupolvesta toiseen jatkuneen juurivesomisen seurauksena voi olla tiheä haavikko, joka on saanut alkunsa yhdestä puuyksilöstä. Haavan uudistumiselle juurivesat ovat erityisen tärkeitä, koska juuret saattavat ulottua kauaksi puusta.

Pajujen vesovat silmut ovat pääasiassa (80–95 %) varren maanpäällisissä osissa, erityisesti sivuversoissa sijaitsevia leposilmuja.¹⁶⁴ Kotimaisiin pajulajeihin ei synny juurivesoja.

Vesominen palauttaa puun takaisin nuoruustilaan. Vesojen alkukehitys on ensimmäisinä vuosina usein huomattavasti nopeampaa kuin siementaimien. Vesasyntyiset koivut voivat olla kolmen vuoden ikäisinä jo 1–1,5 metriä pidempiä, kuin vastaavanikäiset siemensyntyiset taimet. Siementaimien pituuskasvu saavuttaa kuitenkin muutamassa vuodessa vesotaimien pituuskasvun ja siementaimet voivat olla vesotai-



Valokuva 46.1 Koivu vesoo runsaasti ensimmäisenä kesänä hakkuun jälkeen.

mia pidempiä 15—20 vuoden iässä. ^{20, 76, 132} Syitä vesojen nopeaan alkukehitykseen ei täysin tunneta, mutta eräs tärkeä tekijä on niiden muuttunut juuri-versosuhde. Vesojen käytössä on ensimmäisinä vuosina kaadetun puun suuri juuristo, mikä vähentää mm. kuivuuden vaaraa. Vesojen myöhemmälle kehitykselle on kuitenkin tärkeää, että ne kasvattavat myös omia juuria.

Useat sekä ulkoiset että sisäiset tekijät vaikuttavat puiden vesomiseen kaadon jälkeen. Vesomiseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. puulaji, kaatoajankohta, puun koko ja ikä, kannon korkeus, kaatotapa, toistuva vesottaminen ja kasvupaikka. Vesojen lukumäärän lisäksi vesomistulosta arvioitaessa on tarkasteltava myös vesojen eloonjäämistä ja kaadon jälkeistä pituuskehitystä.

Puulaji

Kotimaisista puulajeista eniten vesoja tuottavat eri pajulajit. Myös haapaa pidetään melko hyvänä vesojana lähinnä juurivesojensa ansiosta. Muihin eurooppalaisiin lehtipuihin verrattuna koivuja pidetään yleensä melko huonoina vesojina. Rauduskoivun vesomiskykyä pidetään huonompana kuin hieskoivun. Samankäisten, samalla kasvupaikalla kasvavien hiesja rauduskoivujen vesomista ei ole juurikaan verrattu, joten vesomiseroihin voivat myös vaikuttaa kasvupaikkojen ominaisuudet. Eri puulajien välisistä vesomiseroista suuri osa selittynee vesovien silmujen määrällä, sijainnilla ja ominaisuuksilla. ^{77, 78}

Kaatoajankohta

Kaatoajankohtaa on pidetty merkittävimpanä vesomiseen vaikuttavana ulkoisena tekijänä. Vesomista arvioidaan vesovien puiden osuuden, vesojen lukumäärän ja vesojen kasvun avulla. Kaatoajankohta on kuitenkin vaikuttanut yleensä varsin vähän syntyvien vesojen määrään tai vesovien puiden osuuteen.

Kaatoajankohdalla on selkein vaikutus vesojen pituuskehitykseen. Kasvukauden aikana, kesäheinäkuussa, kaadettujen puiden vesat ovat parhaimmillaan kasvaneet puolta vähemmän kuin lepokautena kaadettujen puiden vesat. ^{19, 51, 58, 132} Lehtien puhkeamisen ja kehittymisen aikaa on esitetty parhaaksi kaatoajankohdaksi kun halutaan minimoida vesojen kasvua. Eri tutkimuksissa on kuitenkin ollut suuria eroja minimiajankohdan ajoittumisessa ja vaikutuksen suuruudessa. Kaatoajankohdan aiheuttamat vesojen kasvuerot ovat eri tutkimuksissa vaihdelleet muutamasta senttimetristä noin 40 cm:iin 1—3 vuoden kuluttua kaadosta.

Vanha kansa uskoi, että kuun vaiheet vaikuttavat voimakkaasti puiden vesomiseen: vesakko oli parasta kaataa alakuussa. Tehdyt tutkimukset eivät kuitenkaan anna tästä näyttöä, eikä tutkimuksissa ole löydetty vanhojen uskomusten mukaisia ”kuolemanpäiviä” kotimaisten puulajien vesomiselle.

Puun koko ja ikä

Puun koon ja iän kasvaessa vesomiserunsaus aluksi paranee, mutta vesomiskyky alkaa siten eri syistä heikentyä. Hieskoivut ja harmaalepät näyttävät vesovan parhaiten, kun kannon läpimitta on noin 10—12 cm. Kannon läpimitan ylittäessä 15 cm vesomiskyky on jo alentunut ja huonontuu edelleen iän ja kannon läpimitan kasvaessa. ^{21, 132} Kookkaampien puiden heikomman vesomiskyvyn on arveltu johtuvan paksusta kuoresta, joka haittaa silmujen kasvua ja puhkeamista. Puun iän ja koon kasvaessa koivun leposilmut usein jakautuvat muodostaen suuria silmuryhmiä, joista voi syntyä paljon pieniä, mutta yleensä hyvin pian silmujen puhkeamisen jälkeen kuolevia vesoja. ^{78, 132}

Kannon korkeus

Kannon korkeuden vaikutus eri puulajien vesomiseen riippuu vesovien silmujen sijainnista.

Vaikka valtaosa (70—95 %) hies- ja rauduskoivujen silmuista sijaitsee maan pinnan alapuolella, koivunvesoista kuitenkin kolmasosa voi syntyä maan päällä sijaitsevista silmuista.⁷⁷ Siten kaato aivan maan tasalta saattaisi hieman vähentää kantoa kohti syntyvien vesojen tai vesovien puiden määrää. Toisaalta lyhyeen kantoon kaadetuista puista syntyvät vesat voisivat olla helpommin yhteydessä juuristoon, mistä voi olla etua niiden myöhemmälle kehitykselle.

Yleisesti on kuitenkin suositeltu koivujen vesomisen vähentämiseksi pitkän kannon jättämisestä. Syynä näihin ohjeisiin lienee ollut se, että korkeat kannot voivat lisätä sienii-infektioriskiä ja siten kantojen ja vesojen alttiutta laholle. Tutkimuksissa kannonkorkeuden vaikutuksesta vesomiseen on kuitenkin saatu ristiriitaisia tuloksia. Kannonkorkeuden aiheuttama alkuvaikeus voi myös muuttua tai hävitä 6—10 vuodessa.

Jos kannon korkeudella halutaan vähentää koivujen ja leppien vesomista, näyttäisi siltä, että puut olisi kaadettava aivan maan rajasta (vähän silmuja) tai jätettävä pitkä kanto (mahdollinen lahon vaikutus myöhemmin). Vesasyntyisten pajujen vesomista voidaan hieman vähentää kaatamalla pajut aiemman kaatokohtaan alapuolelta, koska pajun silmut sijaitsevat maan päällä ja suurin osa vesovista silmuista on uusien vesojen tyvellä. Useilla puulajeilla vesomistulosta hieman parantaa kaatokohtaan sijainti selvästi (10—25 cm) maan pinnan yläpuolella.

Kaatotapa

Vanhoissa vesametsätalouden ohjeissa neuvottiin vesomisen edistämiseksi tekemään kaatopinnasta mahdollisimman sileä ja lisäksi vino, jotta siihen ei jäisi vettä seisottavia ja kannon lahoamista edistäviä pintoja. Vastaavasti rosainen, vaurioitunut ja suora kaatopinta heikentäisi vesojen muodostumista. Vaikka kaatopinnan vaikutus vesojen syntymiseen on yleensä melko vähäinen, sillä voi olla vaikutusta vesojen myöhemmälle kehitykselle.

Koivujen kaatotavalla tai kannon vaurioittamisella kaadon jälkeen ei ole yleensä havaittu vaikuttavan vesomiseen tai vesojen kasvuun. Myöskään kulotuksella ei voida vähentää koivujen vesomista, vaan sillä voi olla jopa vesomista edistävä vaikutus. Koivujen vesomiskyvyn säilyminen kantojen runtelunkin jälkeen johtunee siitä, että noin 90 % koivun tyvisilmuista sijaitsee maan pinnan alapuolella ja vesat syntyvät melko kaukaa kaatopinnasta.^{77, 78, 132} Sen sijaan pajujen kantojen vaurioittaminen kaadon jälkeen voi vähentää vesomista ja vesojen kasvua, koska pajujen vesovat silmut sijaitsevat pääasiassa maan päällä ja erityisesti sivuversoissa.^{51, 164}

Voimakkaasti juurivesojen kautta lisääntyvän haavan vesomista ei ehkäise kantojen vaurioittaminen. Sen vesomisen ehkäisyyn onkin käytetty mm. kaulaamista, jossa haavalta poistetaan kuori koko puun ympäriltä. Kaulatut haavat kuolevat hitaasti 3—6 vuodessa. Vesomisen ehkäisemiseksi tehtävä kaulaaminen olisi tehtävä ennakkokäsittelynä riittävän hyvissä ajoissa ennen metsän pätehtäkkäuta.



Valokuva 46.2 Kantovesoista syntyneet puuryhmät ovat hieskoivuilla tyypillisiä.

Toistuva vesottaminen

Lyhyin väliajoin usein toistuva vesottaminen heikentää koivujen samoin kuin myös useiden muidenkin puulajien vesomiskykyä ja pienentää syntyvien vesojen kasvua. Eräässä kokeessa vesoi kolmen—neljän vuosittain toistetun vesottamisen jälkeen enää 13—20 % koivunkannoista. Useat pajulajit kykenevät sen sijaan kestäämään useita toistuvia vesotuksia lyhyin väliajoin ilman että vesomiskyky heikkenee.

Vesasyntyiset koivut, lepät ja pajut vesovat yleensä paremmin kuin siemensyntyiset. Kun koivun kanto vesoo, syntyy uusien vesojen tyvelle heti vesomiskykyisiä leposilmuja. Vesasyntyisillä lepillä ja hieskoivuilla on enemmän silmuja kannoissa kuin siemensyntyisillä koivuilla.^{78, 165} Esimerkiksi 20-vuotiaalla vesasyntyisellä hieskoivulla voi olla jopa yli 50 % enemmän silmuja kuin siemensyntyisellä taimella. Vesasyntyisten koivujen vesomista edistää lisäksi se, että niiden silmuista pienempi osa on vesomista haittaavissa suurissa silmuryhmissä.⁷⁸

Kasvupaikka

Kasvupaikan viljavuudella ei näyttäisi olevan juurikaan vaikutusta vesojen syntyyn, vaikka tästäkin on esitetty ristiriitaisia näkemyksiä. Metsäojitetuilla soilla koivun vesomista saattaa auttaa turvekerroksen painuminen, sillä koeoloissa jo muutaman senttimetrin maanpinnan tason laskemisen on todettu lisäävän vesomista huomattavasti. Hyvin viljavat kasvupaikat voivat olla epäedullisia vesomiselle, sillä niille hakkuun jälkeen kehittyvä kasvillisuus saattaa haitata vesojen kehittymistä. Erittäin runsas varjostava pintakasvillisuus voikin ehkäistä vesomista tai vähentää syntyvien vesojen määrää. Varjostava puusto ei rajoittane vesomista, mutta hidastaa selvästi esim. koivujen vesojen kasvua. Vesomisen kannalta avohakkuu on edullisin hakkuutapa. Kasvupaikan hyvyydellä on selvä vaikutus vesojen kehitykseen: vesojen pituuskasvu on nopeampaa viljavilla kasvupaikoilla kuin karuilla.

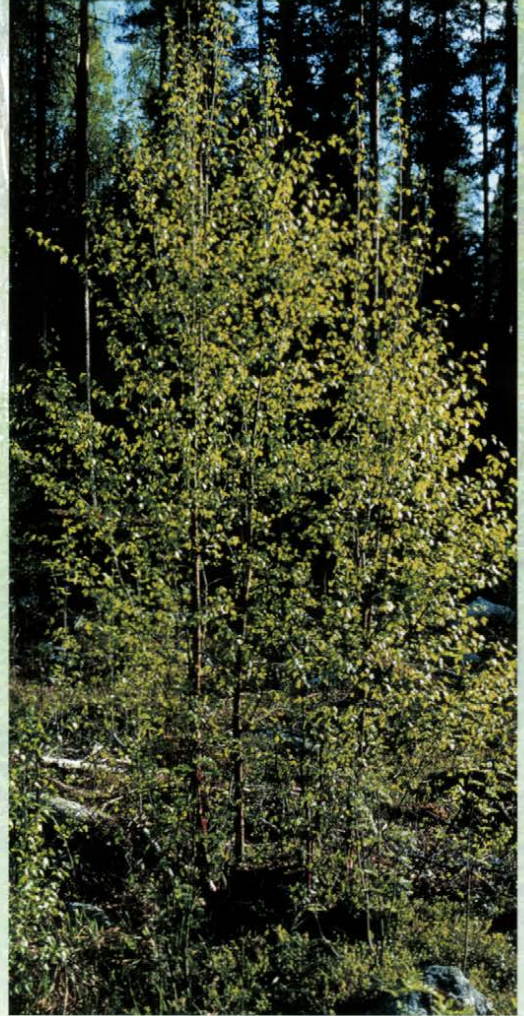
Kaikki kaadetut lehtipuut eivät vesoi. Hyvin vesovilla pajuilla vesattomia kantoja on yleensä vähän kaadon jälkeen. Koivuista sen sijaan voi huomattava osa jäädä vesattomiksi. Koivulla vesomattomia kantoja on eri tutkimuksissa yleensä ollut 10—40 %.

Tietotaulu 46.1

Lehtipuiden vesomisen vähentäminen *Jyrki Hytönen*

Lehtipuiden vesomista tai vesojen kasvua hieman vähentää:

- Puiden kaato kasvukauden aikana (kesäkuun alku - elokuun alku) —> vesat ovat usean vuoden ajan hieman lyhyempiä kuin talvella kaadetut
- Koivujen kaato maanpinnan tasalta vähentää vesovien silmujen määrää, pitkä kanto puolestaan voi edesauttaa lahon leviämistä. Vesasyntyisten pajujen kaato aiemman kaatokohtaan alapuolelta vähentää vesomista, koska pajujen silmut syntyvät uusien vesojen tyvelle.
- Vanhojen ja kookkaiden puiden kaato. Vesomiskyky heikkenee puun iän ja koon kasvaessa. Jo 15 cm kokoisten koivujen ja leppien vesomiskyky on huomattavasti huonompi kuin alle 10 cm paksujen runkojen.
- Toistuva vesottaminen. Koivujen vesomiskyky ja vesojen kasvu heikkenevät huomattavasti, jos vesat kaadetaan kolmena vuonna peräkkäin. Pajuille tämä ei tepsii.
- Lehtipuiden kaato varjostavan puuston alla. Heikentää vesojen kehitystä.
- Haavan vesomista voidaan ehkäistä kaulaamalla rungot joitain vuosia ennen hakkuuta.



Valokuva 46.3 Vesominen voi lisätä taimikonhoidon ja -perkauksen tarvetta huomattavasti.

47. Taimien eloonjääminen

Eloonjäämisen tekijät

Eero Kubin

Kasvien eloonjääminen on armotonta kilpailua elintilasta. Eloon jäävät ne lajit ja yksilöt, jotka kykenevät vallitsevissa olosuhteissa mukautumaan kasvupaikan ehtoihin. Kasvupaikan olosuhteista tärkeimpiä eloonjäämiseen vaikuttavia tekijöitä ovat lämpö, vesi, valo, maaperän rakenne ja ravinteet, yhteiseltä nimeltään kasvupaikkatekijät. Jo A. K. Cajanderin 1909 kehittämän metsätyyppiteorian johtava ajatus oli, että samanarvoisille kasvupaikoille kehittyä ajanoloon samankaltainen kasvillisuus. Kasvupaikat, joilla on samankaltainen kasvillisuus, kuuluvat samaan metsätyyppiin. Myös taimien eloonjäämistä ja kasvua ohjaa sama lainalaisuus.



Valokuva 47.1 Joinakin kesinä esiintyy niin ankaria halloja, että kuusen taimet vaurioituvat paikasta riippumatta.

Vesitalous

Vesi ratkaisee kaiken ensimmäiseksi: siemen ei idä, ellei se saa vettä siitä maan pintakerroksesta, johon se on pudonnut. Jos kuivuus

yllättää alkaneen itämisen, taimen elämä päättyy jo ennen sirkkataimivaihetta. Vielä sirkkataimivaiheessa taimi on arka kuivuudelle. Vedenpuutteen takia taimen yhteyttäminen ja ravinteiden saanti heikkenee ja lopulta lakkaa. Mutta vesi on tärkeä myös itämis- ja sirkkavaiheen jälkeen, jolloin taimen pitää pystyä hankkimaan juuristollaan sitä yhä syvemältä ja laajemmalta maaperästä. Taimelle on parasta, jos maan tilavuudesta on kiintoainesta ja huokostilaa puolet kumpaakin ja huokostila on puoliksi veden täyttämää. Tätä suurempi veden määrä vaikeuttaa juuriston hapensaantia. Pintakasvillisuus ja muu puusto kilpailevat taimien kanssa vedestä, mikä voi vähentää merkittävästi niiden eloonjäämismahdollisuuksia ja kasvua.

Maaperän ominaisuudet, erityisesti maan raekoostumus, vaikuttavat maan vesitalouteen. Vesi ja alhainen lämpötila aikaansaavat hienojakoisilla, vettyneillä mailla rousteen eli pintaroudan muodostumisen, joka on usein paha taimettumista haittaava tekijä.²⁴ Maan toistuva sulaminen ja jäätyminen syksyllä ja keväällä pitää myös maanpinnan jatkuvassa liikkeessä, jolloin varsinkin sirkkataimia kuolee paljon. Roustetta muodostuu, kun sulassa maassa olevaa vettä kulkeutuu jäätyvään pintakerrokseen.

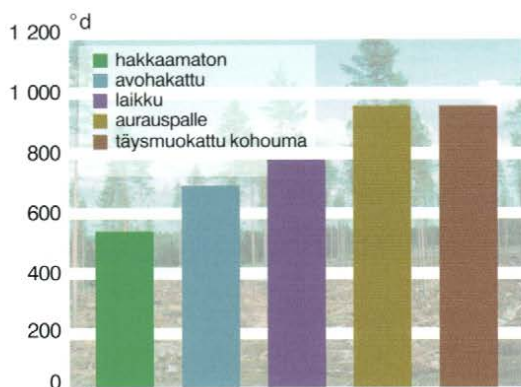
Lämpötila

Taimen kannalta maan pintaosien ja maanpinnan läheisen ilmakerroksen lämpötila on tärkein. Pohjoisen havumetsävyöhykkeen oloissa humuskerroksen suojaama maa on yleensä optimaalista kasvua ajatellen liian kylmää, varsinkin maan pohjoisosissa. Avohakkuu ja maanmuokkaus nostavat maan lämpötilaa. Maanmuokkauksessa tehtyjen kohoumien päällä on ilman lämpötilan vuorokausivaihtelu taimelle edullisempi kuin pelkällä tasamaalla. Pilvettöminä öinä laskee lämpötila ulossäteilyn seurauksena maanpinnan lähellä tasaisella maalla keskikesälläkin nollan alapuolelle, mutta kohoumien päällä se pysyy plussan puolella. Toisaalta kivennäismaan pintakerros voi keskikesän kuivina jaksoina olla mättäissä hai-

tallisen kuuma ja kuiva, mikä ei ole taimen juurten kasvulle edullista.

Alhaisella lämpötilalla on myös maan mikrobitoimintaa heikentävä vaikutus. Alhaisessa lämpötilassa hajoaminen hidastuu ja ravinteiden kierto heikkenee. Tästä on esimerkkinä erityisesti Pohjois-Suomen kuusikot, joissa kuntakerros saattaa kehittyä huomattavan paksuksi. Näissä oloissa taimettuminen on luonnostaan perin hidasta: taimia esiintyy lähinnä maatuneiden puiden rungoilla, lahonneissa kannoissa tai myrskyn tekemissä aukoissa. Kuusikossa maa on Pohjois-Suomen oloissa kylmää läpi kesän. Erityisesti juuriston kehittyminen viileissä kosteissa oloissa on tuskallisen hidasta ja sitä kautta vaikutus taimien eloonjäämiseen suuri.

Kesäkuukausina kivennäismaan pinnassa kertyvä lämpösusma on Pohjois-Suomen oloissa vain noin puolet palteen tai kohouman lämpösusmasta. Laskennallisesti muokkaus merkitsee usean sadan kilometrin siirtoa pohjoinen—etelä-suunnassa. Laikutuksen lämpösusmaa korottava vaikutus on noin puolet siitä, mitä saadaan aikaiseksi voimakkaimmilla muokkauksilla.



Kuva 47.1 Avohakkuun, laikutuksen ja muokkauksen vaikutus kesäkuukausien aikana maassa (-5 cm) kertyvään lämpösusmaan (d.d.). Kuvassa vuosien 1976—1985 keskiarvo Paltamon Kivesvaarassa mitatusta aineistosta. ^{98, 99}

Valo ja ravinteet

Kasvun ja eloonjäämisen kannalta on tärkeää myös riittävä valo. Uudistusaloilla valosta ei sinänsä ole puutetta, mutta pintakasvillisuus ja vesakko voivat jättää taimet varjoon. Eri puulajeilla on erilainen valontarve. Varjoa sietävät puut, kuten meillä kuusi, kykenevät kasvaamaan heikommassa valossa kuin valoa vaativat puut.

Kasvuun tarvitaan ravinteita, jotka yleisesti jaetaan kahteen ryhmään. Typpi, fosfori, kali, kalsium, magnesium ja rikki ovat pääravinteita eli niiden tarve on suuri. Esimerkiksi rauta, mangaani, sinkki molybdeeni, boori ja kloori ovat hivenravinteita, joita tarvitaan pääravinteita vähemmän.

Taimen eloonjäämisen kannalta ravinteita on yleensä maassa riittävästi, mutta pintakasvillisuuden ja puuston kilpailu voi viedä ravinteet taimen ulottuvilta kuten veden ja valon. Heikko ravinteiden saanti vaikuttaa jo pienten taimien kuntoon ja kasvuun; ravinneköyhällä kasvualustalla ja heikossa valoilmastossa taimen kehitys on kaikin puolin hidasta ja eloonjääminen heikkoa.

Maanmuokkaus ja taimien eloonjääminen

Maanmuokkaus on karuimpia kasvupaikkoja lukuunottamatta välttämätön toimenpide nopean ja taloudellisesti tarkoituksenmukaisen uudistamistuloksen turvaamiseksi. Luontaisessa uudistamisessa muokattuun maahan variseva siemen pääsee suoraan kostempaan ympäristöön kuin mitä tapahtuu siemenen varistessa humuskerrokseen. Siemen itää ja ehtii juurtua vararavitonsa turvin paremmin kuin paksussa kunnassa, joka useimmiten pysyy taimettomana. Istutusalojen muokkauksella rajoitetaan pintakasvillisuuden kilpailua ja nopeutetaan usein ratkaisevasti riittävää taimettumista. Maanmuokkauksen edelleen kehittämisessä on tärkeää menetelmän sovittaminen kasvupaikkaan ja uudistamisen tavoitteeseen, jolloin

myös saadaan minimoitua haitalliset ympäristövaikutukset.

Kun kasvupaikkatekijät ovat epäsuotuisat, taimien kasvu on kituvaa ja kehitys heikkoa. Tällaiset taimet ovat alttiita biologisille tuhoille. Epäedulliset lämpöolot, kylmät ja sateiset kesät, voivat olla myös alku laajoille epidemian luonteisille taimituhoille.



Valokuva 47.2 Taimen eloonjääminen on kilpailua elintilasta; milloin saman lajin eri yksilöiden, milloin muiden lajien kanssa.

Taimien tuhonaiheuttajat

Erkki Annila ja Timo Kurkela

Erilaisilla tuhonaiheuttajilla saattaa olla suuri merkitys siinä, kuinka hyvin ja nopeasti metsä uudistuu tai saadaan uudistettua. Uudistettaessa luontaisesti tai kylvämällä tuho voi kohdata jo sirkkataimia.

Tukkimiehentäi

Istutustaimista osa voi kuolla jo ensimmäisinä vuosina. Yksi merkittävimmistä syistä on tukkimiehentäi. Hakkuualalta lähtevä pihkan tuoksu houkuttelee lähiympäristön metsistä tukkimiehentäit paikalle. Ne ovat yleensä uudistus- alalla jo silloin, kun istuttajat saapuvat. Niiden pääasiallisena tarkoituksena on tulla lisääntymään tuoreiden kantojen juuriin, mutta samalla ne käyttävät ravinnokseen puuntaimia. Kerran hakkuualalle tultuaan ne eivät enää lennä pitkiä matkoja, vaan liikkuvat jalan. Pariteltuaan ja munittuaan ne hakeutuvat syömään nuorten taimien kuorta. Mikäli syöntilaikku ulottuu taimen rungon ympäri tai niitä on runsaasti, veden ja ravinteiden kulku estyy ja taimi kuolee. Syönti tapahtuu pääasiassa alku- ja keskikesällä.

Tuhojen määrä vaihtelee huomattavasti eri vuosien ja kasvupaikkojen välillä. Eniten tuhoja sattuu männyn uudistusaloilla, joilla tai-



Valokuva 47.3 Tukkimiehentäit voivat vioittaa pahasti suojaamattomia istutustaimia.

mista saattaa pahimmillaan kuolla yli puolet. Kuusella tuhot ovat hieman harvinaisempia. Suurin tuhoriski on ensimmäisenä ja toisena hakkuun jälkeisenä kesänä, jolloin tukkimiehentäit saapuvat uudistusosalalle. Hyönteiset pysyttelevät uudistusosalalla 3—4 vuotta ja muuttavat kantoihin useina kesinä. Kehitys munasta aikuiseksi kestää 2—4 vuotta. Kun uudet yksilöt kuoriutuvat, tuhoriski kasvaa jälleen.

Istutustaimet joutuvat ankaramman tuhon kohteeksi kuin luontaisesti syntyneet taimet. Niissä on hyönteisille haitallisia aineita suhteellisesti vähemmän kuin luonnontaimissa,²⁰⁶ koska ne kasvavat taimitarhalla lannoituksen avulla nopeasti. Erot tasoittuvat kuitenkin parissa vuodessa. Isoissa istutustaimissa vioituksia on yleensä enemmän kuin pienissä, mutta toisaalta ne säilyvät paremmin elossa. Riskialttiuteen vaikuttaa enemmän taimen koko kuin sen ikä.

Kulutus lisää tuhojen riskiä, koska palaneesta puusta lähtevä haju houkuttelee tukkimiehentäitä.⁶¹ Luonnontilaisissa metsissä tukkimiehentäin pääasiallisia lisääntymispaikkoja ovat olleet metsäpaloissa kuolleet puut. Tuhoriskiä lisää vielä se, ettei tukkimiehentäillä ole juurikaan muuta ravintoa kuin paikalle istutetut taimet. Kulutus nostaa maan pintakerroksen lämpötilaa, mikä nopeuttaa toukkien kehitystä kannoissa ja vähentää niiden kuolleisuutta.

Jos uudistusalan lähetyvillä on edellisten vuosien päätehakkuualoja, tuhoriski on tavanomaista suurempi. Tukkimiehentäit voivat helposti siirtyä, joko jalan tai lentäen, vanhalta uudistusosalalta tuoreelle hakkuualalle. Jos istutusta ei tehdä ensimmäisenä hakkuun jälkeisenä kesänä, saattaa käydä myös päinvastoin. Tuoreen hakkuualan houkuttelemat tukkimiehentäit siirtyvät vieressä olevalle edellisensä vuotena istutetulle uudistusosalalle.

Maanmuokkaus vähentää tukkimiehentäin tuhoriskiä, sillä tällöin vältetään paljaalla kivennäismaalla liikkumista. Kun paljastunutta kivennäismaata on taimen ympärillä kymmenen senttiä tai enemmän, tuhojen määrä vähenee olennaisesti.

Mitä enemmän taimen ympärillä on hakkuutähteitä, kariketta tai pintakasvillisuutta, sitä suurempi on tuhoriski. Hakkuutähteen korjaamisella energiakäyttöön voidaan pienentää riskiä.

Tärkein torjuntakeino on taimien käsittely torjunta-aineella. Tällä hetkellä eniten käytössä olevissa torjunta-aineissa tehoaineena on permetriini. Paljasjuuritaimet käsitellään kastamalla ja kennotaimet ruiskuttamalla. Huolellisesti tehty käsittely suojaa taimet ensimmäisen kasvukauden ajaksi. Jonkin verran vaikutusta on havaittavissa vielä seuraavanakin kesänä. Taimet voidaan ruiskuttaa myös maastossa istutuksen jälkeen, jos tukkimiehentäitä on runsaasti paikalla. Muokkaamattomalla ja kulotetulla uudistusosalalla torjunta-ainekäsittely on välttämätön, jotta riittävä määrä taimista säilyisi elossa. Myös mekaanisilla suojuksilla, kuten taimisukilla tai erilaisilla lieriöillä, taimet voidaan suojata tuhoilta jokseenkin yhtä hyvin kuin torjunta-aineilla. Käsittely on kuitenkin hidasta ja sen kustannukset ovat kaksinkertaiset kemialliseen suojaukseen verrattuna.

Muut hyönteistuhot

Muiden hyönteisten tai selkärangattomien eläinten tuhoilla on paljon pienempi merkitys kuin tukkimiehentäillä. Metsäetana syö itäviä siemeniä ja puutumattomia sirkkataimia. Koska etanat viihtyvät vain kosteissa oloissa, niillä on merkitystä lähinnä uudistettaessa kuusta suojuspuumenetelmällä. Sirkkataimia syövät myös monet hyönteiset, joista metsässä merkittävin on **täplätupsukas** (*Orgyia antiqua*). Joinakin vuosina tämä kehrääjäperhosiin kuuluvan hyönteisen toukat ovat hyvin yleisiä. **Peltolude** (*Lygus rugulipennis*) tunnetaan lähinnä taimitarhojen tuholaisena mutta se voi aiheuttaa sirkkataimien kasvuhäiriöitä ja myöhemmin taimien haaroittumista ja pensastumista myös metsässä. **Kirjokudospistiäinen** (*Acantholyda hieroglyphica*) toukkia saattaa

joskus esiintyä runsaastikin männyntaimissa. Ne voivat syödä taimen lähes neulasettomaksi mutta tuho johtaa harvoin taimen kuolemiseen. **Juurinilurit** (*Hylastes* sp.) voivat myös aiheuttaa tuhoja. Ne lisääntyvät hakkuualan kannoissa ja hakeutuvat aikuistuttuaan istutustaimien juurenniskaan kaivamaan käytäviä.



Valokuva 47.4 Lehtikärsäkkäiden tuhot ovat yleisiä hiekka- ja moreenipelloille istutetuissa koivuntaimikoissa, joissa aluskasvillisuutena on juolavehnnää.

Kylvämällä tai luontaisesti uudistettaessa hyönteistuholla ei ole käytännön merkitystä. Taimien kehittyminen siemenestä hyönteisille sopivan kokoiseksi vie aikaa useita vuosia, jolloin hyönteiset ovat jo siirtyneet tuoremmille hakkuupaikoille.

Taimien sienitaudit

Sienitaudit haittaavat metsien uudistamista jo siemenistä ja taimituotannosta lähtien.^{103, 118} Jotkut taudin aiheuttajat leviävät taimiin jo siementen mukana sekä taimitarhoilla että met-

sän uudistusaloilla. Kasvatuksen aikana taimet saattavat saada sienitartunnan, mitä ei aina lajittelussa havaita, ja tuho paljastuu vasta metsässä istutuksen jälkeen. Tässä vaiheessa taudin alkuperä on usein vaikea määrittää, mikä voi aiheuttaa ongelmia vastuu- ja korvauskysymyksissä. Metsänviljelijälle on tärkeää kyetä tunnistamaan metsänuudistamisessa tautiriskiä lisäävät tekijät.

Taimipoltteet

Taimipoltetta esiintyy yleisesti taimitarhojen kylvöpenkeissä mutta myös metsässä.¹¹⁸ Se voi olla monen eri sienilajin aiheuttama, joista tyypillisimpiä ovat *Pythium*-, *Phytophthora*- ja *Fusarium* -lajit. Sienet leviävät sekä siementen että kasvualustan mukana. Taimipolte voi tappaa taimen jo ennen kuin sirkkavarsi ehtii maanpinnalle. Usein tartunnan saaneet taimet kuolevat sirkkalehtiasteella kaatuen ryhmittäin. Taimipoltesienet tappavat myös metsässä sekä luonnon siemennyksestä että kylvöksistä nousevia taimia. Ryhmittäistä kuolemista ei metsämailla voida havaita, koska taimet kehittyvät harvemmassa kuin taimitarhojen kylvöpenkeissä.

Juurilahot

Taimipoltesienet voivat aiheuttaa taimien myöhemmässä kasvuvaiheessa lahojuurisuutta, ns. nuijajuurisuutta sekä juuriston kehityksen pysähtymistä. Lahojuuriset taimet voivat olla kasvukauden lopussa kellahtavia, mutta usein niitä ei värin perusteella erota terveistä taimista. Merkittävimäksi juurilahon aiheuttajaksi kuusella ja männyllä on osoittautunut yksitumainen *Rhizoctonia* -sieni, joka tunkeutuu kasvaviin juuren päihin estäen niiden kasvun ja haarautumisen, jolloin juuristo jää pieneksi. Sairaiden taimien verso jää myös tervejuurisia taimia pienemmäksi. Istutusaloilla suurin osa lahojuurisista taimista kuolee ja elävinä pysyneet kasvavat terveitä heikommin. Yksitumaisen *Rhizoctonia* -sienen suvullinen aste on

Ceratobasidium bicorne, jota on tavattu metsäluonnosta mm. sammalilta. Tartunta on usein tullut jo taimitarhalla ja taudin havaitseminen istutusaloilla on vaikeaa. Istutustyön yhteydessä juuriston kuntoa on tarkkailtava. Taimia, joissa on merkittävästi kuolleita juuria tai juurentynkiä ei tulisi istuttaa metsään.¹¹⁹

Koivun tyvi- ja versolaikut

Koivun tyvilaikkutaudin aiheuttaa *Phytophthora cactorum* -munasieni.¹¹⁸ Ensimmäiset tiedot taudista ovat peräisin 1980-luvulta. Toistaiseksi ei tiedetä, mistä sieni on taimitarhoille tullut. Se on läheistä sukua samannimiselle mansikkaviljelmää vaivaavalle sienelle. *P. cactorum* aiheuttaa taimen tyvelle kuoreen tummia laikkuja. Ne muistuttavat puristuksen aiheuttamia mekaanisia vaurioita. Sieni voi olla sekä ilma- että maalevintäinen. Sen epäillään leviävän myös kasteluveden mukana. Laikut ilmestyvät taimiin kesällä parhaaseen kasvu-aikaan. Tyvilaikkuiset taimet on luonnollisesti hylättävä taimitarhalla, mutta joskus laikkujen havaitseminen saattaa olla vaikeaa.

Rehevillä, runsaasti ruohoa kasvavilla mailla, koivuntaimien vaivana ovat ruohokaskaat, jotka viiltävät taimen kuoreen munintahaavojaan. Kaskaan munat talvehtivat monien lehtipuun taimien ja pensaiden kuoreessa. Sateisena syksynä kylestymättömät munintahaavat saavat usein sienitartunnan. Seurauksena on kuolleita laikkuja pitkin taimen runkoa. Puun lepokauden aikana aktiiviset patogeeniset sienet kuten *Godronia multispora* ja *Alternaria* sp. voivat tappaa taimen. *Alternaria*-sieniä esiintyy kaikkialla ravinteikkailla peltomailla. *G. multispora* -sienen luontaisia esiintymisalueita ovat erityisesti kuivatut suot ja turvepohjaiset pellot, joilla taudinalttius liittyy ravinteiden epätasapainoon.¹⁰³

Harmaahome

Harmaahome (*Botrytis cinerea*) on taimitarhojen ongelma pääasiassa koivun ja kuusen

taimilla. Harmaahome on yleinen myös luonnossa, missä se lisää heinä- ja ruohokasvuston varjostamien taimien kuolleisuutta.

Karisteet

Karistesienistä merkittävin taimituhojen aiheuttaja on männynkariste (*Lophodermium sedi-tiosum*). Sienen tartunta tapahtuu syksyllä. Keväällä sairastuneet neulaset ruskettuvat osittain tai kokonaan ja karisevat kesäkuun loppuun mennessä. Taimitarhalla tartunnan saaneet taimet ovat metsään istutettuina arkoja kuivumiselle. Metsässä kariste-epidemioiden ankaruus vaihtelee. Karistetartunta istutusaloilla hidastaa tainten alkukehitystä, jolloin ne altistuvat esim. varjostukselle. Hyvin kasvavia muutaman vuoden ikäisiä taimia kariste ei uhkaa, vaikka se hidastaa edelleen taimien kasvua. Pahoja kariste-epidemioita on meillä ehkä kerran tai kaksi vuosikymmenessä.¹⁰³

Männynharmaakariste (*Lophodermella sulcigena*) vaivaa viljavien maiden nuoria männiköitä.⁵⁷ Etelä-Suomen kuivilla kankailla harmaakaristetta esiintyy satunnaisesti yksittäisissä männnyissä. Pohjoisessa tauti on yleisempi. Pahimmin harmaakariste on vaivannut pelloille istutettuja männiköitä. Lannoitus pääravinteilla (NPK) lisää harmaakaristeriskiä etenkin turvemaidilla. Harmaakariste ei ole uhka männyn kasvatukselle, mutta pahoina epidemiavuosina se vähentää puuston kasvua. Parhaiten tautia vältetään viljelemällä viljaville maille muita puulajeja männyn sijaan.

Männynversosurma

Versosurman aiheuttaa surmakka-niminen kotelosieni (*Gremmeniella abietina*). Versosurma oli 1960—1980-luvuilla pahin männyn taimituotantoa haittaava sienitauti. Uudistusaloilla versosurma voi tappaa kaikenikäisiä taimia ja se saattaa heikentää vanhojenkin männiköiden kasvua.²²⁸ Versosurmaa esiintyy myös nuorissa kuusissa ja lehtikuusissa.

Surmakka leviää taimiin itiöiden avulla kevään ja kesän aikana. Sienen rihmasto kasvaa männyn versojen kuorisolukossa, kun puu on talvilevossa. Tartunnan saaneissa versoissa rusketuvat kärkisilmua lähinnä olevat neulaset kantaosastaan, kun lämpötila nousee keväällä yli viiden asteen. Jos istutustyön aikana tai ensimmäisenä kesänä taimissa havaitaan versosurmaa, on se aina peräisin taimitarhalla tapahtuneesta tartunnasta. Istutusaikaan tai sen jälkeen tapahtunut tartunta oireilee uudistus- alalla vasta vuoden kuluttua. Ennen kuljetuksia männyn taimien versosurmatartunta voidaan tarkistaa siirtämällä sopivia koe-eriä lämpimään, jolloin oireet kehittyvät nopeammin.

Uudistamisen yhteydessä tehtävät valinnat vaikuttavat männikön versosurmakesävyyteen sekä taimivaiheessa että vielä vuosikymmeniä myöhemminkin. Männynviljelyä tulee välttää maastonpaineissa, joista kylmä ja kostea ilma ei pääse valumaan pois. Esteenä voi olla maaston muodot tai alempana oleva metsikkö. Männyn uudistamisessa oikean alkuperän valinta on ratkaisevaa metsikön myöhemmälle kehitykselle. Etelästä pohjoiseen siirretyt alkupeurat ovat erityisen alttiita surmakkatartunnalle. Tästä syystä sataa kilometriä pitempiä siirtoja etelästä pohjoiseen ei pidä tehdä. Jos mäntyä halutaan kasvattaa paikoilla, missä versosurmariski on suuri, on perusteltua siirtää mäntyä pohjoisesta etelään.

Versosurman määrä vaihtelee vuosittain. Viileät ja sateiset kasvukaudet lisäävät surmakan itiötuotantoa ja tartuntaa.¹⁰³ Viileiden kasvukausien aikana myös männyn kestävyys heikenee. Suurtuhoja surmakka aiheuttaa vain silloin, kun useita viileitä ja sateisia kasvukausia sattuu peräkkäin.

Sorokka

Sorokka (*Crumenulopsis sororia*) on kotelo-sieni, joka vaivaa pelloille perustettuja mäntyviljelmiä.¹⁰³ Ravinteikkailla peltomailla mänty kehittyi oksikkaaksi. Runsas sädekasvu aihe-

uttaa männnyissä kuoren repeämiä, joiden kautta sieni tunkeutuu elävään solukkoon. Kasvuvoituksia syntyy erityisesti kuolleiden oksien kylestymisen yhteydessä. Tummunut kaarna, pihkanvuoto ja rungon epäsäännöllinen paksuskasvu paljastavat sorokkavioitukset. Tartunnan saaneen oksakiehkuran kohdalla puuaines sinistyy. Sorokkavioituksia esiintyy myös turvemaiilla, varsinkin lannoitusten jälkeen. Tuhot voidaan välttää, kun viljavilla mailla ei viljellä mäntyä eikä lannoiteta nuoria männiköitä.

Männynversoruoste

Versoruoste tappaa ja vioittaa männyn kasvavia versoja.¹⁰³ Taudin aiheuttaa ruostesieni (*Melampsora pinitorqua*). Ruoste on isäntäkasvia vaihtava: osan kehityksestään se elää männnyssä ja osan haavan lehdillä. Sieni talvehtii haavan lehdillä. Niissä syntyy kantaitiöitä, jotka kulkeutuvat tuulen mukana kasvaville männyn versoille. Verson kasvuun nähden aikainen tartunta tappaa verson kokonaan. Hiukan myöhempi tartunta tappaa ehkä verson kärki-osan tai vain käyristää versoja. Versojen pituuskasvun loppuvaiheessa tartunta voi johtaa sienen itiöpesäkkeen kehittymiseen. Voimakaskasvuinen latvaverso pysyy kuitenkin elävänä ja suorana ja versoon jäävät vain kylestymäärät. Seuraavan talven aikana lumi saattaa katkoa arpisia latvaversoja.

Versoruostetuhoja on männyntaimikoissa, joissa tai joiden välittömässä läheisyydessä kasvaa haavan vesakkoa. Varmin tapa välttää versoruostetuhoja on viljellä haapaa kasvaville maille jotakin muuta puulajia. Jos kuitenkin päädytään männynviljelyyn, on haapa parasta hävittää jo muutama vuosi ennen päätehakkuuta.

Talvihomeet

Talvihomeet tunnetaan myös nimellä lumikaristeet.¹⁰³ Taloudellisesti merkittävin on ollut **männyn talvihome** (*Phacidium infestans*). Sienen rihmasto kasvaa lumipeitteen sisällä,

missä se tuhoaa tervettä männyn neulastoa. Ensimmäisestään home tarttuu neulasin tuulessa leviävien koteloitioiden avulla syksyllä ennen lumentuloa. Ne kehittyvät edellisenä talvena taudin tappamisessa neulasissa.

Joskus taimitarhalajittelun voivat läpäistä taimet, joissa on jokin talvihomeen tappama neulanen. Niistä sieni leviää seuraavan talven aikana koko taimeen. Kun taimen latva on kasvanut lumipeitteen yläpuolelle, ei talvihome enää pysty tuhoamaan sitä. Taudin tuhot männyn taimikoissa ovat pahimmat alueilla, missä lumipeite on paksuin ja talvi pisin, eli Pohjois-Karjalassa, Kainuussa, Perä-Pohjolassa ja Lapissa. Lounais-Suomessa ja muualla Etelä-Suomessa Salpausselän eteläpuolella talvihome tuhoja ei juuri esiinny.

Keinoja talvihomeen torjuntaan männyn taimikoissa ei ole. Tiedossa olevilla lumen viipymäpaikoilla voidaan kasvattaa männyn sijasta esim. koivua. Talvihomeelle ovat erityisen alttiita uudistusalat, jotka rajoittuvat muutamaa vuotta vanhempiin männyn taimikoihin. Näiden alaoksissa lisääntynyt talvihome leviää helposti ja tuhoaa lähellä olevia pikkutaimeja. Samasta syystä männyn taimikoiden täydennysistutukset eivät onnistu männyn taimien avulla lumisilla alueilla.

Männyn talvihomeen lisäksi Pohjois-Suomessa esiintyy **kuusentalvihome** (*Lophophacium hyperboreum*). Sieni on ekologistaan samanlainen kuin männyn talvihome. Sen esiintymisalue rajoittuu karkeasti Pello – Hyrynsalmi-linjan pohjoispuolelle.

Männynneulasruoste

Männynneulasruoste esiintyy yleisenä kaikkialla männyn taimikoissa. Ruosteen aiheuttajana ovat *Coleosporium*-sukuun kuuluvat ruostesienet. Ruostetta voi olla yksivuotisissa tai vanhemmissa neulasissa. Sieni säilyy neulasessa useamman vuoden, mutta ankara tartunta ja helmi-itiöpesäkkeiden muodostus karistavat neulasen jo vuoden ikäisinä. Ruoste saattaa

haitata peltojen metsitystä. Monet ruosteen väli-isäntäkasvit, kuten valvatti ja leskenlehti, ovat pelloilla yleisiä.

Kuusentuomiruoste

Kuusentuomiruoste vähentää kuusen siemensatoa ja vioittaa kasvavia kuusen versoja.¹²⁰ Sienen kehityskierto on samankaltainen kuin männyn versoruosteella. Väli-isäntänä on tuomi. Runsaasti tuomea kasvavilla alueilla ruoste hidastaa taimikoiden pituuskehitystä. Tuomiruostetta esiintyy erityisesti alueilla, joilla on paljon lehtomaisia maita ja joilla on harjoitettu karjan metsälaidunnusta.

Koivunruoste

Koivunruoste (*Melampsoridium betulinum*) on yleinen kaikkialla. Ruosteen keltaiset kestätiöpesäkkeet ilmestyvät koivun lehdille heinäkuun alkupuoliskolla. Jo elokuun alussa metsässä saattaa olla koivuja, joiden lehdet ovat kokonaan ruosteen kellastamia. Ruoste aiheuttaa lehtien ennenaikaista varisemista. Sieni kuluttaa taimen ravinnevaroja. Epidemiaa seuraavana kesänä ruosteen vaivaamat taimet kasvavat selvästi hitaammin kuin terveinä pysyneet taimet.

Juurikäpää

Juurikäävän esiintyminen metsämaalla on otettava huomioon uudistamista suunniteltaessa. Suomessa esiintyy kaksi juurikäpälajia, **kuusenjuurikäpää** (*Heterobasidion annosum*) ja **männynjuurikäpää** (*H. parviporum*).¹⁴³

Kuusenjuurikäpää on Etelä-Suomen metsien pahin taudinaiheuttaja. Sen riskialue ulottuu nykyisin jo koko Etelä-Suomen rajoittuen Rannikon, Etelä-Pohjanmaan, Keski-Suomen, Pohjois-Savon ja Pohjois-Karjalan metsäkeskusten pohjoisrajalle asti.²²² Tartunnan tapahduttua juurikäpää on metsikön pysyvä rasite vielä päätehakkuun jälkeenkin. Juurikäpää säilyy kymmeniä vuosia vanhan metsän kannoissa

ja juurakoissa, mistä se leviää suoraan uudistettuun nuoreen metsään. Kuusenjuurikääpä lahoittaa kuusen sydänpuuta. Muissa puulajeissa se ei aiheuta merkittäviä tuhoja, vaikka voi tappaa yksittäisiä männyntaimia saastuttamallaan metsämailla. Sienen kuuseen erikoistumista voidaan käyttää hyväksi tuhojen ehkäisemisessä. Sienen saastuttamalla metsämailla voidaan kasvattaa kuusen sijaan jotakin muuta puulajia.⁹² Puulajin vaihdosta voi tosin seurata muita ongelmia, esim. hirvituhoja.

Männynjuurikääpä on aiheuttanut pahimmat tuhot Kaakkois-Suomen männiköissä, jossa riskialue käsittää Kymen, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan metsäkeskusten alueet. Sieni on moni-isäntäinen. Männynissä, lehtikuudessa ja koivuissa se lahoittaa erityisesti juuristoa. Kuusella se lahoittaa sydänpuuta kuten kuusenjuurikääpäkin. Moni-isäntäisyys vaikeuttaa taudin ehkäisyä. Lehtipuiden, esim. koivun kasvatusta suositellaan, kunhan ne vain suojataan hirviltä. Puhtaissa koivikoissa männynjuurikäävän aiheuttamia tuhoja ei ole todettu. Muita torjuntakeinoja ovat harvennushakkuiden ja korjuuvaurioiden välttäminen sulan maan aikana sekä kantojen käsittely torjunta-aineilla.⁴³ Niitä ovat harmaaorvakkavalmiste (kauppanimi Rotstop) sekä 30-prosenttinen urealiuos.



Valokuva 47.5 Juurikääpä varttuneessa puussa. Tauti voi tarttua myös seuraavaan puusukupolveen juuriston kautta.

Kuplamörsky

Kuplamörsky (*Rhizina undulata*) on kotolosi, joka ilmestyy kulon polttamille tai kuloetuille maille.¹⁰³ Sieni käyttää hyväkseen kulossa tuhoutuneiden tai vielä osittain elävien puiden juuristoa. Muutamassa vuodessa kuluksen jälkeen sienen itiöemien määrä vähennee. Taimien elossapysyvyys paranee, jos istutus tehdään kolmen vuoden kuluttua kulukselta. Tällöin ongelmaksi saattaa tulla heinittyminen. Kylvö vähentää kuplamörskytuhoja, koska ensimmäisenä vuonna sirkkataimien juuret harvemmin ulottuvat kosketukseen vanhan puuston saastuneen juuriston kanssa.

Myyrätuhot

Myyrät vaikeuttavat joskus huomattavasti metsän uudistamista. Jos myyräkanta on korkea, lehtipuiden taimet voivat joutua tuhon kohteeksi jo istutuskesänä. Yleisimmin tuhot sattuvat kuitenkin talviaikana. Syksyllä myyrät syövät vihreitä kasvinosia, marjoja ja siemeniä niin kauan, kun niitä on saatavissa. Keski- ja kevättalvella ne joutuvat turvautumaan puiden kuoreen. Peltomyyrä elää lumen suojassa ja kaluaa kuorta taimen tyvellä. Metsämyyrä liikkuu myös lumen päällä ja kiipeilee taimissa syöden niiden kuorta ja silmuja tuhoten usein taimen latvan. Vesimyyrä kaivaa maahan käytäviä ja syö juuria. Lapissa esiintyvä lapinmyyrä muistuttaa elintavoiltaan ja tuhoiltaan peltomyyrää. Pahana tuhovuotena se voi tappaa isojakin puita.

Metsien uudistushakkuut ovat todennäköisesti parantaneet myyrien, erityisesti peltomyyrän elinoloja. Heinittyvät uudistusalat tarjoavat myyrille runsaasti ravintoa aina taimikon sulkeutumiseen saakka.³⁹ Myyräkannat eivät ole uudistusaloilla tasaisia, vaan vaihtelevat voimakkaasti vuosien välillä. Samalla paikkakunnalla myyrätuhoja sattuu 3–4 vuoden välein. Viimeisten 15 vuoden aikana kannan rytminen vaihtelu on jostain syystä vähentynyt. Tunnet-

tua on, että kannanvaihtelut vähenevät etelään päin mentäessä. Keski-Euroopassa myyräkan-
nat ovat vuodesta toiseen suurin piirtein saman
suuruisia.

Tuhojen välttämiseksi istutus voidaan ajoittaa
tapahtuvaksi heti runsaan myyrävuoden jäl-
keen, jolloin taimet ehtivät kasvaa muutaman
vuoden ennen seuraavaa myyrähuippua. Tuho-
jen riskiä voidaan vähentää kemiallisella hei-
näntorjunnalla. Korkea heinikko antaa myyril-
le hyvän suojan ja runsaasti ravintoa sekä ke-
sällä että talvella, joten myyräkanta nousee hei-
nittyneillä paikoilla ympäristöään korkeam-
maksi. Riski on erityisen suuri peltojen metsi-
tyksessä, jossa täyskyntö ennen istutusta on
suositeltavaa. Varmimmin taimet voidaan suo-
jata taimisuojuilla.



Valokuva 47.6 Myyrän tekosia.

Hirvituhot

Varttuneiden taimikoiden pahin tuhonaiheut-
taja on hirvi. Kuusta hirvi ei juurikaan syö,
mutta männyn- ja koivuntaimikoissa se voi teh-
dä huomattavaa vahinkoa katkomalla taimien
latvoja.³⁵ Mänty toipuu vauriosta ilman mai-
nittavia seurauksia, jos hirvi katkaisee vain vii-
meisimmän latvaverson. Mitä alempaa latva
katkeaa, sitä pysyvämmät viat vauriosta jää
runkoon. Koivuntaimien katkaisukohta saas-
tuu lahottajasienien itiöillä ja laho alkaa edetä
alaspäin. Koivuntaimikoissa tuhoja saattaa
syntyä jo kesällä hirvien syödessä lehtiä ja
nuoria versoja, mutta suurin tuhoriski on kes-

ki- ja loppupalvella erityisesti runsaslumisina
talvina. Tällöin hirvet saattavat asettua pitkäksi
aikaa samaan taimikkoon ja tärvellä sen pa-
hasti.

Tuhojen määrä ja ankaruus riippuvat kannan
suuruudesta ja käytettävissä olevista ravinto-
varoista. Rannikkoseuduilla ja Etelä-Suomes-
sa, joissa metsät ovat reheviä, hirvikanta voi
olla korkeampi kuin karummilla alueilla Itä-
ja Pohjois-Suomessa. Hyvällä taimikonhoidolla
voidaan vaikuttaa tuhoriskiin. Männyntaimi-
koissa on tärkeitä, etteivät lehtipuut häiritse
männyn kasvua. Lehtipuiden heikentämät
männyn kelpaavat parhaiten hirvellen. Haapa
houkuttelee hirvet taimikkoon, joten se on syy-
tä pitää mahdollisimman vähäisenä. Tuhoja voi-
daan torjua myös ruiskuttamalla taimien lat-
vat karkoteaineella (kauppanimi MOT) syk-
syllä juuri ennen pakkasten tuloa. Käsitely on
uusittava joka syksy, kunnes latvat ovat hir-
vien ulottumattomissa. Nuolukivillä hirvet voi-
daan houkuttaa pois taimikoiden läheisyydes-
tä. Kivet tulee sijoittaa sellaisiin paikkoihin,
joissa hirvillä on ravintoa, esimerkiksi tuho-
vaaran ohittaneisiin männyntaimikoihin, jois-
sa ne voivat syödä alaoksia.



Valokuva 47.7 Metsäkauris aiheuttaa pahoja
taimituhoja Keski-Euroopassa ja Ruotsissa
kaikille puulajeille. Sen yleistyminen Suomessa
tietää huonoa myös kuusen taimikoille.

Korvaukset

Hyönteis-, sieni- ja myyrätuhoista voi saada korvausta ainoastaan, jos metsänomistajalla on metsän täysarvovakuutus. Vakuutus korvaa uudelleenmetsittämisestä aiheutuvat kulut silloin, kun tuhoalue on vähintään puoli hehtaaria.

Hirvieläintuhoista voi hakea valtiolta korvausta kolmen vuoden kuluessa vahingon syntymisestä. Ilmoitus tehdään metsäkeskukseen, jonka maastossa tekemän arvion mukaan päätetään vahingon korvattavuudesta. Korvauksen perusteena on tuhoutuneiden tai osittain vaurioituneiden puiden määrä vähintään 0,1 hehtarin suuruisilla aloilla. Metsänomistajan omavastuuosuus on 252 euroa (1 500 mk). Korvattavien vahinkojen arviointikulut maksetaan valtion varoista. Korvausten vuotuinen määrä on vaihdellut 0,84—3,87 miljoonan euron (5—23 miljoonan markan) välillä riippuen hirvikannan suuruudesta.

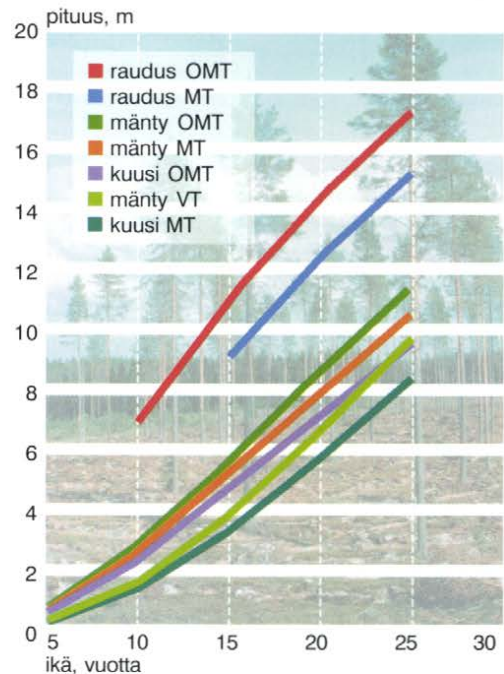
Asiantuntija-apu

Silloin kun tuhonaiheuttajan määrittäminen tai muun tuhoon liittyvän asian arvioiminen kirjallisuuden ^{60, 103, 168, 228} avulla tuottaa vaikeuksia, voi lisätietoja saada alan asiantuntijoilta. Ensimmäiseksi asiaa voi tiedustella omasta metsänhoitoyhdistyksestä tai metsäkeskuksesta. Taimihuhoihin ja niiden torjuntaan erikoistuneita asiantuntijoita on Metsäntutkimuslaitoksessa, Helsingin yliopiston soveltavan eläintieteen laitoksella ja Joensuun yliopiston metsätieteellisessä tiedekunnassa. Usein asia selviää puhelinkeskustelussa asiantuntijan kanssa. Tarvittaessa voidaan lähettää näyte tarkempaa selvitystä varten. Tuhoihin ja niiden aiheuttajiin voi tutustua myös Metsäntutkimuslaitoksen internet-sivuilla.

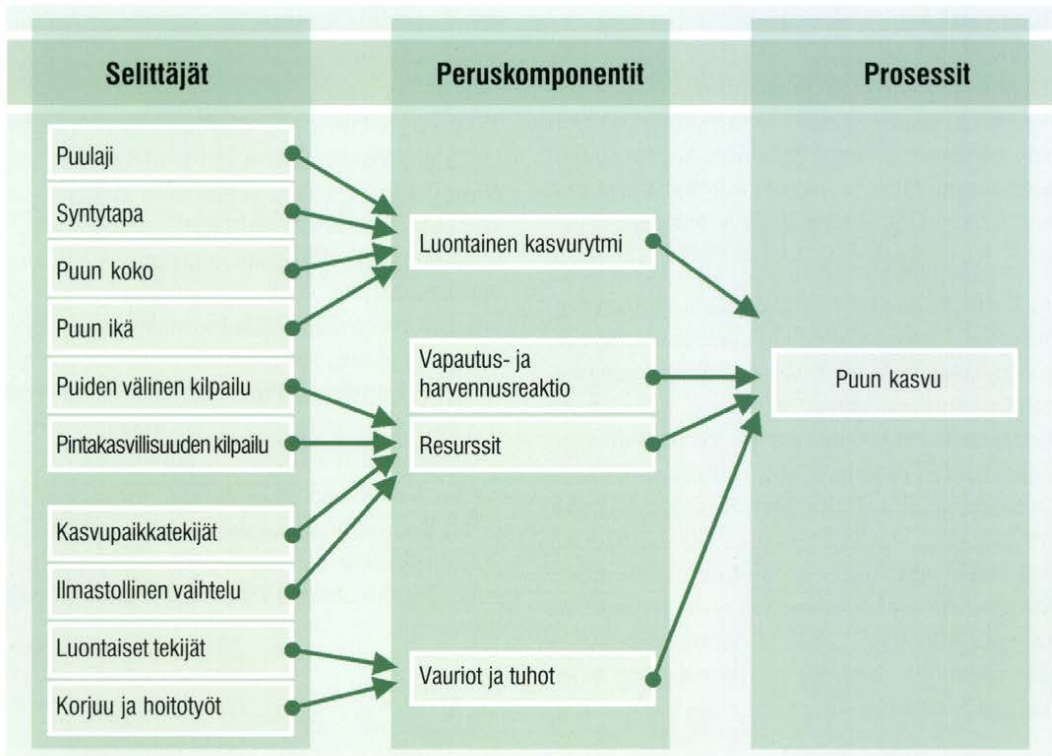
48. Taimien kasvu

Sauli Valkonen

Taimien kasvun tuntemisesta on hyötyä uudistamista suunniteltaessa ja toteutettaessa. Taimien menestymiseen ja kasvuun voidaan vaikuttaa menetelmien valinnalla, ylis-, seka- ja reunapuuston sekä vesakon ja pintakasvillisuuden käsittelyllä, sekä taimikonhoidolla ja tuhojen torjunnalla. Päätöksentekijän on hyvä pystyä arvioimaan millaisiksi taimikot kehittyvät eri toimintavaihtoehdoilla. Pitäisikö taimikko perata ja harventaa? Milloin ja mihin tiheyteen? Mitkä puulajit ja puuyksilöt pärjäävät keskenään sekataimikossa? Miten käy jos ei tehdä mitään? Mikä on ylis- ja säästöpuiden ja puuryhmien vaikutus? Miten käy ensiharvennuksen mahdollisuuksille ja kannattavuudelle?



Kuva 48.2 Istutustaimikoiden valtapituuden kehitys Etelä-Suomen tuoreella (MT) ja lehdomaisella kankaalla (OMT). ^{157, 232, 245}



Kuva 48.1 Taimien kasvuun vaikuttavat tärkeimmät tekijät. ^{187, 232}

Taimien kasvuun vaikuttavat samat perinnölliset ja toiminnalliset perustekijät, kuin niiden eloonjäämiseen ja terveyteen. Tärkeimmät taimien pituuden ja läpimitan kasvuun vaikuttavat tekijät on esitetty kuvassa 48.1.

Jokaisella puulla on luontainen kasvurytmi. Se vastaa puun nopeinta kehitystä tietyllä kasvupaikalla, kun mitkään ulkopuoliset häiriötekijät, kuten kilpailu tai tuhot, eivät hidasta sitä. Puhtaiden, tasaikäisten viljelytaimikoiden valtapuiden pituuskasvua voidaan pitää sellaisena.

Puun elintoiminnoissa vallitseva tuotannon ja kulutuksen periaate määrää sen kasvurytmin puun koon mukaan. Puu kasvaa tavallaan korkoa korolle. Suureneva lehvästö tuottaa yhä enemmän yhteyttämistuotteita kasvua varten ja puun pituuskasvu nopeutuu aluksi voimakkaasti. Suurenevan latvuksen, rungon ja oksien ylläpitoon kuluu kuitenkin yhä enemmän yhteyttämistuotteita, ja korko pienenee jatkuvasti.

Muutaman metrin valtapituudessa saavutetaan käänne, jonka jälkeen pituuskasvu alkaa hidastua. Istutusmännikössä ja -kuusikossa valtapituuskasvun käänne saavutetaan kasvupaikasta riippuen noin 5—8 m valtapituudella, eli noin 20 vuoden iässä. ^{232, 245}

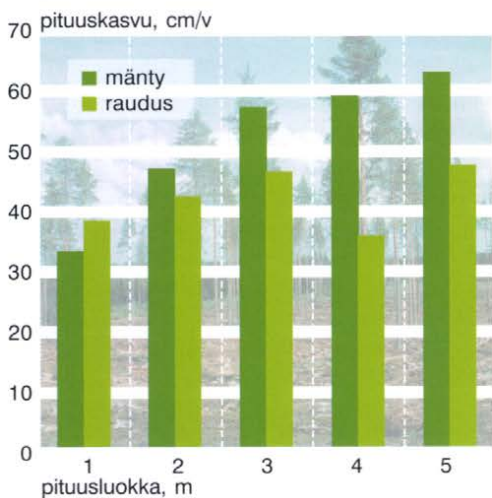
Kasvupaikan tarjoamat kasvutekijät (valo, lämpö, vesi, ravinteet) määräävät, miten nopeasti

Kasvupaikkatyyppi	Mänty			Kuusi		
	E-S	P-Ke	P-P	E-S	P-Ke	P-P
lehtomainen	-	-	-	10,7	7,3	-
tuore	10,5	9,2	6,5	8,4	6,2	-
kuivahko	9,6	8,7	6,1	-	-	-

Metsäkasvillisuusvyöhykkeet:
 E-S = Etelä-Suomi
 P-Ke = Pohjanmaa-Kainuu, eteläosa
 P-P = Perä-Pohjola

Taulukko 48.1 Männyn ja kuusen istutustaimikoiden valtapituus kasvupaikkatyypeittäin maan eri osissa 25 vuoden iällä. ^{232, 245}

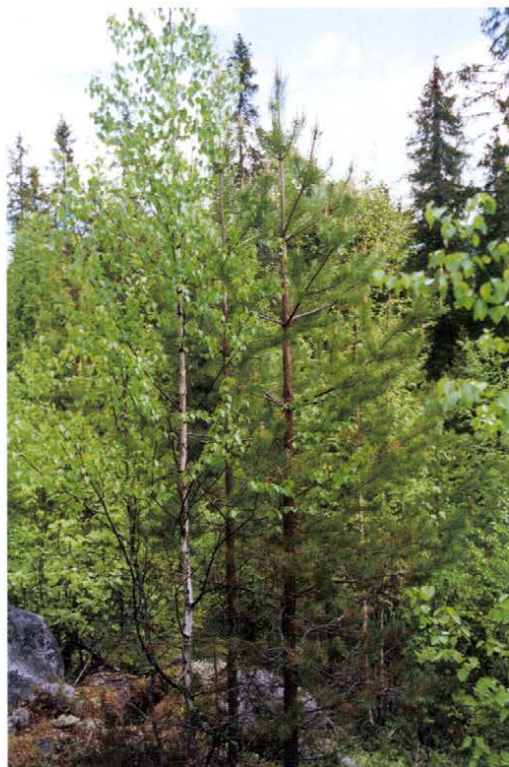
puut voivat siinä nopeimmillaan kasvaa. Eri puulajeilla on erilainen kasvurytmi samalla kasvupaikalla. Kuvassa 48.2 on esitetty männyn, kuusen ja rauduskoivun viljelymetsiköiden valtapituuskehitys eteläsuomalaisilla kivennäismailla kahdella eri kasvupaikalla. Haapa, etenkin hybridihaapa, ja leppä voivat kasvaa alussa vielä koivuakin nopeammin. Pohjois-Suomessa puut kasvavat saman ravinteisuustason kasvupaikalla hitaammin (taulukko 48.1).



Kuva 48.3 Männyn ja rauduskoivun keskimääräinen pituuskasvu alustavien tulosten mukaan mänty-koivusekataimikoissa UPM-Kymmenen mailla kuivahkolla kankaalla Kaakkois-Suomessa.

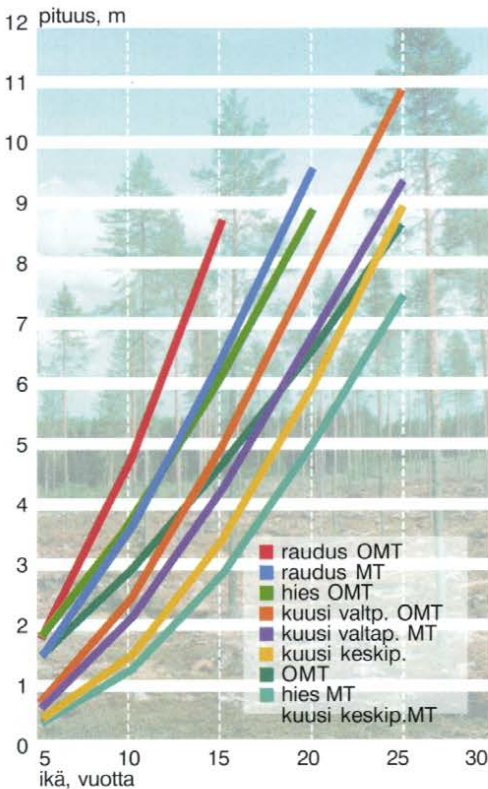
Käytännön kannalta merkittävää on, että koivun pituusetumatka havupuihin syntyy sekataimikoissa aivan taimikon kehityksen ensimmäisinä vuosina. Koivun pituuskasvu on havupuita nopeampi ainoastaan 1—2 m pituuteen asti. Samankokoiset siemensyntyiset rauduskoivut kasvoivat kahden metrin pituusluokasta alkaen yhtä nopeasti, kuin istutusmännyn istutustaimikoissa Kaakkois-Suomen kuivahkoilla kankailla (kuva 48.3). Tilanne oli suunnilleen sama tuoreilla kankaillakin.

Siemensyntyiset rauduskoivut saavuttavat kuusentaimikoissa helposti hieman suuremman pituusetumatkan kuin istutusmänniköissä.



Valokuva 48.1 Koivusekoitusta voidaan käyttää tiheyden lisäämiseen ja laadun parantamiseen männyn taimikoissa. Kuvan koivu ei ole liian suuri, se on sopivan välimatkan päässä männystä, eikä se enää kasva mäntyä nopeammin pituutta.

Tyypillinen ero oli paljasjuurisilla kuusilla viljellyissä taimikoissa 2—4 m kuusen valtapituuteen ja 3—6 m kuusen keskipituuteen verrattuna 15 vuoden kuluttua viljelystä (kuva 48.4). Nämä pituuserot eivät estä tasapainoista pituuskehitystä yksijaksoiseksi sekametsäksi.^{130, 232} Laikkumättäisiin viljeltyjen paakkuusten pituuskasvu on näyttänyt huomattavasti kuvassa 48.4 esitettyjä kuusen paljasjuuritaimia nopeammalta ja koivun pituusetumatka on jäänyt pienemmäksi. Hieskoivujen pituuskasvu on kankailla raudusta hitaampaa (kuva 48.4). Kasvupaikka vaikuttaa sekametsikössä puulajien välisiin kasvu- ja kilpailu-



Kuva 48.4 Viljelykuusikkoa täydentävien koivujen keskimääräinen pituuskehitys Etelä-Suomen tuoreella (MT) ja lehtomaisella kankaalla (OMT) viljelykuusikoiden valta- ja keskipuihin verrattuna.²³²

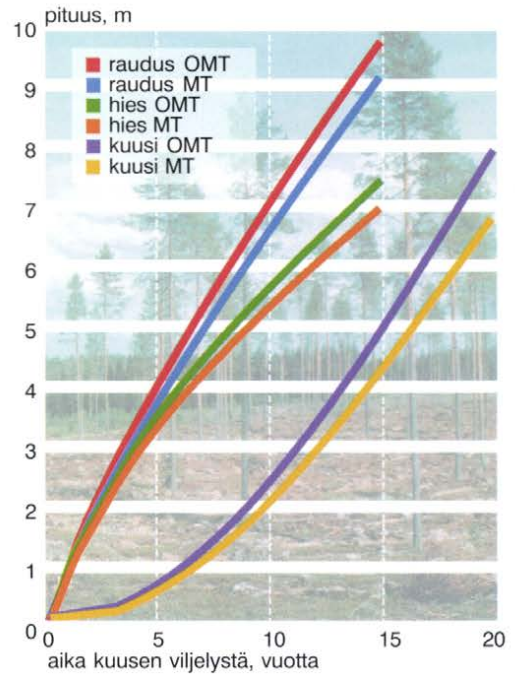
suhteisiin. Koivun kilpailuasema mäntyyn ja kuuseen nähden on sitä parempi, mitä viljavampi kasvupaikka on.

Puun syntytapa (siemen tai vesa) vaikuttaa kasvurytmiin. Kannoista tai juurista nousseet vesat kasvavat ensimmäisinä vuosina valmiin juuristonsa avulla huomattavasti nopeammin, kuin siemensyntyiset taimet. Juuriston ja verson suhteen tasapainottuessa tasaantuu myös pituuskasvujen ero, kun vesasyntyisten koivujen kasvu hidastuu.^{4, 20} Kuvassa 48.5 on esitetty raivauspuuston kannoista syntyneiden koivun vesojen pituuskasvu kuusen viljelytaimiin verrattuna tuoreella ja lehtomaisella kankaalla Etelä-Suomessa.^{12, 232} Koivuja on esi-

merkin metsikössä niin vähän, että puiden keskinäinen kilpailu ei vaikuta pituuskasvuun.

Naapuripuiden, vesakon ja pintakasvillisuuden kilpailu vähentävät puun kasvua. Taimeen kohdistuva kilpailu on luonnollisesti sitä suurempi, mitä suurempi kilpaileva puu tai vesaryhmä on ja mitä lähempänä se sijaitsee. Siten kilpailu lisääntyy metsikön tiheyden ja puiden koon kasvaessa.

Samankokoisten taimien keskinäinen kilpailu tasaisessa taimikossa ei juuri vaikuta taimien pituuskasvuun, mutta hidastaa niiden paksuuskasvua. Tiheyden vaikutus tunnetaan hyvin puhtaissa taimikoissa. Suositukset parhaiksi kasvatustiheyksiksi on niissä verrattain helppo antaa. Toisin on sekataimikoissa. Tieto koivusekapuuston vaikutuksesta männyntaimien paksuuskasvuun ja oksikkuuteen on ollut epä-

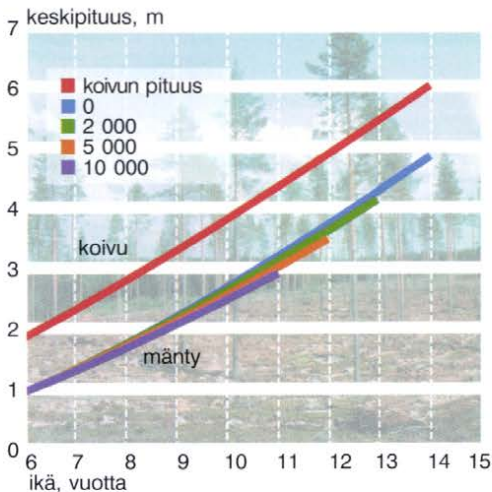


Kuva 48.5 Raivauskannoista syntyneiden raudus- ja hieskoivun vesojen pituuskehitys kuusen istutustaimien valtapituuteen verrattuna Etelä-Suomen tuoreella (MT) ja lehtomaisella kankaalla (OMT).^{12, 232}

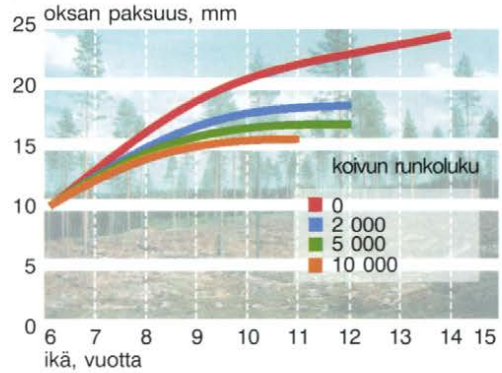
selvää. Alustavat uudet tutkimustulokset viittaavat siihen, että naapurikoivu vaikuttaa nuoren istutusmännyn paksuimman oksien paksuuteen vain hieman vähemmällä painolla (-25 %), kuin jos sen tilalla kasvaisi samanpituinen mänty. Koivun ja hyvin kasvuun lähteneen istutusmännyn kasvu on niin tasainen, että koivu pystytään hyvin ajoitetulla harvennuksella pitämään kurissa niin, ettei se saa männystä yliotetta. Luontaisella koivusekoituksella voidaan parantaa männiköiden laatua huomattavasti halvemmin, kuin viljelytiheyttä nostamalla (kuvat 48.6 ja 48.7).

Ylispuut ja reunametsä vähentävät taimen pituuskasvua. Ekologisen kestävyuden hyväksi jätettävien säästöpuiden, puuryhmien ja reunametsien vaikutuksista taimien kasvuun on käsitelty tarkemmin tietotaulussa 48.1.

Luontaisesti syntyneissä ryhmittäisissä taimikoissa pienimpien taimien pituuskasvu voi hidastua suurempien taimien kilpailun takia, jos taimien välillä on suuret pituuserot. Samoin voi käydä kahden puulajin sekametsiköissä, jos

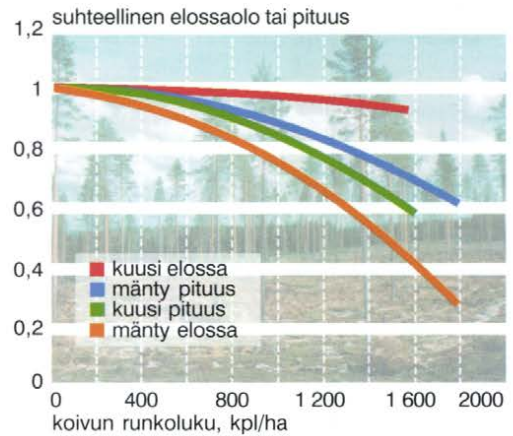


Kuva 48.6 Luontaisen rauduskoivun ja istutusmännityjen keskipituus eteläsuomalaisella tuoreella kankaalla alustavien tulosten mukaan. Männyn keskipituus rauduskoivun runkoluvun (kpl/ha) mukaan.



Kuva 48.7 Rauduskoivun runkoluvun (kpl/ha) vaikutus istutusmännityjen paksuimman oksan paksuuteen alustavien tulosten mukaan eteläsuomalaisella tuoreella kankaalla. Pituussuhteet kuvassa 48.6.

nopeammin kasvava puulaji pääsee suuren tiheyden ansiosta vallitsevaan asemaan. Kuvassa 48.8 on esimerkki koesarjasta, jossa männyn ja kuusen taimikkoon (2 000 kpl/ha) istutettiin samaan aikaan rauduskoivua 0—2 000 kpl/ha. Koivun tiheys oli vaikuttanut selvästi



Kuva 48.8 Männyn ja kuusen taimikon elossaolon ja valtapituuden riippuvuus samaan aikaan istutetun rauduskoivun runkoluvusta ¹⁷³. Vertailuarvo = 1 koivun runkoluvulla 0, jolloin männyllä valtapituus $H_{dom} = 8,6$ m ja elossaolo 91,8 %, kuusella vastaavasti 8,4 m ja 99,6 %.

havupuiden eloonjäämiseen ja pituuskasvuun koivun 14 metrin pituusvaiheeseen mennessä.¹⁷³

Varjoa paremmin sietävien puiden (esim. kuusi, pihlaja, vaahtera, lehmus) taimet voivat menestyä hyvin valopuulajien (esim. koivu, lepät, haapa, mänty) ylispuiden alla. Niiden latvukset päästävät suhteellisen runsaasti valoa alempiin latvuskerroksiin. Siksi kuusen taimikossa voidaan kasvattaa koivuylispuusto järeäksi tukkipuiksi ilman, että kuusen kasvu kärsii liikaa. Tiheän kuusikon alla sen sijaan ei menesty juuri mikään puulaji, ei edes kuusi.

Kun alikasvos vapautetaan tai taimikko harvennetaan, taimen kasvu nopeutuu. Taimi ei kuitenkaan kasva heti yhtä nopeasti, kuin saman kokoinen, aina vapaana kasvanut taimi, vaan toipuminen vie aikaa (vapautus- tai harvennusreaktio). Alikasvosmetsiköissä on usein kunnoltaan erilaisia ja siten eri nopeudella elpyviä taimia. Hyvä pituuskasvu (kuusella yli 5 cm/v) ennustaa nopeaa elpymistä. Kuvassa 48.9 on kuusikon alta vapautettujen kohtuullisen hyväkuntoisten alikasvoskuusten pituuskasvu vapautusta edeltäneen pituuskasvun mukaan.⁸⁸ Kasvu alkoi nopeutua merkittävästi vasta 3—4 kasvukauden kuluttua vapautuksesta. Normaalin kasvun saavuttaminen vei

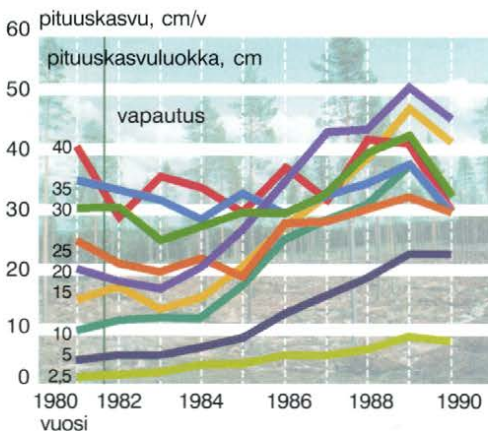


Valokuva 48.2 Surkeatkin alikasvokset voivat osoittaa elpymisen merkkejä, kun vallitsevaa puustoa harvennetaan. Näin huono kuusi on kuitenkin hyödytön metsän uudistajalle; se tuskin säilyisi elossa aukealla.

useimmilla taimilla ainakin 10 vuotta. Männyn ja koivun alikasvokset ränsistyvät ja menettävät elpymiskykynsä kuusta helpommin, jos ylispuusto on liian tiheä.

Taimia katkeaa tai niiden elintoiminnat kärsivät luontaisten tuhojen ja hoito- ja korjuuvaurioiden takia. Taimi voi toipua häiriöstä niin, ettei sen pituuskehitys kärsi juuri lainkaan, tai syntynyt pituusero voi jäädä pysyväksi. Jos kilpailu on kovaa, taimi voi tuhon jälkeen menettää kilpailuasemansa ja tuhoutua kokonaan.

Puuyksilöiden välille syntyy metsikössä kasvun- ja kokoeroja. Niitä aiheuttavat perinnöllisten tekijöiden, kilpailun ja tuhojen lisäksi kasvupaikan ominaisuuksien pienipiirteinen vaihtelu metsikön sisällä. Metsikössähän on aina ravinteisuudeltaan, vesitaloudeltaan, lämpöoloiltaan, kivisyydeltään ja pinnanmuodoiltaan vaihtelevia kohtia, joissa taimille on tarjolla erilaiset kasvuedellytykset Aluksi hitaasti kasvaneiden taimien kasvu voi myöhemmin nopeutua, kun taimet kasvaessaan laajentavat juuristoaan. Ne menestyvät hyvin metsikön



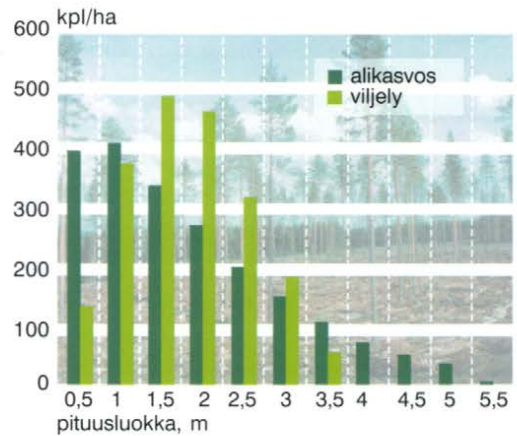
Kuva 48.9 Kuusen alikasvosten pituuskasvu vapauttamisen jälkeen vapauttamista edeltäneen pituuskasvun luokittain (5 cm luokat).

⁸⁸

osana, jos muiden taimien kilpailu ei sitä estä. Niinpä kuusen istutustaimikoissa on usein hyvin suuret kokoerot, vaikka taimet olivat viljeltäessä samankokoisia (kuva 48.10). Luontaisissa ja alikasvostaimikoissa puiden kokoerot ovat vielä suurempia.

Uudistamismenetelmän valinnalla ja hyvällä tekniikalla varmistetaan taimille hyvä alkukehitys. Se auttaa taimia menestymään paremmin kamppailussa pintakasvillisuuden ja vesakon kilpailua ja tuhoja vastaan. Istutuksella saavutetaan 1—4 vuoden kasvua vastaava aikavoitto kylvöön nähden, koska taimet ovat suurempia viljeltäessä. Ero luontaiseen uudistamiseen on suurempi, männyllä noin 1—5 vuotta, sillä siemenvuosien odotteluun ja uudistusalan riittävään taimettumiseen saattaa kulua aikaa. Ero on erityisen suuri kuusen luontaisessa uudistamisessa (jopa 15 vuotta), jossa tiheä suojuupuusto hidastaa taimien kehitystä.

Tehokkaalla maan muokkauksella pystytään nopeuttamaan taimien kasvua selvästi etenkin tiiviillä, kosteilla, kylmillä ja kunntaisilla mailla Pohjois-Suomessa. Mätästys auttaa taimia sivuuttamaan nopeasti pintakasvillisuuden kilpailulle herkän pituusvaiheen Etelä-Suomen viljavilla kasvupaikoilla. Taimilajin valinnalla on myös merkitystä. Suuria taimia suositellaan käytettäväksi olosuhteissa, joissa niiden pituusetumatkasta on niin paljon hyötyä, että kalliimpi hinta ja istutustyö kannattaa kustantaa.



Kuva 48.10 Kuusen viljelytaimikon ja kuusialikasvoksen tyypillinen pituusjakauma kahden metrin keskipituudella. ²³²



Valokuva 48.3 Voimakas muokkaus parantaa rajusti taimien elonjäämistä ja kasvua Pohjois-Suomen hienojakoisilla mailla. Etualalla muokkaamaton, takana aurattu kuusen istutuksen koeruutu Paljakan tutkimusalueella Hyrynsalmella.

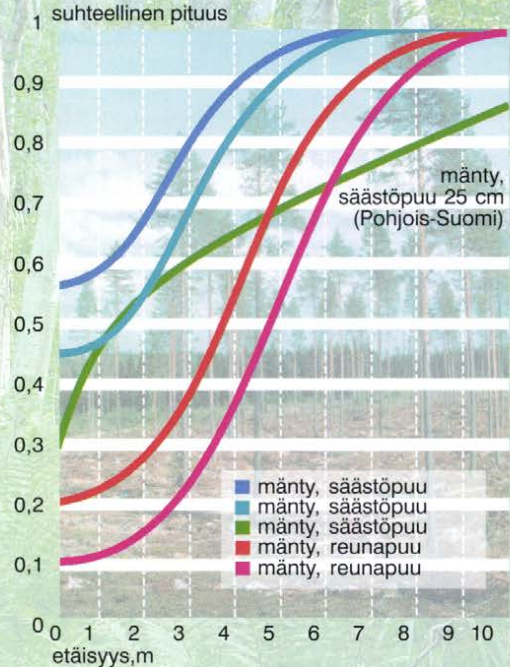
Tietotaulu 48.1

Säästöpuiden ja reunametsän vaikutus taimien kasvuun ja taimikon kehitykseen Sauli Valkonen

Kuvassa 48.11 on esitetty esimerkki yksittäisten mäntysäästöpuiden vaikutuksesta männyn taimien pituuteen. Kasvu hidastuu Etelä-Suomessa merkittävästi muutaman metrin etäisyydelle säästöpuusta. Vaikutus näyttäisi olevan suurempi Pohjois-Suomessa etenkin karuilla kasvupaikoilla.

Reunametsä ja suuret säästöpuuryhmät hidastavat lähiympäristönsä taimien kasvua huomattavasti voimakkaammin ja kauemmas, kuin yksittäiset säästöpuut (kuva 48.11). Tämä voi johtua mm. voimakkaammasta varjostuksesta ja reunapuiden juuriston suuntautumisesta aukkoon.

Taimet eivät pysty kasvamaan täysimittaisiksi puiksi säästöpuiden latvuksen alla. Kukin pysyvästi jätettävä säästöpuu pienentää puuntuotantoon käytettävää pinta-alaa. Mäntysäästöpuiden latvusten leveys on Etelä-Suomessa 10–25 vuotta hakkuun jälkeen keskimäärin noin 5,2 m. Lisäksi on otettava huomioon kasvun väheneminen puiden ympäristössä. Mäntyn taimikon kasvun alentuu Etelä-Suomessa noin 10–17 % jokaisen 25–40 cm läpimitaisen mäntysäästöpuun ympärillä 10 m säteellä. Kymmenen 25–40 cm paksuista säästöpuuta hehtaarilla pienentäisi siten metsikön kasvua noin 3–5%. Vaikutus voi olla suurempi Pohjois-Suomen karuilla kasvupaikoilla, joilla pitkään säästetyt mäntysiemenpuut ovat monissa kokeissa johtaneet 100–200 m² kokoisten huonosti taimettuneiden ja huonokasvuisten kohtien syntymiseen mäntyn taimikoihin.²³⁹



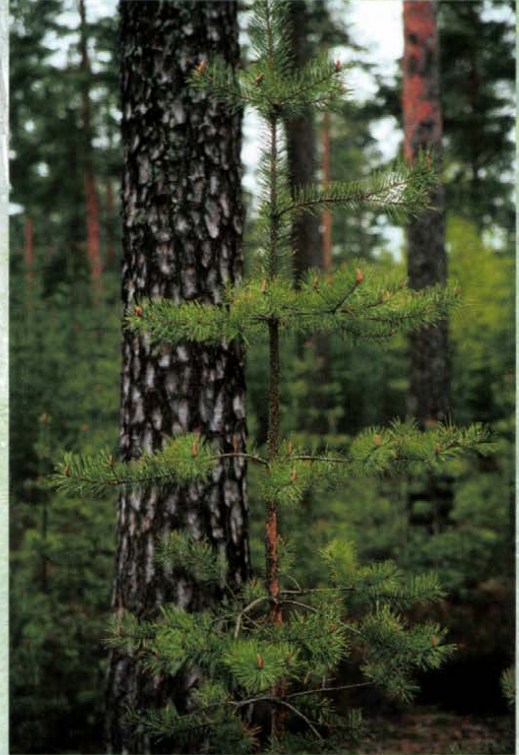
Kuva 48.11 Mäntyn taimien suhteellinen pituus ja etäisyys 25 cm ja 40 cm läpimittaisesta mäntysäästöpuusta ja samankokoisesta reunametsän männystä Etelä-Suomessa (alustavat tulokset) ja Pohjois-Suomessa.¹⁴⁸ Vertailuarvo (1,0) on pituus säästöpuiden vaikutuspiirin ulkopuolella.

Esitetyt tulokset koskevat alun perin siemenpuiksi jätettyjä mäntyjä. Ne ovat todennäköisesti kuuluneet metsikön parhaiden puiden joukkoon. Säästöpuiksi kelpaavat kuitenkin myös huonompikuntoiset ja pienemmät puut, ja myös muut puulajit. Pienten, huonokasvuisten puiden voi olettaa vaikuttavan taimien kasvuun vähemmän, mutta tutkimustuloksia siitä ei toistaiseksi ole.

Tietotaulu 48.1

Säästöpuiden jättäminen ryhmiin voi vähentää niiden haittoja taimien kehitykselle, varsinkin jos ryhmät voidaan jättää metsän reunaan eikä keskelle uudistusalaan. Säästöpuut jätetäänkin nykyisin avainbiotoopin yhteyteen ja puuntuotannon kannalta vähäarvoisiin kohtiin, kuten kosteisiin painanteisiin, kallioille ja niiden reunoille, sekä soiden ja vesistöjen reunamille.

Valokuva 48.4 Mäntyjen runko ja oksat ovat säästöpuiden lähellä ohuempia kuin saman pituisilla taimilla ylispuuvaikutuksen ulkopuolella. Tässä metsikössä taimien ohuus ja hento-oksaisuus ovat karun kasvupaikan (CT), taimikon suuren tiheyden (37 000 kpl/ha) ja ylispuuiden suuren määrän (120 kpl/ha) yhteisen vaikutuksen tulos.



5. Uudistamismenetelmät

51. Uudistamismenetelmien pääpiirteet

Matti Leikola

Epämääräisestä metsän uudistumisesta selkeään uudistamiseen

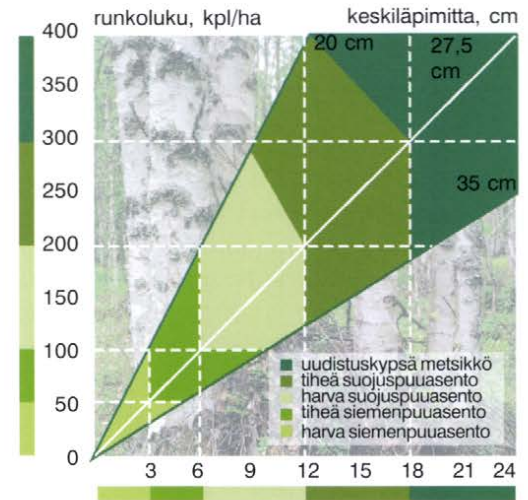
Kaikille metsätalouden maille syntyy meillä normaalisti ajan mittaan aina uusi metsä. Tätä kannalta katsoen uudistamisen päätöksenteko perustuu ennen muuta taloudellisiin ja ympäristönsuojelullisiin näkökohtiin. Kuitenkin metsälainsäädäntömme velvoittaa huolehtimaan uuden metsän aikaansaamisesta aina päätehakkuun jälkeen. Kyseessä on ehdoton velvoite joka on aina täytettävä, olipa metsänomistaja muutoin mitä mieltä hyvänsä metsiensä hoidon periaatteista.

Luontainen uudistaminen ja metsänviljely ovat olleet uudistamisen perusmenetelmiä. Tämä pääjako oli aikaisemmin hyvin perusteltu, kun luontaista uudistamista harjoitettiin uhraamalla selvästi vähemmän huolta ja vaivaa taimikon syntymisen ja alkukehityksen edistämiseksi kuin viljeltäessä. Myös uudistamiskohteiden jako oli selvä: metsää viljeltiin vain maille, jotka eivät uudistuneet luontaisesti.

Luontaisen uudistamisen ja metsänviljelyn välinen kuilu on kuitenkin kaventumassa. Ennen kaikkea maanmuokkausmenetelmien kehittyminen on mahdollistanut hyvinkin intensiivisen uudistamisen käytön kaikkialla riippumatta siitä, mitä taimettamismenetelmää on käytetty. Metsänuudistamistapojen eroja luonnehtiikin nykyään koko uudistamisen tapahtumasarjan voimaperäisyys: se miten paljon ihminen metsää uudistaessaan puuttuu metsäluonnon omaan kehitykseen, ja kuinka paljon hän uhraa siihen rahaa ja työtä.

Luontaisen uudistamisen menetelmät

Luontaisen uudistamisen menetelmien jaottelu on vanhastaan perustunut lähes yksinomaan uudistusalalle jätetyn emopuuston määrään ja ryhmittymiseen. Jos päähuomio kohdistetaan syntyvän taimiaineoksen elinympäristöön, luontevin on karkea kolmijako: 1. uudistuminen aukealla, 2. uudistuminen emometsän suojassa ja 3. uudistuminen metsänreunan suojassa.



Kuva 51.1 Metsiköt luokiteltu tiheyden ja pohjapinta-alan mukaan.

Uudistuminen aukealla alalla

Aukealla uudistamisalalla taimikko on alttiina vaihtelevalle pienilmastolle, kuten auringon paahteelle ja hallalle, sekä pintakasvillisuuden kilpailulle. Sen sijaan kilpailu emopuuston kanssa on vähäistä tai sitä ei ole lainkaan. Aukeat alat soveltuvat hyvin valoa vaativien pioneeripuiden uudistamiseen. Uudistettaessa avo-

hakuualoja luontaisesti turvaututaan yleensä reunametsän siemennykseen tai alikasvokseen. Jos aukea uudistamisala on muodoltaan kapea ja pitkänomainen, puhutaan **kaistalehakuusta**. Koska kaistalehakuu-sanalla voidaan suomen kielessä ymmärtää useamman laatuisia uudistamismenetelmiä, kaistalehakuun sijalle on ehdotettu käytettäväksi **“väylähakuu”** -sanaa, milloin tarkoitetaan emometsän joka puolelta saartamaa uudistusala. ⁶⁹



Valokuva 51.1 Kaistale- vai väylähakuu?

Vaikka männyn ja kuusen siemenen leviämistäisyys on melko lyhyt, jo kolmea hehtaaria pienempien avohakuualojen on todettu usein taimettuneen reunametsästä, kunhan maan valmistuksesta taimettumiskuntoon on huolehdittu. Onkin tarkkaan harkittava, kannattaako koi-vun tai männyn uudistusosalalle jättää siemenuustoa, jos reunametsästä näyttäisi tulevan siementä muutenkin tarpeeksi. Monimuotoisuuden turvaamiseksi on kuitenkin syytä jättää säästöpuita.

Uudistuminen emometsän alla

Aukealla alalla uudistumisen vastakohta on metsän uudistuminen emometsän alla, missä pienilmasto on tasaisempaa ja pintakasvillisuus heikkovoimaista. Tiheä emopuusto saattaa latvus- ja juuristokilpailullaan jarruttaa taimien kehitystä, jopa tukahduttaa hennot taimet. Jos emopuita on vähän (alle 100 kpl/ha), puhutaan

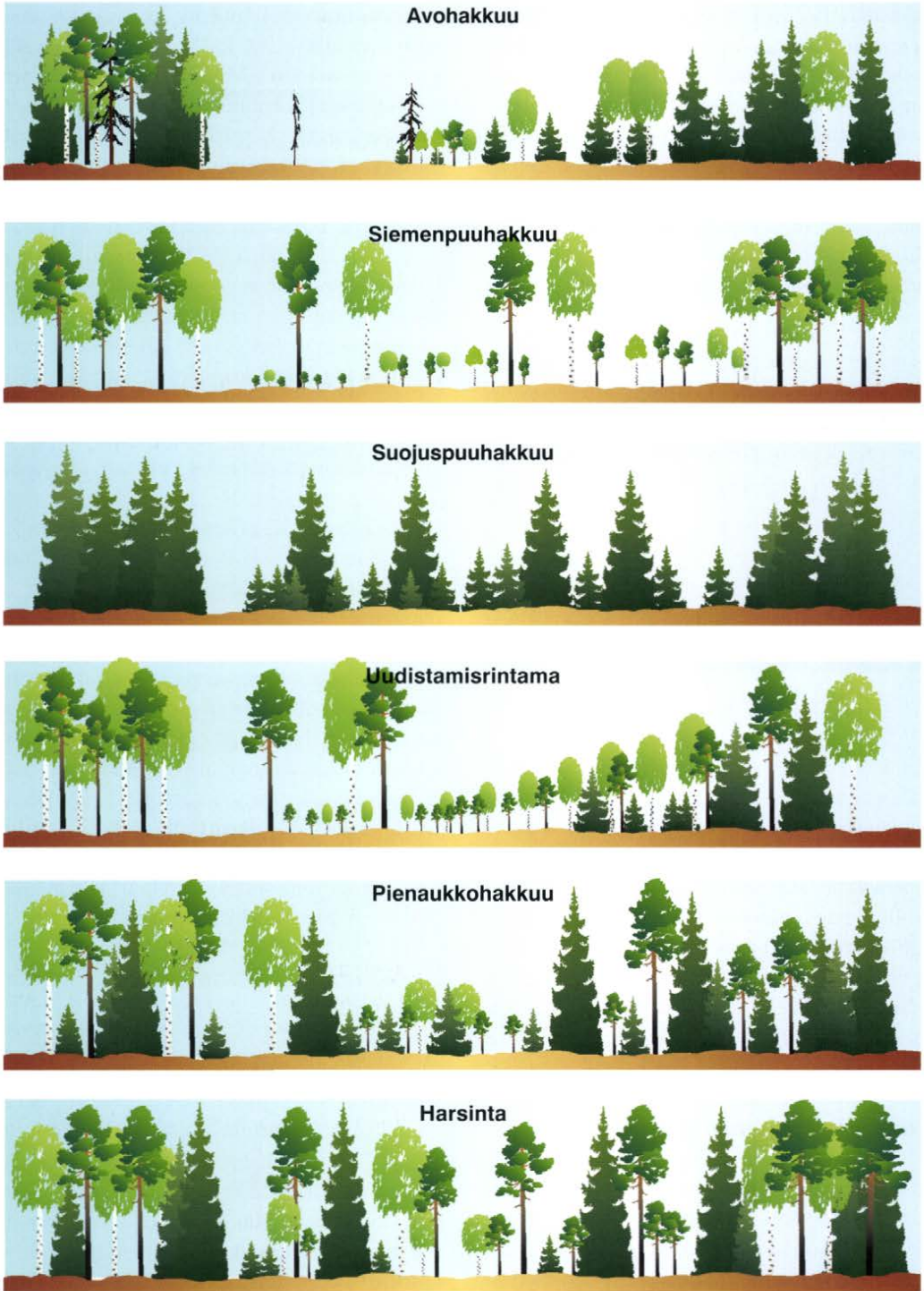
siemenpuumenetelmästä, mutta jos niitä on enemmän (100—300 kpl/ha), **kyseessä on suo-juspuumenetelmä**. Mitä selvemmin valoa vaativa uudistettava puulaji on, sitä harvempaa uudistusasettoa käytetään. Siemenpuumenetelmää on käytetty uudistettaessa koi-vua ja mäntyä, kun taas tärkein varjopuumme kuusi on yleensä uudistettu luontaisesti suo-juspuumenetelmää käyttämällä. Yhteistä niin siemenkuin suo-juspuumenetelmälle on, että emopuusto poistetaan koko uudistusosalta yhdessä tai useammassa vaiheessa sen jälkeen, kun alalle on syntynyt taimikko, eikä se kaipaa varttuneen puuston suojaa.

Uudistuminen metsän reunan suojassa

Molempien edellä esitettyjen päämenetelmien yhdistelmää edustavat erilaiset **vyöhykehakkuut**, joita käytettäessä metsän reunalla on olennainen merkitys uudistamiselle. Taimiainen pyritään synnyttämään emopuuston suo-jaan, mutta taimikon varttuessa se vapautetaan kerralla tai vähitellen useammassa vaiheessa, kunnes viimeisetkin emopuut on poistettu. Jos uudistamishakuun reuna on jotakuinkin suora tai maaston mukaan kaarteleva, kysymyksessä on **uudistamisrintama**. Mikäli uudistaminen aloitetaan hakkaamalla emometsään pieniä aukkoja, joita sitten vähitellen laajennetaan, puhutaan **pienaukkohakuusta**.

Uudistaminen metsänhoidollisen harsinnan avulla

Jos metsään tehdyt aukot ovat vain yhden tai muutaman emopuun latvuspeittävyuden laajuisia, puhutaan **metsänhoidollisesta harsinnasta**. Tällöin myös uudistamis- ja kasvatushakkuut sulautuvat toisiinsa ilman selvää rajaa. Tästä uudistamismenetelmästä on käytetty myös nimityksiä jatkuva kasvatus ja eri-ikäisen metsikön kasvattaminen. Sitä käytettäessä metsikön uudistamiskypsyys määritetään suurimpien puiden järeytymisen avulla. Tavoitteena on muovata metsätalosalueen/osaston puuston



Kuva 51.2 Luontaisen uudistamisen menetelmien ns. kaavamainen esitys eli maisemaprofiilit eri uudistamismenetelmistä.

läpimittajakauma noudattamaan ns. toisinpäin käännetyn J-kirjaimen muotoa. Metsikössä on tämän mukaan runsaasti pieniä puita. Mitä suuremmasta läpimitasta on kyse, sitä vähemmän on sen kokoisia puita metsikön runkolukusarjassa. Suurimmat puut hakataan poimien, jolloin uutta kasvutilaa vapautuu. Tiheitä nuorten puiden ja taimien ryhmiä harvennetaan.

Metsänhoidollisen harsinnan käyttö on meillä rajattu yksinomaan kalliomaille ja, karuille soille, missä emopuusto ei varttuneenakaan täytä koko uudistusalan kasvutilaa. Tutkimustieto metsän uudistumisesta pohjoisessa havumetsävyöhykkeessä käytettäessä harsinnan tapaisia hakkuita on toistaiseksi vähäistä. Näin ollen tähän metsänuudistamisen menetelmään



Valokuva 51.2 Harsintahakkuissa poistetaan isoja puita ja tehdään tilaa pienille. Eri ikäisen kuusikon leimausvaihtoehtojen kokeilua Metsäntutkimuslaitoksen koealalla Vesijaon tutkimusalueessa.

on syytä suhtautua epäillen. Kokemukset järeiden puiden hakkuusta määrämittaharsintaa käyttäen ovat metsän uudistamista ajatellen olleet huonoja. Vanhat tuoreiden ja lehtomaisen kankaiden kuusikot ovat uudistuneet huonosti ja kuivien kankaiden männyt ovat kasvaneet heikosti ja rungoista on toispuoleisten latvusten painamina kehittynyt lenkoja. Harsintahakkuita tehdään Pohjois-Suomen korkeilla alueilla.

Uudistaminen alikasvoksen avulla

Uudistusalalle ilmestyneiden taimikoiden on usein todettu syntyneen lähes täystiheinä jo ennen päätehakkuuta. Tämä on sitä yleisempää, mitä pohjoisempana toimitaan ja mitä karummille maille siirrytään. Varsinkin lajittuneet hiekka- ja sorapohjaiset kankaat ja rämeet ovat Etelä-Suomessa herkkiä taimettumaan tiheänkin päällysmetsän alla. Myös viljavien moreenimaiden koivikot ja männiköt kuusettuvat herkästi, samoin ojitettujen turvemaiden hieskoivikot. Tällöin uudistamiseen tähtäävät hakkuut ovat luonteeltaan ylispuiden vähittäistä poistoa joko yhdessä tai useammassa vaiheessa.¹³⁵

Ylispuujakson alta vapautettujen hyväkuntoisten männyn ja kuusen taimien kasvun on todettu alkavan elpyä 4—5 vuoden kuluttua vapauttamisesta.^{88, 230} Varttuneen koivikon ja sen alle syntyneen kuusen alikasvoksen kasvattamista kaksijaksoisena sekametsänä kannattaa jatkaa aina siihen saakka, kunnes koivikon hakkuusta saadaan tuloja. Järeän ainespuun mittoihin kasvatetun koivujakson tuotos ylittää alikasvoskuusikon kasvun hidastumisesta ja koivun hakkuussa syntyvistä mahdollisista korjuuvaurioista aiheutuneet kasvutappiot.²³²

Uudistettaessa metsää alikasvoksesta on syytä huolehtia, että taimikko ei murskaannu työkooneiden alle eikä hautaudu varsinkin kuusikoiden päätehakkuussa syntyvään paksuun murrrokoon.

Metsänviljelyn menetelmät

Metsänviljely jaetaan yleensä kahteen päämenetelmään sen mukaan, käytetäänkö viljelyaineistona puiden siemeniä vai taimia. Uusi metsä voidaan myös saada aikaan istuttamalla joko juurrutettuja tai juurruttamattomia pistokkaita. Näin menetellään varsinkin uudistettaessa helposti juurtuvia puulajeja, kuten pajuja ja poppeleita.

Kylvöä on vanhastaan käytetty uudistettaessa mäntyä tai koivua silloin, kun pintakasvillisuuden kilpailu ei ole kehittyville sirkkataimille ylivoimaista. Mäntyä on myös paljon istutettu viljaville kasvupaikoille. Varsinkin Pohjois-Suomessa tähän on pakottanut hyvälaatuisen siemenen puute. Etelämpänä istutus on ollut välttämätöntä helposti heinittyvillä mailla. Uudistettaessa kuusta tuoreilla ja lehtomaisilla kankailla metsänviljelymenetelmänä on jo vanhastaan käytetty yksinomaan istutusta. Taloudelliset ja työn rationalisointiin liittyvät näkökohdat ovat saaneet yhä enemmän painoa metsänviljelymenetelmän valinnassa, kun vaikeat kysymykset uudistusalueen valmistamisesta ovat viime vuosikymmeninä saaneet ratkaisunsa.

Taloudellisten laskelmien pohjana on ollut kaksi valinnaista tarkastelukulmaa. Metsitettäessä aikaisemmin metsää kasvamatonta maata, kuten peltoa, niittyä tms. lasketaan eri uudistamismenetelmien kustannukset ja verrataan niitä odotettavissa oleviin hakkuutuloihin. Tämän mukaan luontainen uudistaminen on yleisesti ottaen edullisempaa kuin metsänviljely. Taloudellisesti kylvö on vuorostaan edullisempaa kuin istutus. Mitä parempi on kasvupaikan tuotoskyky ja mitä korkeampi on alueen kantohintataso, sitä edullisemmaksi metsänviljely muodostuu. Lapissa ei metsänviljelyn taloudellisuudesta tämän mukaan juuri voisi puhua, vaikka tarkoitettu tulos, uusi metsä, saataisiinkin aikaan. Valtaosa aukeiden maiden metsityksistä on meillä ollut maataloustuotannosta hylättyjen peltojen, niittyjen ja hakamai-

den saattamista metsää kasvamaan. Istutus on tällöin yleensä ollut ainoa kysymykseen tuleva metsänuudistamisen menetelmä.

Toista katsantokantaa noudatettaessa vanhan metsän päätehakkua ja sitä seuraava uudistaminen kytketään samaan laskelmaan. Uudistamista pidetään silloin päätehakkua-uudistamisketjun kustannuksena eikä sijoituksena. Näin menetellen metsänviljely on yleensä osoittautunut taloudellisesti edullisemmaksi kuin luontainen uudistaminen. On kuitenkin syytä painottaa kaikkien useita kymmeniä vuosia käsittävien edullisuuslaskelmien epävarmuutta ja riippuvuutta mm. korkokannan vaihteluista ja puun hinnan pitkän ajan trendeistä.

Metsänviljelyn inventoinneissa on havaittu, että varsinkin muokatuille viljelyaloille on syntynyt runsaasti luontaista sekapuustoa. Yleensä sekapuuston määrä on vaihdellut keskimäärin 2 000—4 000 kpl/ha, mikä merkitsee 40—60 % viljelytaimikoissa kasvavien kehityskelpoisten taimien määrästä.¹⁹⁰ Varttuneet viljelytaimikot ovatkin yleisimmin sekä viljellen että luontaisesti syntyneistä taimista rakentuvia sekametsiä.

Aika uudistamiseen vaikuttavana tekijänä

Aika on keskeinen tekijä verrattaessa eri uudistusmenetelmien antamia tuloksia toisiinsa. Uudistamistuloksesta on itse asiassa vaikeata puhua, ellei oteta huomioon yhtenä tuloksen kriteerinä haluttua uudistamistulosta: täysitiheän ja elinvoimaisen taimikon aikaansaamiseen käytettyä aikaa.

Ns. keskihyvillä metsänkasvupaikoilla, joihin suuri osa Keski- ja Etelä-Suomen metsämaista kuuluu, on ekologisesti ja taloudellisesti mahdollista uudistaa metsä useammalla tavalla. Jos uudistamistulos on eri menetelmiä käyttäen vähintään tyydyttävä, eri menetelmien välisten erojen vertailu perustuu vaadittavien kustannusten, uudistamisvarmuuden ja uudistamiseen kuuluvan ajan keskinäiseen arvotuk-

seen. Tavoitteena on paitsi minimoida uudistuskustannuksia ja pienentää uudistamisen epäonnistumisen riskiä, myös lyhentää hyväksyttävän tuloksen saavuttamiseen kuluva aikaa. Enemmän työtä ja kustannuksia vaativan metsänuudistamisen menetelmän valinnalla pyritäänkin varmistamaan sekä tulosta, että ennen kaikkea lyhentämään uudistamiseen kuluva aikaa. Tämä näkökohta korostuu sitä enemmän, mitä suotuisammista kasvupaikoista on kyse. Toisaalta voimaperäisen metsänuudistamisen suhteellinen edullisuus voi olla on parempi, jos luontaisen uudistamisen edellytykset ovat huonot esim. ilmaston tai emopuuston huonouden takia.

Luontainen uudistaminen, erityisesti suojuuspuumenetelmä, vaatii meillä suhteellisen pitkän ajan, jopa 20—30 vuotta, kun taas esim. metsänistutuksen vaatima uudistamisaika voi parhaimmillaan olla alle viisi vuotta. Luontaiseen uudistamiseen liittyy suurempi epäonnistumisen riski. Joudumme myös hyväksymään epätasaisempia ja puulajikoostumuksen suhteen vaihtelevampia taimikoita kuin käytettäessä metsänviljelyä.

Suotuisien ja epäsuotuisien vuosien vaihtelu koskettaa eri tavoin luontaista uudistamista ja metsänviljelyä. Koska metsän uudistaminen luontaisesti kestää yleensä vuosikausia, perättäiset, toisistaan poikkeavat vuodet lisäävät onnistumisen todennäköisyyttä. Yhtä metsänviljelyketjua on yleensä järkevää yrittää vain kerran tai kaksi samalla paikalla ilman perusteellista toimenpiteiden uudelleen harkintaa. Muokatun taimettumisalustan kunnon muuntumisella on tässä tärkeä rooli. Muokkausjäljen suotuisuus taimiaineksen kehittymiselle heikkenee ajan myötä selvästi: yleensä sitä nopeammin, mitä viljavampi kasvupaikka on.

Etukäteen lukkoon lyödyt metsänviljelyn toimenpideohjelmat muodostuvat näin käytännössä eräänlaiseksi jatkuvaksi päätöksenteoksi, ”peliksi luonnon kanssa”. Emme kulje selkeätä päätöksentekokäytävää, vaan samoamme eteenpäin ”haarautuvien polkujen puutarhassa”, jossa yllätykset ovat aina mahdollisia.

Metsänuudistamisen strategia

Metsänuudistaminen muodostuu ajallisesti perättäisestä sarjasta toimenpiteitä, joiden optimaalista yhdistelyä on jo vanhastaan pidetty metsänuudistamisen strategian yhtenä päätavoitteena. Erilaisten toimenpiteiden yhdistelmiä on otettu käyttöön, jolloin esim. taimiaineksen syntytapaa ei ole nähty perusratkaisuna, joka jollakin tavoin rajoittaisi myöhempiä toimenpiteitä. Luontaiseen uudistamiseen, kylvöön ja istutukseen kuuluvien toimenpiteiden tietoista yhdistelyä kutsutaan **sekastrategian** käytöksi. Yksinkertainen esimerkki sekastrategian käytöstä on laikuittain epäonnistuneen luontaisen uudistamisen tuloksen täydentäminen kylväen tai istuttaen.

Metsänuudistamisen strategian muuttaminen entistä joustavammaksi tuo mukanaan joitakin uusia ongelmia. Esimerkiksi taimituotannon mitoittaminen on jatkuvan päätöksenteon vallitessa vaikeata, ellei tukena ole luotettavia ennusteita metsänviljelyn ja luontaisen uudistamisen laajuuden ja keskinäisten suhteiden kehityksestä. Uudistusaloille tehtyihin säännöllisiin tarkastuksiin perustuva paikallistason päätöksenteko korostuu aivan toisella tavalla, kuin jos uudistamispäätökset perustuivat standardoituihin normistoihin. Toisaalta omakohmainen päätöksenteko kaikessa vaativuudessaan motivoi tekijää aivan toisella tavoin kuin annettujen ohjeiden ja määräysten mekaaninen toteuttaminen.¹⁹⁴

52. Uudistusalan valmistus

Eino Mälkönen

Raivaus

Raivauksen tarkoituksena on edistää uudistusalan tasaista taimettumista. Uudistusala on syytä raivata silloin, kun uudistamista haittaavaa jätetuustoa on paljon, eikä se ole kelvollista kasvatettavaksi. Raivaus tehdään kuitenkin aina valikoivasti, kasvatuskelpoiset taimiryh-



Valokuva 52.1 Hakkuualaa raivattaessa säästetään kehityskelpoiset taimiryhmät.

mät säästetään ja käytetään uuden metsän aikaansaamiseksi. Tarpeetonta raivausta kannattaa välttää, sillä turhien kustannusten lisäksi se saattaa voimistaa vesoittumista entisestään.

Männyn luontaisen uudistamisen ja kylvön kohteilla raivaus on yleensä tarpeen. Jos uudistus- alalla on etukasvuja, susipuiksi kehittyviä mäntyjä, alikasvoskuusia tai muuta haittaavaa puus- toa, ne on aiheellista poistaa. Vesakko ja jäte- puusto estävät tasaisen taimettumisen ja hei- kentävät uuden mäntytaimikon laatua.

Kuusen viljelyaloja ei aina tarvitse raivata. Hal- lanaroilla viljelyaloilla jätepuusto saattaa jossain määrin suojata kuusen taimia ja rajoittaa pinta- kasvillisuuden rehevöitymistä. Jos kuusen vil- jelyalojen raivaus on tarpeen, vain haittaavat puut poistetaan ja kehityskelpoiset taimiryh- mät säästetään.

Kuusialikasvosta hyödynnettäessä on varmis- tettava, ettei ryhdytä kasvattamaan lahovikai- sia taimiryhmiä. Jos valtapuustossa esiintyy yleisesti tyvilahoa, on vaarana, että alikasvos- kuuset ovat saaneet tartunnan juuristoonsa, vaikka ne näyttävät ulkoisesti kasvatuskelpoi- silta. Lahovikaista kuusikkoa tai kuusisekamets- sää uudistettaessa alikasvos on syytä raivata pois. Sen sijaan koivikon alle syntyneellä ali- kasvoksella on hyvät mahdollisuudet kehittyä terveeksi kuusikoksi.

Raivauksessa otetaan huomioon myös maise- man- ja luonnonhoidon tarpeet. Purojen var- ret, lähteiden ympäristöt, kallioiden reunat ja järvien rantavyöhykkeet jätetään raivaamatta. Tällaisten suojavyöhykkeiden leveys vaihtelee muutamasta metristä muutamaan kymmeneen metriin kohteen mittasuhteista riippuen. Mo- nimuotoisuuden ylläpitämisen ja maisemateki- jöiden vuoksi pihlaja, kataja, pökkelöt ja kelot säilytetään.

Raivaus voidaan tehdä joitakin vuosia ennen uudistushakkuuta tai pian sen jälkeen. Nykyi- sin yleisen ennakkoraivauksen etuna on, että uudistusalan vesoittuminen vähenee ja hakkuu- työ helpottuu. Uudistusalan raivauksen kustan- nukset vaihtelevat (taulukko 52.1).

Työlaji	Kustannus, €/ (mk)/ha (sis alv. 22% ja työn sivukustannukset)
Raivaus	39-140 (230-830)
Muokkaus	100-235 (600-1 400)
Kulotus	84-656 (500-3 900)

Taulukko 52.1 Uudistusalan valmistuksen kus- tannuksia vuonna 1999. ¹²⁹

Muokkaus uudistumisen turvaajana

Tavoitteet ja menetelmän valinta

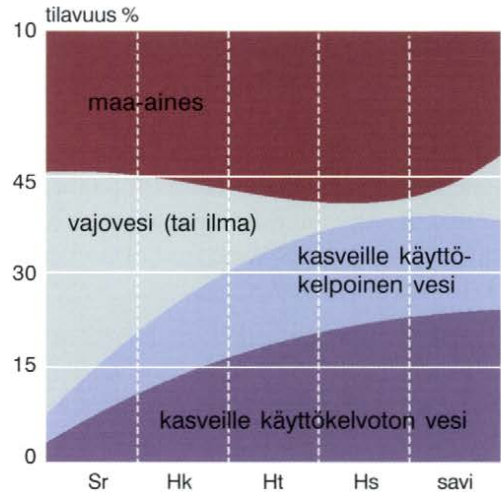
Maanmuokkauksella on useimmilla kasvupai- koilla ratkaiseva merkitys niin metsän luon- taisen uudistamisen kuin metsänviljelyn onnis- tumiselle. Sen vuoksi muokkausmenetelmä on valittava uudistamiskohteen maaperän perus- teella ja muokkausjäljen laadun on oltava hyvä. Etelä-Suomessa muokkausjälki säilyy taimet- tumiskelpoisena korkeintaan 3—4 vuotta, Poh- jois-Suomessa jopa yli kymmeneen vuotta. Muokkausjäljen taimettumiskunto on kuiten- kin parhaimmillaan heti muokkauksen jälkeen. Viljavilla kasvupaikoilla pintakasvillisuus val- taa muokkausjäljen huomattavasti nopeammin kuin karuilla mailla.

Maanmuokkauksen tavoitteena on

- turvata metsänuudistamisen onnistuminen ja
- parantaa pitkäaikaisesti taimikon kehitystä.

Taimettumisen avaintekijöitä ovat maan vesi- ja lämpöolot. Taimettuminen edellyttää sopivia lämpöoloja siementen itämiselle, sekä siementen sekä sirkkataimien riittävää veden saantia. Lisäksi pintakasvillisuudesta ja juuristokilpailusta ei saa aiheutua haittaa. Pitempiaikainen puuntuotoskyvyn paraneminen riippuu ensisijaisesti maaperän vesiolosta ja ravinteiden vapautumisesta taimikon käyttöön. Missä määrin maaperän ominaisuuksia voidaan parantaa muokkauksen avulla, riippuu kasvupaikasta ja käytettävästä menetelmästä. Muokausmenetelmän valinnassa otetaan huomioon maalaji ja maan vesiolot, uudistamismenetelmä, viljeltävä puulaji ja muokkauksesta aiheutuvat ympäristövaikutukset.

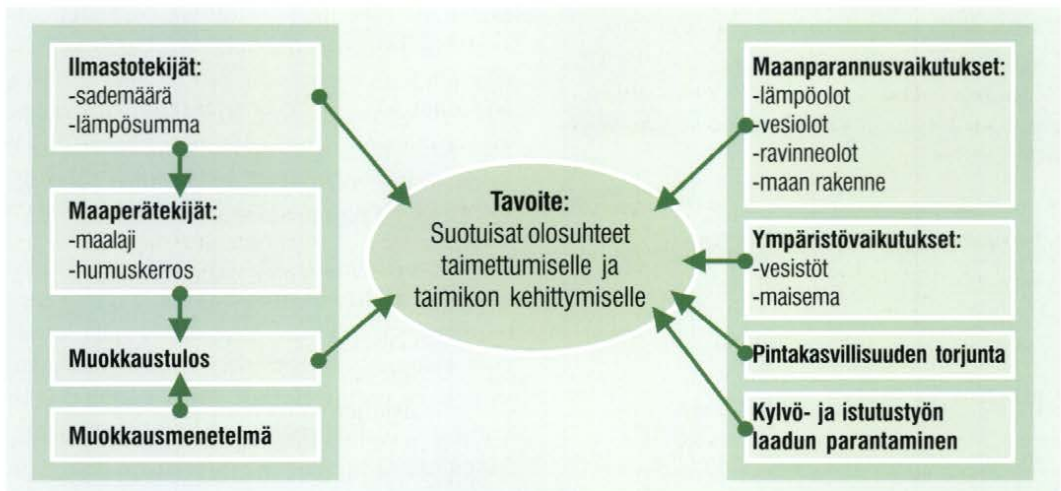
Karkeajakoisilla mailla, jotka läpäisevät vettä helposti, humuskerroksen poistaminen kivennäismaan päältä riittää taimettumisen edistämiseksi. Kivennäismaan paljastaminen parantaa itämisalustan lämpöoloja ja siemenet pääsevät suoraan yhteyteen kivennäismaan vesivarojen kanssa. Koska kivennäismaassa on taimille käyt-



Kuva 52.2 Maaveden ja ilmatilan suhteelliset osuudet eri maalajiteissa.

tökelpoisia ravinteita eniten aivan pintakerroksessa, kivennäismaan käsitteleminen syvemmillä ei edistä taimettumista kuivilla kankailla.

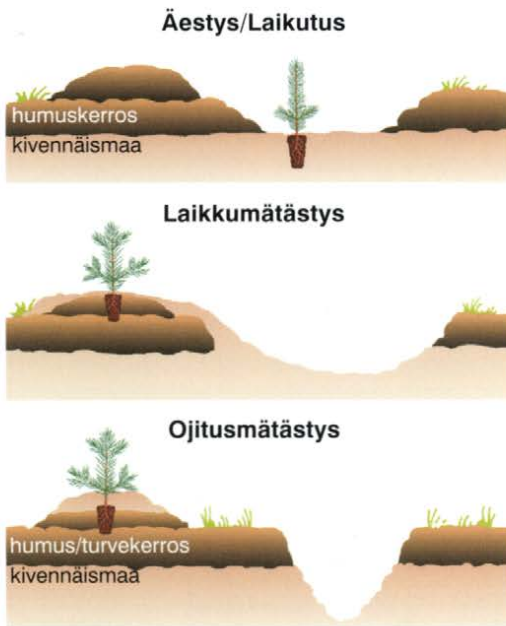
Hienojen maa-ainesten osuuden kasvaessa maaperän ominaisuudet voivat olla hyvin erilaiset sen mukaan, mikä on maan vesipitoisuus. Näin on erityisesti sen jälkeen, kun lämpö- ja vesioloja tasoittava humuskerros on poistettu kivennäismaan päältä. Hiesu- ja savimaat ovat



Kuva 52.1. Maanmuokkaukseen liittyviä tekijöitä.

ongelmallisia (kuva 52.2). Ne kovettuvat kuu-
vuessaan ja liettyvät märkänä niin tiiviiksi, että
juurten elintoiminnot voivat estyä. Syksyisin
ja keväisin tällaiseen maahan syntyy roustetta,
mikä katkoo juuria ja nostaa taimia maasta. Ki-
vännäismaan kääntäminen syvältä maanpintaan
ei kuitenkaan paranna tilannetta, vaan viljely-
alusta olisi saatava aikaan maan humuspitoi-
sista pintakerroksesta.

Keskikarkeilla maalajeilla, joilla vedenläpäi-
sevyys on suhteellisen hyvä ja rousteen muo-
dostuminen on vähäistä, voidaan käyttää eri-
laisia muokkausmenetelmiä maan vesioloista,
pintakasvillisuuden kilpailusta ym. tekijöistä
riippuen (kuva 52.3).



Kuva 52.3 Muokkausmenetelmä valitaan uu-
distusalan tarpeiden ja viljeltävän puulajin
mukaan.

Laikutus ja äestys

Laikutus, joka poistaa paikoitellen humusker-
roksen kivennäismaan pinnalta, sopii hyvin
vettä läpäiseville maille luontaisen uudistami-

sen edistämiseksi tai kylvöalustan valmistami-
seksi. Myös äestyksessä on pyrittävä matalaan
muokkausjälkeen, etteivät taimet joutuisi sy-
viin vakoihin, joissa juuriston kasvuedellytyk-
set ja taimen asema pintakasvillisuuden suh-
teen ovat heikot.

Laikkumätästys

Laikkumätästystä pidetään sopivana muokka-
usmenetelmänä tuoreiden kankaiden keskikar-
keille maille. Tällöin pintamaakerroksesta ve-
detään laakea mätäs, joka soveltuu varsinkin
kuusen ja koivun istutusalueeksi. Parhaimmil-
laan mättään viereen syntyvä kivennäismaa-
laikku edistää luontaisen taimiaineksen synty-
mistä taimikon täydennykseksi. Samaa mene-
telmää käytetään myös rousteisilla hiesumail-
la, joilla istutuskohta on saatava aikaan humuk-
sensekaisesta pintakerroksesta.

Mätästys

Mätästys on tarkoitettu ensisijaisesti veden vai-
vaamille maille istutusalueen valmistamiseksi.
Mätästämällä viljelykohdat saadaan maan-
pinnan keskitason yläpuolelle lämpöolojen, kui-
vatuksen, ilmavuuden, ravinteisuuden ja pin-
takasvillisuuden kilpailun suhteen edulliseen
asemaan. Tavoitteet toteutuvat parhaiten sil-
loin, kun mätästys liitetään ojitukseen ja mät-
tää tehdään ojamaasta. Ne on muotoiltava
mataliksi, enintään noin 20 cm korkeiksi. Mät-
tään paikka on tapauskohtaisesti valittavissa,
joten taimet voidaan sijoittaa niiden kehityk-
sen kannalta parhaisiin maastokohtiin.

Maan kunnostamiseksi käytetään jossain mää-
rin myös ns. **kääntömätästystä**. Tässä mene-
telmässä kaivurin kauhaan otettu maa laske-
taan käännettynä takaisin samaan paikkaan,
josta se on otettu. Humuskerros joutuu tällöin
kuopan pohjalle ja peittyy kivennäismaan alle.
Muokkausjälki (noin 0,5 m²) tarjoaa lämpö- ja
ravinneolojen sekä pintakasvillisuuden suhteen
samoja etuja kuin tavanomainen mätäs, mutta



Valokuva 52.2 Ojitusmätästys on oikea maan-
kunnostusmenetelmä kuivatusta vaativilla uu-
distusaloilla.

ei vaurioita sanottavasti maisemaa. Menetelmä soveltuu kuusen ja koivun istutusaloille sellaisilla kasvupaikoilla, joilla ei ole kuivatus-tarvetta.

Muokattu maa kasvualustana

Muokkauksen aiheuttama lämpötilan nousu on merkityksellisin pohjoisissa tai yleensä viileissä oloissa. Taimien varttuessa juurten on kuitenkin sopeuduttava kasvamaan muokkaamattoman maan alemmissa lämpötiloissa.^{114, 139}

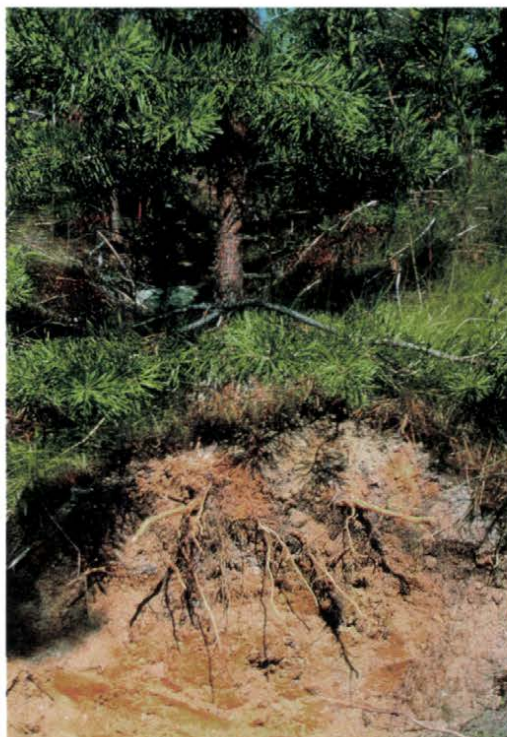
Maanpinnan läheisen ilmakerroksen minimilämpötilat voivat kivennäismaasta muodostettujen kohoumien kohdalla olla 2—3 °C korkeampia kuin muokkaamattomalla maalla. Muokkaus vähentää siten jossain määrin hallavaurioiden riskiä.

Muokkausmenetelmä	Kuru		Rovaniemi		Sodankylä	
	d.d.	Suht.	d.d.	Suht.	d.d.	Suht.
Muokkaamaton	1 022	100	888	100	602	100
Auraus, palle	1 374	134	1 245	140	1 040	173
Äestys	1 157	113	1 013	114	-	-
Jyrsintä ¹⁾	1 080	106	970	109	932	155

¹⁾ Ketjujyrsimellä tehty "istutuspenkki", jossa on humusta, kivennäismaata ja hakkuutähdettä sekaisin.

Taulukko 52.2 Maanmuokkauksen vaikutus vuotuisen lämpösummaan (d.d.) 5 cm:n syvyydessä metsämaassa.

Laikku tai äestysjälki on yleensä hiukan kosteampaa kuin koskematon maa, jossa humuskerros pidättää osan sadevedestä ja pintakasvillisuuden haihdutus kuivattaa maata. Sadevesi imeytyy mättäisiin niiden löyhän rakenteen vuoksi nopeammin kuin laikkuihin. Sateen jälkeen taimille käyttökelpoisen veden



Valokuva 52.3 Mättäälle istutettu taimi on edullisessa asemassa maan lämpöolojen, ilmavuuden ja ravinteisuuden sekä pintakasvillisuuden kilpailun suhteen.

määrä laskee mättäissä nopeasti. Vaikka matalien mättäiden ei ole todettu kuivuvan liikaa, taimien kannalta on tärkeää, että juuret yltävät pian mättään alla olevaan humuskerrokseen. Erityisesti kuusen ja koivun taimet hyötyvät mättään kaksinkertaisesta humuskerroksesta vapautuvista ravinteista monen vuoden ajan. Sen sijaan mänty voi mättääseen istutettuna kehittyä paksuoksaiseksi.

Muokkauksen aiheuttama lämpötilan nousu, ilmavuuden paraneminen sekä humuksen ja kivennäismaan sekoittuminen edistävät mikrobi-toimintaa, minkä seurauksena ravinteiden vapautuminen vilkastuu. Kuivilla kangasmailla ei ole tarkoituksenmukaista jouduttaa orgaanisen aineen hajoamista, koska se ravinteiden huuhtoutumisen ohella saattaa heikentää myös maan vedenpidätyskykyä.

Maan pintakerroksen happamuus vähenee avohakkuun vaikutuksesta. Ravinteiden vapautumisessa on kiinnitetty eniten huomiota typpeen, koska se on puiden kasvun kannalta avainasemassa ja kulkeutuu nitraattimuodossa helposti maaveden mukana. OMT-kuusikon uudistus-alalla maaveden kokonaistyyppipitoisuudet ovat mättäiden alla noin kaksinkertaisia muokkaamattomaan maahan verrattuna.²¹⁸ Kohonneet nitraattityypen pitoisuudet ovat puolestaan heijastuneet maaveden alhaisina pH-arvoina, koska nitraatin muodostuminen happamoittaa maata.

Uudistushakkuun jälkeen kannattaa muokata ja viljellä viivytyksettä, jotta taimet ehtisivät vakiintua ennen pintakasvillisuuden rehevöitymistä. Samalla nopeutetaan taimikon kehitystä ja vähennetään heinäntorjunnan tarvetta.

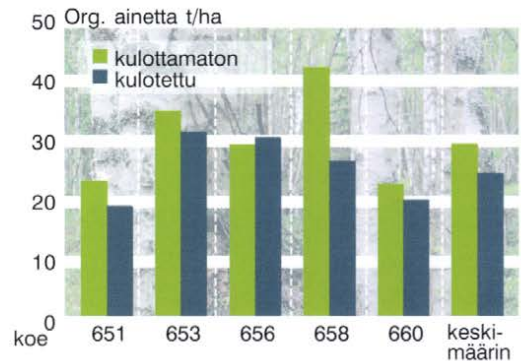
Erityisesti Pohjois-Suomessa laikutus ja äestys sopivat paremmin kylvöön kuin istutukseen.¹⁷⁰ Mätästyksen ja istutuksen yhdistelmä soveltuu nimenomaan tuoreille kuusen kasvupaikoille. Kuivahkoilla mäntyvaltaisilla kasvupaikoilla on enemmän valinnan varaa käytettävien menetelmien suhteen.

Vesien suojeleminen

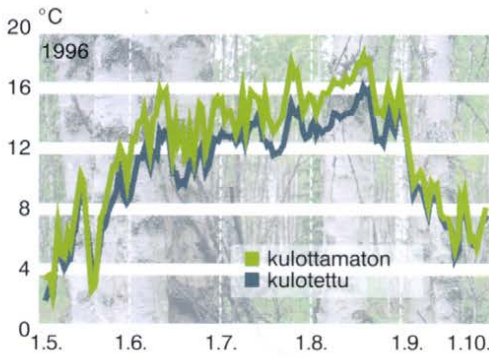
Lyhytaikainen ravinteiden huuhtoutumisen lisääntyminen on maanmuokkauksen yhteydessä väistämätöntä. Se on kuitenkin Suomen oloissa verrattain vähäistä ja hyväksyttävissä, koska haitta vesistöille on pieni siitä saatavaan hyötyyn verrattuna. Huuhtoutumisriski vähenee nopeasti kasvillisuuden kehityksen myötä. Mitä voimakkaammin maata muokataan sitä suurempi on ravinteiden huuhtoutumisriski.⁹⁶ Sitä voidaan rajoittaa muokkaamalla vain pieni osa uudistusalan pinta-alasta, kuten mätästettäessä tehdään. Muokkauksessa vältetään rinteiden suuntaisia yhtenäisiä vakoja, joita vesi kuluttaa helposti. Vesistökuormituksen vähentämiseksi muokkausalueelta valuvien vesien annetaan kulkeutua pintavaluntana muokkaamattoman suodattamisvyöhykkeen läpi vesistöön.

Kulotus

Kulotuksella jäljitellään metsäpalon luonnonoloissa käynnistämää uuden metsän kehitystä. Uudistusalan valmistusmenetelmänä kulotus ei kuitenkaan yksin turvaa riittävän tasaista taimettumista, vaan kylvökohdat on sen lisäksi kevyesti muokattava. Kulotus on perinteisesti yhdistetty männyn kylvöön, mutta palon jälkeen on kehittynyt myös hyviä koivikoita. Sen



Kuva 52.4 Kulotuksen vaikutus humuskerroksen orgaanisen aineen määrään. Tilanne ennen (kulottamaton) ja jälkeen kulotuksen (kulotettu).¹⁴⁰



Kuva 52.5 Kulotuksen vaikutus metsämaan lämpötilaan Vilppulan Kullervonkaskella. Kulotettu 7.7.1994. Lämpötila on mitattu 5 cm:n syvyydestä kivennäismaasta.

sijaan kulotus ei sovi kuusen viljelyyn, sillä kulotusaloilla kuusen alkukehitys on erityisen hidasta.

Kulotuksessa palaa pääosa hakkuutähteestä ja pintakasvillisuudesta sekä vaihtelevassa määrin humuskerroksen pintaosaa (kuva 52.4). Palon voimakkuus riippuu hakkuutähteen määrästä ja laadusta, humuskerroksen kosteudesta ja kulotushetken sääoloista. Kulotuksen onnistuminen edellyttää hyvää ammattitaitoa, sillä esimerkiksi sopivan kulotusajankohdan määrittämiseksi ei ole kunnan ohjeistoa. Jos kulotetaan maan ollessa liian kosteaa, palaminen ei ole riittävän tehokasta, eikä kulotuksesta saada tavoiteltua hyötyä. Maanhoidon kannalta kulotuksella on myös riskinsä, sillä humuskerroksen liian perusteellisen palamisen jälkeen kuivan kankaan taimettuminen on voinut kestää vuosikymmeniä.

Kulotus vaikuttaa maan viljavuuden kaikkiin päätekijöihin: lämpö-, vesi- ja ravinneoloihin.²⁵² Palon aikaista korkeaa lämpötilaa lukuun ottamatta maan lämpöolot paranevat humuskerroksen ohentamisen seurauksena (kuva 52.5). Humuskerroksen ohentuminen pienentää myös maan vedenpidätyskykyä, minkä vuoksi kuivia kankaita ei pidä kulottaa.

Palon aikana lämpötila humuskerroksessa on muutamia kymmeniä asteita, mikä ei vielä täy-

sin tuhoa maan pieneliöstöä. Humuskerroksen mikrobien määrä ja aktiivisuus ovat laskeneet kulotuksen seurauksena noin 60–70 % kulottamattomaan maahan verrattuna. Kasvillisuuden kehityksen myötä maan pieneliöstö elpyy vähitellen, mutta palautuminen kulottamattoman tasolle kestää 10–15 vuotta.²³

Kulotetulle maalle kehittyvä pintakasvillisuus poikkeaa lajistoltaan ja rakenteeltaan huomattavasti kulottamattoman maan kasvillisuudesta. Ensin yleistyvät varsinkin ruohot, mutta myös heinien osuus kasvaa. Myöhemmässä vaiheessa jäkälien peittävyys lisääntyy, kun taas sammaleet menettävät osuuttaan pitkäksi aikaa. Pintakasvillisuuden rakenteen muuttuminen on ilmeisesti eduksi taimikon alkukehitykselle ja terveydelle.

Olellaisin vaikutus kulotuksella on maan ravinteisuuteen ja happamuuteen.¹⁴⁰ Palaneen aineen sisältämät kivennäisravinteet vapautuvat pääasiassa emäksisinä yhdisteinä, jotka saattavat vähentää humuskerroksen happamuutta muutaman vuosikymmenen ajaksi. Kulotuksen aiheuttama pH:n nousu on vaihdellut suuresti, mikä selittyy maaperän erilaisilla ominaisuuksilla sekä varsinkin syntyneen tuhkan määrällä ja laadulla. Kivennäismaan pintakerroksessa pH:n nousu on jäänyt vähäi-



Valokuva 52.4 Kulotuksessa sääolojen huomioiminen on ratkaisevan tärkeää.

seksi. Palavasta aineesta vapautuva typpi ja rikki haihtuvat ilmakehään. Maan happamuuden väheneminen edistää typen mineralisaatiota, joten kulotetussa maassa voi kuitenkin olla enemmän kasveille käyttökelpoista typpeä kuin kulottamattomassa maassa. Metsänviljelykokeilla kulotus on aiheuttanut männyn istutus-taimien ravinnetilaa vain vähäisiä muutoksia.

Maanhoidon kannalta suositeltavia kulotuskoh-teita ovat moreenimaiden kuivahkot ja tuoreet kankaat, joilla maan vesitalous on luonnostaan kunnossa ja jotka ovat viljavuudeltaan männyn kasvatukselle sopivia. Kiviset alueet, joita on vaikea muokata, voidaan uudistaa kätevästi kulotuksen avulla. Koivulle viljeltävien kulotusalo- jen on oltava selvästi edellä mainittuja viljavam- pia.

Kulotettava alue on pyrittävä rajaamaan luon- tasiin, palon leviämisen estäviin maastokoh-

tiin. Vaikka palokäytävien raivaus-, kastelu- ja sammutuskalusto on kehittynyt, kulottamista hankaloittaa sen riippuvuus sääoloista, ammat- titaitoisen työryhmän organisointi ja tulen irti- pääsyn vaara. Metsäpaloriskin vuoksi on vält- tämätöntä ottaa kulotusvakuutus ja hoitaa kulottamisen edellyttämät ilmoitusvelvollisuudet paloviranomaisille. Kulotuksen kustannukset riippuvat suuresti kulotettavan kohteen pinta- alasta ja sen luonnollisista rajoista (taulukko 52.1). Tämän lisäksi tulevat vielä laikutuksen tai äestyksen kustannukset. Kulotusta pyritään Suomessa lisäämään ympäristönhoidollisista syistä.

Kulotuksen suoranainen vaikutus metsämaan viljavuuteen jäänee suhteellisen lyhytaikaisek- si, mutta metsien sukkession ohjaajana ja met- säluonnon monimuotoisuuden ylläpitäjänä sil- lä on suuri merkitys.

Tietotaulu 52.1

Hakkuutähteen korjuu uudistusaloilta Eino Mälkönen ja Mikko Kukkola

Hakkuutähteen sisältämät ravinnemäärät

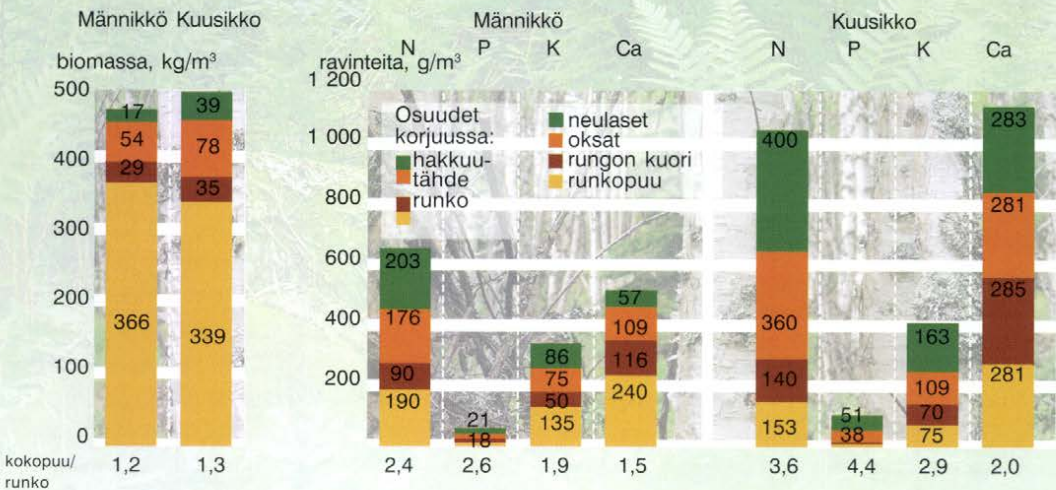
Hakkuutähdettä syntyy kuusileimikoissa yleensä 150–200 kg, männiköissä 80–160 kg rungon kuutiometriä kohti. ²⁶ Hakkuutähte hankaloittaa metsänviljelytyötä, mutta sen sisältämät ravinteet ovat tärkeitä metsämaan puuntuotoskyvyn säilyttämiseksi. Puuntuotoskyky kytkeytyy kiinteimmin maan pintakerroksen kokonaistypen sekä vaihtuvan kalsiumin ja magnesiumin määriin.

Hakkuutähteeseen on sitoutunut huomattavasti enemmän ravinteita kuin puiden runkoihin (taulukko 52.3), joten sen korjuu lisää ravinteiden menetystä kasvupaikalta. Ravinteiden menetys voi samalla edistää maan happamoitumista. Myös metsämaan lämpöolojen sekä hakkuutähteen korjuun aiheuttamalla vedenpidätyskyvyn muuttumisella voi olla merkitystä maan viljavuudelle.

Kaiken hakkuutähteen korjuu pätehakkuuleimikosta lisäksi biomassan määrän noin 1,3-kertaiseksi ainespuun korjuuseen verrattuna, mutta ravinnemenetys kasvaisi vastaavasti 1,5–4,5-kertaiseksi ravinteesta riippuen (kuva 52.6). Etenkin kuusikoista menetetään paljon ravinteita, koska kuusella on mäntyyn verrattuna noin kaksinkertainen määrä neulasia rungon kuutiometriä kohti.

	Biomassa, t/ha	kg/ha			
		N	P	K	Ca
Runkopuu kuorineen	121,5	95	8	57	184
Hakkuutähte	38,1	246	29	89	183

Taulukko 52.3 Puuston maanpäällisen osan biomassan ja siihen sitoutuneiden ravinnemäärien jakautuma runkopuun ja hakkuutähteen kesken mustikkatyyppin kuusikossa. Puuston tilavuus oli 326 m³/ha. ¹³⁷



Kuva 52.6 Puuston maanpäällisen osan biomassan ja sen sisältämien ravinteiden jakautuma runkopuun kuutiometriä kohti kahdessa pätehakkuuvaiheen metsikössä. ¹³⁸ Alinna olevat suhdeluvut kertovat, kuinka moninkertaiseksi biomassan ja ravinteiden poistuminen metsästä kasvaa, kun ainespuun ohella korjataan myös hakkuutähteet.

Tietotaulu 52.1

Taimikon alkukehitys

Kokeellisia tuloksia hakkuutähteen korjuun tuotosvaikutuksista on niukasti. Rautavaaralla sijaitsevan kokeen perusteella voidaan arvioida hakkuutähteen merkitystä männyn taimikon alkukehitykselle.¹⁰² Ennen avohakkuuta koealueella kasvoi puolukkatyyppin mänty-kuusi-sekametsä, jonka puuston tilavuus oli 260 m³/ha. Korjuumenetelminä olivat ainespuun korjuu ja kokopuujuonto.

Vuosikymmenen kuluttua päätehakuusta tällä kokeella ei ilmennyt merkittäviä eroja humuskerroksen ravinnevaroissa eikä happamuudessa käytettyjen korjuumenetelmien välillä (taulukko 52.4). Ruotsalaisten tulosten mukaan humuskerroksen pH on hakkuutähteen korjuun jälkeen jäänyt 0–0,4 yksikköä alemmaksi kuin ainespuun korjuun jälkeen. Humuskerroksen lievä happamoituminen on joissakin tapauksissa säilynyt jopa 20 vuotta.¹⁵⁴ Kivennäismaan happamuuteen hakkuutähteen korjuu ei ole vaikuttanut,²¹⁹ joten yhden korjuukerran happamoittava vaikutus jäänee suhteellisen vähäiseksi.

Ravinne	Ainespuun korjuu		Kokopuun korjuu	
	g/kg	kg/ha	g/kg	kg/ha
N	7,35	537	6,45	527
P	0,63	46,1	0,55	45,3
K	0,50	36,4	0,50	40,7
Ca	2,63	191	2,11	173
Mg	0,37	26,7	0,39	31,1
pH	4,15		4,13	

Taulukko 52.4 Humuskerroksen pH ja ravinnetunnuksia Rautavaaran kokeelta 11 vuoden kuluttua puunkorjuusta.

Rautavaaran kokeella puunkorjuumenetelmällä ei ollut vaikutusta männyn taimien elossa säilymiseen eikä taimikon pituuskehitykseen ensimmäisen 10-vuotiskauden aikana. Tämä koealue muokattiin auraamalla, joten hakkuutähteen vaikutus voi peittyä voimaperäisen muokkauksen aiheuttamiin muutoksiin taimien elinympäristössä.

Ruotsalaisten tulosten mukaan hakkuutähteen korjuu on parantanut havupuiden istutustaimien elossaoloa. Vaikutus on ollut selvempi männyllä kuin kuusella.^{17, 212} Lisäksi hakkuutähteen korjuu on lisännyt luontaisesti syntyneiden taimien, etupäässä lehtipuun määrää⁷⁰.

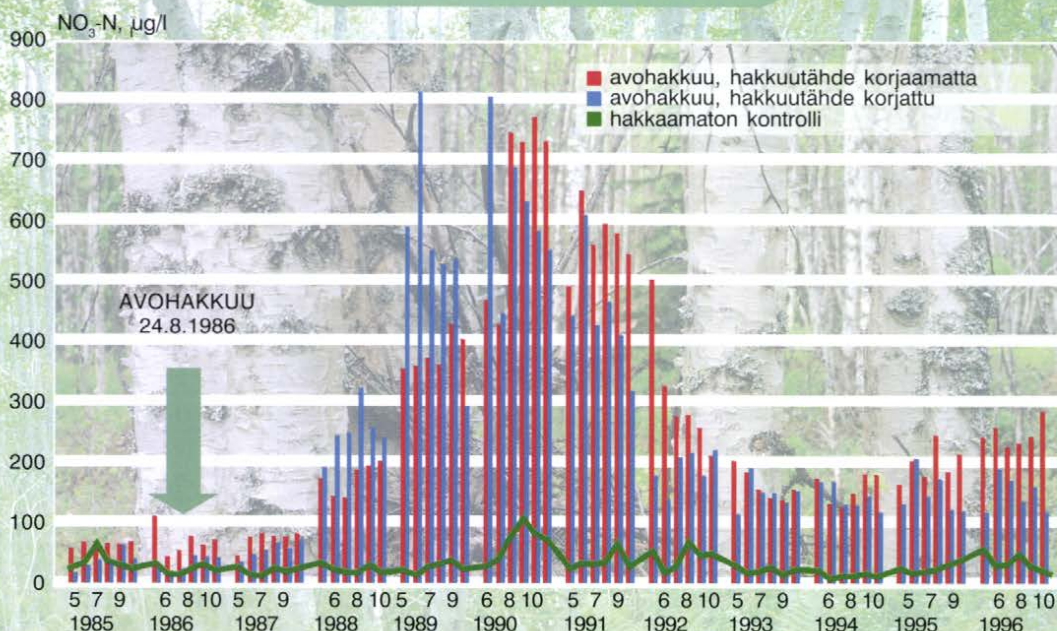
Hakkuutähteen korjuu on ruotsalaisissa kokeissa heikentänyt kuusen istutustaimien pituuskasvua, mutta ei männyn pituuskasvua.¹⁸² Tulosten perusteella on päätelty, että kasvun taantuma, joka on ilmennyt noin 15 vuoden ajan, vastaa sitä ajanjaksoa, jolloin typeä vapautuu hakkuutähteestä hajotustoiminnan tuloksena.¹⁶⁰ Kasvun taantuma on vastannut noin kahden vuoden pituuskasvua.

Ravinteiden huuhtoutuminen

Ravinteiden huuhtoutuminen metsämaasta vesistöihin on vähäistä verrattuna korjattavan hakkuutähteen mukana poistuviin ravinneääriin. Kun avohakkuun seurauksena puuston veden ja ravinteiden käyttö lakkaa ja maaperäeliöstön hajotustoiminta vilkastuu, maaveden ravinnepitoisuudet nousevat ja valunta kasvaa. Avohakkuu lisää ravinteiden huuhtoutumista muutaman vuoden ajaksi, kunnes kasvillisuus voimistuu.

Paltamolla on selvitetty avohakkuun ja hakkuutähteen korjuun vaikutusta pohjaveden nitraattitypen pitoisuuksiin.⁹⁶ Kasvupaikan viljavuus vaihteli kuivahkosta tuoreeseen kankaaseen maalajin ollessa hietaista moreenia. Avohakkuun seurauksena typen mineralisaatio ja nitrifikaatio voimistuivat selvästi ja pohjaveden nitraattitypen pitoisuudet nousivat 4–5 vuoden ajan, minkä jälkeen ne alkoivat nopeasti laskea (kuva 52.7). Avohakkuuseen verrattuna hakkuutähteen korjuun merkitys nitraattitypen huuhtoutumisessa jäi vähäiseksi. Hakkuutähteen korjuun seurauksena pohjaveden nitraattitypen pitoisuudet näyttivät huuhtoutumisen huippuvuosien jälkeen laskeneen jon-

Tietotaulu 52.1



Kuva 52.7 Avohakkuun ja hakkuutähteen korjuun vaikutus pohjaveden nitraattitypen pitoisuuksiin Paltamon Hautalan kokeella. ⁹⁶ Korjatun ainespuun määrä 127 m³/ha, josta 11 % mäntyä, 88 % kuusta ja 1 % koivua.

kin verran alemmalle tasolle kuin ainespuun korjuualueilla. Korkeimmillaankin nitraattitypen pitoisuudet olivat varsin alhaisia. Paltamoa suotuisammassa oloissa ravinteiden mineralisaatio saattaa olla nopeampaa ja huuhtoutuminen voimakkaampaa. Jos puunkorjuussa pyrittäisiin maanhoidollisesti hyvään tulokseen, hakkuutähte pitäisi levittää tasaisesti hakkuualalle.

Päätelmiä

- Tuoreen hakkuutähteen korjuussa kasvupaikalta poistuu huomattava määrä ravinteita.
- Maan ravinteisuuden ylläpitämiseksi neulaset pitäisi aina jättää tasaisesti levitettynä hakkuualalle.
- Ruotsalaisten tutkimusten mukaan kuusen taimikoiden alkukehitys on hidastunut hakkuutähteen korjuun seurauksena.
- Yhdellä hakkuutähteen korjuukerralla ei näyttäisi olevan olennaista vaikutusta männyn taimikon alkukehitykseen. Erilaisilta kasvupaikoilta ei kuitenkaan ole luotettavia tuloksia käytettävissä.
- Vähäisten humus- ja ravinnevarojen vuoksi kuivat kankaat on perusteltua jättää korjuun ulkopuolelle.
- Hyvä uudistumistulos on ratkaisevan tärkeä uuden puusukupolven kehitykselle. Uudistusalan nopealla taimettumisella voi olla suurempi merkitys metsikön kehitykselle kuin maan ravinteisuuden lyhytaikaisella heikkenemisellä.
- Hakkuutähteen korjuun vuoksi metsämaiden ravinteisuuden hoitoon joudutaan kiinnittämään kasvavaa huomiota.

53. Luontaiset taimettamismenetelmät

Eero Kubin

Milloin luontaisesti

Luontaista uudistamista voidaan suositella, kun on olemassa edellytykset saada taloudellisesti arvokas puusto kohtuujassa ja päästä tuotto, kustannukset ja riskit huomioonottaen viljelyä parempaan tulokseen. Luontainen uudistaminen voi onnistua, jos alueella on puuston, maaperän ja pintakasvillisuuden ominaisuuksien puolesta hyvät edellytykset luontaiseen taimettumiseen. Taimettumisen edistäminen maanmuokkauksella on useimmiten välttämätöntä. Taimettumisen edellytyksiä ei ole, jos esim. riittävästä siemennyksestä ei ole varmuutta tai hakkuun jälkeen voimistuva pintakasvillisuus estää taimettumisen. Mitä pohjoisemmaksi siirytään, sitä heikompaa on siemennys. Etelä-Suomessa taimettumista uhkaa usein heinittyminen. Metsälaki ja hyvän metsänhoidon suositukset lähtevät myös tältä pohjalta.

Luontaisen taimiaineksen hyödyntäminen viljelyn yhteydessä, reunametsän siemennys ja eri menetelmien yhdistäminen samalla uudistus- alalla ovat myös luontaisen uudistamisen käyttökelpoisia sovellutuksia. Viljelyaloilla onkin usein huomattavan paljon luonnontaimia, tilanteesta riippuen jopa puolet kasvatettavista taimista.^{171, 186, 189}

Männyn luontainen uudistaminen

Mänty uudistetaan luontaisesti siemenpuumenetelmällä (valokuva 53.1). Menetelmän käytön perusedellytys on, että tuleentunutta siementä varisee riittävästi. Siemensato on samoissa ilmasto-oloissa sitä parempi, mitä viljavammasta kasvupaikasta on kyse.²⁰¹ Etelä-Suomen hyvissä lämpöoloissa tuleentunutta siementä syntyy yleensä vuosittain uudistamista ajatellen riittävästi, mutta pohjoiseen siirryttäessä runsaat siemenvuodet harventuvat. Kun lämpösummakertymä jää alle 950 lämpö-

summayksikköä (d.d.), kaikki männyn siemenet eivät enää tuleennu ja luontaisen uudistamisen edellytykset heikentyvät jyrkästi. Tosin on havaittu, että saman metsikön sisällä puuyksilöiden erot ovat suuret ja tuleentunutta siementä syntyy joissakin puuyksilöissä myös epäedullisina kasvukausina.¹⁸⁵ Kun lämpösumma on alle 700 d.d., siemen ei enää tuleennu.⁴⁰



Valokuva 53.1 Männyn luontaista uudistamista. Siemenpuiden poisto on jo myöhässä.

Riittävän ja itämiskykyisen siemensadon lisäksi tärkein tekijä on maankunnostus. Siemenpuu- alojen taimettuminen jää usein hyvin epätasaiseksi ilman muokkausta.^{111, 112, 158, 198} Tutkimusten mukaan taimia oli sitä enemmän, mitä karkealajitteisemmasta maasta oli kysymys. Toisaalta sammalkerroksen ja humuskerroksen paksuuntuessa taimettuminen kävi heikoksi. Karkealajitteisilla mailla taimiaines oli usein syntynyt jo ennen siemenpuuhakkuuta. Joissakin tapauksissa uusi metsä katsottiin mahdolliseksi perustaa vapauttamalla alikasvosase-

massa olevat taimet.²³⁰ Luontaisen uudistamisen tulokset olivat vielä 1960-luvun alussa vaihtelevia ja menetelmän soveltamisesta vallitsi käytännössä epätietoisuutta. Tuolloin metsänviljelyn mahdollisuudet nähtiin selkeästi luontaista uudistamista paremmiksi.

Maanmuokkausmenetelmien kehittymisen ansiosta männyn luontaisen uudistamisen huomattiin 1980-luvun alussa onnistuvan selvästi paremmin kuin aikaisemmin muokkaamattomilla tai laikutetuilla aloilla.^{84, 87, 151, 237, 238, 241}

Tuloksia paransi myös se, että menetelmää käytettiin enimmäkseen vain sille sopivilla kasvupaikoilla. Liian viljavat tai muuten huonosti taimettuviksi arvioidut uudistusalat viljeltiin. Maanmuokkauksen ansiosta männyn luontaisen uudistamisen nopeus on myös parantunut tuntuvasti. Jos hyvä siemensato saadaan edellisenä kesänä muokattuun maahan, uudistaminen onnistuu jopa yhdessä vuodessa, eikä siemenpuiden seisottaminen pitempään edistä taimettumista.⁹⁷ Mutta epäonnistumisia kohda-



Valokuva 53.3 Suotuisissa olosuhteissa mänty uudistuu luontaisesti yhdessä vuodessa. Kuvassa tulos yhden vuoden siemensadosta 12 vuoden kuluttua siemenpuiden poistamisesta. Maankunnostus tehty äestämällä.



Valokuva 53.2 Männyn luontaista uudistamista Metsäntutkimuslaitoksen Muhoksen tutkimusalueella. Siemenpuuhakkuu vuonna 1985 ja maankunnostus äestämällä 1986. Siemenpuut on poistettu äestysvakojen päältä talvella 1996, mutta muokkaamattomalla alalla ne olivat hitaan taimettumisen takia pystyssä vielä talvella 1999.

taan edelleenkin, kun siemensadot ja säät vaihtelevat, tai kun yritetään luontaista uudistamista liian viljavilla kasvupaikoilla.

Männyn luontaisen uudistamisen suosio lisääntyi 1990-luvulla. Tähän vaikutti uusi tutkimustieto menetelmän mahdollisuuksista ja rajoituksista, sekä sen halpuus viljelyyn verrattuna. Siemenpuumenetelmällä on mahdollista saada aikaan tiheitä taimikoita samoilla kustannuksilla kuin harvojakin. Usein halpuus voi kostautua taimikoiden aukkoisuutena ja puiden koon epätasaisuutena, mikä vähentää taimikoiden puuntuotannollista arvoa. Ylispuiden taitamaton korjuu voi vaurioittaa jopa 30—50 % taimista, vaikka keskimäärin selvittäään 10—15 % vaurioilla.⁴⁸

Käytännön kokemusten ja uusimman tutkimustiedon pohjalta^{48, 97, 241} männyn siemenpuuhakuusta voidaan esittää seuraavat pääkohdat:

- 1) Soveltuu parhaiten kuivahkolle kankaalle ja sitä karummille kasvupaikoille, joiden valtapuustossa on elinvoimaisia suurilatvuksisia puita.
- 2) Siemenpuita valitaan tilanteen mukaan 20–50 kpl/ha kasvupaikan karuuden ja siemenpuiden laadun mukaan. Pieniä siemenpuita tarvitaan enemmän kuin suuria ja karumilla kasvupaikoilla siemenpuiden tarve kasvaa. Reunametsän siemennyskyky otetaan huomioon.
- 3) Kivennäismaan paljastava maanmuokkaus lähinnä äestäen tai laikuttaen on välttämätöntä ja se tehdään hakkuuta seuraavana kesänä. Paljastettua kivennäismaapintaa tulee olla kauttaaltaan tasaisesti ainakin 20 % uudistusala. Muokatun alan tarve kasvaa siementymisedellytysten, mm. pienet siemenpuut, heikentyessä. Maankunnostus pyritään ajoittamaan hyvän siemensadon edelle.
- 4) Siemenpuut poistetaan välittömästi tai viimeistään viiden vuoden kuluttua siitä, kun riittävä taimettuminen on todettu. Tämä sillä edellytyksellä, että niiden osittaiseksi säästämiseksi ei ole hyvää syytä, kuten maiseima tai monimuotoisuus.
- 5) Siemenpuiden poisto tehdään huolella ja välitetään aiheuttamasta pahoja vaurioita taimikolle. Puiden kaato jo isoiksi päässeiden taimien päälle pakkasella ja välinpitämätön maastokuljetus ajouria käyttämättä ovat pahimpia virheitä. Hyvin suunnitellussa ja toteutetussa korjuussa vauriot jäävät pieniksi.
- 6) Siemenpuiden sijoittelussa otetaan huomioon alttius tuulelle ja maisemanäkökohdat.

Kuusen luontainen uudistaminen

Kuusen luontaisen uudistamista harkittaessa selvitetään aluksi onko metsikössä jo taimiainesta. Jos sitä ei ole, luontaisesta uudistamisesta kannattaa luopua. Jos taimiainesta on runsaasti tai sitä näyttäisi syntyvän helposti puustoa harvennettaessa, kuusi voidaan uudistaa luontaisesti käyttämällä (1) suojuspuumenetelmää tai (2) reunametsän siemennykseen perustuvaa kaistalehakkuuta. Kuusen uudistaminen suojuspuuhakuulla vaatii onnistuakseen useita oikein ajoitettuja toimenpiteitä taimiainoksen hankkimisessa ja syntyneiden taimien vapauttamisessa. Menetelmän vaativuutta korostaa sen soveltuvuus lähinnä vain viljavien kasvupaikkojen hoidettujen kuusikoiden uudistamiseen.⁶⁵

Kuusen uudistamisessa suojuspuumenetelmällä on oikeastaan kyse kuusialikasvoksen hankkimisesta emopuuston alle. Kiertoajan loppupuolella kuusikko hakataan runkolukuun 300–500 kpl/ha ja huonokuntoiset, taimikkoon kelpaamattomat alikasvospuut raivataan. Kun taimia on ilmaantunut riittävästi, metsikkö väljennetään suojuspuuasentoon (100–300 kpl/ha) siten, että pystyy jätetään mahdollisimman paljon koivuja ja mäntyjä (valokuva 53.4). Mänty ja koivu edistävät valon pääsyä metsikön sisälle sekä pienentävät oksakarikkeen määrää ja korjuuvaurioita suojuspuus-



Valokuva 53.4 Kuusen suojuspuuasento, jossa seassa myös koivua.

ton poistovaiheessa kuuseen verrattuna. Koivulla on myös maan ominaisuuksia parantava vaikutus lehtikarikkeensa ansiosta. Suojuspuut poistetaan, kun taimia on tarpeeksi ja ne ovat niin suuria, että pärjäävät pintakasvillisuuden kilpailussa. Aikaa taimettumiseen tähtäävästä väljennyksestä suojuspuiden poistoon kuluu noin 15—20 vuotta. Suojuspuut poistetaan kahdessa vaiheessa.

Suojuspuumenetelmän käyttö on ollut Suomessa suhteellisen vähäistä. Hitauden lisäksi ongelmia on ollut taimettumisessa (aukkoisuus ja harvuus) ja puunkorjuussa.^{73, 117, 166} Huonot tulokset johtuvat myös menetelmän väärästä soveltamisesta, kun sitä on yritetty metsiköissä, joissa ei ole ollut ennakkoon taimiainesta. Heikko taimettuminen on ekologinen kysymys, sillä kuusi itsessään vaikuttaa kasvupaikan huonontumiseen ja saa aikaan humuskerroksen paksuuntumisen, joka korostuu Pohjois-Suomen viileissä ja humideissa olosuhteissa.²¹⁵ Taimettumista vaikeuttaa myös kuusikon hoitamattomuus, kun esim. riukuuntunut alikasvos estää taimiaineksen muodostumista. Varteenotettava tekijä on myös kuusen hyvien siemenvuosien jaksottaisuus. Heikkoja siemenvuosia on kuusella Etelä-Suomessakin suhteellisen runsaasti.^{93, 114} Jos hyvä siemenvuosi sattuu kuivaan kesään, runsaskin taimiainesta tuhoutuu poutajaksojen aikana. Taimettuminen onnistuu siten parhaiten lehdossa ja lehtomaisilla kankailla.¹⁰⁶ Suojuspuiden poistaminen on myös ratkaisevan tärkeä vaihe uudistamistuloksen kannalta. Suurten oksikkaiden kuusten kaadossa vaurioituu helposti paljon taimia. Kuusen ylispuuhakkuissa vaurioituu keskimäärin 30 % taimista, mutta vaurioprocentti voi helposti ylittää 50 %:a.⁴⁹ Siitäkin syystä suojuspuina pitäisi käyttää enimmäkseen muita puulajeja. Taitavalla korjuulla päästään tietenkin vähemmällä vaurioilla.

Suojuspuumenetelmän lisäksi kuusi voidaan uudistaa reunametsän siemennykseen perustuen luontaisesti myös avohakkuuna. Hakkuutapa on silloin kaistalehakkuu, joka sopii eri-

tyisesti ravinteikkaisiin korpiin tai vastaaville soistuneille kangasmaille, sekä tuoreille tai sitä viljavammille kivennäismaille. Taimettumisen edellytys on kivennäismaan paljastava maanmuokkaus. Reunametsän riittävä siemennys ulottuu lähes 100 m etäisyydelle ja yksittäisiä taimia tavataan vielä yli 200 m päässä¹⁰⁰. Kaistalehakkuun vaihtoehtoksi on esitetty pienenalaista maastoon mukautettua avohakkuuta, maanmuokkausta ja koivusuojuspuustoa¹⁶⁶. Tulokset reunametsän siemennyksestä ovat kuitenkin niin vaihtelevia ja monesta tekijästä riippuvia¹⁰⁸, että menetelmän toimivuutta on vielä tutkittava ja kokeiltava, ennen kuin sitä voidaan suositella laajempaan käyttöön.

Koivun luontainen uudistaminen

Koivun luontaisen uudistamisen perusedellytys on tuleentunut siemen ja riittävän runsas siemensato. Siemensatotutkimusten^{93, 197, 199, 200} mukaan hyvien ja huonojen siemensatovuosien välillä on suuri ero, mutta heikotkaan siemenvuodet eivät ole nollavuotia. Kun koivun siementen itävyys on yleensä hyvä, on arvioitu, että siemensadot eivät rajoita koivun luontaista uudistamista.²⁰⁵ Siementä tulee runsaasti myös Pohjois-Suomessa. Koivua tuleekin uudistusalaille yleensä runsaasti aivan karuimpia kasvupaikkoja lukuun ottamatta.

Koivun runsaasta luontaisesta taimettumisesta johtuu, että sen aktiiviseen luontaiseen uudistamiseen ei ole ollut erityistä tarvetta eikä sitä ole myöskään käytännössä paljon tehty.¹²⁹ Menetelmästä on kokemuksia sekä tutkimuksesta¹⁷⁹ että käytännön uudistusaloilta.¹⁵² Tämä koskee lähinnä rauduskoivua, mutta hieskoivunkin luontainen uudistaminen erityisesti kylmillä veden vaivaamilla kasvupaikoilla on mainittu vaihtoehtona.

Koivun luontaisen uudistamisen onnistumisen kannalta on tärkeää hakkuun ajoittaminen ja kohteen valinta.¹⁵² Paras hakkuuajankohta on hyvää siemenvuotta edeltävä talvi. Hyvien ja huonojen siemenvuosien ennustaminen on koi-

vulla havupuita vaikeampaa. Jokseenkin varmaa on vain ollut se, että erityisen hyvää siemenvuotta seuraa aina huono siemenvuosi.²⁰⁴ Paras uudistamiskohde on viljavan kasvupaikan kuusikko, jossa on riittävästi hyviä koivuja siemenpuiksi. Taimettuminen onnistuu näissä parhaiten, sillä kuusikon aluskasvillisuus on heikkoa, eikä rehevöidy hakkuun seurauksena niin nopeasti, kuin puhtaan koivikon aluskasvillisuus.

Hakkuussa jätetään siemenpuita 10—20 kpl/ha (valokuva 53.5). Jos reunametsässä on siementäviä koivuja, niiden siementävä vaikutus otetaan huomioon. Tehokas siementyminen ulottuu noin 50 m etäisyydelle siementävistä puista.^{191, 197} Siemenpuut poistetaan heti taimettumisen tapahduttua, ellei niitä jätetä maisemapuiksi uudistusalalle.



Valokuva 53.5 Rauduskoivun siemenpuuasento.

Myös koivun luontaisessa uudistamisessa hyvän taimettumisen välttämätön edellytys on tehokas kivennäismaan paljastava maanmuokaus. Koivu uudistuu luontaisesti muokatuille uudistusaloille sitä paremmin, mitä enemmän kivennäismaata paljastetaan.^{179, 180} Paras maanmuokkauksen ajankohta on heinäkuu, juuri ennen siementen varisemista. Koska taimia syntyy yleensä runsaasti, taimikonhoito on tehtävä viimeistään noin kolmen metrin pituudessa. Näin turvataan runkojen vahvistuminen samalla, kun kestävyys lumituhoja vastaan paranee.

Alikasvosuudistaminen

Alikasvoksella tarkoitetaan valtapuuston alle ennen varsinaista uudistushakkuuta syntynyttä vaihtelevankokoista taimikko – riukuvaiheen puustoa.⁵⁰ Kuusi on meillä tyypillinen alikasvospuu. Alikasvosasemassa kasvavia luontaisesti syntyneitä kuusen taimikoita tavataan varsinkin koivun alla, mutta ne eivät ole myöskään harvinaisia tuoreiden kankaiden männiköissä. Alikasvosuudistuminen on tyypillisintä juuri kuusella, vaikka alikasvosasemaan syntyneitä männyn ja koivun taimikoita on myös kuvattu.⁵⁶ Kuusi on varjoa sietävä, heikoissakin oloissa vuosikymmeniä kituuttava puulaji, joka vapauduttuaan kykenee yllättävän nopeaan elpymiseen ja kasvuun,²¹³ kuten myös eräissä kokeissa on osoitettu.²³⁴

Alikasvosten merkitys metsien uudistumisen kannalta on ollut pitkään tunnettu erityisesti valtakunnan metsien toistuvien inventointitulosten perusteella¹³⁴. Niiden käyttö metsänuudistamisessa on kuitenkin aina näihin aikoihin asti jäänyt varsin vähälle huomiolle mm. korjuuteknisten syiden takia. Syntyneet alikasvokset ovat usein myös epätasaisia ja laadultaan heikkoja, mikä ei ole rohkaissut niiden käyttöä. Teknisistä ongelmista ja suhteellisen rajallisista pinta-aloista huolimatta alikasvosuudistamista pitäisi mahdollisuuksien mukaan hyödyntää enemmän. Valmiina olevasta, itseksensä syntyneestä taimikosta ei aiheudu taimettamiskuluja ja uudistamisen ympäristövaikutukset jäävät hyvin vähäisiksi.

Alikasvosuudistamisessa on aina korjuuvaurioiden riski. Jos alikasvokset ovat jo alkuaan aukkoisia, saattaa taimikosta tulla liian harva viimeistään korjuussa. Myös juurikäävän aiheuttama kuusen tyvilaho rajoittaa menetelmän käyttöä. Ennakkotulokset Metsäntutkimuslaitoksen tutkimushankkeesta viittaavat siihen, että tyvilahon vaivaamissa metsiköissä suuri osa kuusen alikasvoksista on jo saanut tartunnan, mikä vähentää alikasvosten käyttökelpoisuutta tyvilahon riskialueella Etelä-Suomessa.

54. Viljely

Viljelymenetelmät

Kaarlo Kinnunen

Kylvö

Kylvöllä on joitakin etuja istutukseen verrattuna. Siemenestä lähtien maastossa kasvavalla taimella ei ole juuristo-ongelmia, joita istutus-taimella saattaa olla. Alkuvaiheen tiheys kylvö-taimikossa mahdollistaa sen, että tiheyden avulla voidaan parantaa puiden laatua ja suorittaa valintaa hyvälaatuisten taimien hyväksi. Istutuksen etuja puolestaan ovat parempi mahdollisuus käyttää jalostettua siemenmateriaalia ja taimien nopeampi alkukehitys, josta on apua kilpailussa heinittymistä ja vesottumista vastaan.

Puulaji ja kasvupaikka

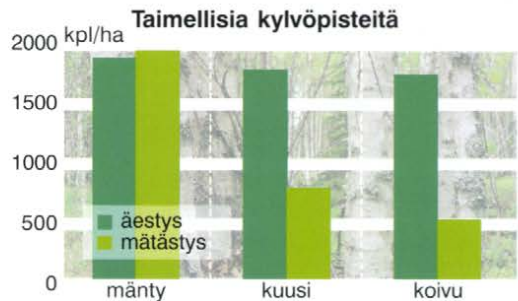
Varmimmin kylvöllä päästään hyvään tulokseen kylvämällä mäntyä karuille kasvupaikoille eli sinne, missä myös männyn luontainen uudistaminen on vahva vaihtoehto. Selkeimmin kylvön kanssa joudutaan vaikeuksiin rehevillä, hienojakoisilla mailla, jossa istutustaimilakin voi olla vaikeuksia pintakasvillisuuden kanssa. Tämä rajoittaa kuusen ja koivun kylvön käyttömahdollisuuksia selvästi. Joskus kylvetään kuusta ja mäntyä yhtäaikaa, jotta ainakin toisen puulajin taimettuminen onnistuisi vaikealla uudistamiskohteella.

Kylvötaimien alkukehitys on hidasta, joten kylvö sopii parhaiten karuille kasvupaikoille, jossa taimet pärjäävät kilpailussa pintakasvillisuuden kanssa. Koska kylvötaimien juuristo on ensimmäisen kasvukauden jälkeen hyvin pinnallinen, taimet ovat arkoja rousteelle. Niinpä kylvöön sopivat parhaiten lajittuneet, karkeahkot maat. Niillä puolestaan taimettumista haittaa kuivuus.

Koivun kylvön pahin uhka on kuivuus. Niinpä sitä ei voida kylvää mättäisiin, jossa taimet selviäisivät paremmin pintakasvillisuuden kilpai-

lusta. Koivun siementä ei voida peittää, koska siemen ei idä pimeässä. Pintaan jätetty siemen kulkeutuu helposti tuulen mukana pois muokkausjäljestä ja talleaminen taas voi vaurioittaa siementä. Koivun siemen joutuu heti hankki-maan kasvuun tarvittavan energian maasta, koska sillä ei ole juuri vararavintoa: tuhatjyvä-paino on vain 0,25 g. Myös siemenen itävyys on alhainen ja siemen kestää huonosti varas-tointia. Syitä koivun kylvön epäonnistumiseen on siis runsaasti. Koivu kuitenkin uudistuu varsin tehokkaasti luontaisesti, miksei siis kylvämällä. Suurin ero lienee siemenmääräs-sä. Koivu tuottaa varsin usein runsaita siemen-satoja. Myös siemenen varisemisajankohta, taimettumista edeltävän kasvukauden elokuus-sa, on edullinen. Itäessään pääosin seuraavana keväänä siemen käyttää kevätkosteuden hyväkseen.

Sekä kuuselle että koivulle voidaan suositella vain sellaista muokkausta, jossa paljastetaan vain kivennäismaa. Pintakasvillisuuden kilpai-lun vähentämiseksi muokkausjäljen tulisi olla leveä, mielellään metrin levyinen. Kaivurilai-kutus on siis äesjälkeä parempi kylvön yhtey-dessä. Tosin sen hintakin on korkeampi. Kuusen kylvötulos mättäillä on osoittautunut yhtä huonoksi kuin koivulla. Kuusen siemen itää kyllä mättäillä, mutta taimen kohtaloksi muo-dostuu ensimmäinen talvikausi. Kuusella juu-ristokehitys on hidasta, joten sen pinnallinen juuristo on altis rousteelle.

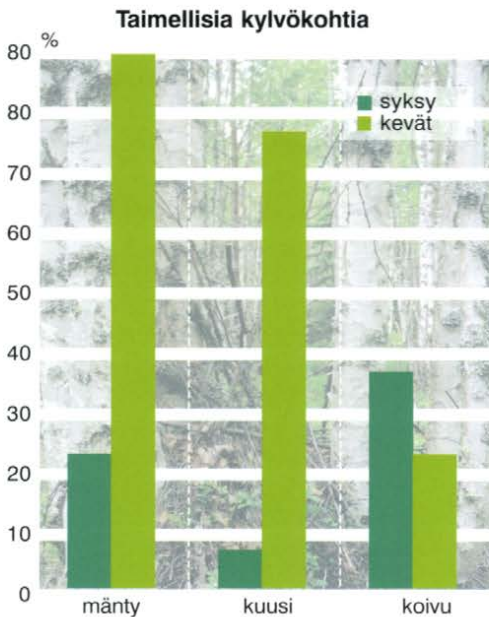


Kuva 54.1 Männyn kylvö onnistuu yhtä hyvin mättäillä kuin äesjäljessä. Kuusen ja koivun kylvötulos mättäillä on huono.

Kylvöajankohta

Kevät on kaikilla puulajeilla varmin kylvöajankohta. Koivua voidaan kylvää myös myöhään syksyllä, jolloin siemenet itävät seuraavana keväänä. Havupuun siemenet sen sijaan menettävät itävyytensä talven aikana. Erityisen hyvin syyskylvöön sopii samana kasvukaute-na kerätty koivun siemen, koska se vaatii itääkseen korkean lämpötilan (+20 °C). Näin vaara siemenen itämisestä ja kehittymisestä arkaan vaiheeseen ennen talvea poistuu. Kylmäksittelyn saanut koivun siemenkin itää jo +10 °C, mutta myöhäinen syyskylvö kuitenkin onnistuu yhtä hyvin kuin kevätkylvö (kuva 54.2). Havupuiden siementen tuhoutuminen johtunee pääosin siemensyöjistä ja pakkasen aiheuttamista soluvaurioista.

Valoilma ei aseta siemenen itämiselle esteitä, vaan siemen itää kunhan lämpöä ja vettä on riittävästi. Talven yli selviäminen sen sijaan paranee, kun taimi ennättää kunnolla kiinnittyä alustaansa eli kehittyä mahdollisimman pit-



Kuva 54.2. Syksy ei sovi männyn ja kuusen kylvöön. Koivua voidaan kylvää myös syksyllä.⁸⁶

källe. Vanha ohje suositeltavasta kylvökaudesta, keväästä juhannukseen, pätee edelleen havupuilla. Koivulla tähän voidaan lisätä myöhäisyksy. Otollinen kylvöajankohta toki vaihtelee melkoisesti kasvukauden sääolojen mukaan, mutta koska kesän säätä ei tiedetä ennakkoon, turvallisinta on pitäytyä hyväksi havaitussa.

Kylvöalusta

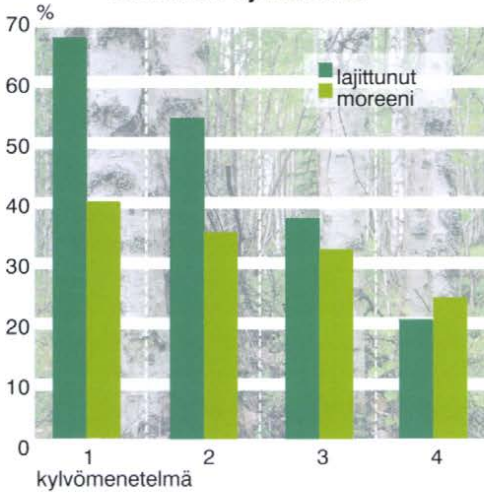
Hyvän kylvöalustan ominaisuudet kyllä tunnetaan: lämmin, kostea, hapekas. Vaikeutena vain on, miten ne saadaan aikaan vaikeissa maasto-oloissa kohtuullisin kustannuksin. Kun kasvukausien sääolot vaihtelevat suuresti, yhtenä vuonna ihanteellinen kasvualusta ei olekaan sitä toisena. Niinpä kylvöalustan suhteen täytyy tyytyä kompromissiin, jotta tulos olisi kohtalaisen hyvä sekä kuivina että kosteina kasvukausina.

Kylvö edellyttää aina maanmuokkausta, jotta siemen saataisiin kivennäismaan pintaan, joka on todettu parhaaksi taimettumisalustaksi. Koneellinen maanmuokkaus on peruskäsittely, jonka jälkeen voidaan kylvää jo sellaisenaan tai jälkeä voidaan jalostaa pidemmälle erilaisin pienkäsittelyin. Tällaisia ovat pienet vaot, viirut ja painaumat, joiden tarkoituksena on saada siemen tasaisen kosteaan maahan. Niiden vaikutusta voidaan tehostaa peittämällä siemen kevyesti maalla. Koivun siementä ei kuitenkaan voida peittää.

Kylvömenetelmät

Kylvö alkoi luonnonmukaisesti hajakylvöstä ja nyt on palattu suurelta osin samanlaiseen menetelmään, tosin hieman eri muodossa. Suunnattu hajakylvö muokkausjälkeen on viime aikoina lisääntynyt helpon koneellistettavuutensa ansiosta. Koneellisen kylvön helppous ja pienet työ kustannukset ovat ehkä liikaakin sokeisseet käyttäjänsä ja saaneet unohtamaan kylvöajankohdan ja kasvupaikan asettamat ra-

Taimellisia kylvökohtia



1. Vakokylvö kivennäismaahan, peitto kivennäismaalla
2. Vakokylvö kivennäismaahan
3. Vakokylvö humukseen, peitto humuksella
4. Vakokylvö humukseen

Kuva 54.3 Kangasmailla kivennäismaa on paras sekä kylvöalustana että peittomateriaalina. Moreenimaalla kylvö onnistuu huomattavasti paremmin kuin lajituneella ja ero humuksen ja kivennäismaan välillä on pienempi kuin lajituneella maalla.

joitukset. Keväällä ja alkukesällä tehty konekylvö on onnistunut tyydyttävästi karuhkoilla kasvupaikoilla. Puolukkatyyppiä viljavampia maita ei kannata kylvää sen paremmin koneella kuin käsinkään.

Myös käsinkylvö muokkausjälkeen on helppoa ja nopeaa, jos se tehdään samalla tavalla pintakylvönä kuin konekylvössä. Kätevä ja halpa havupuiden siemenen annostelija voidaan valmistaa tekemällä siemenpullon korkkiin viisi reikää, joiden läpimitta on neljä mm. Pulloa heilauttamalla saadaan tällöin 8—10 siemenen annos. Siemenen koko ja kosteus vaikuttavat annoksen suuruuteen, mutta reikien koon ja määrän avulla annos voidaan säätää sopivaksi. Testaus on helppo tehdä ravistamalla sie-

meniä muutama kerta paperin päälle. Kylväessä tahdittajana toimii askeleet. Maastossa askeleen keskipituus on n. 60 cm. Em. siemenannoksella siemenmenekki on keskimääräisellä äestysalalla n. 350 g/ha, kylvettäessä joka askeleella.

Siemenen polkaisulla maahan kylvötulosta voidaan hieman parantaa. Vaarana on kuitenkin siemenen vaurioituminen. Parempi onkin tehdä maahan pieni vako, viiru tai pieniä painaumia ja peittää siemen kevyesti. Tällä tavoin siemensyöjien aiheuttama siemenhävikki pienenee ja itämisolot, lähinnä kosteuden osalta paranevat. Vanha vakorauta on vieläkin aivan käyttökelpoinen laite. **Männistön raudassa** on vakorautaan yhdistetty siemenen annostelu, joka nopeuttaa työtä. Työnnettäviä kylvöpyöriä on ainakin kahta mallia, jo kauan käytössä ollut **Jalco-** ja uudempi **TOP-** kylvölaite. Molemissa kylvö tehdään työntämällä varren päähän liitetyllä kiekolla vako, johon siemenet työnnettäessä varisevat.

Koivun kylvö suositellaan tehtäväksi hiekkaan sekoitettuna (1 osa siemeniä, 5 osaa hiekkaa).



Valokuva 54.1 Erilaisia kylvölaitteita vasemmalta oikealle: Kantarauta ja jalkapallokenkä painaumien tekoon, suomalainen suojakylvölaite, ruotsalainen suojakylvölaite (muokattulle maalle), ruotsalainen suojakylvölaite (muokkaamattomalle maalle), TOP-kylvölaite, Jalco-kylvölaite, Männistön rauta ja vakorauta.

Tietotaulu 54.1

Koneellinen kylvö *Arto Rummukainen*

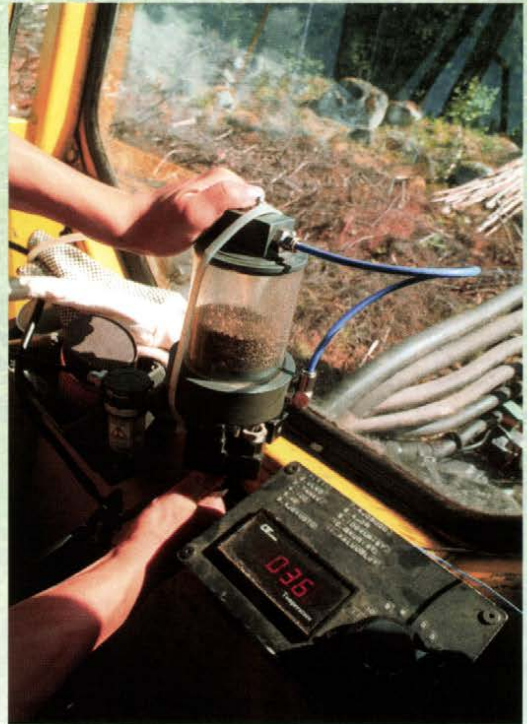
Maanmuokkaukseen yhdistetty koneellinen kylvö on edullisempänä korvannut suurimmaksi osaksi käsinkylvön. Konekylvöä käytetään jopa siemenpuualueiden taimettumisen varmistamiseen ja nopeuttamiseen. Kylvöala kasvoi menetelmän yleistymisen myötä 1990-luvulla yli puolitoistakertaiseksi.

Suomessa on puolen tusinaa kotimaista maanmuokkaukoneisiin yhdistettävää kylvölaite-tyyppiä, joiden yksiköitä lienee käytössä pari sataa. Ne koostuvat yleensä siemensäiliöstä, annostelijasta, kylvölaiteesta, putkistosta sekä näiden ohjausyksiköstä. Yksinkertaisissa laitteissa siemensäiliön pohjassa olevan kolopyörän pyörytys pudottaa koloon kertyneen siemenmäärän maahan. Niissä on riskinä siemenen mahdollinen vahingoittuminen. Kehittyneimmissä laitteissa on hellävarainen annostelija ja tietokoneohjattu siemenmäärän ja kylvövälin säätö. Kylvölaite liitetään muokkaimen, joka voidaan edelleen varustaa vaikka herbisidiruiskulla. Äkeet tuottavat jatkuvaa muokkausjälkeä ja mätästäjissä kuljettaja valitsee kylvökohdan, joten kummallakaan muokkaustavalla siemenet eivät joudu valmistamattomaan maahan. Jatkuvatoimisissa laikkureissa kylvökoneen säätöjen on toimittava moitteettomasti, jotta siemenet osuisivat laikkuun. Koivun konekylvön toteuttaminen on vaikeaa, koska kevyet siemenet tarttuvat helposti putkiin ja vaikeuttavat annostelua.

Seed Gun ja TTS Sigma ovat monipuolisesti säädettäviä ja paineilmalla siemenet kylviäviä laitteita. Edellisissä siemenet annostellaan paineilmapulssilla. Tämä mahdollistaa useiden puulajien sekakylvön. Laite voidaan asentaa sekä kuljettajan ohjaamiin että automaattisiin maanmuokkaukoneisiin ja sen toimintaa ohjataan tietokoneella. Siemenet pudotetaan put-

kesta maahan, jossa ne vierivät muokkausjäljen koloihin. Kylvölaitteen käyttö ei yleensä vähennä maanmuokkauksen tuottavuutta. Kylvetyn siemenen määrä mitataan urakkamaksujen perusteeksi. Konekylvön kustannukset muodostuvat muokkauksesta, laitteiden pääomakuluista sekä siemenmateriaalin hankinta- ja käsittelykustannuksista.

Tulevaisuudessa kylvökoneen pitää pystyä kylvämään eri puulajeja ja niiden sekoituksia uudistusalueen eri osiin. Kylvökone voitaisiin



Valokuva 54.2 Seed Gun -kylvölaitteen paineilmatoinen annostelija sijoitetaan ohjaamoon, jossa kuljettaja voi helposti seurata siementen menekkiä.

Tietotaulu 54.1

asentaa jopa istutuskoneen lisälaitteeksi vaikka kivisiä maastokohtia varten. Kylvössä voidaan pyrkiä varmempaan taimettumistulokseen lisäämällä kylvettäviä siemenmääriä ja muokkausalaa. Toinen vaihtoehto on kylvää vähemmän siemeniä, mutta parantaa siemenen itämisedellytyksiä kasvupaikan osalta. Itämisvarmuutta muokkausjäljessä voidaan parantaa sijoittamalla siemen pieneen koloon, jossa se on

suojassa ja edullisissa kosteusoloissa. Jos yksittäisen siemenen itävyys varmennetaan tällä tavoin tai esimerkiksi suojakuoreen pilleröinnillä, käytettäviä siemenmääriä voidaan vähentää oleellisesti kylvämällä vain yksi siemen paikkaansa. Tämä edellyttää kylvökoneelta kykyä annostella siemenet yksitellen ja sijoittaa ne tarkasti muokkausjäljen suojakoloihin.



54.2a Koneellinen kylvä on onnistunut tällä kohteella hyvin.

Harjoittelemalla siemenmäärän oppii annostelemaan sormituntumalla myös ilman hiekkaa. Kosteaa hiekkaa helpottaa kuitenkin kylvöä varsinkin tuulella, jolloin kuivien siementen kylvö on hankalaa.

Suojakylvössä kylvökohta suojataan muovisella kartiomaisella suojalla, jonka yläosassa on reikä. Suojakylvö ei kalleutensa takia ole saavuttanut suosiota. Sen käyttö sopii parhaiten kalliin siemenen kylvöön, jolloin siemenmäärää voidaan alentaa. Samaten sellaisen siemenen (koivu, haapa) kylvössä, joka ei kestä peittämistä, suojakylvö on paikallaan.

Siemenmäärä

Siemenmäärään vaikuttaa eniten kaksi tekijää:

1. Millaisella riskitasolla halutaan toimia
2. Työn ja siemenen hintasuhte

Siemenmäärää lisäämällä voidaan vähentää kylvön epäonnistumisriskiä. Työtä lisäämällä eli käyttämällä pienipiirteistä kylvömenetelmää siemenmäärää voidaan vähentää.

Hajakylvössä siemenen kenttäitävyys on 10–20 prosenttia ensimmäisen kasvukauden jälkeen. Seuraava talvi verottaa taimista keskimäärin puolet. Tämän jälkeen kuolleisuus pienenee selvästi, joten voidaan arvioida, että ainakin puolet jäljelle jääneistä taimista jää henkiin muodostamaan uutta puusukupolvea. Minimiksi voidaan asettaa 10 000 tainta ensimmäisen kasvukauden jälkeen, jolloin toisen kasvukauden jälkeen elossa olisi 5 000 tainta. Pessimistisen 10 prosentin itävyysennusteen mukaan tarvittava siemenmäärä on männyllä ja kuusella 450 g/ha, kun taas vastaavasti optimistisellä 20 prosentin itävyydellä riittäisi 225 g/ha. Tässä on haarukka, josta siemenmäärän voi valita. Jos kylvöalalla on reunametsää ja odotettavissa on hyviä siemensatoja, siemenmäärä voidaan turvallisesti valita alapäästä. Jos taas arvioidaan, että luontaisesta siemennyksestä ei saada apua, kannattaa pitäytyä haarukan yläpäässä.

Kylvökohdan pienkäsittelyllä kenttäitävyyttä voidaan parantaa noin kaksinkertaiseksi pintakylvöön verrattuna. Näin siemenmäärän vaihteluväli on 110–220 g/ha. Edellytyksenä on laboratorioitävyydeltään yli 90 prosenttia oleva siemen. Kylvökohtia on tällöin 2 500–5 000 kpl/ha ja arvioitu siemenmäärä/kylvökohta 5–20 kappaletta. Luontaisen täydennyksen varmuus on tässäkin tärkein peruste päätettäessä, paljonko siementä käytetään. Liika optimismi voi kostautua täydennys- tai uusintatarpeena, jolloin uudistusala joudutaan ehkä istuttamaan.

Yhteenveto

- Kylvö soveltuu parhaiten männyn uudistamiseen karuilla kasvupaikoilla (kuivilla ja kivi- ja kankailloilla, joissa ei ole heinittymisvaaraa).
- Suositeltava kylvöajankohta vapusta juhannukseen havupuilla, koivua voidaan kylvää myös myöhään syksyllä.
- Maanmuokkaus on tehtävä aina. Kivennäismaan paljastaminen riittää tavallisesti.
- Maanpinnan pienkäsittelyllä ja siemenen peitolla tulosta voidaan parantaa.
- Siementarve vaihtelee 110–450 g/ha riippuen kylvömenetelmästä ja luontaisen täydennyksen varmuudesta.

Istutus

Istutuksen avulla uudistamisaika lyhenee taimien istutusiän ja yhden kasvukauden verran. Taimikon kehityksen alkuvaiheessa, jolloin pintakasvillisuuden kilpailu on suuri uhka taimille viljavilla mailla, tämä etu voi usein ratkaista uudistamisen onnistumisen. Kiertoajan lyheneminen korvaa osaltaan kylvöä korkeampia viljelykustannuksia.

Istutus on varma uudistamismenetelmä. Sen välittömät kustannukset ovat suuret, koska se tehdään pääosin ihmistyönä. Mitä suurempia



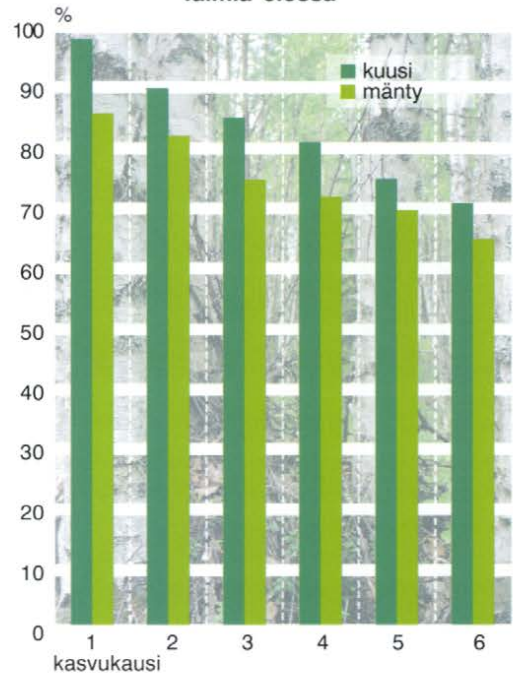
Valokuva 54.3 Istuttaja työssään pottiputken kanssa.

taimia istutetaan, sitä kalliimpaa se on. Siksi työmaat tulee suunnitella siten, että ihmistyötä tarvitaan mahdollisimman vähän. Tämä edellyttää, että muokkausjälki on hyvä ja taimet on levitetty istutusalueelle siten, että tarpeeton kävely vältetään. Kallis ihmistyö voidaan suunnata tarpeellisimpaan eli istutuskohdan valintaan ja taimen huolelliseen istuttamiseen. Suuntaus pieniin paakkutaimiin on nopeuttanut istutusta, niin, että nykyisin istutuksen pääväsaavutus on lähes sama kuin aiemmin kylvön. Pienet taimet eivät kuitenkaan sovellu kaikkiin kohteisiin, vaan reheville maille tarvitaan isoja vankkoja taimia, jotka selviävät pintakasvillisuuden kilpailusta. Pienillä paakkutaimilla hehtaarin istuttamiseen muokatulle maalle menee 1–2 miestyöpäivää, suurilla paakkutaimilla 1,5–4 miestyöpäivää ja paljasjuurisilla taimilla 2,5–5 miestyöpäivää. Muokkamattomalla maalla ajanmenekki kasvaa 1–2 miestyöpäivällä.

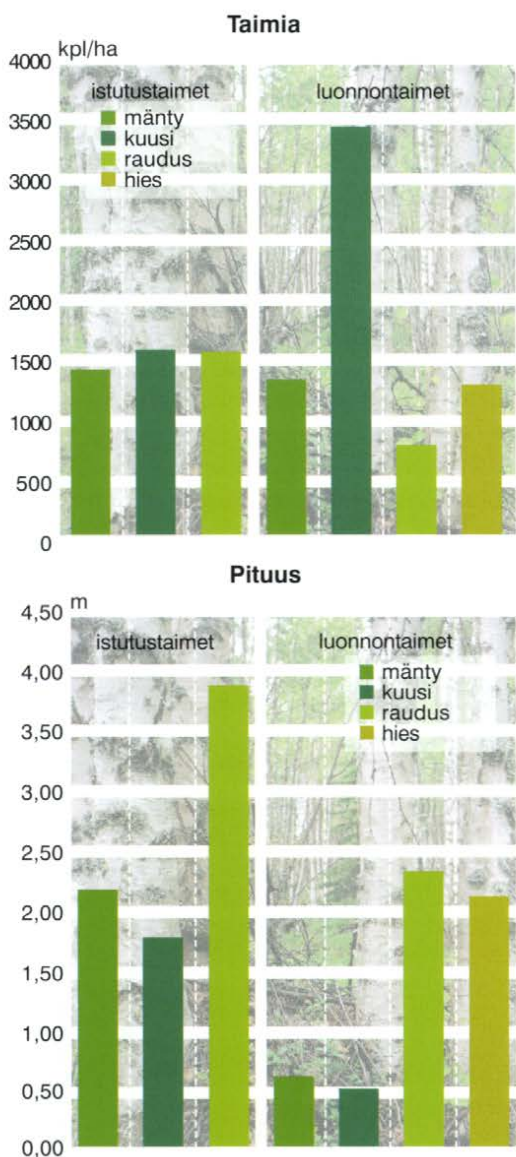
Istutustiheys

Istutustiheys on kompromissi kustannusten ja taimimäärän välillä. Lähtökohdaksi voidaan ottaa ensiharvennusvaiheeseen saakka kasvatettava runkoluku ja taimien arvioitu kuoleminen. Männyllä istutustiheyttä voidaan nostaa, jos halutaan tiheyden avulla parantaa laatua. Yleensä koivulle suositellaan 1 600 ja männylle ja kuuselle noin 2 000 tainta hehtaarille (ks. tietotaulu 21.3). Männyn laatukskasvatus edellyttää jopa kaksinkertaista istutustiheyttä ilman luonnontaimien täydennysapua. Suuri todennäköisyys luontaisesta täydennyksestä voi toisaalta pienentää istutettavaa taimimäärää. Kuusen ja koivun osalta voidaan siten joskus ajatella harvempaa istutustiheyttä, joka edellyttää huolellista jälkiseurantaa ja hoitoa, tarvittaessa täydentämistä ja luontaisia täydennystaimia. Kuusella ja koivulla laatu ei yleensä ole ongelma, joten harvahko kasvatusasento

Taimia elossa



Kuva 54.4 Istutustaimia kuolee vuosittain. Männyn taimia kuolee usein enemmän kuin kuusia.⁸³



Kuva 54.5 Luontaiset taimet kompensoivat istutustaimien kuolemista muokatuilla uudistusaloilla. Inventointi tehty kymmenen kasvukauden jälkeen istutuksesta.

on mahdollista. Useimmiten kuusen ja koivun rehevillä kasvupaikoilla saadaan myös runsaasti luontaisia täydennystaimia (kuva 54.5), mutta harvoin riittävän tasaisesti koko uudistusalueelle. Vaikka luonnontaimia on tavallisesti moninkertaisesti istutustaimiin verrattuna, vähentä-

vät luonnontaimien ryhmittäisyys ja kokoerot niiden käyttökelpoisuutta istutustaimikoiden täydentäjänä. Siten vain osa luonnontaimista sopii täydennykseksi.

Istutusajankohta

Nykyisin valtaosa taimista kasvatetaan paakuissa, joten istutusta voidaan tehdä vaikka koko sulan maan ajan. Juuriston kehityksen kannalta keskikesän on todettu olevan jopa parempi kuin kevät ja syksy. Etenkin hellekauden aikana kasvussa olevan taimimateriaalin käsittely vaatii kuitenkin erittäin tarkkaa huolenpitoa, joten paakutaimienkin istutus on sittenkin varmintä keväällä. Tällöin taimet ovat lepotilassa ja maassa on riittävästi kosteutta. Routimattomille maille paakutaimia voidaan istuttaa hyvin myös syksyllä.

Paljasjuurisille männyn ja koivun taimille suositellaan kevätistutusta. Koivu istutetaan ensin, heti roudan sulamisen jälkeen. Myös kuusella kevät on hyvä istutusajankohta, mutta jos kaivataan jatkoa istutuskautteen, kuusta voidaan istuttaa hyvin myös syksyllä, ei kuitenkaan routiville maille.

Istutuskohdan valinta

Istutuskohdan valinta on taimen menestymisen kannalta tärkein tekijä. Istutusvälissä voidaan joutua jopa yhdestä viiteen metriin sopivan istutuskohdan löytämiseksi. Tärkein periaate on, että taimi saisi juurensa kosteaan maahan, mutta ei huku sateisena kautena veden alle. Laikkuun tai äesjalkeen istutettaessa suurin riski on liiallinen märkyys, mättäisiin sen sijaan liiallinen kuivuus. Myös maalajilla ja maaston muodolla on suuri vaikutus sopivan istutuskohdan valinnassa. Rinteessä sopiva istutuskohda on eri paikassa, kuin laakson pohjalla tai mäen päällä. Rinteessä voidaan valita matalampi istutuskohda, koska vesi ei jää siihen seisomaan.

Istutustekniikka

Oikealla istutustekniikalla työ sujuu joutuisasti ja taimille taataan hyvät edellytykset selviytyä istutuksen jälkeisestä sopeutumisjaksosta huonoissakin sääolosuhteissa. Tämä on mahdollista, jos taimimateriaali on hyväkuntoista ja taimet kastellaan hyvin ennen istutusta. Hyvälläkään tekniikalla ei voida korjata taimen käsittelyn aikaisempia puutteita, mutta huonolla tekniikalla voidaan pilata hyväkin taimimateriaali.

Paakkutaimien istutus sujuu joutuisasti erilaisilla pottiputkilla, jotka säästävät istuttajan selkää. Kuokkaakin voidaan käyttää. Tätä varten on tehty kourukuokkaa pienempi ns. kennokuokka, joka sopii paremmin pienten paakkutaimien istutukseen. Kuokkaistutuksen etuna on mahdollisuus paikata huonoa muokkausjälkeä. Paakkutaimet on syytä kastella perusteellisesti ennen istutusta varsinkin keväällä ja alkukesällä. Kuivat paakkutaimet ovat kyllä keveitä kantaa ja istuttaa, mutta viljelyn jälkeen osuva pitkä poutakausi voi aiheuttaa paljon tuhoja. Paakkutaimet on istutettava riittävästi syvälle, paakun päällä maata 3–4 cm, jotta ne kestävät paremmin routimisen. Paakkutaimen istutuksessa on tärkeää, että paakku jää pystysuoraan. Näin varmistetaan taimen luonnollinen juuristokehitys.

Paljasjuuriset taimet istutetaan yleisimmin kourukuokalla. Pienet taimet istutetaan kuopan laitaan, suuret kuopan keskelle, jolloin juuret voidaan levittää tasaisesti eri suuntiin. Tavoitteena on saada juuret mahdollisimman luontaiseen asentoon. Taimen täytyy pysyä tukevasti pystyssä, mutta sitä ei saa haudata liian syvälle hapettomaan maahan. Istutustapaan vaikuttaa paljon myös muokkausmenetelmä.

Yhteenveto

1. Istutustiheys männyllä ja kuusella yleensä 2 000 kpl/ha, koivulla 1 600 kpl/ha.
2. Paljasjuuriset taimet istutetaan keväällä. Kuusta voidaan istuttaa myös syksyllä.
3. Paakkutaimia voidaan istuttaa läpi kasvukauden, mutta tämä edellyttää erityistä huolellisuutta taimien käsittelyssä ja kastelussa.
4. Istutuskohta valitaan siten, ettei taimi kuivu poutakautena, muttei myöskään jää pitkäksi aikaa veteen sateisena kautena.
5. Isojen taimien istutuksessa kourukuokka on edelleen suositeltava, pienten paakkutaimien istutus sujuu parhaiten istutusputkilla.

Tietotaulu 54.2

Koneellinen istutus Arto Rummukainen

Konetyöllä voidaan korvata ihmistyötä metsän istutuksessa, mutta konetyön tuottavuuden pitää kohota ihmistyötä korkeammaksi, jotta kokonaiskustannukset tulevat halvemmiksi. Lisäksi työn laadun pitää pysyä hyvänä. Viljelytöiden kausiluonteisuus on hidastanut koneellistamista, eivätkä ne ole fyysisesti olleet niin raskaita kuin korjuutyöt.

Konetyön etuna on monien työläjien yhdistämismahdollisuus, jolloin säästetään koneiden kuljetusten lisäksi myös työvoiman liikkumisessa ja sen haitoissa. Mätästäjä-istutuskone-yhdistelmällä toteutetulla työmaalla käy vain suunnittelija, maanmuokkaaja/istuttaja ja työn tarkastaja. Käsini istutettavalla työmaalla käy jopa kuusi henkeä eri aikoina. Konetyön etuja voidaan tehostaa antamalla koko uudistaminen yhdelle vastuulliselle yrittäjälle. Hän voi järjestää myös taimihuollon. Koko ketjun yrittäjä on yksin vastuussa työn onnistumisesta, jolloin hänelle on edullisinta tehdä työ kerralla kuntoon.

Istutuksen koneellistaminen aloitettiin auraukseen perustuvilla koneilla. Periaatetta sovelletaan taimitarhojen koulinta- ja peltojen metsityksen istutuskoneissa, mutta metsämaiden kivisille moreeneille ne eivät sovellu. Serlachiuksen istutuskone oli 1980-luvun alussa jatkuvasti etenevä yhden kuljettajan täysautomaattinen istutuskone. Istutusjälki oli varsin kelvollinen, mutta konetta ei saatu teknisesti ja taloudellisesti kannattavaksi.

Suomessa kehitettiin 1990-luvun alussa Ilves-istutuskone, joka voidaan asentaa useimpiin puutavarakuormaimiin. Taimet siirretään mekaanisesti liikkuvalla holkkihihnalla syöttöpöydältä istutusputkeen. Pöydälle mahtuu sata tainta. Kuljettaja valitsee muokkausjäljestä sopivan istutuspaikan ja painaa istutusputken maahan. Automaattinen toimintasarja pudottaa taimen istutusputken tekemään koloon ja tiivistää taimen paikalleen. Puolenkymmentä Ilves-istutuslaitteita on käytössä maatalous- tai metsätraktoreihin asennettuina. Istutustyön tuottavuus Ilves-laitteella on ollut 130—230 tainta käyttötunnissa.^{7,79} Tuottavuuteen vaikuttavat kuljettajan kyky ja kuormaimen ominaisuudet. Huono maanmuokkausjälki, kivisyys ja hakkuutähteiden suuri määrä alentavat tuottavuutta.



Valokuva 54.4 Bräcke Planter -istutuslaite edellyttää järeää peruskonetta kuten kuvan kaivinkone.

Tietotaulu 54.2

Ruotsalaisen Bräcke Planterin toimintaperiaate on sama kuin Ilves -istutuslaitteella, mutta Bräckellä tehdään myös maanmuokkaus. Kohouman teossa tarvittavien voimien ja istutuslaitteen painon takia alustakoneen tulee olla kairinkone. Suomessa on käytössä muutamia Bräcke Plantereita, joiden työn tuottavuus on ollut 120—180 tainta käyttötunnissa.^{7, 42, 79} Kivisyyden lisääntyminen heikentää selvästi työn tuottavuutta ja laatua.

Suomessa on viime vuosina istutuksessa käytetty vain Ilves- ja Bräcke -koneita, joiden

tuottavuudet eivät ole osoittautuneet riittävän edullisiksi, vaikka Ilves-istutuskoneella ihmistyövoiman tarve on neljäsosan ja Bräckellä jopa puolet pienempi kuin vastaavassa käsinistutuksessa.⁷ Taimien syötön automatisoinnilla, toimintavarmuuden parantamisella sekä työmenetelmien ja koko uudistamisketjun kehittämisellä voidaan kannattavuutta parantaa. Täysautomaattiset jatkuvatoimiset koneet tarjoaisivat enemmän mahdollisuuksia tuottavuuden kohottamiseen kuin em. kuormaimen käyttöön perustuvat koneet, mutta tekniikka ei vielääkään ole riittävän kehittyntä.

Tietotaulu 54.3

Kesäistutus uusi vaihtoehto *Jaana Luoranen ja Heikki Smolander*

Metsänviljelytyöt hyvin hallitsevan työvoiman määrä on vähenemässä ja istutukseen on löydettävä uusia ratkaisuja. Sekä käsityönä että koneellisesti tehtävässä istutuksessa on tarvetta laajentaa istutuskautta läpi kasvukauden jatkuvaksi toiminnaksi. Tämä edellyttää kuitenkin sellaisia taimituotanto- ja istutusketjuja, joita käyttäen kasvussa olevat, kesällä istutetut taimet menestyvät.

Koivun ja kuusen paakutaimilla on tehty koekteita, joissa on arvioitu eri aikaan istutettujen taimien seuraavien kasvukausien kasvua. Voimakkaimman kasvun vaiheessa keskikesällä istutetut taimet kasvoivat paremmin kuin lepotilaisina keväällä tai syksyllä istutetut taimet. Koivulla istutusajankohta ei vaikuta elossaloon, mikäli taimien kastelusta huolehditaan, eikä taimia istuteta kuivaan, helposti poutivaan maahan.¹⁹⁵ Sen sijaan heinä–elokuussa istutetut kuusen taimet saattavat vaurioitua syyskuun halloissa. Taimien hallankestävyyttä on mahdollista parantaa lyhytpäiväkäsittelyllä, jonka avulla taimien pituuskasvu voidaan pysäyttää ja karaistumista aikaistaa.

Kesällä istutettujen paakutaimien on todettu kasvaneen paremmin istutusta seuraavina vuosina verrattuna keväällä ja syksyllä istutettuihin taimiin.¹²¹ Paakutaimien menestyminen edellyttää, että juuret kasvavat nopeasti paakusta ympäröivään maahan.²⁵ Näin taimien veden- ja ravinteidensaanti on turvattu heti istutuksen jälkeen. Sekä koivun että kuusen taimilla juurten kasvu on kesällä voimakkaampaa kuin keväällä tai syksyllä. Etenkin lehtipuilla ero on selvä: niillä juurten kasvu keväällä on mahdollista vasta uusien lehtien tuottamalla sokereilla. Lisäksi kasvavien uusien juurien veden- ja ravinteidenotto on tehokasta. Juurten aktiivisuus on myös heikkoa alhaisissa

maan lämpötiloissa. Näin ollen kesällä istutetuilla nopeasti juurtuneilla taimilla on seuraavana keväänä laaja ja vahva juuristo, joka turvaa veden- ja ravinteidenoton ja sitä kautta taimen hyvän kasvun.

Kesäistutuksessa pätevät pääasiassa samat ohjeet kuin lepotilaisten taimien istutuksessa. Kasvussa olevien taimien istuttamisessa on kiinnitettävä kuitenkin enemmän huomiota taimien kokoon. Paakutaimien istuttaminen on mahdollista vasta, kun juuristo on riittävän laaja pitämään turvepaakun koossa. Toisaalta taimien versot eivät saa olla liian kookkaita paakun tilavuuteen nähden. Kesällä lämpimien säiden aikana taimet haihduttavat vettä, jolloin kuivumisriski lisääntyy huolimatta taimien nopeasta juurtumisesta. Haihdunta on sitä voimakkaampaa, mitä suurempi on lehtipinta-ala. Erityisesti koivulla on vältettävä istuttamista hyvin kookkaita, yli 50 cm taimia.

Kasvussa olevien taimien istuttaminen edellyttää huolellisempaa taimihuoltoa kuin lepotilaisten taimien istuttaminen. Kesällä taimet ovat herkempiä kuljetuksen aikaiselle ajovimmalle ja kuivumiselle.¹⁶⁷ Taimet on kasteltava päivittäin, sillä paakun vesimäärä ei lämpiminä päivinä riitä useamman päivän haihduntaan. Kasvussa olevat taimet eivät myöskään kestä pimeässä tai hämärässä varastointia. Varastointiaika saa olla vain 3–4 vuorokautta. Sekä kuljetuksen että istutuksen yhteydessä on vältettävä kovakouraista käsittelyä, jotta taimien versoja ja juuristoja ei vaurioitettaisi.

Kesäistutuksessa noudatetaan istutuskohteiden valinnassa samoja ohjeita kuin kevätistutuksessa.¹²¹ Kohteet, jotka ovat erityisen herkkiä kuivumaan, on syytä istuttaa mieluummin keväällä tai syksyllä. Maanmuokkaus ja hei-

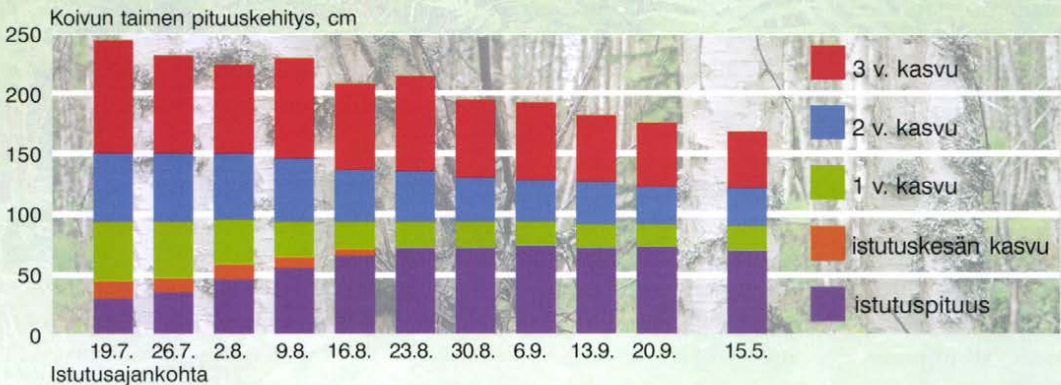
Tietotaulu 54.3

näntorjunta on myös tehtävä ennakkoon tuhokien pienentämiseksi ja alkukehityksen nopeuttamiseksi. Useita viikkoja kestäneen saateettoman, lämpimän jakson jälkeen on syytä välttää istutuksia, sillä kuivaan maahan istutetut taimet kuivuvat herkemmin, vaikka taimien ennakkokastelusta olisikin huolehdittu.¹⁹⁵

Kesäistutus näyttää koetulosten perusteella lupaavalta vaihtoehdolta sekä koivun että kuusen istutuskauden laajentamiseen. Vasta menetelmän laajamittainen käyttö mahdollistaa kesäistutukseen liittyvien riskien perusteellisemman arvioinnin.



Valokuva 54.5 Koivun kesäistutus onnistuu hyvin sitä varten kasvatetuilla taimilla.



Kuva 54.7 Kasvukauden aikana kesällä istutetut koivun paakutaimet kasvavat seuraavien kasvukausien aikana paremmin kuin kasvun päättymisen jälkeen elokuussa tai lepotilaisina seuraavana keväänä istutetut taimet.¹²¹

Viljelymateriaali

Alkuperän merkitys metsänviljelyssä

Veikko Koski

Metsänviljelyaineiston maantieteellinen alkuperä ja perinnöllinen laatu voivat uudistamisen suunnittelussa jäädä toisarvoiseen asemaan, vaikka niillä on ratkaiseva vaikutus viljelyn onnistumiseen ja metsikön tuotokseen. Yhtenä syynä tähän on, etteivät nämä tekijät näy siementen tai taimien ulkonäössä. Toinen syy on, ettei asian tärkeydestä ole riittävästi tiedotettu. Kolmas, hyvin merkittävä syy löytyy taloudellisista toimintamalleista. Kun tuotavuus- ja tehokkuusvaatimukset ovat suuret, siemen- ja taimikaupassa on edullisinta käyttää suuria tuotantoeriä ja laajoja markkina-alueita. Markkinanäkökulma korostuu nyt, kun Suomi Euroopan unionin jäsenenä ei voi kieltää mm. metsänviljelyaineiston tuontia muista jäsenmaista.

Vastuu soveltuvan alkuperän ja perinnöllisen laadun valinnasta on metsänomistajalla tai sillä metsäammattilaisella, jolle viljelyn toteutus on annettu tehtäväksi. On kohtuutonta vaatia, että jokainen metsänomistaja ja metsäammattilainen olisi asiantuntija kaikissa näissä ongelmissa. Tämän vuoksi on laadittu kansalliset ja kansainväliset säädökset metsänviljelyaineiston kaupasta. Niiden tarkoituksena on varmistaa, että metsänomistaja saa käyttöönsä ominaisuuksiltaan tunnettua tavaraa ja oleelliset tiedot siitä.

Viljelymateriaalin laatu ja alkuperä ovat kunkin viljelyn kohdalla pysyväisratkaisuja, joita ei voi enää muuttaa koko kiertoajan kuluessa. Tästä syystä viljelymateriaalin alkuperään ja laatuun kannattaa kiinnittää suunnitteluvaiheessa huomiota. Siemenen hinnan osuus uudistamiskustannuksista on vähäinen, istutuksessa suorastaan marginaalinen. Parhaankin siemenen hieinan kalliimpi hinta ei nosta paljon kokonaiskustannusta, mutta hyvä siemen antaa edellytykset paljon paremmalle viljelytulokselle.

Viljelyyn käytettyjen siementen tai taimien alkuperään on aikaisemmin kiinnitetty huomiota vasta silloin, kun tulos on ollut huono tai viljely on epäonnistunut. Vaikka liian eteläinen alkuperä voi aiheuttaa suurta kuolleisuutta tai kasvuhäiriöitä, ei huono viljelytulos aina johdu väärästä alkuperästä. Epäedulliset sääsuhteet, runsaslukuiset tuhoeläimet, tai taimikon huono alkuhoito aiheuttavat tuhoja alkuperästä riippumatta. Hyvän alkuperän ja oikeiden toimenpiteiden tuottama tulos syntyy kertolaskusäännön, ei yhteenlaskusäännön mukaan. Toisin sanoen toisen tekijän alhaista arvoa ei voi korvata toisella. Hyvä tulos syntyy vain, jos molemmat tekijät ovat kunnossa

Maantieteellinen alkuperä ja sopeutuminen

Suomen olosuhteissa viljelymateriaalin alkuperä vaikuttaa ensisijaisesti puiden ilmastoon sopeutumiseen ja siten elävyyteen. Lieväkin sopeutumattomuus ilmenee tuhoalttiutena ja kasvuhäiriöinä.

Luontaisesti syntyneissä metsissä paikalliseen ilmastoon sopeutuminen on myötäsyntyistä, mutta ei silti täydellistä. Jokaisen saman metsikön puiden välillä on perinnöllisiä eroja sopeutumisominaisuuksissa. Erot ovat suurimmillaan taimivaiheessa. Osa taimien kuolleisuudesta johtuu huonosta sopeutumisesta. Jos taimivaiheen aikana on hyvin epäedullisia kasvuvuokausia, kuolleisuus voi olla hyvinkin korkea paikallisellakin alkuperällä. Tämä ilmenee selvänä Lapin ankarissa oloissa.

Paikallinen alkuperä on joka tapauksessa hyvä lähtökohta seuraavalle puusukupolvelle. Koska aina ei ole mahdollista käyttää juuri saman metsän tai paikkakunnan siementä, joudutaan pohtimaan, miten ”paikallinen” pitää rajata. Metsikön sisäisen vaihtelun ja vuosien välisen ilmastovaihtelun perusteella on päätelty, että Suomen olosuhteissa ”paikallinen” on pohjois-eteläsuunnassa noin sata kilometriä ja itä-länsisuunnassa useita satoja kilometrejä. Sama tulos on saatu monista provenienssikokeista

eli maantieteellisten alkuperien vertailukokeista. Koska kasvukauden pituus ja lämpöolot vaikuttavat asiaan enemmän kuin leveys- ja pituusasteet, yksinkertainen kasvukauden lämpösumma on tarkoituksenmukainen käytännön ohje. Tässä asteikossa ”paikallisen” ulottuvuus on pyöreästi 100 d.d., eli kasvu- paikalla käytetyn viljelymateriaalin alkuperä saa erota korkeintaan 100 yksikköä kasvu- paikan lämpösummasta.

Vaikka paikallinen alkuperä yleensä on varma valinta, ei se aina ole paras vaihtoehto. Kuusen viljelyssä Etelä-Suomessa saadaan parempi tuotos, kun käytetään hieman eteläisempää alkuperää, esimerkiksi Virosta kerättyä.^{11,33} Myöhäisemmästä kasvuun lähdöstä keväällä aiheutuva uusien kasvainten paleltumisriskin väheneminen ja kasvun jatkuminen pidempään loppukesällä voivat tuottaa 20 % paremman kasvun. Kovin pitkiä siirtoja etelästä ei pidä käyttää, koska silloin puut eivät ehdi syksyllä talveentua. Männyn viljelyssä Lapissa on päinvastainen tapaus. Siirto pohjoisesta parantaa elävyyttä ja vähentää ranganvaihtoja, jolloin sekä tuotos että rungon laatu paranevat. Hyvin pitkälle etelään siirretyt männyn alkuperät kuitenkin häviävät kasvussa paikallisille alku- perille.

Ulkomaisten alkuperien käyttö metsänviljelyyn ei pääsääntöisesti ole suositeltavaa, koska niiden sopeutuminen Suomen ilmastoon on huono. Poikkeuksina ovat edellä mainitut Viron kuuset sekä Suomea vastaavilta ilmasto-oloista Ruotsista tuodut aineistot.

Metsänviljelyaineiston luokat

Suomessa taimien laatua säätelevät verraten yksityiskohtaiset viranomaismääräykset.¹²² Euroopan unioni on antanut metsänviljelyaineiston kauppaa koskevan direktiivin (1999/105/EY), joka pannaan Suomessa täytäntöön vuoden 2002 alussa. Se on kansallisia määräyksiämme pelkistetympi ja edellyttää perinnöllisten vaatimusten lisäksi vain, että taimien on



Valokuva 54.6 Kuusen alkuperäkoee Punka- harjulla. Oikealla Kolarin ja vasemmalla Pihtiputaan alkuperä.

oltava myyntikelpoisia. Myyntikelpoisuus määritellään yleisten ominaisuuksien, terveyden, elinkelpoisuuden ja fysiologisen laadun perusteella. Direktiivi aiheuttaa muutoksia myös kaupan viralliseen valvontaan sekä vähentää alkuperäluokkien määrää. Aikaisemmin alkuperäluokassa oleva A-kirjain tarkoitti siemenviljelykseltä kerättyä siementä ja B-kirjain metsikkösiementä. Metsikkösiemen kuuluu jatkossa joko luokkaan ”siemenlähde tunnettu” tai ”valikoitu” ja siemenviljelyssiemen luokkaan ”alustavasti testattu” tai ”testattu”.

Vaatimattomin rodullinen taso on valikoimattomalla siemenellä, joka luokitellaan aluekeräysaineistoksi. Uudessa EU-direktiivissä luokan nimi on suomennettu **Siemenlähde tunnettu** (= source identified). Siemenen alkuperä pitää olla selvillä vähintään siemenkeräysalueen tarkkuudella. Uuden direktiivin suomennos puhuu **lähtöisyysalueesta** (= provenance region). Suomessa ei vielä ole määritelty uusia lähtöisyysalueita, mutta tämä tulee tehtäväksi viimeistään vuonna 2002. Tässä alkuperä- luokassa kävyt voidaan kerätä kaikista kaade-

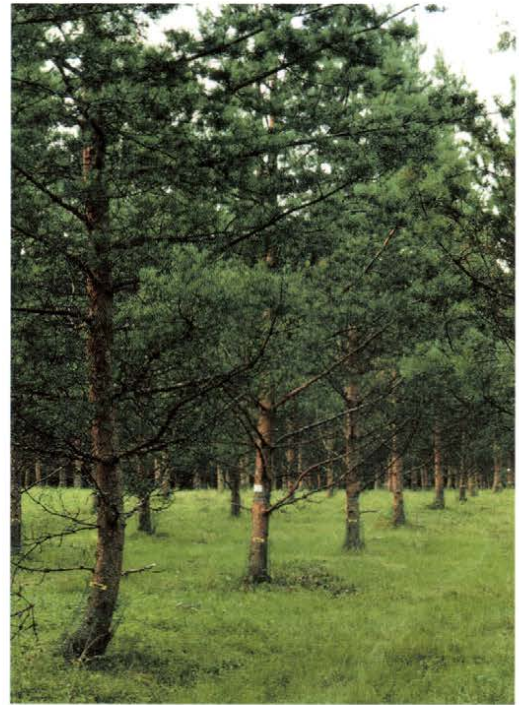
tuista tai kasvavista puista. Tämä on toistaiseksi ainoa vaihtoehto hankkia riittävä määrä männyn kylvösiementä Lapin läänin alueelle. Koska hyvät siemenvuodet ovat Lapissa harvinaisia, joudutaan siementä keräämään paljon varastoon aina, kun sitä on saatavilla. Hakkuukeräys on yleisesti jäänyt vähäiseksi hakuiden muututtua ympärivuotiseksi ja pääosin koneelliseksi. Monitoimikoneen jäljiltä käpyjen keruu on hyvin vaikeaa.

Valittu aineisto on peräisin hyväksytyistä ja rekisteröidyistä siemenkeräysmetsiköistä, joissa hyvät valtapuut on merkitty keräyspuiksi. Uuden direktiivin suomennos on **valikoitu** (= selected). Tällä valinnalla on metsikön heikoin aines suljettu pois, joten perinnöllisen tason huononeminen on estetty. Kun siemenkeräysmetsiköt valittiin 1960- ja 1970-luvuilla, käpyjen tai urpujen keräys suunniteltiin tehtäväksi kiipeämällä kasvaviin, suuriin puihin. Pystykeruun kustannukset ovat kuitenkin muodostuneet niin korkeiksi, että siemenkeräysmetsiköiden käyttö on jäänyt vähäiseksi. Oikeastaan vain erittäin runsaina kuusen käpyvuosina pystykeruu on käytössä kylvösiemenen hankkimisessa.

Suomessa on ollut käytössä siemenluokka ”siemenviljelyksiltä hankittu aineisto”. Uudessa EU-direktiivissä tilalle tulee luokka **alustavasti testattu** (= qualified), jossa voi olla myös valvotuista risteytyksistä saatua ja kloonattua aineistoa. Kylvösiemenen tuottamista varten perustetut siemenviljelykset ovat tulleet niin tärkeitä, että siementen keruu muualta on käynyt vaikeaksi tai kalliiksi. Samalla kylvösiemenen perinnöllinen ja fysiologinen laatu on parantunut. Siemenviljelyksissä siementen tuottajina ovat tarkkaan valitut, alun perin metsiköiden parhaat puut eli pluspuut. Jokaiseen siemenviljelykseen on koottu kymmenistä pluspuista tehtyjä vartteita. Yksittäiset pluspuut ovat peräisin eri metsiköistä melko suurelta alueelta. Alkuperäalue on kuitenkin rajattu samoilla periaatteilla kuin edellä kuvattu ”paikallinen alkuperä”. Jotta siemenviljelyksen tuot-

tama siemensato voidaan pitää kaupan, sen on täytettävä tietyt rekisteröimisvaatimukset. Jokaiselle siemenviljelykselle on myös määritetty käyttöalue. Käyttöalueella tarkoitetaan koko sitä maantieteellistä aluetta, jolla ko. aineistoa voidaan turvallisesti käyttää. Toisin sanoen metsänviljelyaineiston elävyyden, kasvun ja laadun tulee olla vähintään yhtä hyvä kuin viljelypaikan oman alkuperän.

Siemenviljelyksen käyttöalue lasketaan kaavoilla, jotka ottavat huomioon pluspuista otettujen vartteiden alkuperäkoostumuksen ja siemenviljelyksen sijaintipaikan. Käyttöalue ilmoitetaan lämpösummien avulla ja havainnollistetaan karttakeella, joka osoittaa käyttöalueen karkean sijainnin.¹⁴⁹ Varsinkin pohjoisosissa on käytettävä paikallisia lämpösummatietoja, tai käytettävä sellaista viljelystä, jonka käyttöalueen pohjoisraja on selvästi viljelypaikkaa pohjoisempänä.



Valokuva 54.7 Siemenviljelyksen varttepuut näyttävät ehkä rumilta, mutta siemenistä kasvaa laatupuuta.

Testattu aineisto (= tested) on sellaista, että sen paremmuus on osoitettu tiukkojen sääntöjen mukaisissa vertailevissa koeviljelyksissä. Tämä luokka on samalla nimellä myös uudessa direktiivissä. Metsäpuiden pitkistä eliniästä johtuen testattujen jalosteiden markkinoille tulo kestäisi yleensä kymmeniä vuosia. Lyhyempi testausjakso on mahdollinen kasvullisesti lisätyllä aineistolla kuusella, koivulla ja haavalla, sekä kenties koivun siementaimilla.

Käytännössä vaihtoehtoja metsänviljelyaineiston luokan valinnassa on vähän. Etelä-Suomessa vaihtoehtoja ovat istutuksiin jalostettu (alustavasti testattu) aineisto siemenviljelyksistä, ja metsäkylvöihin alkuperältään (siemenlähde) tunnettu tai siemenviljelyksistä hankittu aineisto. Pohjois-Suomessa alkuperältään tunnettu aineisto on yleisin vaihtoehto, joskin lämpösunnan 900 d.d. eteläpuolella on rajoitetusti käytettävissä siemenviljelyksistä kerättyä aineistoa.



Valokuva 54.8 Varhaistestauksessa selvitetään eri siemenalkuperien välisiä eroja alkukehityksessä.

Ilmaston muutos ja monimuotoisuus

Ilmaston muutoksen vaikutuksista Suomen metsiin on esitetty ennusteita, jopa sangen pessimistisiä. Pitkäaikaisista provenienssikokeista ja muista tutkimuksista on kuitenkin selvinnyt, ettei todennäköisenä pidettävä lievä lämpeneminen aiheuta katastrofia Suomen metsissä.¹¹ Havumetsät eivät täältä väisty mihinkään, vaan paremminkin puuston kasvu lisääntyy ja uudistaminen helpottuu.

Miten ilmaston muutokseen pitäisi varautua viljelyaineiston alkuperää valittaessa? Vastaus on yksinkertainen: ei mitenkään. Ilmaston muutosta ei voi tässä vaiheessa ottaa huomioon, eikä pidä edes yrittääkään. Ennustettu muutos on ensinnäkin vielä tulevaisuuden asia. Ne viljelyt, jotka perustetaan lähivuosina, vuoteen 2010 mennessä, joutuvat taimikkoina selviytymään nykyisen kaltaisesa ilmastossa. Ainakin kuusi ja mänty näyttävät sietävän ja paremminkin hyötyvän lievästä lämpenemisestä. Nykyisten suositusten mukaisia alkuperiä voidaan käyttää toistaiseksi. Muutoksia viljelyalkuperiin ja -tapoihin tehdään vasta toteutuneen muutoksen perusteella.

Perinnöllinen monimuotoisuus on oleellinen osa biologista monimuotoisuutta. Kun uudistamisessa käytetään alkuperältään tunnettua tai valikoitua aineistoa, perinnöllinen monimuotoisuus on sama kuin luontaisessa uudistumisessa. Epäilyt kohdistuvatkin jalostettuun aineistoon. Käytössä olevissa siemenviljelyksissä siemenet syntyvät aivan samanlaisen ristipölytyksen avulla kuin normaalissa metsässä, toisin sanoen siemenviljelysaineisto on yhtä monimuotoista. Metsänviljelyyn käytettävät jalosteet eroavat peltokasvien lajikkeista juuri siinä, etteivät ne ole sisäisesti yhtenäisiä. Ainoan poikkeuksen muodostavat yhden kloonin muodostamat erät, joita on mahdollista markkinoida hybridihaavalla ja rauduskoivulla. Yhdellä kloonilla viljeltävän ruudun ala ja kopioiden enimmäismäärä ovat kumpikin määrältään rajoitettuja. Monimuotoisuus siis ilmenee hieman kar-

ALKUPERÄLUOKKA	SIEMENET	TAIMET	KLOONIT	LISÄTIETOA
Siemenlähde tunnettu Source identified	X	X		Aluekeräys ja hakuokeräys, erityisesti Pohjois-Suomessa
Valittu Selected	X	X		Plusmetsiköt, pääasiassa kuusikot
Alustavasti testattu Qualified	X	X	X	Siemenviljelysaineistot, joitakin kloonierä
Testattu Tested	X	X	X	Hyvin rajoitetusti saatavilla

Taulukko 54.1 Metsänviljelyaineiston uudet alkuperäluokat EU-direktiivin mukaan.

kearakeisempiana, mutta ei pienene maisematasolla.

Nykyisissä ohjeissa on otettu huomioon vuosien mittaan kertynyt ekologinen ja biologinen tieto ja ennen kaikkea kenttäkokeista saadut tulokset. Kotimaisten alkuperien suosiminen ja määriteltyjen käyttöalueiden noudattaminen ovat perusedellytyksiä onnistuneelle metsänviljelylle.

Kylvösiemen

Eira-Maija Savonen

Siementen perintötekijöillä on olennainen vaikutus niistä syntyvien puiden kasvuun ja laatuun. Kylvösiemenen tulisi olla perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan mahdollisimman korkealaatuisia ja alkuperältään uudistusalueelle sopivia. Vaikka siemenen hinnan osuus kylvön kokonaiskustannuksista tuntuisi suurelta, hyvistä perintötekijöistä ja sopivasta alkuperästä ei kannata tinkiä.

Suomessa käytettiin metsäkylvöihin siementä 1990-luvulla keskimäärin 10 000 kg/vuosi. Taimitarhoilla kylvömäärät vähenivät koko 1990-luvun niin, että kylvöön kului vuonna 1999 vain 1 698 kg siementä. Suurin osa (88 %) tuolloin kylvetyistä rauduskoivun siemenistä oli tuo-

tettu siemenviljelyksillä. Kuusella siemenviljelyssiemenen osuus oli 66 % ja männyllä 62 % taimitarhalla kylvetyistä siemenistä. Metsäkylvöön käytetään edelleenkin pääasiassa metsikösiementä.

Kylvöön tarvittavat siemenet on hyvä tilata jo kevättalvella joko keskitetysti metsänhoitoyhdistyksen kautta tai suoraan siemenkeskuksista. Ostaja saa siemenistä määrättyjä asioita sisältävän alkuperätodistuksen, sillä metsänviljelyaineiston kauppa on lailla tarkasti säädeltyä.

Mitä alkuperätodistus kertoo?

Alkuperätodistuksesta ilmenee siemenerän tunnus, alkuperä, alkuperäluokka, itävyys ja 1000-jyväpaino. Siemenerän tunnus on kolmiosainen koodi, jonka ensimmäinen osa on siemenerän karistaneen karistamon tunnus. Siemenen tuleentumisvuosi on ilmoitettu kahdella viivan välissä olevalla numerolla. Sen perusteella voi laskea siementen iän. Viimeinen numero on karistuserän numero, jonka avulla pystytään tarvittaessa selvittämään siemenerän hankintaan, karistukseen ja varastointiin liittyviä asioita. Edellä mainittujen lisäksi ostaja saa siemenkaupan yhteydessä seuraavat tiedot: pakkaajan nimi ja osoite, siemenviljelyssieme-



Valokuva 54.9 Forelian myymä muovipullo, joka sisältää kylvöön tarkoitettuja siemeniä ja alkuperätodistuksen.

nistä käyttöalue, siementen paino, idätyksen suorittaja ja suorittamisajankohta sekä siementen puhtaus.

Itäminen

Kylvösiemeneksi kannattaa valita hyvin itävää siementä. Alkuperätodistuksessa ilmoitettu itävyys kuvastaa siementen kykyä itää, kun olosuhteet ovat parhaat mahdolliset. Lähes kaikki hyvin tuleentuneet, tuoreet männyn ja kuusen siemenet itävät laboratoriossa. Koivun siementen itävyysprosentti on yleensä heikompi, sillä koivulla on aina paljon tyhjiä siemeniä, joita ei saada lajiteltua pois.¹⁹⁹

Viilijykohteessa itämisolosuhteet ovat usein kaukana optimista, joten kenttäitävyys jää aina laboratorioitävyyttä huonommaksi (itävyys 10–40 %). Jos kylvöön käytetään siementä, jonka itävyys on huonohko joko vajaan tuleentumisen tai pitkän varastoinnin vuoksi, niin itävyys on otettava huomioon kylvömäärässä.

Siemen tarvitsee vettä itääkseen. Varastokuiivan männyn ja kuusen siemenen vesipitoisuus on noin 4–8 %. Siemenen sirkkajuuri tunkeutuu ulos siemenkuoresta vasta siinä vaiheessa, kun vesipitoisuus on yli 30 %. Kylvösiementen itämistä voi nopeuttaa liottamalla niitä vedessä ennen kylvöä. Sopiva liotusaika on kahdestatoista tunnista vuorokauteen.¹⁰ Kylvöön tarkoitetun siemenmäärän voisi ottaa varastostiasta jo hyvissä ajoin kangaspussiin, jossa kuivat siemenet voivat imeä itseensä kosteutta ilmasta, ennen kuin ne upotetaan veteen. Liottamisen jälkeen siemenet on kuivattava pintakuiviksi, jotta kylvö sujuisi ongelmitta.

Mitä siemenkilo maksaa?

Siementen hinta riippuu alkuperäluokasta, itävyydestä ja iästä. Siemenviljelyssiemen on kalliimpaa kuin metsikkösiemen. Konekylvössä siemenmenekki on 300–400 g/ha ja käsinkylvössä kylvömenetelmästä riippuen 110–450 g/ha.

	Siemenviljelyssiemen A2 ja A3	Metsikkösiemen B3
Mänty	595 (3 540)	490 (2 930)
Kuusi	720 (4 270)	390 (2 320)

Taulukko 54.2 Yli 94-prosenttisesti itävän siemenen hinta € (mk)/kg vuonna 2000 (sis. Alv 22 %)

Keräisinkö itse?

Omatoiminenkin siementen hankinta on mahdollista. Keruukohteen valinnassa on kuitenkin syytä olla huolellinen. Männyn ja kuusen käpyjä kannattaa kerätä vain hyvälaatuisten päätehakkuumetsien korkealaatuista, terveistä puista. Parasta keruu-aikaa on lokakuun puolivälistä joulukuulle. Koivun siemennorkot kerätään heinä–elokuun vaihteessa.

Ennen suurimittaiseen keruutyöhön ryhtymistä olisi hyvä varmistaa siemensadon laatu. Varsinkin kuusella on joinakin vuosina runsaasti käpy- ja siementuholaisia, jotka voivat pilata koko sadon. Männyn käpyjen keräys ei puolestaan kannata, jos siementen tuleentuminen on jäänyt vaillinaiseksi ja itävyys sitä kautta alhaiseksi. Joinakin vuosina männyn siementen itävyys romahtaa talven aikana, joten itävyys kannattaa tarkistaa pienestä koe-erästä ennen laajempaa keräystä. Myös tyhjien siementen määrä saattaa olla huomattavan suuri sekä männyllä²⁰¹ että kuusella.²⁰³ Tosin tyhjät siemenet saa poistetuksi siemenerästä. Tätä tarkoitusta varten siemenet voi lähettää karistamolle puhdistettavaksi ja lajiteltavaksi, tai niitä voi itse pyöritellä pienissä erissä muovämpärin reunoja pitkin, jolloin tyhjät siemenet takertuvat ämpärin reunoihin. Sadasta litrasta käpyjä saa noin ½ kg siemeniä.

Siemenet ovat elävää materiaalia

Siementen käsittely ja varastointi vaatii huolellisuutta. Parhaimmillaan siemen on heti karistamisen jälkeen. Itävyys säilyy hyvänä useita vuosia, jos kuiva siemen varastoidaan ilmatii- viisti lasi- tai muovipulloihin, joita säilytetään kuivassa ja kylmässä (esim. jääkaapissa).

Taimet

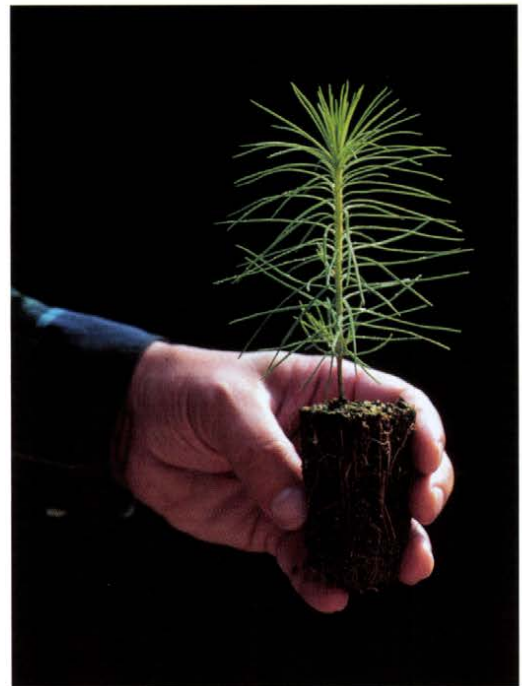
Risto Rikala

Suomessa taimitarhoilta toimitetaan metsänis- tutuksiin vuosittain noin 150 miljoonaa tainta. Tästä määrästä noin 90 % tuotetaan 25 taimi- tarhalla, jotka ovat ns. suurten taimituottajien omistuksessa. Taimia tuottavat myös paikalliset, yksityiset taimituottajat (noin 80 kpl) sekä 4H-kerholaiset. Lisäksi lähinnä Ruotsista tuodaan maahan vuosittain viidestä kymmeneen miljoonaa tainta. Vuonna 2000 Suomessa tuote- tuista taimista oli kuusia 53 %, mäntyjä 37 % ja koivuja 8 % sekä muita puulajeja, lähinnä lehtikuusta, serbiankuusta, mustakuusta ja ter- valeppää noin 2 %.

Taimimateriaali

Suomessa metsänviljelyyn käytetyt taimet ovat pieniä eriä lukuun ottamatta siemenestä kasvatettuja. Taimia voidaan tuottaa myös kasvullisesti lisäämällä oksa- ja juuripistokkaista tai monistamalla solukkoja. Kasvullisesti lisät- tyjen eli kloonattujen taimien tuotanto on ollut selvästi kalliimpaa kuin siementaimien kasva- tus, minkä vuoksi kloonauksella on toistaiseksi ollut merkitystä vain visakoivun ja haavan tai- mituotannossa.

Nykyään tuotetuista taimista paljasjuurisia on noin 10 %. Paljasjuuriset taimet ovat koulimat- tomia, koulittuja tai juurileikattuja. Koulinnalla tarkoitetaan taimien siirtämistä ja istuttamista kasvatuksen aikana harvempaan asentoon, jol- loin taimien kasvutila lisääntyy, juuristo tuu- heutuu ja taimi tanakoituu. Myös juurten leikaamisella juuristo tuuheutuu, mutta taimet eivät tanakoidu yhtä paljon kuin koulinnassa, koska kasvatustiheys on suurempi kuin kouli-



Valokuva 54.10 Hyvä taimi on metsänvilje- lyn onnistumisen edellytys.

tuilla taimilla. Taimilajeja on merkitty taimien kasvatusaikaa ja paikkaa kuvaavilla kirjaimilla. Esimerkiksi 2-vuotisen, koulitun taimen merkintä 1M+1A kertoo, että ensimmäisen vuoden muovihuoneessa (M) kasvatuksen jälkeen taimet ovat kasvaneet koulittuina toisen kasvukauden avomaalla (A). Koulintamateriaalina käytetään yhä enemmän pieniä paakkutaimia, jolloin taimen merkintä on p+1. Kaksivuotiaan juurileikatun taimen lyhenne vastaavasti on 2Aj.

Valtaosa (90 %) Suomessa tuotetuista taimista on paakkutaimia. Yleensä havupuiden paakkutaimet luokitellaan isoihin ja pieniin paakkuihin. Kaksi- tai puolitoistavuotiset, yli 100 cm³ paakuissa kasvatetut taimet luetaan isoihin ja yksivuotiset, pienemmissä paakuissa kasvatetut pieniin paakkuihin. Lisäksi viime vuosina Pohjois-Suomessa on tuotettu karuille kasvupaikoille tarkoitettuja pieniä männyntaimia minipaakuissa, joiden tilavuus on pienimmillään 15 cm³. Koivu ja lehtikuusi kasvatetaan yleensä isommissa paakuissa (200—400 cm³). Hyvien kokemusten innostamina kesäistutuksiin suositellaan pienemmissä paakuissa (100—200 cm³) kasvatettuja 20—30 cm:n mittaisia koivuntaimia.¹²¹

Paakkutyypin määrää taimien kasvatustiheyden, juurten kasvutilan sekä vaikuttaa mekaanisesti juuriston rakenteeseen. Kasvatustiheys yhdessä kasvatusajan pituuden kanssa vaikuttaa merkittävästi taimien laatuun ja istutuksen jälkeiseen menestymiseen. Kasvatustiheyteen ja paakun kokoon nähden liian isoiksi kasvatetut taimet jäävät hennoiksi ja niiden istutusmenestys on heikko. Paakut eroavat toisistaan myös materiaaaliltaan ja rakenteeltaan. Valtaosa taimista tuotetaan kovamuovisissa paakuissa. Paakkujen seinämien ilma-aukoilla ja paakun sisäseinän ohjausrivoilla tai kemiallisilla aineilla pyritään ohjaamaan juurten kasvua ja muotoa niin, että ne eivät kiertyisi taimikasvatuksen aikana. Muita käytettyjä keinoja juuriston epämuodostumien välttämiseksi ovat juurten leikkaaminen tai paakun verkkoseinä.

Kasvatusmenetelmät

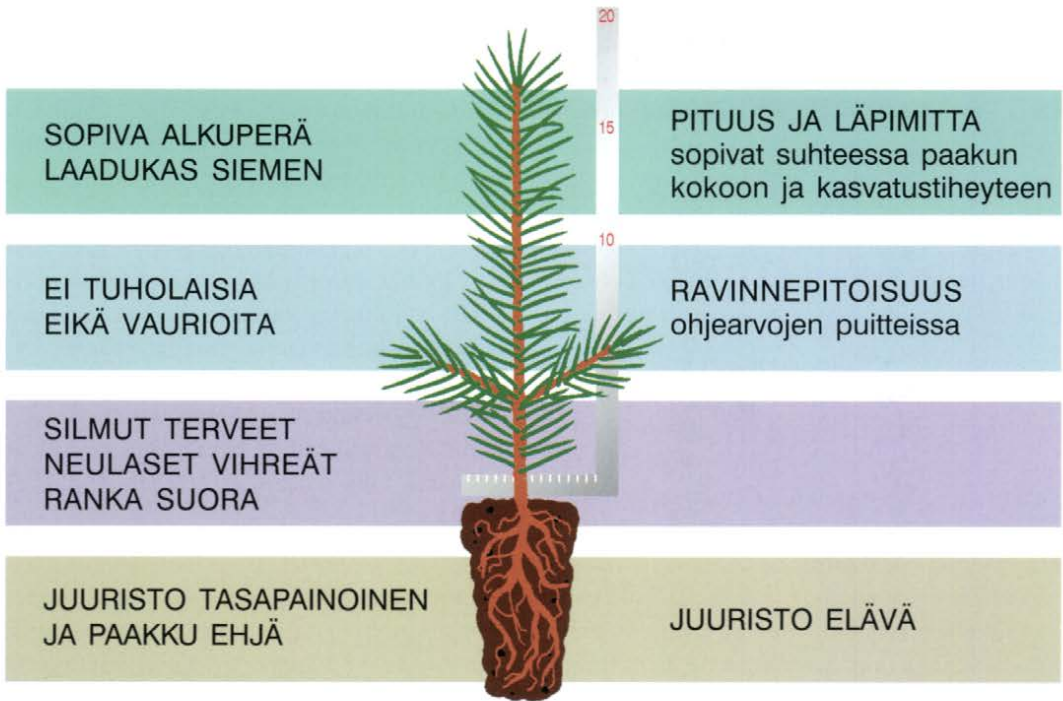
Kustannuspaineet ovat lisänneet taimikasvatuksen automatisointia. Paakkujen täyttö turpeella ja kylvö on pitkälle koneellistettu. Samoin kastelu, lannoitus sekä lämpötilan ja ilman kosteuden säätö voidaan automatisoida. Lämmityksen ja silmun muodostumisen estävien häirintävalojen avulla taimien kasvatusta voidaan aloittaa jo maaliskuussa ja kasvattaa useampi sato huoneessa samana vuonna. Lyhytpäiväkäsittelyllä säädellään loppukesällä taimien pituuskasvua ja karaistumista. Uuden tekniikan avulla taimia voidaan kasvattaa entistä paremmin koko kasvukauden istutustarpeita varten.

Taimitarhaolosuhteet, joissa luonnonolosuhteisiin verrattuna taimien kasvu on nopeaa ja kasvatustiheydet suuria, ovat suotuisia myös useille tuholaisille.¹⁷² Tuhot pyritään eliminoimaan ennakkotorjunnalla, kuten hyvällä taimitarhahygienialla ja oikein ajoitetuilla kasvatustoimilla. Kuusentaimien kasvatuksessa nämä keinot usein riittävätkin, mutta männyn- ja koivuntaimien kasvatuksessa joudutaan eräitä sienitauteja ja tuhohyönteisiä vastaan käyttämään torjunta-aineita. Istutusaloilla taimia vioittavien tukkimiehentäiden torjumiseksi taimet käsitellään jo taimitarhalla torjunta-aineella.

Pakkas- ja ahavatuhot ovat vaikeasti torjuttavissa vähälumisina talvina. Tästä johtuen pakkasvarastointia ja keinolunta on käytetty yhä enemmän talvivarastoinnissa. Pakkasvarastointi helpottaa myös kevätkiireitä mahdollistamalla istutuskauden pidentämisen. Se kuitenkin aiheuttaa samalla lisäkustannuksia ja edellyttää myös, että taimet pakataan umpinaiisiin pakkauskuksiin niiden kuivumisen ehkäisemiseksi.

Taimien laatu ja sen valvonta

Taimien on juurruttava ja mukauduttava mahdollisimman nopeasti istutuspaikalle ja menestyttävä koko kiertoajan uudella kasvupaikalla. Tämän vuoksi istutettavan taimen on oltava



Kuva 54.8 Taimelle asetettavat laatuvaatimukset kohdistuvat perimään, terveyteen ja rakenteellisiin, kemiallisiin ja elävyyttä mittaaviin ominaisuuksiin.

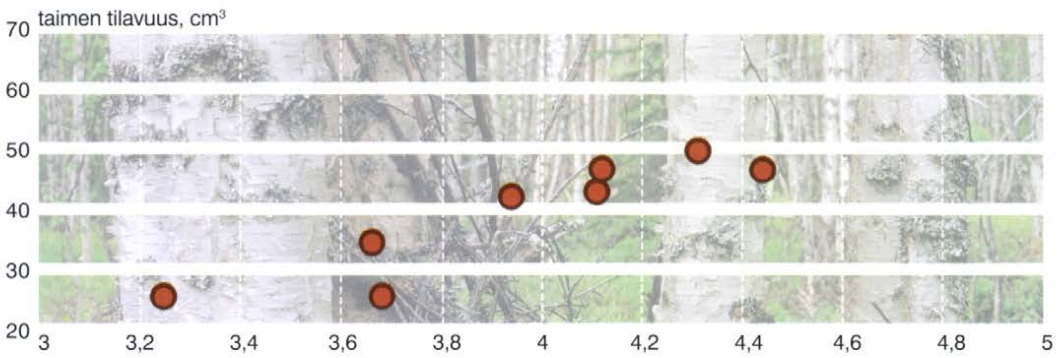
sopivaa alkuperää ja perinnöllisiltä ominaisuuksiltaan mahdollisimman korkeatasoista.

Taimien tulee myös olla terveitä ja elinvoimaisia. Taimien menestymismahdollisuuksia istutusta seuraavina vuosina kuvaavat useat rakenteelliset, kemialliset ja fysiologiset ominaisuudet. Rakenteellisista tunnuksista taimien tyviläpimitta on parhaita istutuksen jälkeisen menestymisen ennustajista (kuva 54.9).

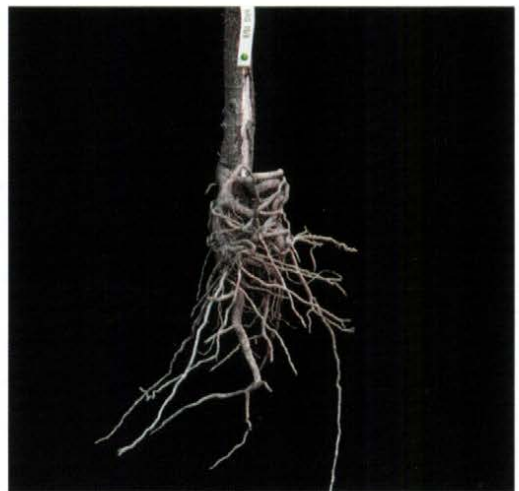
Myös taimen juuriston tasapainoinen rakenne on tärkeä edellytys taimen myöhemmälle menestymiselle. Juuriston rakenteelle ei ole pystytty kehittämään yksiselitteistä mittaustapaa. Tiedetään kuitenkin, että juuriston kiertyminen juuripaakussa tarhakasvatuksen aikana johtaa usein erityisesti hienojakoisilla mailla epämuodostuneisiin juuristoihin, sekä taimien lenkoutu-

miseen ja jopa kaatumiseen. Erityisesti mänty ja koivu ovat alttiita juuristoeppämuodostumien seurauksille.

Tutkimuskäyttöön kehitetyt taimien elintoimintoja mittaavat laitteet ovat yhä liian kalliita ja soveltumattomia taimitarhakäytäntöön. Sen sijaan taimien selviytymiskykyä kuvaavia ”kuntotestejä” sovelletaan taimitarhoilla. Eräs tällainen on juurten kasvupotentiaalitestin. Testiin valitaan kasvatuserästä edustava taiminäyte, joka istutetaan muutamaksi viikoksi suotuisiin kasvuolosuhteisiin. Istutusmaahan kasvaneiden uusien juurien määrä kuvaa taimen juurtumispotentiaalia. Testin maastomenestymisen arvo vaihtelee puulajeittain, mutta sillä voidaan paljastaa kuitenkin taimien juurilahot tai pakkasvauriot.



Kuva 54.9 Taimien tyviläpimitta on hyvä ennuste myöhemmälle kehitykselle. Erikokoisissa paakuissa (Ecopot) ja eri kasvatustiheydellä kasvatettujen kaksivuotisten kuusen paakku-
taimien runkojen tilavuuden riippuvuus taimien istutusläpimitasta kuusi vuotta istutuksen jäl-
keen (Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 696: 21–35.).



Valokuvat 54.11 ja 54.12 Erityisesti männyntaimet ovat alttiita juuriston epämuodostumiselle. Juurten kiertyminen taimitarhalla ahtaassa paakussa johtaa usein juuriston epämuodostumi-
seen istutuksen jälkeen. Vasemmalla (kuva 54.11) juuristoltaan tasapainoisesti kehittynyt ja
oikealla (kuva 54.12) jo taimitarhavaiheessa juuristoltaan epämuodostunut paakku-
taimi kolme vuotta istutuksen jälkeen.

Taimien hankinta ja vastaanottotarkastus

Metsänomistaja voi hankkia tarvitsemansa taimet suoraan taimitarhalta. Usein kuitenkin taimien tilaamisesta taimitarhoilta huolehtivat metsänhoitoyhdistykset tai metsäpalveluyrittäjät. Niillä on yleensä taimien saantia varmistavat pitkäaikaiset sopimukset taimien tuottajien kanssa.

Taimien laatu on syytä aina tarkastaa vastaanottaessa, koska jälkikäteen vastuukysymysten selvittäminen eri osapuolten kesken on ongelmallista. Taimien huono laatu voi johtaa istutuksen epäonnistumiseen. Riippumatta siitä, missä vaiheessa ja kuka tarkastuksen tekee, tulee huomio kiinnittää oikeisiin asioihin.

Vastaanottotarkastuksessa tarkastetaan, että pakkausmerkinnät ovat kunnossa, pakkaukset ehjiä ja taimien alkuperä soveltuu istutuskohteeseen. EU-direktiivin mukaan taimen ostajalle on taimierän mukana olevassa etiketissä tai muussa asiakirjassa annettava mm. taimien alkuperää, ikää, tyyppiä, määrää sekä toimittajaa koskevat tiedot. Lisäksi on tarkastettava, ettei taimissa ole merkkejä vaurioista, tuholaisista tai homeesta. On hyvä kokeilla, että neulaset ovat lujasti kiinni taimessa ja tarkastaa, ettei kasvussa olevista taimista ole varisut silmuja, neulasia tai lehtiä. Taimen kuoren on oltava luja ja tasaisen värinen sekä kuoren alus kostea ja vaalea. Paljasjuuristen taimien juurten on oltava ehjiä. Jos paakkutaimien juuriston kuntoa epäillään, kannattaa niiden elävyys tarkastaa purkamalla muutama paaku ja tutkimalla juurien kunto raaputtaen kevyesti juuren pintakerrosta. Ruskettunut tai harmaantunut pinta viittaa juuristovaurioihin.

Avattaessa taimipakkaukset välivarastointia tai istutusta varten on syytä vielä kerran selvittää taimien kunto kuljetuksen jälkeen. Epämiellyttävän pistävä haju vasta-avatussa taimipakkauksessa, neulasten värin laikkuus ja home viittaavat huonoihin varastointi- tai pakkausolosuhteisiin.

Taimia, joiden laatua vastaanottaja epäilee, ei tule toimittaa edelleen tai istuttaa ilman tarkastusta. Ensimmäiseksi kannattaa ottaa yhteyttä taimien toimittajaan tai tuottajaan ja sopia taimierän tarkastamisesta yhdessä.

Taimien käsittely, kuljetus ja varastointi

Kunnollisessa kuljetusketjussa taimien laatu säilyy hyvänä tarhalla istutuskuoppaan. Taimiin vaikuttavat kuljetuksen ja varastoinnin aikana samat tekijät kuin elävään materiaaliin yleensä: lämpötila, valo, kosteus ja mekaaninen rasitus. Huonot kuljetus- ja varastointiolosuhteet, taimipakkausten pudottelu ja survominen vioittavat taimia. Kun lämpötila nousee ja ilman suhteellinen kosteus pienenee, niin taimien haihdunta ja myös kastelutarve lisääntyvät. Lämpötilan noustessa myös taimien hengitys kiihtyy. Jos taimia varastoidaan pimeässä, niiden ravintovarasto kuluu sitä nopeammin, mitä lämpimämpää on. Taimien lämpötilan nousu lyhyeksikin ajaksi yli +45 °C:n tappaa taimet. Sopiva varastointilämpötila lepotilassa oleville paljasjuuritaimille on +3—+8 °C. Jos silmut ovat puhjenneet, ei taimia kuitenkaan pidä varastoida alle +5 °C:n lämpötilassa, koska varsinkin kuusen- ja koivuntaimien uudet kasvut ovat herkkiä alhaisille lämpötiloille.

Taimien kuljetusta avolava-autolla on vältettävä erityisesti ilman pakkausta kuljetettaessa. Suojaamattomina paakkutaimet menettävät kosteutta ja lisäksi taimet vioittuvat mekaanisesti kovan ajoviiman aiheuttamasta versojen piiskauksesta.

Lepotilassa olevia paljasjuuritaimia voidaan varastoida enintään muutamia viikkoja kylmävarastoissa tai viileissä kellareissa. Lämpimämmässä varastointiajan pitäisi olla mahdollisimman lyhyt taimien kuivumisen ja homehtumisvaaran sekä ravintovaraston ehtymisen vuoksi. Istutuskohteessa paljasjuurisista taimia voidaan varastoida muutama vuorokausi suljetuissa pakkauksissa varjoisassa ja viileässä

paikassa. Pitempiaikaista varastointia varten taimet valeistutetaan varjoisaan ja kosteaan, mutta ei liian märkään paikkaan. Tarvittaessa myös valeistutettuja taimia on kasteltava. Kasvuun lähteneitä taimia ei pidä varastoida pimeässä, vaan ne pitää istuttaa mahdollisimman nopeasti.

Paljasjuuritaimista poiketen voi paakkutaimien yhteyttäminen jatkua normaalina varastoinnin ja kuljetuksen aikana, jos ne saavat valoa. Taimia ei kannatakaan pitää kauaa suljetuissa pakkauksissa, sillä heikko tuuletus ja korkea lämpötila sekä kosteus lisäävät homeriskiä. Vaikka paakkutaimet kestävät paljasjuuritaimia enemmän kuivuutta, on paakkujen vesivarasto haihduntaan nähden pieni. Jos turve pääsee kuivumaan, on se erittäin vaikea kostuttaa uudelleen. Maastovarastossa taimia joutuukin kastelemaan aurinkoisella ja tuulisella säällä päivittäin. On myös muistettava, että pitkäaikaisessa varastoinnissa paakkutaimet lähtevät kasvuun. Kasvava verso on murtumaherkkiä ja paakusta uloskasvaneet juuret kuivuvat, mikä heikentää taimien juurtumista istutuksen jälkeen.

Pakkasvarastoitujen paakkutaimien juuripaakkujen tulee olla täysin sulaneita istutettaessa. Jäissä olevat juuret eivät pysty ottamaan riittävästi vettä haihduttavalle versolle, mikä johtaa taimien kuivumiseen ja kuolemaan. Jäissä olevat taimet sulatetaan varjossa mieluiten 6–14 °C:n lämpötilassa. Jäätäneitä taimia ei myöskään pidä irrottaa väkisin toisistaan syntyvien vaurioiden vuoksi.

Juurten elinvoimaisuus on edellytys istutuksen onnistumiselle. Etenkin uudet, valkeat, vasta kasvuun lähteneet juuret ovat herkkiä kuivumaan. Kuivajuuriset, jo vedenottokykynsä menettäneet taimet, eivät enää toivu ”juotamalla”, mutta kunnossa olevat juuret pystyvät ottamaan vettä. Vielä ennen istutusta paakut kannattaakin upottaa veteen joksikin aikaa tai kastella perusteellisesti. Myös paljasjuuristen taimien juuret voi upottaa veteen tai hienon maan ja veden muodostamaan lietteeseen ennen istutusta.



Valokuva 54.13 Taimien kastelun järjestäminen varastointipaikalla on tärkeimpiä osatekijöitä onnistuneessa taimihuollossa. Kuivahattaneita taimia on vaikea kostuttaa uudelleen ja jo parin poutapäivän aikana saattavat paakkutaimet kuivahatta taimilaatikossa istutuskelvottomiksi.

55. Uudistamistuloksen varmistaminen

Timo Saksa

Uudistamistuloksen arviointi

Uudistamistuloksen arviointi voidaan tehdä istutustaimikossa melko luotettavasti jo kolmen vuoden kuluttua istutuksesta, jolloin istutustaimet ovat ohittaneet arimman alkukehitysvaiheensa. Kylvökohteilla uudistamistuloksen taso on määritettävissä 3–5 vuoden kuluessa kylvöstä. Tällöin kylvötaimet ovat jo muutaman vuoden ikäisiä ja selvästi havaittavissa, jolloin niiden jatkokehityskin on kohtalaisella varmuudella ennakoitavissa. Silloin ovat syntyneet myös kylvötaimien kanssa tasaveroisesti kas-

vavat luonnontaimet. Luontaisen uudistamisen alla uudistamistuloksen taso on määritettävissä noin viiden vuoden kuluttua maanmuokkauksesta. Tällöin pääosa muokkauksen ansioista tulleista taimista on jo 2–4-vuotiaita taimia.

Uudistamistulos määritetään mittaamalla taimien määrä puulajeittain uudistusosalta. Yleensä ei ole mahdollista laskea uudistusalan kaikkia taimia, vaan sieltä otetaan useamman koealan otos, joka sitten edustaa koko taimikkoa. Useimmiten käytetään ympyräkoaloja, jotka sijoitetaan määrävälein (linjoittain) uudistus- alalle. Koealaväli voidaan mitata lankamittalaitteella, mittanauhalla tai vaikka askelin. Oleellista on sijoittaa mittauspisteet uudistus- alalle objektiivisesti niin, että ne edustavat tasa- puolisesti mitattavan taimikon kaikkia osia. Lisäksi on syytä kiinnittää huomiota uudistus- alalla mahdollisesti esiintyvään jaksolliseen, määrävälein toistuvaan vaihteluun, joka tois- tuu myös taimikon ominaisuuksissa. Tällöin koealavälin tulee poiketa em. jaksosta, jottei- vat mittauskoealat osuisi pelkästään saman- laisiin taimikon kohtiin.

Koealan koon tulisi olla melko suuri (esim. 20 m²), jolloin uudistamistuloksen vaihtelu koe- alalta toiselle jää pienemmäksi kuin pienellä koealan koolla. Keskimääräisellä uudistus- alalla riittää 15—20 kappaletta 20 neliömetrin koe- alaa antamaan luotettavan kuvan alueen uudis- tamistuloksesta. Vanhemmissa taimikoissa voi- daan käyttää vieläkin suurempia koealoja (esim. 50 m²) uudistamistuloksen mittaamiseen. Täl- löin taimien tulee olla riittävän suuria, jotta ne voidaan havaita vielä 3—4 metrin etäisyydel- tä. Parhaiten taimet ovat havaittavissa heti al- kukesästä, ennen kuin pintakasvillisuus on ennättänyt kehittyä täyteen mittaansa.

Ympyräkoalan rajaaminen onnistuu parhai- ten koealan keskipisteeseen laitettavan rassin ja siihen kiinnitetyn säteen mittaisen mittana- run tai tangon avulla. Mittaaja pyörii koealan keskipisteeseen ympäri ja laskee säteen rajoitta- malle alueelle jäävät taimet.

Koealan koko, m ² /säde, cm	Uudistus- alan pinta-ala, ha	Suurin poikkeama todellisesta arvosta*		
		10 %	15 %	20 %
50 / 3,99	1	47	24	14
	2	53	26	15
	3	56	26	15
	5	58	27	15
20 / 2,52	1	60	28	16
	2	63	29	16
	3	65	30	17
	5	66	30	17
10 / 1,78	1	121	58	33
	2	129	60	34
	3	132	60	34
	5	135	61	34

*otoksesta mitattu taimikon keskitiheys on enintään 10 / 15 / 20 % päässä todellisesta tiheydestä 95 % luotettavuudella.

Taulukko 55.1 Koealan koon, uudistusalan pinta-alan ja vaaditun uudistamistuloksen (=taimien keskitiheys) mittaustarkkuuden vaikutus koealojen lukumäärään.⁵⁴

Uudistamisen varhaistulosta mitattaessa **kyl- vöaloilla ja luontaisen uudistamisen kohteis- sa** riittää yleensä taimien kokonaismäärän puu- lajikohtainen tarkastelu. Niin kylvötaimien kuin luontaisten taimien ryhmittäisestä sijainnista aiheutuvaa 'yliarviota' taimien määrässä voi- daan rajoittaa laskemalla vain vähintään tietyl- lä etäisyydellä toisistaan olevat taimet. Nuorissa, 4—5 vuotta sitten muokatuissa taimi- koissa tällaisena taimien välisenä minimietäisyytenä voidaan käyttää 20—30 cm:ä. Tätä lähempänä toisiaan kasvavista taimista ainoas- taan yhdellä on mahdollisuus kehittyä kasva- tettavaksi taimeksi.

Istutustaimikossa voidaan hahmottaa jo kol- men vuoden kuluttua istutuksesta 'kasvatetta- vat' taimet, jotka tulevat mitä todennäköisim- min muodostamaan uuden metsikön perus- puuston. Tällöin joudutaan tekemään valinta kullakin kasvupaikalla kasvatettavista puula- jeista sekä asettamaan ehtoja kasvatettavien tai-

mien keskinäiselle sijainnille. Puulajivalinnassa on lähtökohtana eri puulajien biologinen soveltuvuus ja taloudellinen tuotto eri kasvupaikoilla. Samalla sekapuuston osuutta istutus-taimikossa voidaan rajoittaa tavoitteenmukaisesti. Esimerkiksi männyntaimikossa voidaan koivun osuus rajoittaa 20 %:iin runkoluvusta.

Kasvatettavilta taimilta edellytetään myös tasaista tilajärjestystä, jolloin niiden tulee olla esim. vähintään yhden metrin etäisyydellä toisistaan. Lisäksi havupuiden istutustaimikoissa kasvatettavaksi tarkoitettujen koivujen tulee varhaiskehitysvaiheessa olla selvästi havupuita lyhyempiä. Luontaisen uudistamisen aloilla ja kylvötaimikoissa vastaava kasvatettavan puuston valinta voidaan tehdä luotettavasti, kun taimikko on saavuttanut 0,5—1 metrin keskipituuden.

Uudistamistuloksen hyväksi tehtävät toimet

Mitatun uudistamistuloksen avulla voidaan tarkastaa, ollaanko uudistusaloilla saavuttamassa tavoitetaimikko. Samalla todetaan, mitä toimenpiteitä tarvitaan uudistamistuloksen turvaamiseksi. Jos uudistamistulos on jäämässä selvästi tavoitetta heikommaksi, voidaan taimikkoa täydentää viljelemällä. Yleensä täydennysviljely tehdään istuttamalla, mutta luontaisen uudistamisen alalla voidaan käyttää myös kylvöä heti maanmuokkauksen jälkeen tai jo maanmuokkauksen yhteydessä. Täydennysviljely tulee tehdä jo 2—3 vuoden kuluessa viljelystä tai luontaisesta taimettumisesta, jotta täydennystaimet pystyvät sopeutumaan muun taimikon kehitykseen. Lisäksi täydennysistutuksissa käytetään tavallisesti keskimääräistä kookkaampia taimia.

Taimikon täydentämistä suositellaan jos uudistamistulos alittaa täydennysrajan. Metsänhoitosuosituksissa⁵² suositellaan männyntaimikon täydentämistä, jos taimikon tiheys on alle 1 500 tainta/ha. Kuusen ja hieskoivun taimikoissa täydennysrajana on 1 300 tainta/ha ja rauduskoivun taimikoissa 1 200 tainta/ha. Täydentä-

misen lähtökohtana on kohottaa taimikon tiheys istutustiheyteen. Jos taimikon tiheys jää alle 600 taimen/ha, on syytä viljellä koko uudistusala uudelleen.

Taimien alkukehityksen turvaamiseksi joudutaan usein ehkäisemään pintakasvillisuuden kehitystä. Etenkin viljavimmilla uudistusaloilla pintakasvillisuuden kehitystä joudutaan hidastamaan joko ennen metsänviljelyä, sen yhteydessä tai sen jälkeen.²⁰⁹ Kaikkein vaikeimmissa kohteissa, esim. metsitettävillä pelloilla, pintakasvillisuuden torjuntaa joudutaan tekemään useampaan otteeseen.

Ennen metsänviljelyä voidaan pintakasvillisuuden kehitystä rajoittaa maanmuokkauksen, kullituksen ja kemiallisen ennakkotorjunnan avulla. Maanmuokkaus ja kullitus peittävät ja tuhoavat osan pintakasvillisuudesta. Erityisesti peltonmetsityskohteilla on tärkeää torjua heinä kemiallisilla torjunta-aineilla jo ennen viljelyä.⁴⁷ Heinäntorjunnassa käytettävät rikkakasvien torjunta-aineet eli herbisidit vaikuttavat joko lehtien ja/tai maan kautta ehkäisten pintakasvillisuuden kehityksen. Yleisimmin heinäntorjunnassa metsänuudistusaloilla ja peltonmetsitysalloilla käytetään herbisidejä, joiden tehoaineena on lehtien kautta vaikuttava glyfosaatti.

Metsänviljelyn yhteydessä voidaan viljelymateriaalin ja viljelykohdan valinnalla vaikuttaa pintakasvillisuuden ja viljelytaimien välille syntyvään kilpailutilanteeseen. Viljaville kasvupaikoille valitaan yleensä kookkaampaa taimimateriaalia kuin karuimmille uudistusaloille. Viljelytaimien kilpailukykyä voidaan myös lisätä valitsemalla viljelykohta muokkausjäljestä ja/tai mikroympäristöään korkeammalta paikalta.

Metsänviljelyn jälkeen voidaan pintakasvillisuuden kilpailua vähentää polkemalla, niittämällä tai kitkemällä heinä taimien ympäriltä. Paras ajankohta taimien heinimiselle on heinäkuun loppupuoli, jolloin uusi heinikko ei ennätkä kasvaa ennen syksyä.¹¹⁵ Kaikkein rehevimmillä uudistusaloilla taimet tulisi heiniä jopa 2—3 ker-

Tietotaulu 55.1

Kuinka tarkastan taimikon?

Timo Saksa

Koeala- ja linjaväli valitaan uudistusalan koosta riippuen. Tavoitteena on mitata uudistus-alalta 15–20 koealaa. Esimerkki havainnollistaa koealojen ja linjaväliden mitoittamisen taimikossa, kun uudistusalan pinta-ala on 1,5 ha

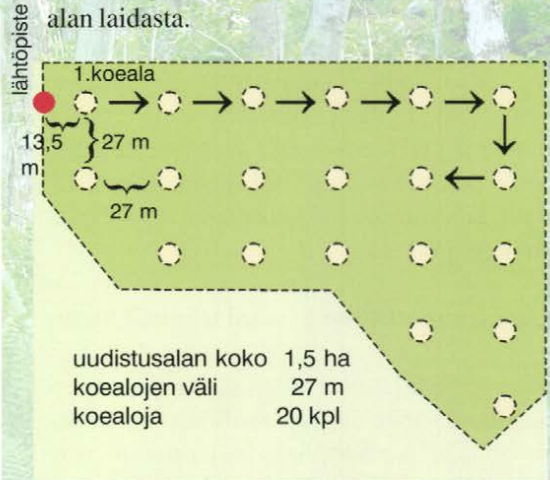
Uudistusalan pinta-ala, ha	Koeala/linjaväli, m
0,5	15
1,0	25
1,5	27
2,0	31
2,5	35
3,0	38
3,5	41
4,0	44
4,5	47
5,0	50
5,5	52
6,0	54
6,5	57
7,0	59

Taulukko 55.2 Koeala- ja linjaväli vaihtelee uudistusalan koosta riippuen.

Koealojen keskiarvon perusteella voi arvioida taimikon tiheystavoitteiden toteutumista. Koealakohtaisista taimien määristä päästään hehtaarikohtaisiin lukuihin seuraavasti.

- Jos ympyrän säde on 2,54 metriä, saadaan pyöräyttämällä 20 neliömetrin koeala $((2,54\text{m})^2 * \pi = 20\text{m}^2)$. Mittaus onnistuu käytännössä kepillä tai ongenavalla.
- Kertomalla taimien määrä luvulla 200 saadaan hehtaarikohtainen tiheys.
- Esimerkiksi, jos koealojen keskiarvo on puu lajeittain kahdeksan kuusta, neljä hieskoi-vua ja kaksi rauduskoivua, on vastaava hehtaarikohtainen tiheys 1 600 kuusta, 800 hieskoi-vua ja 400 rauduskoivua.

Mittauskoealat sijoitetaan objektiivisesti, valitun koeala- ja linjavälän mukaan esim. pääilmansuunnissa siten, että ne kattavat tasaisesti koko uudistusalan. Ensimmäinen koeala sijoitetaan puolen koealavälän päähän uudistusalan laidasta.



Kuva 55.1 Esimerkki koealaverkoston sijoittamisesta 1,5 ha:n uudistusallalle.

Kasvatettaviksi arvioitavat taimet ovat kunnoltaan hyviä, puulajiltaan kasvupaikalle sopivia sekä pituussuhteiltaan muuhun peruspuustoon sopeutuvia taimia.

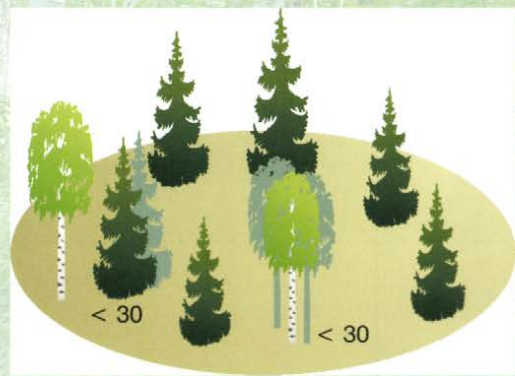
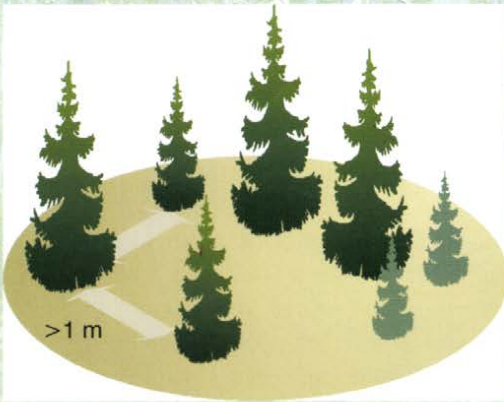
	Mänty	Kuusi	Rauduskoivu
Lehto	X	X	X
Lehtomainen kangas	X	X	X
Tuore kangas	X	X	X
Kuivahko kangas	X	X	X
Kuiva kangas	X	X	
Karukkokangas	X		

Taulukko 55.3 Puuntuotannon lähtökohdista peruspuuston muodostavat eri kasvupaikoilta taulukossa esitetyt puulajit.

Tietotaulu 55.1

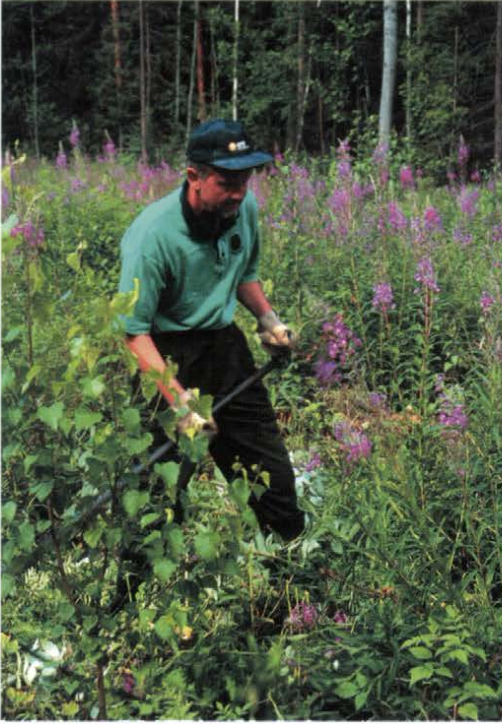
Turvemailla ja soistuneilla kohdilla hieskoivu hyväksytään kasvatettavaksi. Koelakohtainen maksimitiheys on 3 000 tainta/hä. Kasvatettavat taimet ovat vähintään yhden metrin päässä toisistaan. Havupuiden istutustaimikossa perustuuston luettavat koivut ovat pituudeltaan selvästi havupuita lyhyempiä.

Maastossa tehdyn taimien inventoinnin jälkeen lasketaan taimikon keskitiheys ja todetaan taimikon tasaisuus tyhjien koelajojen osuuden perusteella. Saatua uudistamistulosta verrataan tavoitetaimikon tiheyteen ja todetaan, ollaanko mitatussa taimikossa pääsemässä tavoitteeseen vai ei.



Kuva 55.2. Esimerkki kasvatettavan puuston valinnasta istutustaimikossa. Kasvatettavat taimet merkitty vihreällä.

Kuva 55.3. Esimerkki taimien laskennasta kylvötaimikossa ja luontaisen uudistamisen aloilla. Väritetyt taimet lasketaan uudistamistulokseen.



Valokuva 55.1 Rehevillä mailla kuten pellonmetsitysaloilla joudutaan pintakasvillisuutta torjumaan monen vuoden ajan.

taa kasvukaudessa, jotta pintakasvillisuuden aiheuttamilta vahingoilta vältyttäisiin. Jos heinäntorjunnassa käytetään herbisidejä viljelyn jälkeen, tulee istutustaimet pääsääntöisesti suojata torjunta-ainetta levitettäessä. Heinän ja muun pintakasvillisuuden torjunta voidaan tehdä myös erilaisilla istutuskohdan ympärille asetettavilla kateilla, jotka estävät pintakasvillisuuden kehityksen. Kate asetetaan yleensä heti viljelyn jälkeen. Mahdollisia pintakatteita käytettäessä tulee pintakasvillisuus polkea loppukesästä taimesta pois päin, jottei lumi paina sitä taimen päälle.²⁰⁸

Istutustaimien vapauttamiseksi pintakasvillisuudesta riittää metsänuudistusaloilla yleensä maanmuokkaus ja mahdollisesti tarvittava mekaaninen heinäntorjunta. Pellonmetsityskohteilla tarvitaan usein kemiallisen heinän enakkotorjunnan ja maanmuokkauksen lisäksi

taimien heinimistä 2—3 kertaa ensimmäisen kasvukauden aikana. Pellonmetsityksen yhteydessä käytetään yhä yleisemmin taimensuojaputkia, jotka suojaavat pintakasvillisuuden lisäksi myös pelto- ja metsämyyriä vastaan.

Luontaisilta uudistamisaloilta voidaan ylispuustona oleva siemenpuusto poistaa, kun uudistamistulos on varmistunut. Yleensä ylispuut pyritään poistamaan ennen kuin taimet yltävät lumenpinnan yläpuolelle, jolloin ylispuiden poistosta aiheutuvat hakkuuvauriot jäävät yleensä vähäisiksi.

Uudistusalalle syntyy useimmiten kasvatettavan puuston kehitystä haittaavaa, yleensä vesasyntyistä lehtipuustoa, jota joudutaan poistamaan yhden tai useamman kerran taimikon varhaiskehityksen aikana. Tällaisessa taimikon perkauksessa poistetaan vain kasvatettavaa puustoa haittaava lehtipuusto, eikä säädellä muutoin taimikon tiheyttä. Perkauksessa riittää yleensä vesakon poistaminen kasvatettavan taimen lähiympäristöstä, esim. yhden metrin säteeltä. Niin männyn, koivun kuin kuusenkin puuaineen laatukehityksen kannalta taimikko pitää kasvattaa alusta lähtien riittävän tiheänä.



Valokuva 55.2 Suojaputket torjuvat tehokkaasti jänis- ja myyrätuhoja sekä nopeuttavat pituuskasvua selvästi. Kustannukset ovat kuitenkin suuret.

56. Taimikohoito

Martti Varmola

Tavoitteet

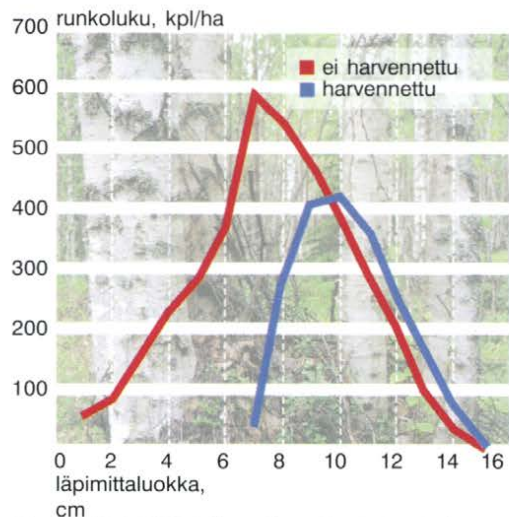
Taimikonhoidon tavoitteena on ohjata taimikon kehitystä haluttuun suuntaan niin, että siitä kehittyy mahdollisimman hyvä, tuottava puusto tulevaisuutta varten. Taimikonhoidolla vaikutetaan ratkaisevasti metsiköstä tulevaisuudessa saataviin tuloihin.

Taimikohoito jaetaan käsittelyn tarkoituksen mukaan kahteen erilliseen toimenpiteeseen, perkaukseen ja harvennukseen. Harvennuksessa säädelään pääpuulajin ja kasvatuskelpoisten sekapuiden muodostaman tuotantopuuston tiheyttä ja rakennetta. Perkauksella tarkoitetaan kasvatettavaa pääpuulajia tai -lajeja häiritsevän muun puuston poistamista.

Toimenpiteen ajankohdan mukaan voidaan myös erottaa taimikon varhaishoito ja varsinaisen taimikohoito. Taimikon varhaishoito voidaan joutua tekemään, jos tiheä lehtipuusto uhkaa tukahduttaa kasvatettavat taimet. Usein varhaishoito on vesakon torjuntaa reikä- tai täysperkauksen muodossa. Varsinaisessa taimikohoitossa puusto perataan tai harvennetaan noin 3–8 metrin valtapituusvaiheessa sellaiseksi, että se voi tiheydensä, puulajisuhteidensa ja rakenteensa puolesta kasvaa ensiharvennukseen asti ilman toimenpiteitä. Nuoren metsän hoito on kestävä metsätalouden rahoituslain mukainen työmuoto. Valtion varoin tuettavaan nuoren metsän hoitoon kuuluu varsinaisen taimikohoito ja ensiharvennus, jos jäävän puuston pohjapinta-alalla painotettu keskiläpimitta on alle 16 cm. Tukea käsitellään tarkemmin kappaleessa 75.

Taimikonhoidon tavoitteet, ohjeet ja suositukset vaihtelevat sekä puulajeittain että taimikon syntytaivoittain. Samat peruskysymykset ovat kuitenkin aina ratkaisujen pohjana. Mikä on hyvä taimikohoituksen jälkeen kasvamaan jäävä tuotantopuusto? Se riippuu paljolti metsän-

omistajan tavoitteista. Tavoitteena voi olla mahdollisimman suuri puumäärä, laadultaan ja arvoltaan paras puusto tai esimerkiksi mahdollisimman monimuotoinen metsä. Erilaiset pyrkimykset voivat olla ristiriidassa keskenään, kuten esimerkiksi mahdollisimman suuren määrän ja korkean laadun samanaikainen tavoittelu. Tavoitteiden saavuttamista, taimikonhoidon onnistumista tai epäonnistumista, voidaan lopullisesti tarkastella vasta kiertoajan lopussa. Tavallisesti kuitenkin jo ensiharvennuksessa paljastuu konkreettisesti, miten hyvin taimikohoitossa on onnistuttu.



Kuva 56.1 Viljelykuusikon läpimittajakauma 12 metrin valtapituusvaiheessa. Viljelytiheys 2 000 kpl/ha, täydentynyt luontaisesti 4 000 kpl/ha. Harventamaton ja harvennettu 2 000 kpl/ha tiheyteen kuuden metrin valtapituudessa.

Taimikohoitossa pyritään siis parantamaan metsikön puuntuotosta ja laatua valitsemalla hyviä puita kasvatettaviksi ja tekemällä niille lisää kasvutilaa poistamalla huonompia puita. Puiden paksuuskasvu reagoi selvästi kasvutilan lisääntymiseen perkauksen ja harvennuksen jälkeen. Läpimitan kasvu on suurempi rehevällä kuin karummalla kasvupaikalla. Paksuuskasvureaktio on sitä voimakkaampi, mitä enemmän kasvutilaa tulee lisää. Toimenpiteen

ajankohdalla on myös vaikutusta paksuuskasvun kiihtymiseen. Mitä aikaisemmin taimikonkäsittely tehdään, sitä suurempi paksuuskasvureaktio on. Suomalaiset puulajit reagoivat kasvutilan lisääntymiseen melko yhtäläisesti.

Voimakaskaan harvennus ei toisaalta vaikuta puiden pituuskasvuun kovinkaan paljon. Kuusella, männyllä ja koivulla taimikonharvennus voi aluksi vähentää muutaman vuoden ajan puun pituuskasvua, mutta vähennys kompensoituu seuraavina vuosina.^{145, 146, 242, 249} Pitkäaikaista pituuskasvun taantumaa tai kiihtymistä ei tavanomaisissa harvennuksissa esiinny. Toisaalta suurikaan ylitiheys ei aiheuta männyllä ja kuusella pituuskasvun hidastumista. Rauduskoivun pituuskasvu voi kärsiä ylitiheydestä, mutta vasta taimikkovaiheen jälkeen.¹⁴⁷

Taimikonhoito vaikuttaa myös puiden tekniiseen laatuun. Puun oksikkuus on yhdistelmä



Valokuva 56.1 Karun kasvupaikan tiheä hyvälaatuinen taimikko.

oksien laadusta ja läpimitoista sekä oksien lukumäärästä rungon eri osissa. Puun läpimitan lisääntyminen lisää myös oksien paksuutta. Oksien kuoleminen taas ei riipu aivan yhtä kiinteästi taimikon tiheydestä. Elävien oksakiekkuroiden määrä vaihtelee vain noin kahden kiekkuran verran männyntaimikon tiheyden vaihdellessa välillä 1 000—10 000 puuta/ha.⁸² Taimikonharvennus toki vaikuttaa vihreän latvuksen alarajan muuttumiseen, mutta normaaleilla tiheyksillä kasvutilan muutos ei kuitenkaan ole kovin suuri. Oksien läpimita on siis kytköksissä puun läpimitan kasvunopeuteen eikä niinkään oksien kuolemiseen. Laatu puuta kasvatettaessa oksat tulisi saada kuolemaan mahdollisimman ohuina. Se onnistuu vain pitämällä taimikko tiheänä. Tämä tavoite on yleensä ristiriidassa suuren ainespuumäärän kasvattamisen kanssa.

Taimikonhoidon tavoitteena on yleensä yksijaksainen metsikkö. Kuusikoissa, joissa on runsas lehtipuusekoitus kehittymässä ylemmäksi latvuserrokseksi, tavoitteeksi voidaan asettaa myös kaksijaksainen metsikkö.

Luontaisesti syntyneet männyntaimikot

Valtaosa Suomen nykyisistä männiköistä on syntynyt luontaisesti. Luontainen männyn taimikko voi olla hyvin tiheä ja harventamattomissa männyntaimikoissa on Ilvessalon⁵⁵ mukaan 30-vuoden iällä kasvamassa keskimäärin 3 000—13 000 puuta/ha. Runkoluku on sitä suurempi, mitä karumpi kasvupaikka on.

Luontaisesti syntyneet männiköt ovat ainakin jonkin verran iältään ja kooltaan vaihtelevia. Tämän vuoksi puiden kehityksen eriytyminen tapahtuu jo aikaisessa vaiheessa. Kainuussa tehdyssä tutkimuksessa¹⁸³ todettiin, että luontaisesti syntyneissä männyntaimikoissa taimien välinen kilpailuasema pysyi lähes muuttumattomana jo 0,5 metrin pituudelta lähtien: aikaisemmin syntyvät taimet säilyttävät pituusetumatkansa myöhemmin syntyneisiin ja pienempiin taimiin. Toisessa, Lapissa tehdyssä

tutkimuksessa ¹⁸⁴ ilmeni, että erityisen huonosti kasvoivat ne pienikokoisimmat männyt, jotka jätettiin täydentämään taimikoissa olleita aukkoja. Näyttäisi siltä, että hyvin pienten taimien kasvamaan jättäminen on turhaa. Monimuotoisuuden tai riistan takia aukkoihin voi kuitenkin jättää lehtipuita.

Nykyisin on luovuttu käsityksestä, että taimikonharvennuksessa olisi pyrittävä ennen kaikkea suureen tasaisuuteen pituudessa. Pisimmät taimet kannattaa jättää kasvamaan, koska ne joka tapauksessa kasvavat parhaiten. Puuston tasaisuuteen kannattaa taimikonharvennusta tehokkaammin pyrkiä vasta ensiharvennuksessa. Tärkeintähän yleensä on kasvattaa mahdollisimman kookkaita puita ensiharvennuksen mennessä, jotta harvennus olisi kannattava. Kannattavuuden taas määrää pitkälti poistettavien puiden keskikoko: mitä suuremmat puut, sitä kannattavampi on ensiharvennus.

Jos ensiharvennuksessa halutaan mahdollisimman suuri käyttöpuun määrä, luontainen taimikko on syytä harventaa noin kolmen metrin valtapituusvaiheessa, mutta puolukkatyypillä ja sitä rehevämmillä kasvupaikoilla puut kehittyvät silloin suhteellisen paksuoksisiksi.

Taimikonharvennuksen voimakkuus riippuu siitä, minkälaista ensiharvennuskertymää tavoitellaan. Luontaisesti syntyneet taimikot tuottavat vähemmän käyttöpuuta ensiharvennuksessa kuin kylvetyt ja istutetut männiköt, mikä

johtuu puiden suuremmasta kokohajonnasta. Suurin mahdollinen käyttöpuiden määrä eri läpimittavaatimuksilla, tiheyksillä ja kasvupaikoilla on hyvä arviointiperuste taimikonharvennuksen voimakkuudelle käyttöpuun minimiläpimitan vaihtoehdoissa.

Lapin luontaisesti syntyneet männiköt poikkeavat hieman eteläsuomalaisista. Ne reagoivat lisääntyneeseen kasvutilaan hitaammin ja usein kuluu noin kymmenen vuotta, ennen kuin kasvu kiihtyy mainittavasti. ^{184, 243} Samassa tutkimuksessa havaittiin, että alkutiheydessä 8 000 runkoa/ha mäntyjen paksuimmat oksat olivat keskimäärin 8 mm ohuempia kuin alkutiheydessä 4 000 puuta/ha. ²⁴³ Alkuvaiheen suuri tiheys onkin tärkeää pyrittäessä mäntysahapuun korkeaan laatuun. Ylitiheitäkään taimikoita ei kannata harventaa hyvin aikaisessa vaiheessa (pituus noin yksi metri) eräänlaiseen väliaikaiseen tiheyteen (5 000 tainta/ha). Tällä saadaan ainoastaan taimikon tekninen laatu heikkenemään.

Taimikonharvennuksen ajankohta riippuu metsänomistajan tavoitteista. Luontaisesti syntyneissä taimikoissa puiden kokojakauma on suuri ja suurimmat puut kasvavat nopeasti naapurien määrästä riippumatta. Taimikossa puiden latvukset eivät kuitenkaan supistu liikaa kuten varttuneissa metsiköissä. Myrsky- tai lumituhojakaan ei yleensä esiinny ennen 10 metrin valtapituutta. Korkealaatuiseen sahapuuhun

Pituusboniteetti H ₁₀₀	Minimirinnankorkeusläpimitta, cm				
	6	8	10	12	14
	Runkoluku, kpl/ha				
30 (OMT)	3 000	2 100	1 600	1 100	600
27 (MT)	2 800	2 000	1 500	1 000	600
24 (VT)	2 600	1 800	1 400	1 000	600
21 (VT-, CT+)	2 400	1 700	1 300	900	600
18 (CT)	2 200	1 600	1 200	900	600
15 (CT-, CIT+)	2 000	1 500	1 200	800	600
12 (CIT)	1 900	1 400	1 100	800	600

Taulukko 56.1 Ensiharvennuksen mennessä saavutettavissa oleva korkein käyttörunkojen lukumäärä eri minimiläpimittoja sovellettaessa luontaisesti syntyneissä männiköissä. ²⁵³

pyrittäessä voidaan taimikonhoidolle siten suositella 6—8 metrin valtapituutta. Jos halutaan jonkin verran huonolaatuisempaa, mutta nopeammin järeytyvää puuta, harvennus voidaan tehdä jo kolmen metrin valtapituudessa. Ytimennävertäjätuhojen torjumiseksi yli viiden metrin mittaiset taimikot tulee harventaa kesäheinäkuussa, jolloin hyönteisten parveilu aika on ohitse, mutta kaarnapäälliset tyvet ehtivät kuivua ennen seuraavaa kevättä.

Liika lehtipuusekoitus ei tavallisesti ole ongelma luontaisesti syntyneissä männyntaimikoissa. Hieskoivu ei pääse valloittamaan taimikkoa karuilla kasvupaikoilla. Rauduskoivun kasvurytmi ei tavallisesti poikkea liikaa männystä. Vesasyntyiset lehtipuut kasvavat toki taimikkovaiheessa männystä ohi. Jos niitä ei ole liikaa, tilanne tasoittuu pidemmällä aikavälillä ja taimikosta voidaan kasvattaa yksijaksoinen sekametsä.

Kylvömänniköt

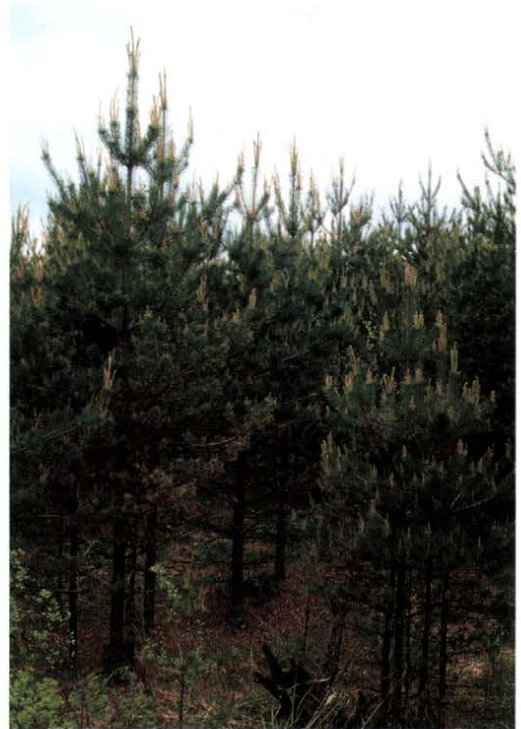
Suomen viljelymänniköistä noin 40 % on kylvettyjä.²⁴⁶ Kylvötaimikot antavat mahdollisuuden kasvattaa suhteellisen nopeasti korkealaatuisia mäntysahapuuta. Tämä perustuu siihen, että oksat saadaan pysymään ohuina tyvitukin alueella taimikkovaiheen ylitiheyden avulla. Kylvöä käytetään yleisesti kuivahkoilla kankailla, jotka puuntuotannollisesti ovat lähellä männiköiden ihannekasvuolosuhteita. Kylvömänniköissä on siis parhaat mahdollisuudet yhdistää puiden hyvä kasvu korkeaan laatuun.

Aiemmin yleisesti käytetty ruutukylvö luonistuuksaan “paikallisia pientiheikköjä”. Keskimäärin 2 000—4 000 ruutukylvökohtaa hehtaarilla, joissa jokaisessa on 1—10 tainta, merkitsee hehtaarikohtaisena tiheytenä helposti 10 000—20 000 mäntyä. Nykyisin yleisemmässä konekylvössä tilajärjestys muodostuu enemmän nauhamaisiksi tiheiköiksi kuin tuppaisiksi.

Käsikylvössä tuppaita voi kuitenkin vielä muodostua. Niiden harventaminen kannattaa teh-

dä vasta noin viiden metrin pituusvaiheessa.²⁴⁷ Kylvötuppaan ylitiheys pikemminkin kiihdyttää valtataimen pituuskasvua siihen saakka. Tilavuustuotoksen kannalta edullisin käsittely saattaa olla kahden suurimman taimen jättäminen kasvamaan kylvötuppaaseen, jolloin ensiharvennukseen mennessä voidaan kasvattaa noin 3 500 käyttöpuun mitat täyttävää mäntyä hehtaarilla.²⁴⁷ Puiden lenkoutuminen voi tulla silloin vakavaksi ongelmaksi, etenkin jos taimet ovat tasaväkisiä. Yksi mahdollinen ratkaisu voisi tällöin olla aikainen lievä apuharvennus, jossa poistettaisiin valtataimen pahin kilpailija ja selvästi pienempiä taimia jätettäisiin tiheyden lisääjiksi.

Etelä-Suomen kuivahkon kankaan kylvömänniköissä voidaan kasvattaa yli 3 000 runkoa hehtaarilla käyttöpuun mittoihin. Tämä on enemmän kuin luontaisesti syntyneissä män-



Valokuva 56.2 Tiheissä kylvötuppaissa kasvaa hento-oksaisia ja hyvälaatuisia mäntyjä. Takana näkyy istutusmäntyjä.

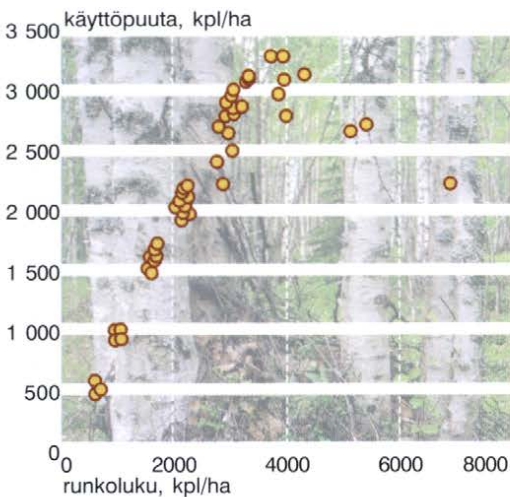
niköissä. ²⁴⁶ Syy eroon on kylvömänniköiden suurempi tasaisuus verrattuna luontaisesti syntyneisiin, jolloin useammilla puilla on tasaver-
taiset mahdollisuudet kasvuun.

Onnistunut kylvötaimikko on jo itsessään niin tiheä, että lehtipuusekoitus ei saa helposti val-
taa taimikossa. Kylvötaimet kasvavat alkuvai-
heessa jonkin verran hitaammin kuin istutus-
männyt, joten kylvömännyt joutuvat herkem-
min alistettuun asemaan kilpaillessaan lehtipui-
den kanssa liian rehevillä kasvupaikoilla. Kyl-
vöjen rajoittaminen kuivahkoille kasvupaikoille
kuitenkin estää tämän.

Istutetut männyntaimikot

Aiemmin mäntyä on istutettu rehevimmillekin
kasvupaikoille, joille kuusi tai koivu sopivat
selvästi mäntyä paremmin. Syynä männyn suos-
imiseen oli männyn nopea alkukehitys ver-
rattuna juroviin ja hallanarkoihin kuusiin sekä
männyn tasainen kasvurytmi.

Puhtaita männyn istutustaimikoita ei yleensä
tarvitse harventaa. Suomessa on pyritty sii-



Kuva 56.2 Kuitupuurunkojen määrä hehta-
rilla ensiharvennusvaiheessa Etelä-Suomen
kuivahkon kankaan männiköissä metsikön ko-
konaisrunkoluvun funktiona. ²⁴⁶

hen, että jokainen istutettu taimi kasvatetaan
käyttöpuun mittoihin. Sekataimikoissa per-
kausta ja harvennusta kyllä tarvitaan.

Istutusmänniköiden yleisenä ongelmana on
puiden huono tekninen laatu. Paljoa ei ole teh-
tävässä, jos taimikko kasvaa keskimäärin 1 500
taimen hehtaari-
tiheydessä ensiharvennukseen. Istutus-
tiheyshän on ollut keskimäärin 2 000
tainta/ha ja kuolleisuuden vuoksi kasvatusti-
heys jää yleensä alemmaksi. Vain karuimmilla
puolukka-
tyypin kasvupaikoilla voidaan odot-
taa hyvälaatuista sahapuuta nykyisillä istutus-
tiheyksillä. Toisaalta mustikka- ja käenkaali-
mustikka-
tyypillä edes 4 000 puun kasvatusti-
heys hehtaari-
lla ei takaa hyvää laatua. Puita ei
kannata pystykarsiakaan paksujen oksien ta-
kia. ²⁴⁴ Viljavien kasvupaikkojen istutusmän-
niköt on taloudellisesti järkevämpää kasvattaa
noin 50 vuoden ikäisiksi asti, ennen kuin ryh-
tyä uudistamaan niitä keskenkasvuisina, mis-
tä aiheutuu pelkkiä kustannuksia. ²⁷

Alhaisen tiheyden takia nopeasta paksuuskas-
vusta seuraa männikössä yleensä huono tek-
ninen laatu. Istutustyö ja taimet ovat niin kal-
liita, ettei istutus-
tiheyden nostaminen ole talou-
dellisesti kannattavaa. Istutusmänniköiden laa-
tua voidaan ilmeisesti parantaa lehtipuusekoit-
uksen avulla. Viimeaikaiset tutkimukset osoit-
tavat, että naapurikoivu on laadun kannalta
miltei yhtä hyvä puu kuin naapurimänty (ks.
48, Taimien kasvu). Ongelmana voi olla män-
nyntaimien ja lehtipuusekoituksen kasvurytmien
ero. Hallittu sekapuutaimikoiden kasvattami-
nen edellyttää siten tarkkuutta toimenpiteiden
ajoituksessa. Etenkin uudistus-
alalta raivattu-
jen lehtipuustojen vesioittuminen on ongelma.
Männyntaimikolla tulee olla 1—2 metrin pi-
tuusetumatka, jotta vesasyntyiset koivut eivät
enää saa yliotetta taimikosta. ¹² Soistuneet kas-
vupaikat, joilla hieskoivu on valtapuulaji, ovat
toinen ongelma-
alue. Näillä alueilla kehityskel-
poisen männyntaimikon kasvattaminen on
hyvin vaikeaa. Merkittävä osa tiheästäkin leh-
tipuustosta voidaan kätevästi säästää sekoituk-
seksi käyttämällä ns. reikäperkausta, josta ker-

rotaan enemmän tässä luvussa istutettujen kuusentaimikoiden kohdalla.

Haapa on männyntaimikoissa ongelma männynversoruosteen takia. Haavan taimet tulisi-kin poistaa männyntaimikoista tarkoin. Männyn viljelyä on syytä välttää haapaa kasvavilla tuoreilla kankailla. Isojen haapojen kaulaaminen estää tehokkaasti haavan juurivesojen synnyn.

Istutusmänniköt tuottavat runsaasti puuta. Käyttöpuiden maksimimäärä on lähellä 4 000 puuta hehtaarilla. Kun kasvatustiheys jää alle 2 000 männyn hehtaarilla, tuloksena on nopeasti järeytyvä, mutta huonolaatuinen metsikkö. Ensiharvennus on tosin kannattavaa johtuen suuresta käyttöpuun keskikoosta, mutta leveä-lustoinen ja lyhytkuituinen nuorpuu ei ole hyvää raaka-ainetta selluteollisuudessa. On ehkä totuttanut siihen, että korkealaatuista sahapuuta ei tarvitse tuottaa kaikilla kasvupaikoilla. Yli puolet nuorista männiköistämme on uudistettu luontaisesti tai kylvetty. Niissä laatuun kasvattaminen on huomattavasti helpompaa kuin istutusmänniköissä.

Luontaisesti syntyneet kuusentaimikot

Kuusentaimikot syntyvät yleensä luontaisesti alikasvoksena ylispuuston alle. Taimien ikä ja koko vaihtelevat suuresti. Alikasvoksena syntyneet taimikot ovat usein myös hyvin ryhmittäisiä.

Luontaisesti syntyneiden kuusentaimikoiden harvennus poikkeaa lähtökohdiltaan männyntaimikoista. Männyntaimikoiden tilajärjestys ja kokojakauma ovat yleensä tasaiset, mutta kuusentaimikoissa joudutaan käsittelemään hyvin heterogeenista puujoukkoa. Esimerkiksi Etelä-Suomen vapautetuista alikasvoskuusista parhaiten reagoivat pituusjakauman keskivaiheilla olevat, 2—6 metrin mittaiset kuuset, jotka muutoinkin ovat voimakkaimman pituuskasvun vaiheessa. Aivan pienimmillä, metrin mittaisilla taimilla kasvureaktio jää vaatimattomak-

si, jos ne ovat kituneet pitkään tiheään ylispuuston alla tai naapuritaimien kilpailussa. Jos pienet taimet ovat nuoria ja hyväkuntoisia, nekin elpyvät hyvin. Taimikon suurimmat puut reagoivat vain vähän vapautukseen, jos ne ovat kasvaneet nopeasti jo ennen vapautusta esim. aukkopaikoissa.⁸⁸ Alikasvoskuusikoiden käsittely voikin siksi olla tietoisesti pituusvaihtelua tasaavaa. Pienimpien taimien kohdalla pätee sama sääntö kuin männyntaimikoissa: kasvutilan lisääminenkin ei auta huonoa taimea parantamaan kasvuaan.

Vapautettujen kuusialikasvosten harvennuksen voimakkuus vaihtelee käyttöpuun minimivaatimusten mukaan samalla tavoin kuin männyntaimikoissa. Kuusikoissa ei ole samanlaista teknisen laadun ongelmaa kuin männiköissä. Kuusi kykenee mäntyä paremmin reagoimaan kasvutilan vapautumiseen, joten kuusentaimikoiden harvennus voidaan tehdä voimakkaampana kuin männiköissä. Yleensä kuusikoissa ei kannata jättää yli 2 000 puuta hehtaarille.

Istutetut kuusentaimikot

Kuusen istutus onnistuu yleensä hyvin ja istutettu kuusentaimikko kasvaa ensiharvennukseen asti lähes istutustiheydessä, 1 800—2 000



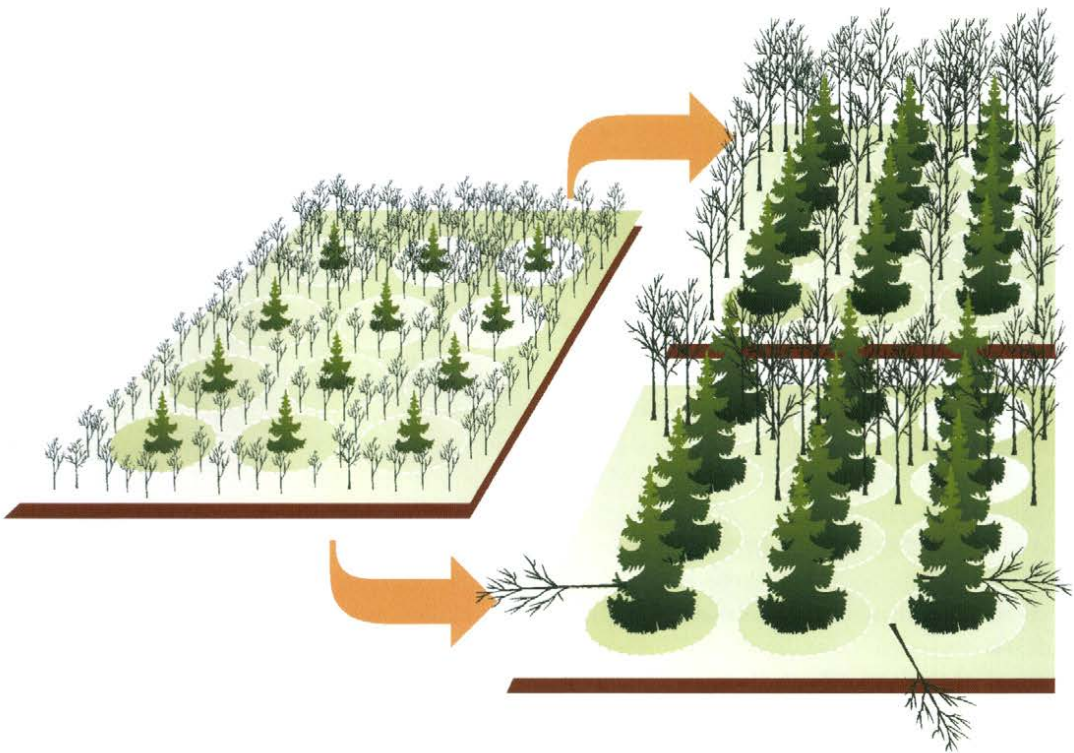
Valokuva 56.3 Istutustaimikon erottaa yleensä selvästi luontaisesti syntyneestä taimikosta.

tainta hehtaarilla. Sellainen kuusentaimikko ei tarvitse harventamista. Istutettujen kuusentaimikoiden käsittelyssä saattaa ongelmaksi muodostua muiden puulajien aiheuttama kilpailu. Kuusen istutusta tehdään rehevillä kasvupaikoilla, joilla monet lehtipuulajit viihtyvät hyvin. Istutuskuusikosta voidaan kasvattaa yksijaksoinen sekametsikkö, jos taimikko perataan vasta noin kymmenen vuoden iällä ja aukoissa kasvavat rauduskoivut valitaan kuusen valtapituutta vastaavista koivuista. Hieskoivut eivät kykene ohittamaan kuusta pituuskasvussa ainakaan pysyvästi.²³²

Jos uudistusala on raivattu ilman kantokäsittelyä, tuloksena on usein lehtipuuvesakko, joka kasvaa nopeasti istutettujen kuusten ohi ja niiden päälle. Myös siemensyntyiset lehtipuut saattavat ehtiä istutuskuusten edelle, jos kuuset kasvavat alussa hitaasti esim. tuhojen, hallan tai huonon taimimateriaalin takia. Vesasyntyisten lehtipuiden kasvattaminen käyttöpuu-

mittoihin on tietysti sekin mahdollista, mutta vaarana on lehtipuiden lahovikaisuus. Tämän vuoksi vesosta tulisi pyrkiä eroon.

Ruotsissa 1980-luvulla esitetty reikäperkaus⁴ antaa mahdollisuuden hoitaa lehtipuustoa kuusen kasvuedellytykset säilyttäen. Reikäperkaus perustuu ajatukseen, että taimikossa tarvitaan joka tapauksessa useampi kuin yksi taimikonhoitokerta. Kun vesakkoa ei kuitenkaan saada poistettua kerralla kokonaan, perataan ensi vaiheessa pois vain kuusentaimien ympärillä oleva vesakko esimerkiksi yhden metrin säteellä siten, että kuusentaimille jää tilaa kasvaa. Välialueilla kasvavat lehtipuut jätetään vielä kasvamaan. Toinen hoitokerta ajoitetaan niin, että kuusentaimikko joko vapautetaan kokonaan lehtipuista tai lehtipuusto harvennetaan verhopuuasentoon. Tavoite voi siten olla joko yksijaksoinen puhdas, lehtipuusekoitteinen kuusikko tai kaksijaksoinen koivu-kuusimetsikkö.



Kuva 56.3 Reikäperkauksen periaate.⁴

Kaksijaksoisen koivu-kuusimetsikön kasvattaminen on kannattavampaa kuin koivuylispuuston poistaminen ennen käyttöpuumittoja.²³² Tämä on ollut tapana hallanaroilla kasvupaikoilla, joilla koivut on poistettu siinä vaiheessa, kun hallasta ei enää ole ollut vaaraa kuusten latvakasvaimille. Rauduskoivun kasvattaminen vanerikoivun mittoihin antaa jopa 1,5-kertaisen taloudellisen tuloksen puhtaan kuusikon kasvatukseen verrattuna. Hieskoivunkin kasvattaminen tukkipuuksi saattaa olla kannattavaa. Jos istutetuissa kuusentaimikoissa ei ole vesoittumisongelmaa, voidaan yksittäisiä siemensyntyisiä koivuja kasvattaa sekapuuna.²³²

Rauduskoivikot

Istutetut rauduskoivikot perustetaan usein pelloille, joissa ei ole pelkoa muiden puulajien kilpailusta. Myös metsämailla rauduskoivu on istutettuna jalostetun siemenen ansiosta niin nopeakasvuinen, että taimikonhoitoa ei yleensä tarvita. Poikkeuksen muodostavat hyvin reheville maille istutetut koivikot, joissa istutus tiheytenä on käytetty teknisen laadun varmistamiseksi 2 500 tainta/ha. Tällaiset rauduskoivikot kannattaa harventaa tiheyteen 1 600 runkoa/ha sitten, kun hirvituhoavaara on ohitse eli yli viiden metrin valtapituudessa.¹⁴⁷

Luontaisesti uudistetuissa rauduskoivikoissa on yleensä runsaasti myös hieskoivua ja kuusta. Vesasyntyiset lehtipuut on perattava pois siten, että siemensyntyiset koivut saavat vähintään metrin pituusetumatkan. Taimikonhoidon tavoitteet ja puulajivalinta riippuvat metsänomistajan valinnasta kasvattaa joko puhdas rauduskoivikko tai kaksijaksoinen koivu-kuusisekametsä. Jos pyritään puhtaaseen rauduskoivikkoon ja jos rauduskoivua on riittävästi, luontaisesti syntyneet rauduskoivikot suositellaan harvennettavaksi noin viiden metrin valtapituudessa tiheyteen 1 600 puuta/ha, joka on myös normaali istutus tiheys. Jos pyritään kaksijaksoiseen koivu-kuusisekametsään, rauduskoivua kannattaa jättää kasvamaan enintään



Valokuva 56.4 Nopeakasvuinen viljelty rauduskoivikko ei yleensä tarvitse heinäystä tai perkausta.

1 000 puuta/ha ja alle jäävä kuusentaimikko harvennetaan tiheyteen 1 600 puuta/ha. Luontaisesti syntyneen rauduskoivikon kehitys näyttää jäävän huomattavasti istutettua hitaammaksi¹⁹³, mutta silti rauduskoivu voidaan hyvin kasvattaa aina vanerikoivun mittoihin.²³²

Hieskoivikot

Istutetut hieskoivikot ovat harvinaisia ja niihin pätee sama kuin istutettuihin rauduskoivikoihin: taimikonhoitoa ei yleensä tarvita. Luontaiset hieskoivikot sen sijaan tarvitsevat käsittelyä. Hieskoivu uudistuu herkästi kosteille ja soistuneille kivennäismaille, ja se voi muodostaa hyvinkin tiheitä metsiköitä. Niiden käsittely muistuttaa karujen kasvupaikkojen luontaisesti syntyneiden männyntaimikoiden harvennusta.



Valokuva 56.5 Tämä hieskoivikko tuottaa lähinnä kuitupuuta.

Hieskoivu reagoi melko vähän ja hitaasti vapautuneeseen kasvutilaan. Voimakkaallakaan harventamisella ei kyetä paljoa kasvattamaan jäävien puiden läpimittaa. Tämän vuoksi hieskoivikko kannattaa kasvattaa tiheänä ensiharvennukseen asti. Tavoitteena on saada ensiharvennuksessa korjattua mahdollisimman paljon kuitupuuta, vaikka pieniläpimittaistakin. Tämä pätee erityisesti Pohjois-Suomessa, jossa hieskoivusta ei saada sahatukkia, ja taimikonharvennuksessa voidaan jättää 2 500 puuta hehtaarille. Etelä-Suomessa 2 000 puuta hehtaarilla on sopiva tiheys hieskoivutaimikolle.¹⁴⁵ Laadultaan parhaita hieskoivuja voidaan tällöin kasvattaa tukkipuun mittoihin. Kuitupuun tuotannossa hieskoivikon tekninen laatu ei ole ratkaiseva, ja taimikonharvennus voitaisiin periaatteessa tehdä aikaisessa vaiheessa. Mahdollisten lumi- tai hirvituhojen varalta harvennusta kannattaa kuitenkin viivästyttää noin viiden metrin valtapituudelle; energiapuuta hallettaessa korkeintaan 10 metrin pituuteen saakka.

Tietotaulu 56.1

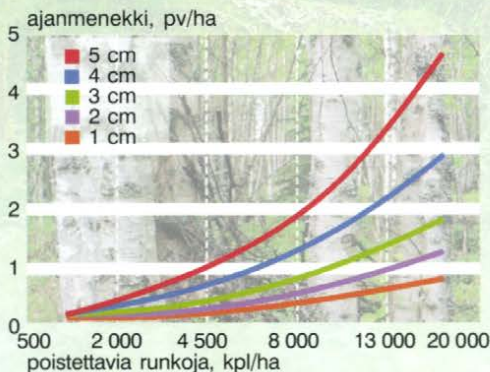
Taimikonhoidon työvälineet

Mikko Hyppönen

Taimikko perataan ja harvennetaan nykyisin lähes poikkeuksetta raivaussahalla. Perattaessa taimikkoa sen varhaiskehitysvaiheessa sahasa voidaan käyttää myös kantokäsittelylaitetta, jonka avulla poistettavien lehtipuiden kannot käsitellään torjunta-aineella. Lehvästörui-
kutusta ei nykyisin enää käytetä ja kantokäsittelykin on harvinaista.

Pienialaisilla taimikonhoitokohteilla harvennukseen soveltuu myös vesuri. Vesuri voi olla käyttökelpoinen työkalu myös kylvötuppaisten harvennuksessa, jossa jäljelle jäävä taimi helposti vaurioituu kokemattoman raivaussahankäyttäjän työssä. Myös reikäperkauksessa ja yksittäisten havupuuntaimien vapauttamisessa suurempien lehtipuuntaimien alta vesuri voi olla raivaussahan veroinen väline.

Moottorisaha on käyttökelpoinen työkalu harvennettaessa varttunutta, lähellä nuoren kasvatusmetsän kehitysvaihetta olevaa järeää taimikkoa, jossa raivaussahatyöskentely on hidasta tai jopa mahdotonta. Moottorisaha on paras vaihtoehto varsinkin silloin, kun kaadettava puusto halutaan karsia ja kerätä talteen poltto-rangaksi.



Kuva 56.5 Runkoluvun vaikutus taimikonhoidon vaatimaan aikaan.

Taimikonhoidon kustannukset

Metsänomistajan omana työnä tekemä tai muilla teettämä taimikonhoito voidaan ymmärtää investointina tulevaisuuteen, koska hoidetun taimikon kasvatus- ja päätehakkuutulot lisääntyvät hoitamattomaan taimikkoon verrattuna. Taimikonhoidon kustannukset muodostuvat palkoista ja niiden sivukustannuksista sekä työvälinekorvauksista. Metsänomistajan omatoimisen työn kustannuksia ovat vastaavasti työvälineen hankinta- ja käyttökulut, matkakulut sekä työajan vaihtoehtoiskustannukset. Vaihtoehtoiskustannukset voidaan määrittää kustannuksiksi, jotka metsänomistaja olisi taimikonhoitoon käyttämänään aikana voinut ansaita jossain muualla.

Taimikonhoidon ajanmenekkiin ja kustannuksiin vaikuttavat varsinkin poistettavien puiden lukumäärä ja läpimitta, mutta myös maaston kulkelu-
kelpoisuus ja muut työolosuhteet. Raivaussahatyössä kantoläpimitaltaan 5-senttisten taimien kaatamiseen kuluu 2,5 kertaa enemmän aikaa kuin sentin paksuisten taimien sahaamiseen, kun taimikosta harvennetaan 2 000 runkoa hehtaarilta. Jos puita kaadetaan 15 000 kpl hehtaarilta, aikaa kuluu vastaavasti 4,5 kertaa enemmän. Taimikonhoidon kustannukset ovat olleet 1990-luvun loppuvuosina keskimäärin 200–220 euroa (1 200–1 300 markkaa) hehtaarilta.

Metsänuudistamistavan valinta on metsänhoidon vaikeimpia ja kauaskantoisimpia päätöksiä. Metsänuudistamisen yhteydessä vaikutetaan ratkaisevalla tavalla metsikön tuotantomahdollisuuksiin pitkälle tulevaisuuteen ja määrätään metsikön hyödyntämisen vaihtoehdot koko seuraavan puusukupolven ajan ja sen ylikin. Epäonnistuneet ratkaisut aiheuttavat lisäkustannuksia, kun niitä joudutaan paikkaamaan jälkeensä.

6. Uudistamistavan valintaperusteet ja päätöksenteko

Taneli Kolström

Metsikön uudistaminen päätöksentekotilanteena

Metsänuudistamisen tarkoitus on tuottaa seuraava puusukupolvi hakatulle uudistusalueelle. Perinteisesti metsänuudistamisen lähtökohtana oli päätehakkualue, jolle piti saada aikaan haluttua puulajia oleva taimikko. Käytettävät menetelmät valittiin sen mukaan, mitä oli totuttu käyttämään ja minkä tiedettiin antavan hyviä tuloksia niillä seuduilla. Nykyaikainen metsänhoito on kuitenkin tavoitteellista toimintaa, jossa on syytä aina ensiksi selvittää, mitä halutaan saada aikaiseksi ja sen jälkeen suunnitella, miten se tehdään.

Metsänuudistamisessa tähdätään metsäsuunnittelun kautta asetettuun tavoitteeseen, joka on täystiheä ja hyvin kasvava taimikko riippumatta käytetystä menetelmästä. Metsäsuunnittelu ehdottaa uudistettavalla alalla käytettävän uudistamismenetelmän.¹⁷⁶ Uudistamismenetelmä kuvataan vain pääpiirtein kertomalla tavoitepuulaji ja menetelmä tyyliin ”äestys – istutus”. Riittävä taimitiheys, taimien sijoittuminen tasaisesti uudistamisalalle ja kasvupaikalle sopiva puulaji ovat keskeisiä uudistamistuloksen kriteereitä. Kun nämä vielä saadaan suhteellisen nopeasti heti uudistamisen jälkeen, voidaan sanoa, että uudistamisen metsänhoidolliset ja taloudelliset tavoitteet on onnistuttu saavuttamaan. Uusina tavoitteina on viime vuosina noussut esiin mm. monimuotoisuuteen, hiilitaseeseen, maisemaan ja muihin käyttömuotoihin liittyviä näkökohtia.

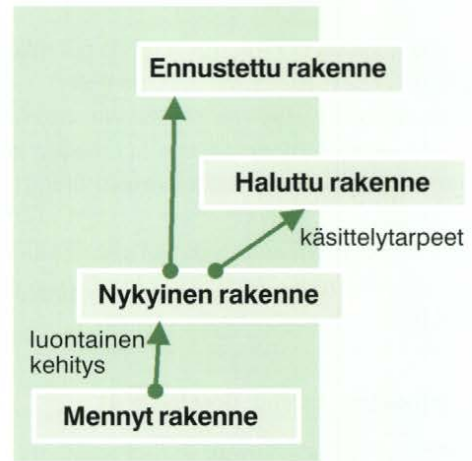
Toisaalta metsänhoidossa ja –uudistamisessa on kyse biologis-ekologisesta toiminnasta: metsikön luontaisen kehityksen ohjaamisesta haluttuun suuntaan. Metsänuudistaminen aiheuttaa melkein aina kustannuksia ja siten se on

myös taloudellista toimintaa. Näitä kaikkia osaluokkia (tavoite, biologia, talous, ekologia ja muut käyttömuodot) on mietittävä kokonaisuutena.

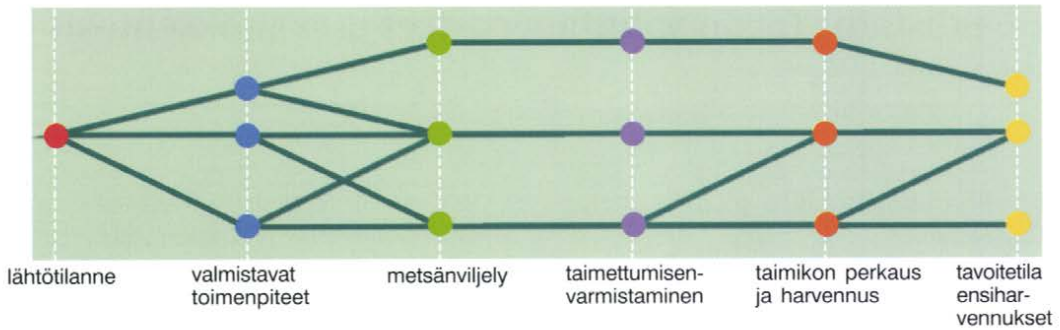
Metsikön uudistamisen yhteydessä on tehtävä päätökset uudistamisajankohdasta ja käytettävästä uudistamisketjusta. Uudistamisen ajankohta määritellään yleensä metsäsuunnittelun yhteydessä. Metsäsuunnittelun yhteydessä voidaan joskus suositella uudistamismenetelmääkin, mutta useimmiten siinä esitetään joko luontaisen uudistamisen tai metsänviljelyn käyttöä. Metsäsuunnittelun yhteydessä kerättävä tieto ei ole riittävän yksityiskohtaista kaikkien uudistamisessa tehtävien valintojen perustaksi.

Uudistamistavoitteen asettaminen

Metsänuudistamisen päätöksenteon tärkein vaihe on metsikön uudistamistavoitteen asettaminen. Se on tavoitetilä eli minkälainen met-



Kuva 6.1 Metsänhoidon ja samalla myös metsänuudistamisen periaate.⁸¹



Kuva 6.2 Asetettuun tavoitetilaa voidaan päästä useaa eri vaihtoehtoista polkua pitkin.

sikön halutaan olevan seuraavan puusukupolven aikana. Arvioitavia kriteerejä ovat tiheys, puulajisuhteet, tilajärjestys ja kokojakauma. Tavoite voi olla esimerkiksi sellainen, että uudistusalalla on viiden vuoden kuluttua uudistushakkuusta 2 000 kuusen tainta hehtaarilla, joiden keskipituus on yksi metri.

Metsiköittäiset päätökset on myös kytkettävä metsälön muuhun talouteen, koska yhden metsikön perusteella tehty tarkastelu ei aina johda koko metsälön optimaaliseen tuotanto-ohjelmaan.⁶⁷ Tämä yhteensovittaminen tapahtuu luontevimmin metsäsuunnittelun yhteydessä.

Menetelmien valinta

Seuraavaksi täytyy miettiä ja tehdä päätökset, mitkä ovat ne menetelmät ja toimenpiteet, joilla tämä uudistamistavoite on saavutettavissa. Hyvin usein on olemassa useita erilaisia polkuja, mitä pitkin päästään samaan tavoitteeseen.

Käytettävän metsänuudistamismenetelmän valinta perustuu moniin eri näkökohtiin, jotka voidaan luokitella seuraavasti:

- **biologiset tekijät (ks. luku 4)**
 - puulajien uudistumisbiologiset ominaisuudet
 - uudistamismenetelmien onnistumisen edellytykset (nämä tekijät on esitelty luvussa 5)
 - menetelmien tuhoriskit rajoittavina tekijöinä

- **taloudelliset tekijät (ks. luku 3)**

- uudistamismenetelmien kustannukset koko uudistamisvaiheen ajalta
- uudistamisen tuloksena syntyneiden taimikoiden puuntuotannollisen arvon odotukset
- aika ja sen merkitys

- **muut tekijät (ks. luku 3)**

- uudistamismenetelmien ympäristövaikutukset (esim. monimuotoisuus, maisema)
- uudistamismenetelmien vaikutukset monikäyttöön
- muut mahdolliset arvot (esim. tunnearvot).

Menetelmien valinnan lähtökohtana on, että metsänuudistamiseen liittyvät biologiset tekijät asettavat reunaehdot, joita ei voi ylittää. Ihmisen toimenpiteet ovat se keinovalikoima, jolla metsikön ja puiden kehitystä ohjataan haluttuun suuntaan. Metsikön uudistumis- ja kasvubiologisten ominaisuuksien herkkyyks eri toimenpiteille määrittelee, kuinka voimakkaasti tätä luonnonkehitystä on mahdollista ohjata.

Luonnon muodostamien reunaehtoisten sisällä metsänuudistamismenetelmän valintaan vaikuttavat taloudelliset tekijät ja muut tekijät. Muita tekijöitä, jotka liittyvät vaikkapa ympäristöön, maisemaan ja tunnearvoihin, voidaan pitää uudistamismenetelmän valinnan rajoitteina. Uudistettava ala voi olla esimerkiksi maisemal-

lisesti arvokkaalla paikalla, jolloin kaikkia uudistamis- ja muokkausmenetelmiä ei voi käyttää. Tyypillisiä kohteita ovat maisema-alueiden lisäksi mm. ulkoilumetsät taajamien lähialueilla ja ranta-alueet.

Uudistamismenetelmät valitaan taloudellisin perustein siitä menetelmäjoukosta, joka on biologisten näkökohtien ja muiden näkökohtien puolesta mahdollista ja tarkoituksenmukaista. Taloudellisista tekijöistä tärkein on luonnollisesti kunkin uudistamismenetelmän kustan-

nukset. Toinen tärkeä seikka on kunkin uudistamismenetelmän odotettavissa oleva todennäköinen uudistamistulos. Vastaako se asetettua tavoitetta ja millä todennäköisyydellä? Millä riskillä epäonnistutaan? Mitä epäonnistumisen korjaus maksaa? Kolmas huomioitava seikka on kyseisellä uudistusalueella käytettävissä oleva tekniikka hakkuussa ja uudistamisessa. Onko tarvittava maanmuokkaukone saatavilla uudistusalueelle tai mitä taimilajeja on mahdollista saada viljelyyn? Nämä näkökohdat liittyvät läheisesti myös uudistamistyön organisointiin.

Tietotaulu 6.1

Uudistamisketju Taneli Kolström

- Uudistamisketju on sarja toimenpiteitä, jotka liittyvät tiettyyn uudistamisvaihtoehtoon.
- Uudistamisketju alkaa uudistamispäätöksellä ja päättyy vakiintuneeseen taimikkoon, tiettyyn valtapituuteen tai ensiharvennusvaiheeseen.
- Uudistamisketju koostuu useista perättäisistä päätöksistä, osapäätöksistä, joita on tarkasteltava kokonaisuutena. Aiemmista päätöksistä on aina seurauksia tuleville mahdollisuuksille ja valinnoille. Toteutuksessa, uudistamisketjun edetessä, voidaan huomioda se, kuinka hyvin kehityssuhteet ovat pitäneet paikkansa.
- Jäljellä olevia osapäätöksiä on kyettävä muuttamaan tarvittaessa. Esimerkiksi, jos huomataan, että uudistamisen kannalta riittävää siemensatoa ei tullut ajoissa ja luontainen uudistaminen ei johda tulokseen uudistusalan heinittymisen seurauksena. Tällöin täytyy valita kokonaan uusi uudistamisketju, viljely, kaikkine toimenpiteineen.
- Tutkimuksen ja kokemuksen perusteella on tunnistettu ja kehitetty joukko eri oloissa parhaiten toimivia uudistamisketjuja, jotka ovat metsänuudistamisessa tulleet vallitseviksi käytännön menetelmiksi.



Luontaisesti vai viljellen

Metsänuudistamisen perusratkaisu on valinta luontaisen uudistamisen ja metsänviljelyn välillä. Jako ei tosin ole yksiselitteisen selkeä. Viljelytaimikoiden metsittymisessä on luontaisten taimien merkitys usein varsin huomattava.¹⁹² Luontainen uudistaminen varmennetaan usein kylvämällä tai täydennysistutuksella.

Ehdottomasti tärkeintä metsänuudistamisessa on selvän uudistamistavoitteen asettaminen ja sen vaatimiin toimenpiteisiin välittömästi ryhtyminen. Päätös, että odotellaan muutama vuosi ja katsotaan, sattuisiko uudistuminen hoitumaan itsestään luontaisesti, ei yleensä johda hyviin tuloksiin, vaikka se vaikuttaakin välittömiltä kustannuksiltaan edulliselta.

Uudistamismenetelmän valinta perustuu ensiksi näkemykseen, onko luontainen uudistaminen asetetun tavoitteen kannalta mahdollista kyseisellä alalla vai ei. Tähän vaikuttavat edeltävän puusukupolven ja kasvupaikan ominaisuudet. Onko emopuusto riittävän siemenniskykyinen? Onko uudistusallalla jo riittävästi alikasvosta? Onko kasvupaikka liian rehevä? Toinen keskeinen arvioitava tekijä on uudistamisen varmuus. Luontaiseen uudistamiseen liittyy huomattavasti enemmän epävarmuustekijöitä kuin viljelyyn. Tällöin suurta varmuutta uudistamiseen hakeva päätöksentekijä (ns. riskin karttaja) valitsee viljelyn, vaikka se maksaisikin enemmän.

Valokuva 6.1 Koivut ovat kasvaneet kuusista edelle ja ovat kehittymässä ylispuiksi.

Tietotaulu 6.2

Riski ja päätöksentekijä Taneli Kolström

Päätöksentekijän suhtautuminen riskiin ja epävarmuuteen vaikuttaa valittavan uudistamisketjun valintaan. **Riskin karttaja** valitsee yleensä uudistamisketjun, joka johtaa varmuudella tietty vähimmäistavoitteet täyttävään lopputilanteeseen. **Riskin suosija** puolestaan valitsee uudistamisketjun, joka pienelläkin todennäköisyydellä tuottaa reilusti tavoitteen täyttävän taimikon, vaikka epäonnistumisenkin mahdollisuus olisi olemassa. **Riskineutraali** päätöksentekijä valitsee ketjun, jonka tuottaman hyödyn odotusarvo on suuri. Tilanteessa, jossa uudistusosalalla luontainen uudistaminen on epävarmaa, riskin karttaja valitsee metsänviljelyn ja riskin suosija luontaisen uudistaminen mene-

telmäksi. Riskitekijöiden huomioimisen suurin ongelma metsikön uudistamisketjun valinnassa tällä hetkellä on se, että eri vaihtoehtoihin liittyvää epävarmuutta ja tulosten hajontaa ei tunneta ja keskiarvotietokin on epävarmaa.

Luontaista uudistamista ja viljelyä käytetään myös samalla uudistusosalalla joko rinnan tai päällekkäin. Uudistusosalasta osa voidaan uudistaa luontaisesti ja osa viljellen, esimerkiksi viljelyalojen kehityskelpoiset alikasvosryhmät säästetään osaksi uutta taimikkoa tai uudistusalan reunat jätetään viljelemättä luottaen uudistamiseen reunametsäsiemennyksen kautta. Luontaista uudistamista varmennetaan usein käyttämällä kylvää siemenpuiden alle.



Valokuva 6.2 Samalla uudistusosalalla voi olla tarpeen käyttää useampaa kuin yhtä muokkausmenetelmää. Etualalla mätästyttä ja takana äestystä.

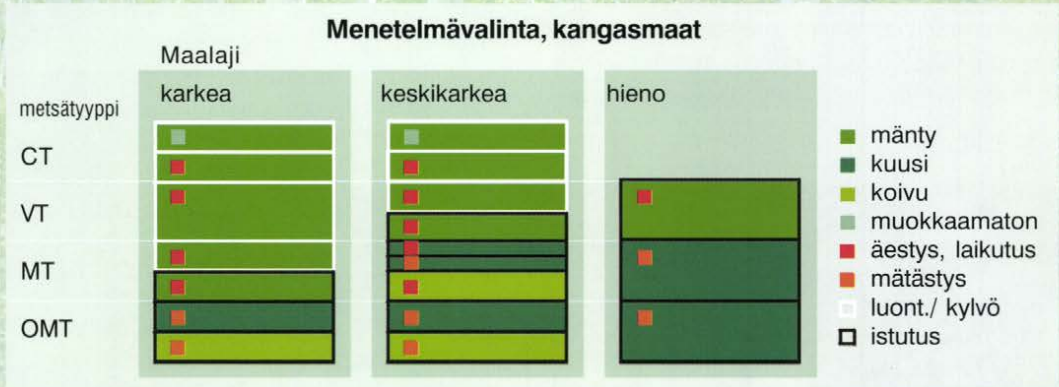
Tietotaulu 6.2

Käytettävä metsänuudistamismenetelmä

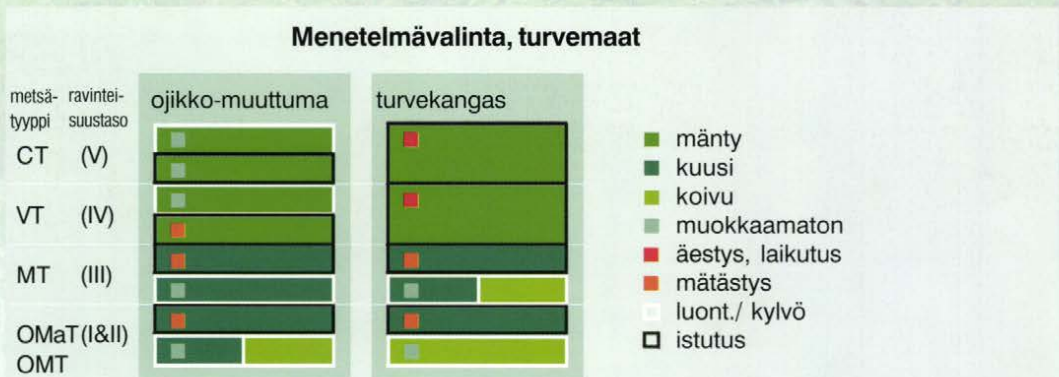
Metsänuudistamismenetelmän valinnan yhteydessä tehtävät keskeiset ratkaisut voidaan esittää seuraavin kysymyksin:

- mikä on käytettävä puulaji?
- mikä on tavoiteltava puulajisekoitus eli puulajit ja niiden määrä, tavoitetaimikon eri pituusvaiheissa?
- käytetäänkö luontaista uudistamista vai viljelyä?
- käytetäänkö istutusta vai kylvöä?
- mikä on käytettävä maanmuokkausmenetelmä?

Mainittujen tekijöiden suhteen esitetään seuraavassa suositeltavat menetelmät kasvupaikan ravinteisuuden ja maalajin suhteen kangas- ja turvemaille. Puulajivaihtoehtoista tarkastellaan vain keskeisimpiä (mänty, kuusi ja koivu). Erikoispuulajien käytön valintaperusteita ei tässä yhteydessä käsitellä.



Kuva 6.3 Käytettävä uudistamismenetelmä kivennäismailla metsätyypin ja maalajin mukaan.



Kuva 6.4 Käytettävä uudistamismenetelmä turvemaille ravinteisuustason ja ojituksen vaikutuksen mukaan.

Tietotaulu 6.2

Karuilla kasvupaikoilla uudistamismenetelmän valinta on suhteellisen helppoa, koska ainoastaan mänty menestyy siellä hyvin. Myös männyn luontainen uudistaminen on yleensä helppoa. Viljavilla kasvupaikoilla valinta on jo huomattavasti vaikeampaa. Kaikki kolme pääpuulajiamme viihtyvät tuoreilla kankailla, joilla ne myös uudistuvat luontaisesti ainakin suotuisissa olosuhteissa. Luontainen uudistaminen on kuitenkin sen verran epävarmaa, että useimmiten turvaudutaan viljelyyn.

Jos kasvupaikan ominaisuuden poikkeavat paljon toisistaan uudistusalan eri osissa, on syytä käyttää eri uudistamismenetelmiä samalla uudistusosalalla. Tämä ei koske pelkästään luontaista uudistamista ja metsänviljelyä, vaan uudistusosalalla on usein käytettävä eri maanmuokausmenetelmiä tai viljelyssä eri puulajeja.

Uudistamismenetelmien käyttöä rajoittavat tekijät

Eri metsänuudistamismenetelmien valintaa rajoittavia tekijöitä ovat menetelmiin liittyvät tu-

hot ja niiden riskit. Eri puulajeilla on myös erilaiset uhkatekijät eri alueilla (kappaleet 44 ja 47.). Tärkeimpiä puulajivalintaan liittyviä tuhoriskejä ovat juurikäävän ja hirvien aiheuttamat tuhot. Juurikäävän aiheuttama kuusen tyvilaho ja männyn tyvitervastauti ovat vaikeimpia tuho-ongelmia metsätaloudessa. Kantokäsittely päätehakkuun yhteydessä, kulotus ja puulajin vaihto ovat keinoja juurikäävän torjuntaan. Hirvituhot liittyvät hyvin voimakkaasti hirvikantojen suuruuteen. Runsaat hirvikannat rajoittavat, osin jopa estävät esim. koivun käytön kauempana teistä tai asutuksesta. Myös uudistettaessa männylle on hirvituhojen mahdollisuus huomioitava. Männyn uudistamisen yhteydessä on myös huomioitava versoruoste.

Metsänviljelyyn ja istutustaimiin liittyviä tuhoriskejä ovat tukkimiehentäin ja myyrrien aiheuttamat tuhot. Männyn ja kuusen istutustaimet vaativat torjuntakäsittelyn ennen istuttamista. Myyrätuhot liittyvät ennen kaikkea pelonmetsityksiin, jolloin taimet on vaativat usein suojaamisen.



Valokuva 6.3 Hirvi on yleinen tuhoriski.

7. Metsänuudistamistöiden suunnittelu ja järjestely

Mikko Hyppönen ja Tommi Lohi

71. Suunnittelu ja valmistelu

Metsän uudistaminen vaatii lukuisia päätöksiä ja toimenpiteitä sekä uudistamisen suunnittelu- ja toteutusvaiheissa että niiden jälkeen. Etukäteen on päätettävä, mitkä tilan metsiköt hakataan. Jos on päädytty uudistamiseen, on valittava uudistettavat metsiköt, päätettävä uudistamismenetelmä sekä valittava uudistettava puulaji, muokkausmenetelmä, taimilaji jne. On myös tiedettävä mistä taimet ja siemenet hankitaan ja mitä metsälaki ja metsien sertifiointi edellyttävät uudistamistoimenpiteiltä. Uudistamisen ensivaiheisiin kuuluu leimikon suunnittelu ja rajaus, joiden yhteydessä useimmat päätöksistä ja valinnoista tehdään. Leimauksen ja sen yhteydessä kerättyjen uudistamiseen liittyvien tietojen perusteella on mahdollista valmistella puukauppaa, tehdä metsälain edellyttämä metsänkäyttöilmoitus, toteuttaa hakkuut ja uudistamistyöt sekä selvittää uudistamiseen mahdollisesti saatava valtion tuki. Tietojen perusteella voidaan myös ennakoida uudistamisen vaikutukset metsäverotukseen.

Yhä harvemmat metsänomistajat asuvat nykyisin samalla paikkakunnalla missä metsä sijaitsee. He eivät myöskään pysty tekemään kaikkia tilan töitä itse. Metsänomistajan onkin päätettävä mitkä puukauppaan, leimaukseen, korjuuseen ja uudistamiseen liittyvistä töistä hän tekee itse ja mitkä hän teettää metsätalouden eri organisaatioilla ja toimijoilla. Tähän vaikuttavat tietysti metsälön koko, metsänomistajan ammattitaito, etäisyys kotoa metsään, käytettävissä olevat työkalut ja koneet sekä ostettavien palveluiden hinta.

Metsiensä käyttöön ja hoitoon tottunut metsänomistaja tietää metsälainsäädännön ja suositusten mukaisen metsien käsittelyn periaat-

teet. Hän tuntee myös valtion tukeen ja metsäverotukseen liittyvät mahdollisuudet ja velvollisuudet. Tottunutkin metsänomistaja tarvitsee kuitenkin joskus eri metsäorganisaatioiden ja palveluyritysten neuvonta- ja muita palveluja joko puukaupassa, puunkorjuu- ja metsänhoitotöiden suunnittelussa, töiden toteutuksessa tai viranomaisasioissa. Ongelmiin ja kysymyksiin hän saa neuvoja metsänhoitoyhdistyksen ja metsäkeskuksen paikallistoihmistoista, mutta nykyisin yhä useammin myös metsäteollisuusyhtiöiden ammattilaisilta ja metsäpalveluyrittäjiltä.

Valistuneella metsänomistajalla on tavallisesti metsäsuunnitelma, joka on metsikkötalouteen perustuvan metsänkäsitteilyn perustyökalu. Siinä esitetään uudistuskypsille metsiköille sopivimmat uudistamisketjut. Uudistamisesitykset perustuvat metsänhoitosuosituksiin, jotka taas perustuvat tutkimustuloksiin ja käytännön kokemukseen (ks. 3.5. Metsänuudistaminen ja metsäsuunnittelu).

72. Metsänuudistaminen sekä sitä edeltävät ja seuraavat työt

Leimaus, puukauppa ja korjuu

Metsä tai metsälö koostuu eri kasvupaikkatyyppistä sekä puuston eri ikävaiheita ja puulajeja edustavista metsiköistä. Metsikkö on suomalaisen metsätalouteen olennaisesti kuuluva metsänkäsitteilyn perusyksikkö. Metsää käsitellään metsiköittäin, ei puittain tai puuryhmittäin. Metsikön puustoa kasvatetaan yleensä suhteellisen tasaikäisenä niin kauan, että se on uudistuskypsä. Sen jälkeen metsikkö voidaan uudistaa – tai sitä voidaan myös edelleen kasvattaa.

Kun päätös puun myynnistä on tehty, selvitetään ensin mahdolliset hakkuukohteet. Valittavana voi olla kasvatusmetsikön harvennus, siemenpuiden poistaminen ylispuutaimikosta tai uudistuskypsän tai vajaatuottoisen metsikön uudistaminen. Valinta voidaan tehdä rahan tarpeen, metsänhoidon vaatimusten, puukaupan suhdanteiden tai näiden yhdistelmän perusteella. Hakkuuseen valitut metsiköt muodostavat leimikon. Leimauspalvelut ovat usein metsänomistajalle ilmaisia tai ainakin hinnaltaan edullisia.

Leimikon rajat piirretään kartalle ja merkitään yleensä nauhoituksin maastoon. Jo leimikon suunnitteluvaiheessa on syytä erottaa säästettäviksi kuvioiksi ja kohteiksi metsälain erityisen tärkeät elinympäristöt, luonnonsuojelulain luontotyypit, uhanalaisten lajien ja erityisesti suojeltavien lajien elinympäristöt sekä muut arvokkaat luontokohteet. Leimikosta arvioidaan metsikkökuvioittain ja hakkuutavoittain hakattavat puutavaralajit.

Leimikkotietojen perusteella tehdään metsälain vaatima metsänkäyttöilmoitus alueen metsäkeskukselle. Jos uudistamistöihin haetaan valtion tukea, se edellyttää etukäteen laadittua rahoitushakemusta ja uudistamissuunnitelmaa, jonka metsäkeskus hyväksyy. Suunnitelma on laadittava aina myös uudistettaessa metsää suojametsäalueella.

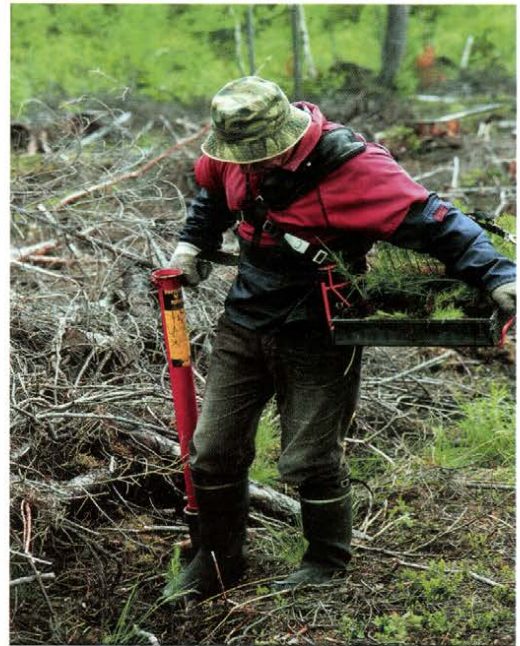
Leimikkotietojen perusteella voidaan pyytää tarjoukset eri puun ostajilta joko koko leimikosta tai eri puutavaralajeista. Tarjouspyynnössä mainitaan myydäänkö puut pysty- vai hankintakaupalla. Leimikon puut myydään saatujen ostotarjousten perusteella. Puukauppasopimuksessa sovitaan mm. kaupan ehdoista, kuten kauppatavasta, laatuvaatimuksista, hinnoista ja maksuaikataulusta, toimitus- tai ulosottoajasta, Suomen Metsäsäätiölle maksettavasta maksusta ja sertifiointin edellyttämistä toimenpiteistä. Puukauppaa suunnittelevan ja tekevän metsänomistajan kannattaa yleensä olla yhteydessä oman paikkakunnan metsänhoitoyhdis-

tykseen, joka toimii puukauppa-asioissa metsänomistajan edunvalvojana.

Pystykaupassa puun ostaja saa hakkuuoikeuden, jonka haltijana hän hakkaa ja kuljettaa hakatun puun tienvarteen sekä toimittaa sen edelleen tehtaalte. Hankintakaupassa puun myyjä toimittaa puut metsäautotien varteen. Hän voi tehdä koko työn omatoimisesti tai teettää hakkuutyön tai lähikuljetuksen kokonaan tai osaksi muilla.

Uudistamistyöt ja niiden kustannukset

Metsänuudistaminen on usean peräkkäisen toimenpiteen ketju. Luontaiseen uudistamiseen kuuluvat uudistushakkuu, uudistusalan raivaus ja useimmiten myös maankäsittely. Metsänviljelyyn kuuluvat edellisten lisäksi joko kylvö tai istutus. Periaatteessa metsänomistaja voi tehdä kaikki uudistamisketjun työvaiheet tai vain osan niistä itse tai teettää ne vieraalla.



Kuva 7.1 Istuttaminen on varmin metsänuudistamistapa.

Hakkuun jälkeen ja ennen maanpinnan käsitte-lyä tehtävä uudistusalan raivaus on työlaji, joka soveltuu hyvin metsänomistajan itse tehtäväksi. Pienialaisella uudistuslalla tarkoitukseen soveltuvaksi työkaluksi riittää usein vesuri. Useamman hehtaarin työmaalla raivaus- tai moottorisaha on tarpeen. Moottorisaha on käytökelpoinen väline erityisesti silloin, jos uudistuslalta raivauksen yhteydessä kerätään talteen hakkuutähteistä ja raivauspuusta kertyvä karstittu polttoranka ja silloin, jos raivauspuusto on suhteellisen järeää. Vesureita voi vuokrata tai lainata metsänhoitoyhdistyksen ja metsäkeskuk- sen toimistoilta. Raivaus- ja moottorisahoja ei yleensä vuokrata, vaan ne on itse hankittava. Uudet raivaussahat maksavat merkistä riippu- en 500—1 100 € (3 000—7 000 mk) ja moot- torisahat 170—840 € (1 000—5 000 mk). Käyt- tökelpoisia ja hyväkuntoisia sahoja saa myös käytettyinä huomattavasti halvemmalla.

Jos uudistuslalta kertyvää hakkuutähdettä ja raivauspuuta ei kerätä polttopuiksi omaan käyttöön, se voidaan kerätä energiakäyttöön lämpölaitoksille. Isojen metsänteollisuusyritys- ten rinnalla toimivat yritykset hoitavat puun korjuun, haketuksen ja kuljetuksen. Viime vuo- sina ovat yleistyneet myös pienet paikalliset lämpölaitokset, jotka lämmittävät joitain yk-



Valokuva 7.2 Raivaussaha varusteineen ei ole aivan halpa sijoitus, mutta suurilla pinta-aloilla ei muilla välineillä pärjää.

sittäisiä kiinteistöjä esim. koulurakennuksia. Energiapuun korjuu tulisi kustannus- ja tehok- kuussyistä yhdistää muuhun puunkorjuuseen. Nuoren metsän hoitoon liittyvää energiapuun korjuuta tuetaan valtion varoin.

Uudistamisketju

Kustannus
€ (mk)/ha

Männyn luontainen uudistaminen:

Siemenpuuhakkuu, uudistusalan raivaus ja äestys

193 (1 150)

Männyn viljely:

Avohakkuu, uudistusalan raivaus, äestys ja kylvö

353 (2 100)

Avohakkuu, uudistusalan raivaus, äestys ja istutus 1-vuotisilla paakkutaimilla

723 (4 300)¹

Kuusen viljely:

Avohakkuu, uudistusalan raivaus, mätästys ja istutus 2-vuotisilla paakkutaimilla

908 (5 400)¹

¹⁾ arvio, koska tilastoissa ei ole istutuskustannusta erikseen 1- ja 2-vuotisille eikä mänty- ja kuusitaimille, istutus keskimäärin 619 (3 680 mk) €/ha

Taulukko 7.1 Yleisimpien uudistamisketjujen kokonaiskustannukset. ¹²⁹

Yleisimpiä maanmuokkausmenetelmiä ovat laikutus, äestys eli lautasauraus, auraus ja mätästys. Maanpinnan käsittelyn tekevät yleensä muokkaukseen erikoistuneet urakoitsijat. Kevyttä laikutuksen tyyppistä muokkausta voidaan kuitenkin tehdä esim. maataloustraktorin kantokoukulla. Jos tilalla on samanaikaisesti vireillä maankäsittely- ja ojitustöitä, työt on kustannussyistä syytä tehdä samanaikaisesti.

Uudistusalan raivausta ja maankäsittelyä seuraava metsänviljely on myös työläsi, jonka metsänomistaja voi hyvin tehdä omatoimisesti. Kylvö tehdään nykyisin useimmiten koneellisesti muokkauksen yhteydessä. Siemenet ja taimet voi tilata ja hakea suoraan taimitarhalta, tai ne toimittaa viljelykohteelle työstä vastaava organisaatio. Käytännössä yleensä metsänhoitoyhdistys toimittaa taimet uudistusallalle. Suomessa taimia tuottavia suurten taimiyhtiöiden taimitarhoja on tasaisesti ympäri maata. Lisäksi maassamme on runsaasti pienehköjä yksityisiä taimitarhoja. Taimituotannossa vallitseekin kova kilpailu. Työhön tarvittavat kylvö- ja istutuslaitteet metsänomistaja voi vuokrata tai lainata esim. metsänhoitoyhdistykseltä tai metsäkeskukselta. Samoista organisaatioista saa myös tarvittavat kylvön, istutuksen ja taimihuollon työohjeet sekä opastusta kylvö- ja istutustyön tekemiseen.

Vieraalla teetettynä uudistusalan raivauksen, maanmuokkauksen ja viljelytyön kustannukset vaihtelevat lähinnä työvaikeuden mukaan. Myös siemen- ja taimikustannukset vaihtelevat siemenen laadun sekä taimien koon ja taimilajin mukaan (ks. luku 54).

Mitä uudistamisen jälkeen?

Jos hakkuu- ja uudistamistyöt on teetetty vieraalla, on eri työvaiheiden jälkeen syytä tarkastaa, että työt on tehty huolellisesti ja sovitun mukaisesti. Esim. hakkuun jälkeen tarkastuksen kohteena voi olla säästöpuiden jättäminen, arvokkaiden luontokohteiden säästäminen, riittävän siemenpuuston jättäminen jne.

Vastaavasti uudistamistöiden jälkeen on tärkeää tarkastaa raivauksen, muokkauksen ja viljelytyön laatu.

Kun kaikki uudistamistyöt on tehty, töistä tehdään metsälain edellyttämä perustamisilmoitus alueelliselle metsäkeskukselle. Pinta-alaverotuksessa olevien metsänomistajien on tehtävä perustamisilmoitus metsäkeskukselle uudistamisen jälkeen uudistamismääräyksen ja verovapauden saamiseksi. Jos metsänomistaja tekee kaikki uudistamistyöt itse, hän huolehtii yleensä itse myös mainituista ilmoituksista. Jos työt tekee esim. metsänhoitoyhdistys tai jokin yritys, metsänomistajan on syytä sopia, että tämä huolehtii myös kaikista viranomaisille tehtävistä ilmoituksista.

Metsänuudistamisessa voi hyvin tehdystä työstä huolimatta sattua epäonnistumisia erilaisten luonnontuhojen takia. Tästä syystä uudistamistulos on syytä tarkastaa muutaman vuoden kuluttua metsänviljelyn jälkeen. Samalla selvitetään tarvitaanko täydennysviljelyä tai ruohon-, heinän- ja vesakon torjuntaa. Metsänviljelyssä tämä ns. taimettumistarkastus on syytä tehdä 1—2 vuoden kuluttua istutuksesta ja 2—4 vuoden kuluttua kylvöstä. Luontaisessa uudistamisessa tarkastus tehdään 4—5 vuoden kuluttua muokkauksesta tai uudistushakkuusta.

73. Metsänuudistamispalveluita tarjoavia organisaatioita

Metsäpalveluita tarjoavat metsänhoitoyhdistys, metsäkeskus, metsäteollisuusyhtiöt sekä pienet metsäpalvelu-, metsäurakointi- ja metsuriyrietykset. Kilpailu alalla on lisääntymässä.

Perinteinen metsänomistajien itse hallinnoima metsäpalveluita tarjoava organisaatio on **metsänhoitoyhdistys**, jonka toiminta perustuu metsänhoitoyhdistyslakiin. Metsänhoitoyhdistyksiä on Suomessa nykyisin noin 270. Metsänomistaja voi itse vaikuttaa oman metsänhoitoyhdistyksensä toimintaan osallistumalla yhdistyksen hallintoon. Metsänhoitoyhdistyk-

set tarjoavat metsänomistajille palveluja, neuvontaa ja koulutusta. Tyypillisiä metsänhoitoyhdistyksen palveluita ovat leimaus, korjuu ja puukauppa sekä metsänuudistamiseen liittyvät työt, kuten uudistusalan raivaus, muokkaus ja metsänviljely. Jotkut metsänhoitoyhdistykset tekevät myös metsäsuunnittelua ja luonnonhoitosuunnitelmia.

Viljelyyn tarvittavat taimet ja siemenet metsänhoitoyhdistys saa edullisesti yhteistilauksena. Sekä puunkorjuu- että metsänhoitotyöt yhdistys teettää työntekijöillään ja urakoitsijoilla. Usein metsänomistaja tekee osan töistä itse siinäkin tapauksessa, että metsänhoitoyhdistys vastaa koko uudistamisketjusta. Tällaisia töitä ovat uudistusalan raivaus ja metsänviljely yhdistyksen hoitaessa leimauksen, suunnitelman teon, muokkauksen, taimien tai siementen hankinnan sekä tarvittavat paperityöt, kuten metsäkeskukselle tehtävät metsälain, rahoituslain ja metsäverotuksen edellyttämät ilmoitukset.

Alueellinen metsäkeskus on organisaatio, jonka toiminta perustuu lakiin metsäkeskuksista ja metsätalouden kehittämiskeskuksesta. Metsäkeskuksia on yhteensä 13. Metsäkeskuksen tehtävät liittyvät metsänuudistamiseen lähinnä metsäsuunnittelun, metsänhoitosuositusten ja viranomaistoimintojen kautta. Metsäkeskus tekee alueellista metsäsuunnittelua ja myy metsäsuunnitelmia metsänomistajille.

Metsäkeskus valvoo viranomaisena metsälain ja eräiden muidenkin metsää koskevien lakien noudattamista, myöntää kestävän metsätalouden rahoituslain mukaisia varoja mm. metsänuudistamistöihin ja valvoo varojen käyttöä. Metsäkeskus toimittaa viran puolesta verottajalle tiedot taimikon perustamisesta myönnettävästä uudistusalan verovapaudesta ja uudistamisvähennyksestä, joihin ovat oikeutettuja pinta-alaverotuksessa olevat metsänomistajat.

Joillakin alueilla metsäkeskus tarjoaa myös metsänleimaukseen ja -uudistamiseen liittyviä palveluita. Lisäksi metsäkeskus rakentaa metsä-

teitä, kunnostaa ojitusalueita, tekee tarvittaessa taimikonhoitotöitä sekä neuvoo ja kouluttaa metsänomistajia ja metsäammattilaisia.

Erilaisia hakkuisiin ja metsänuudistamiseen liittyviä palveluja tarjoavat myös **metsäpalvelu- ja metsuriyrittäjät, koneurakoitsijat sekä metsäteollisuusyhtiöt**. Yritykset tarjoavat sekä yksittäisiin hankkeisiin liittyviä palveluita että myös pitkäaikaisia hoitosopimuksia.

74. Metsälaki ja metsän uudistaminen

Säädökset ja suositukset

Metsien käyttöä koskevat nykyiset säädökset ovat vuonna 1997 voimaan tulleet metsälaki ja metsäasetus sekä erillinen maa- ja metsätalousministeriön päätös metsälain soveltamisesta. Näiden säädösten tavoitteena on edistää metsien taloudellisesti, ekologisesti ja sosiaalisesti kestävää hoitoa ja käyttöä. Säädöksissä on määritelty metsän uudistamiselle asetetut vähimmäisvaatimukset.

Metsien hoitoa ja käyttöä varten metsätalouden eri organisaatiot ovat laatineet suositusluontoisia metsänhoito-ohjeita. Ohjeissa suositellaan säädösten edellyttämää vähimmäistasoa parempaa metsien käsittelyä ja hoitoa (ks. luku 21).

Metsänkäyttöilmoitus ja taimikon perustamisilmoitus

Metsälain noudattamista valvovat alueelliset metsäkeskukset. Lain valvontaa varten metsänomistajan on ennen uudistushakkuuseen ryhtymistä tehtävä metsäkeskukselle metsänkäyttöilmoitus. Se on tehtävä 14 päivää ennen hakkuun aloittamista. Kiireellisessä tapauksessa määräajasta on mahdollista saada maksullinen poikkeuslupa. Kotitarvehakkuusta ilmoitusta ei tarvitse tehdä. Kotitarvehakkuulla tarkoitetaan omaan käyttöön tulevan poltto- tai rakennuspuun hankintaa.

Tietotaulu 7.1

Tärkeimpiä metsänuudistamiseen liittyviä säädöksiä *Mikko Hyppönen ja Tommi Lohi*

Uudistamisvelvollisuus ja luonnon monimuotoisuuden suojeleminen

Metsälaki 1093/1996
Metsäasetus 1200/1996
Luonnonsuojelulaki 1096/1996
Luonnonsuojeluasetus 160/1997

Metsäverotus

Maatilatalouden tuloverolaki 543/1967
Tuloverolaki 1535/1992
Metsäveroasetus 1208/1991
Arvonlisäverolaki 1501/1993
Arvonlisäveroasetus 50/1994

Metsänuudistamiseen liittyvä valtion tuki

Laki kestävän metsätalouden rahoituksesta 1094/1996
Asetus kestävän metsätalouden rahoituksesta 1311/1996



Valokuva 7.3 Lähde ja sen välitön ympäristö on metsälain 10. § mukainen erityisen arvokas elinympäristö. Hakuut pitää tehdä siten, että kohteen ominaispiirteet eivät muutu.

Metsänkäyttöilmoituksessa metsänomistaja ilmoittaa säädösten edellyttämällä tavalla ja tarkkuudella hakkuuajankohdansa ja ne taimikon perustamistoimenpiteet, jotka hän aikoo tehdä uuden puuston aikaansaamiseksi. Metsäkeskus arvioi aiottujen toimenpiteiden lainmukaisuuden metsänkäyttöilmoituksen perusteella. Osa metsänkäyttöilmoituksista tarkastetaan maastossa otannan tai harkinnan perusteella. Jos lainmukaisuudessa havaitaan puutteita, muutosten aikaansaamisesta neuvotellaan metsänomistajan kanssa. Jos neuvottelu ei johda tulokseen, laissa on omat menettelynsä näitä tapauksia varten. Metsänkäyttöilmoitusmenetely korostaa maanomistajan omaa vastuuta uudistamistoimenpiteistä.

Vastuu metsänkäyttöilmoituksen tekemisestä on metsänomistajalla. Hän voi tehdä sen itse tai antaa sen puunostajan tai metsänhoitoyhdistyksen tehtäväksi. Metsänkäyttöilmoituslomakkeita saa metsäkeskuksesta, metsänhoitoyhdistyksistä ja usein myös puunostajilta. Metsänkäyttöilmoituksen laiminlyönnistä seuraa yleensä sakkorangaistus.

Lapin suojametsäalueella hakkuusta tulee laatia erillinen hakkuu- ja uudistamissuunnitelma, jonka metsäkeskus hyväksyy. Tällöin ei tarvita erillistä metsänkäyttöilmoitusta.

Kun taimikon perustamistoimenpiteet on tehty, metsänomistajan tulee tehdä metsäkeskukselle taimikon perustamisilmoitus. Perustamisilmoitus on kätevin tehdä kyseisestä hakkuusta ja uudistamistoimenpiteestä tehdyn metsänkäyttöilmoituksen yhteydessä olevalla perustamisilmoituslomakkeella. Metsäkeskus tarkastaa osan tehdyistä perustamisilmoituksista maastossa.

Uudistuskypsyys ja uudistamistapa

Metsälain mukaan uudistushakkuu saadaan tehdä, kun puusto on saavuttanut riittävän järeyden tai iän tai jos erityiset syyt sitä muuten puoltavat. Metsälain sanamuodoista päätellen metsä saadaan aina uudistaa viljellen. Metsä



Valokuva 7.4 Luontainen uudistaminen on sopivalla kasvupaikalla taloudellisesti järkevä vaihtoehto.

voidaan uudistaa luontaisesti vain, jos alueella on puuston, maaperän ja pintakasvillisuuden perusteella ennakoita arvioiden riittävät edellytykset luontaisen taimiaineksen muodostumiseen. Uudistushakkuun edellytyksenä ovat vähimmäiskeskilämpötila- ja -keski-ikä, erityiset syyt edellä mainituista poikkeamiseen sekä luontaisen uudistamisen täsmällisemmät edellytykset on määritelty maa- ja metsätalousministeriön päätöksessä metsälain soveltamisesta.

Luontaisen uudistamisen edellytykset

Luontaisen uudistamisen edellytyksenä on, että uudistettavalla alueella tai sen reunalla kasvaa riittävästi siemennyskykyisiä, riittävän hyvälaatuisia ja uudistettavalla alueella taloudellisesti kasvatuskelpoisia puulajeja. Luontaisen uudistamisen perustuessa reunametsän puustoon voi uudistettava alue ulottua enintään 50 metrin etäisyydelle reunametsästä. Jos luontaisesti uudistettavaksi aiotulla alueella ei ennen uudistushakkuuta ole tapahtunut selvää taimettumista, alueella on suoritettava maanpin-

nan käsittely. Vaatimus muokkauksen tekemiseen ei koske soistuneita kankaita ja turvemaita. Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan ja Lapin metsäkeskusten alueella muokkausta edellytetään kuitenkin myös soistuneilla kankailla. Kuusen luontaisessa uudistamisessa edellytetään, että uudistettavaksi aiotulla alueella tulee olla näkyvissä selvää taimettumista jo ennen uudistushakkuuta.

Taimikon perustamistoimenpiteet

Metsälain mukaan taimikon perustamistoimenpiteet tulee tehdä viimeistään viiden vuoden kuluessa hakkuun aloittamisesta tai kolmen vuoden kuluessa hakkuun päättymisestä. Näitä ovat metsänviljelyssä esimerkiksi muokkaus, istutus ja tarvittaessa uudistusalan raivaus ja luontaisessa uudistamisessa uudistusalan raivaus ja/tai muokkaus. Turvemaidilla kysymykseen voi tulla myös vesitalouden järjestely, mikäli vesitalous on hakkuun jälkeen muuttunut niin, että se vaarantaa taimikon aikaansaamisen.

Luontaista uudistamista käytettäessä ja siihen liittyviä perustamistoimenpiteitä harkittaessa tulee huomioida, että uudistuslalle tulee saada riittävä määrä luontaisesti syntyneitä ja niitä tarvittaessa täydentäviä viljelytaimia, joilla on edellytykset kehittyä kasvatuskelpoiseksi taimikoksi 1) Lapin metsäkeskuksen alueella suojametsäaluetta lukuun ottamatta seitsemässä vuodessa 2) Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskusten alueella viidessä vuodessa ja 3) muualla Suomessa kahdessa vuodessa perustamistoimenpiteiden loppuunsaattamisesta.

Kohtuullinen aika kasvatuskelpoisen taimikon aikaansaamiseksi

Edellä mainittujen perustamistoimenpiteiden jälkeen metsänomistajalla on velvollisuus huolehtia uudistuslalla mahdollisesti tarvittavasta täydennysistutuksesta tai -kylvöstä tai luon-

taisesti uudistettaessa maan taimettumista ylläpitävistä toimenpiteistä kuten heinäntorjunnasta, raivauksesta ja/tai muokkauksesta. Uudistamisvelvoite käsittää myös uudistuslalle syntyneen taimikon varhaishoidon, johon kuuluu mahdollisesti tarpeellinen heinä- ja vesantorjunta. Metsäkeskus voi hakemuksesta päättää, että uudistamisvelvoite poikkeustapauksessa raukeaa. Tämä edellyttää kuitenkin, että kaikki kohtuulliseksi katsottavat keinot alueen uudistamiseksi on käytetty, eikä taimikkoa ole niistä huolimatta syntynyt.

Metsälaki velvoittaa metsänomistajaa huolehtimaan hakkuun jälkeisistä uudistamiseen liittyvistä toimenpiteistä edellä mainitulla tavalla siihen asti, kun uudistuslalle syntynyt taimikko on vakiintunut. Vakiintunut, taloudellisesti kasvatuskelpoinen taimikko, jonka kehittymistä muu kasvillisuus ei enää uhkaa, on saatava syntymään kohtuullisessa ajassa.

Kasvatuskelpoisen taimikon aikaansaamiseksi tarkoitettua, uudistushakkuun toteuttamisesta laskettavaa kohtuullista aikaa arvioitaessa otetaan huomioon uudistusalan ilmastollinen sijainti, taimikon pääasialliset puulajit sekä uudistusalan viljavuus ja pintakasvillisuus. Kohtuullista aikaa ei ole säädöksissä edellä mainittua tarkemmin määritelty. Kohtuullinen aika lienee Etelä-Suo-



Valokuva 7.5 Taustalla kuivalle kankaalle syntynyt täystiheä taimikko.

messa edellä mainituista seikoista riippuen noin 10 vuotta, Pohjois-Suomessa 15—20 vuotta ja Lapin suojametsäalueella noin 25 vuotta.

Kasvatettavaksi kelvollinen taimikko

Uudistamisen tuloksena syntyneen kasvatettavaksi kelvollisen taimikon tulee koostua kullakin kasvupaikalla taloudellisesti kasvatuskelpoisten puulajien taimista. Kasvatuskelpoisten puulajien taimet ja niitä täydentävät kasvatuskelpoisiksi katsottavat taimet kasvupaikkaluokittain ja niiden vähimmäismäärät puulajivaltaisuuksittain ja alueittain on lueteltu maa- ja metsätalousministeriön päätöksessä metsälain soveltamisesta.

Vastuu uuden puuston aikaansaamisesta

Vastuu uuden puuston aikaansaamisesta on metsänomistajalla. Jos uudistusalueen omistusoikeus siirtyy esimerkiksi kiinteistökaupan myötä toiselle omistajalle, tälle siirtyy samalla myös uudistamisvelvollisuus. Tämä kannattaa huomioida metsäkiinteistöjen luovutustilanteissa.

Rangaistussäännökset ja oikeusturva

Metsälain vastaisesta toiminnasta voidaan tuomita rangaistus metsänkäyttöilmoituksen laiminlyönnistä, metsärikkomuksesta tai metsärikoksesta. Lisäksi lain rikkomisesta saatu taloudellinen hyöty voidaan tuomita joko kokonaan tai osittain valtiolle menetetyksi. Metsärikkomuksia ovat esim. kasvatettavan metsikön jättäminen liian harvaksi tai taimikon perustamistoimenpiteiden tekemättä jättäminen. Metsärikos on esim. kasvatettavan metsikön jättäminen liian harvaksi, jos toimenpiteellä on tavoiteltu huomattavaa taloudellista hyötyä tai jos toimenpide on tehty piittaamatta lain kielloista ja käskyistä. Metsänkäyttöilmoituksen laiminlyönnistä ja metsärikkomuksesta voidaan tuomita sakkorangaistus. Metsärikoksesta rangaistus on sakkoa tai vankeutta enintään 2

vuotta. Lakia rikkonut voidaan myös velvoittaa korjaamaan kustannuksellaan lainvastaisen toiminnan seuraukset.

Metsänomistajan oikeusturvan kannalta on merkittävää, että lain rikkomisasiat käsitellään riippumattomassa tuomioistuimessa. Mahdolliset erimielisyydet, jotka koskevat korjaavia toimenpiteitä, käsitellään hallinto-oikeudessa. Yleensä ennen kuin asia etenee tuomioistuimeen, järjestetään katselmus lain rikkomisen selvittämiseksi ja korjaavien toimenpiteiden tarpeellisuuden toteamiseksi. Katselmuksen suorittaa Metsäkeskuksista ja metsätalouden kehittämiskeskuksesta annetun lain mukainen katselmustoimikunta.

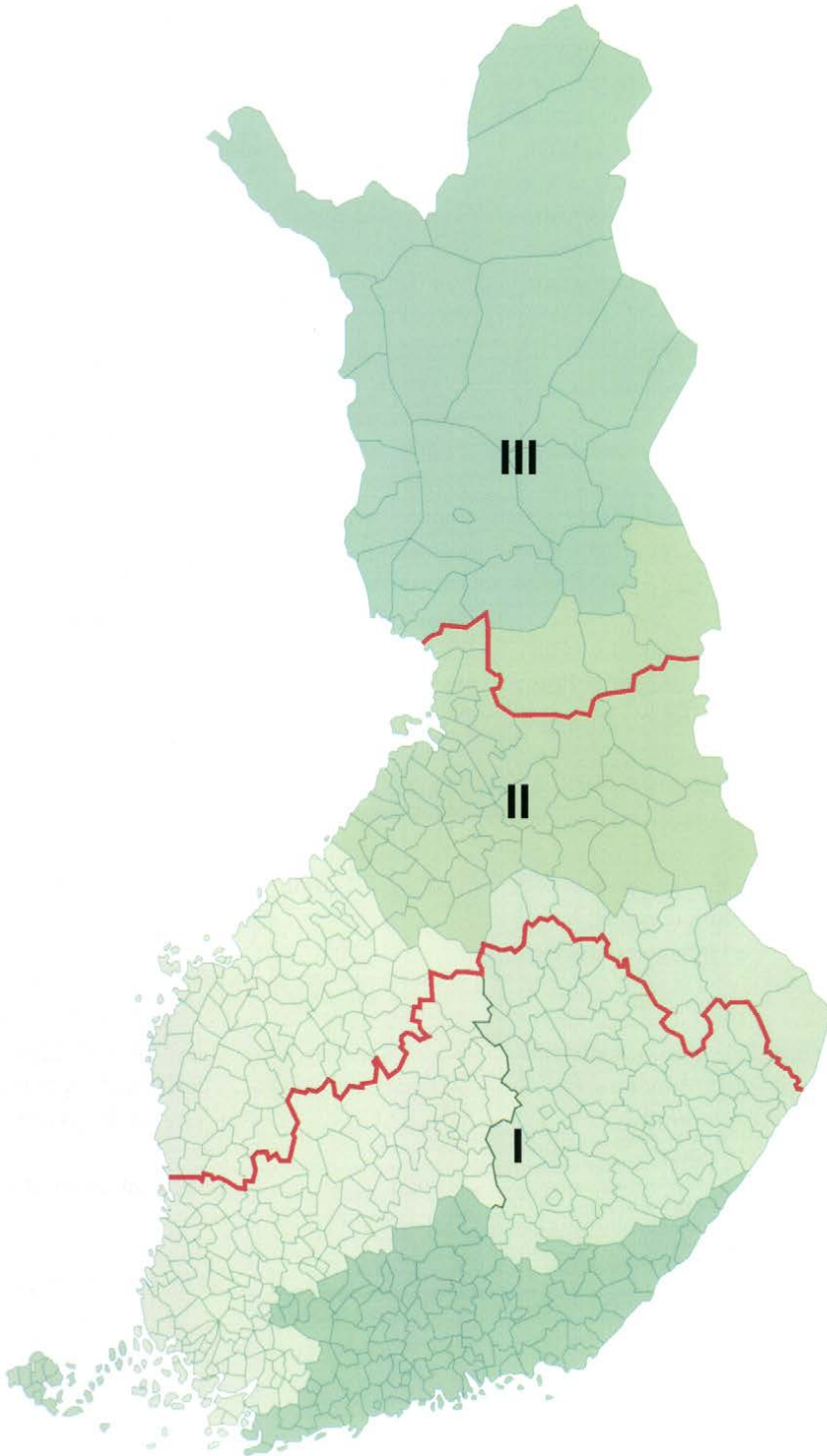
75. Valtion tuki metsän uudistamiseen

Kestävän metsätalouden rahoituslaki

Metsälain mukaisiin, metsien kestävää hoitoa ja käyttöä edistäviin toimenpiteisiin osoitetaan yhteiskunnan tukea vuoden 1997 alussa voimaan tulleessa kestävän metsätalouden rahoituslaissa säädetyin perustein. Perusteita on täsmennetty samaan aikaan annetussa asetuksessa ja myöhemmin annetuissa maa- ja metsätalousministeriön määräyksissä. Tukea voidaan myöntää puuntuotannon kestävyuden turvaamiseen, metsien biologisen monimuotoisuuden ylläpitämiseen, metsäluonnonhoitohankkeisiin ja edellä mainittua toimintaa tukeviin edistämistöimiin. Tuen määrä riippuu tuetavasta toimenpiteestä ja tukiväyhykkeestä.

Rahoituksen hakeminen ja tuen myöntäminen

Rahoitusta haetaan alueelliselta metsäkeskukselta. Tuen hakeminen edellyttää nuoren metsän hoitoa lukuun ottamatta asianmukaisesti laaditun ennakkosuunnitelman. Töitä ei tule aloittaa ennen toimenpiteelle myönnettä rahoitusta. Tuen hakemiseen tarvittavia hakulomakkeita saa alueellisista metsäkeskuksista ja metsänhoitoyhdistyksistä.



Kuva 7.1 Kestävän metsätalouden rahoituslain mukainen tukivyöhykejako.

Tukea myönnetään pääsääntöisesti vain yksityiselle metsänomistajalle. Yksityisellä metsänomistajalla tarkoitetaan luonnollista henkilöä sekä sellaista luonnollisten henkilöiden muodostamaa yhtiötä, osuuskuntaa tai muuta yhteisöä tai säätiötä, jonka pääasiallisena tarkoituksena maatalous- tai metsätalouden harjoittaminen. Lisäksi sillä tarkoitetaan yhteismetsän osakaskuntaa ja yhteisaluelaissa tarkoitettua yhteisen alueen osakaskuntaa.

Tuki metsänuudistamiseen

Metsien puuntuotannon turvaamiseksi tukea myönnetään alla mainituin edellytyksin metsän uudistamiseen ja uudistamiseen liittyvään kulotukseen. Tuettavaa metsänuudistamista ovat:

- 1) metsätalouden käyttöön otettavan alueen metsittäminen (mm. metsitettävät pellot),
- 2) luontaisen uudistamisen edistäminen suoja- metsäalueella,
- 3) vähäpuustoisien tai vähäarvoista puustoa kasvavan alueen metsän uudistaminen joko viljelemällä tai luontaisesti
- 4) metsänomistajasta riippumattomasta syystä tuhoutuneen taimikon uudistaminen ja
- 5) myrsky-, lumi- tai muun luonnontuhoalueen metsistys viljellen.

Kulotusta voidaan rahoittaa metsänuudistamisen yhteydessä tai erillisenä toimenpiteenä.

Metsänuudistamishankkeen suunnittelu, tarvittavat siemenet ja taimet sekä mahdolliset muut materiaalit rahoitetaan kokonaan tuella. Tukea metsänuudistamisen työ- ja työnjohtokustannuksiin myönnetään rahoitusvyöhykkeestä riippuen 20, 35 tai 55 % (kuva 7.1). Kolmannella vyöhykkeellä erityisen vähäpuustoisissa kohteissa tuki on 70 %. Kulotuskustannuksiin myönnettävän tuen suuruus on vastaavasti 50, 60 tai 70 %. Jos tilalla, jossa metsää uudistetaan, ei ole voimassa olevaa metsäsuunnitelmaa, toteuttamiskustannuksiin myönnettävää tukea alennetaan 10 %. Markkamääräinen tuki

määräytyy maa- ja metsätalousministeriön rahoitusvyöhykkeittäin määräämien keskimäärien toteuttamiskustannusten perusteella.

Tuen myöntämisen edellytykset

Tukea vähäpuustoisien tai vähäarvoista puustoa kasvavan alueen metsän uudistamiseen voidaan myöntää, milloin uudistettavalla alueella kasvavan ja siltä kolmen vuoden aikana ennen uudistamistoimenpiteen toteuttamista hakatun puuston kantoraha-arvo on ensimmäisellä rahoitusvyöhykkeellä enintään kaksinkertainen, toisella enintään kaksi ja puolikertainen ja kolmannella vyöhykkeellä enintään kolminkertainen maa- ja metsätalousministeriön vuosittain vahvistamiin keskimääriin uudistamiskustannuksiin verrattuna. Mikäli puuston kantoraha-arvo kolmannella vyöhykkeellä on enintään kaksinkertainen uudistamiskustannuksiin verrattuna, tuki uudistamiseen on 70 %. Vuonna 2000 maa- ja metsätalousministeriön vahvistama keskimääräinen uudistamiskustannus on I tukivyöhykkeellä 908 (5 400 mk) €/ha, II tukivyöhykkeellä 757 (4 500 mk) €/ha ja III vyöhykkeellä 639 (3 800 mk) €/ha. Lisäksi en-



Valokuva 7.6 Pellonmetsitystäkin tuetaan keskitävän metsätalouden rahoituslain perusteella.

simmäisellä ja toisella vyöhykkeellä edellytetään, että yhtenäisen uudistusalan tulee olla keskimääräistä suurempi.

Työn laatu

Töiden toteutuksessa edellytetään käytettäväksi metsänhoitosuosituksissa määriteltyjä menetelmiä ja suositusten mukaista laatutasoa. Metsänviljelyaineiston tulee täyttää metsänviljelyaineiston kaupasta annettujen säädösten ja määräysten mukaiset vaatimukset.

Hoito- ja kunnossapitovelvollisuus

Metsänomistaja on velvollinen huolehtimaan rahoituslain mukaisella tuella perustetun taimikon hoidosta ja kunnossapidosta 15 vuoden ajan sen toteuttamisesta. Hoito- ja kunnossapitovelvollisuus käsittää tarpeellisesta taimikonhoidosta huolehtimisen. Jos kiinteistö, jolla metsänuudistaminen on toteutettu, vaihtaa omistajaa, siirtyy hoito- ja kunnossapitovelvollisuus samalla uudelle omistajalle. Hoito- ja kunnossapitovelvollisuuden laiminlyönnistä voi seurata myönnetyn tuen takaisinperiminen.

76. Metsäverotus ja metsän uudistaminen

Suomessa metsänomistajaa verotetaan joko vanhan pinta-alaperusteisen verojärjestelmän tai uuden puunmyyntituloihin perustuvan verojärjestelmän mukaisesti. Vuoden 2006 alusta päättyy siirtymäkausi, jonka jälkeen kaikkia metsänomistajia verotetaan myyntitulojen perusteella. Pinta-alaverotus perustuu metsän puhtaaseen tuottoon ja vero on metsänomistajan ansiotuloa. Vero pannaan maksuun vuosittain metsätalouden tapahtumista riippumatta. Myyntituloerotus perustuu nimensä mukaisesti puunmyyntituloihin, jotka ovat metsänomistajan pääomatuloa. Myyntituloista vähennetään kaikki metsätalouden tulojen hankkimiseen kohdistuvat menot. Nettotuloista maksetaan sitten veroa pääomatuloerotuspro-

sentin mukaisesti. Metsänomistajan itse tai hänen perheenjäsenensä tekemän hankintatyön, hakkuun ja kuljetuksen, arvo on ansiotuloa kummassakin verojärjestelmässä. Hankintatyö on kuitenkin maatilakohtaisesti verovapaata ensimmäisen 125 m³:n osalta vuodessa.

Pinta-alaverotuksen piirissä olevat metsänomistajat saavat metsää uudistaessaan sellaisia veroetuksia, joita puunmyyntitulojen verotuksessa olevat metsänomistajat eivät saa. Tällaisia ovat metsän uudistusalan verovapaus ja uudistamisvähennys, jotka vähennetään metsän tuotosta. Nämä veroetudet metsänomistaja saa, kun uudistamistyöt on tehty loppuun. Metsänviljelyssä työt on tehty loppuun, kun kaikki viljelyketjun työt on tehty, ja kun metsänomistaja tekee perustamisolmoituksen metsäkeskukselle. Luontaisessa uudistamisessa metsänomistaja saa vastaavat etuudet, kun uudistusala on taimettunut, siemen- tai suojuspuut on poistettu ja metsäkeskukselle on tehty perustamisolmoitus. Metsäkeskus ilmoittaa etuudet tämän jälkeen viran puolesta verottajalle tarkastettuaan, että työt on tehty. 2000-luvulla annetut verovapaudet ulottuvat koko siirtymäajalle, joten viljeltävä alue on verovapaa vuoden 2005 loppuun, jonka jälkeen kaikki metsänomistajat siirtyvät myyntituloerotukseen. Vuoden 2000 verotuksessa uudistamisvähennys on luontaisessa uudistamisessa 135 (800 mk) €/ha, kylvössä 303 (1 800 mk) €/ha ja istutuksessa 589 (3 500 mk) €/ha. Jos uudistamiseen on saatu valtion tukea, vähennyksiä pienennetään tuen verran.

Puun myyntituloerotuksessa verotettava tulo määräytyy tulojen ja menojen erotuksena. Vuoden 2000 verotuksessa tulojen ja menojen erotuksesta maksetaan kiinteää 29 %:n veroa. Vero maksetaan käytännössä kahtena eränä. Ensimmäisen erän perii ostaja puukaupan yhteydessä ennakkona, joka on pystykaupassa 19 % ja hankintakaupassa 13 %. Toisen erän verottaja perii lopullisessa verotuksessa. Metsänuudistamis- ja hakkuutöissä metsänomistaja voi vähentää puunmyyntituloista esim. kurs-

simaksut, maksetut palkat, palvelu- ja urakointimaksut, työkalut, siemenet, taimet, matkakulut, moottori- ja raivaussahan poltto- ja voiteluaineet sekä korjaukset, huollot ja varaosat. Oman auton käytöstä voidaan vähentää vuosittain määrättävä kilometrikorvaus. Hankintakaupassa puunmyyntituloista vähennetään ensin hankintatyön arvo. Tuloista ja menoista on pidettävä muistiinpanoja. Kaikki tulo- ja menotositteet pitää säilyttää. Myös matkoista työkohteineen ja työmäärineen on pidettävä muistiinpanoja.

Metsänomistaja on **arvonlisäverovelvollinen**, jos metsätulot ylittävät 8 409 € (50 000 mk).

Verovelvolliseksi voi ilmoittautua tai hakeutua pienemmilläkin tuloilla. Kummassakin verojärjestelmässä oleva metsänomistaja voi olla arvonlisäverovelvollinen. Metsänomistaja tilittää puukaupassa saamansa arvonlisäveron valtiolle vähennettyään siitä ensin ostamiinsa hyödykkeisiin ja palveluihin kuuluvan veron. Metsänomistajan on pidettävä muistiinpanoja arvonlisäverollisista ostoista ja myynneistä. Muistiinpanoissa vero-osuus kirjataan erikseen. Arvonlisäverotuksen ulkopuolella olevat puunmyyntitulojen verotuksessa olevat metsänomistajat kirjaavat menon bruttomääräisenä.

8. Metsänuudistamisen tulevaisuuden näkymiä

Pertti Harstela

Tulevaisuus on täynnä yllätyksiä. Siksi tulevaisuuden tutkijat ja yritysstrategikot muodostavat useita vaihtoehtoisia tulevaisuudenkuvia eli skenaarioita. Ne auttavat sopeutumaan muutokseen ja niiden perusteella voi muodostaa oman visionsa tulevaisuudesta. Tämä luku on käsiteltävä kirjoittajan näkemykseksi epävarmassa maailmassa. Tässä ei pitäydytä tiukasti vain metsän uudistamisessa, vaan katsotaan asiaa vähän laajemmissa puitteissa.

Megatrendit suosivat kuusta

Megatrendit ovat verraten pitkän aikaa pysyviä valtavirtauksia maailmassa. Yksi sellainen on globalisoituminen. Globalisoituvassa puumassateollisuudessa pohjoisen havumetsävyöhykkeen tehtäväksi näyttäisi jäävän pitkäkuituisen kuusen hyödyntäminen. Kuusi onkin pärjännyt hyvin myös sahateollisuuden ja viiluttavan teollisuuden raaka-aineena. Kun metsän kiertoaika on pitkä, on mietitty nopeita keinoja lisätä kuusen tarjontaa. Tällaisia ovat täsmälannoitukset, joissa minimoidaan lannoituksen aiheuttamat ravinnehuuhtoutumat ja ajoitetaan lannoitus niin, ettei puun laatu oleellisesti huonone. Muita keinoja ovat alikasvosten ja vallittujen latvuserosten kasvatus pääpuulajin ohessa silloin, kun kokonaistuotto ei tästä alene, ja arvokkaan viilupinnan lihotus kiertoaikaa venyttämällä silloin, kun laadusta maksetaan hyvin.

Myös hyvälaatuiselle koivu- ja mäntyukille voi ennustaa hyvää tulevaisuutta, koska eteläisemmissä oloissa näiden puulajien laatukskasvatus on vaikeaa. Tämä tukee sitä vanhaa sääntöä, että puulaji valitaan kasvupaikan mukaan ja kasvatusta jatketaan laatukskasvatuksena. Trendejä murtavia yllätyksiä puuntarpeessa voi tulla esimerkiksi Itä-Euroopan puuvarojen tai Kes-



Valokuva 8.1 Haavan nopeaa kasvua ja hyviä kuituominaisuuksia voidaan parantaa biotekniikalla.

ki-Euroopan kuusikoiden hakkuusäästöjen työntyessä läntisille markkinoille tai 'tappajatekniikoiden' korvattaessa vanhat tekniikat tai raaka-aineet, esim. sähköinen sanomalehti voisi romahduttaa sanomalehtipaperin kulutuksen.

Paperinteossa tarvitaan paljon sellaista massaa, jota haapa ja koivu tuottavat. Kun haavassa on ominaisuudet parhaasta päästä, ei lyhytkuituista massaa ehkä kannata kuljettaa tänne tropiikista asti. Näin haapa on varteenotettava vaihtoehto metsänuudistamiseen varsinkin, kun sen kiertoaika on suhteellisen lyhyt. Sen kasvatuksessa voidaan metsänjalostuksen ja bioteknologian saavutuksetkin hyödyntää pääpuulajejamme helpommin.



Valokuva 8.2 Hybridihaavan kloonausta.

Jos ilmasto lämpenee, voivat Etelä-Suomessa muutkin lehtipuut rikastuttaa talousmetsämäisemää. Monipuolisuus on tietty vakuus tulevaisuuden ennustamattomuuteen. Globaaliksi suurteollisuudeksi (paikallisine toimijoinen) ja paikalliseksi pk-teollisuudeksi jakautuva metsäteollisuus voi hyödyntää myös erikoistuotteita pienessä mittakaavassa. Näin arvokkaat, mutta pienialaiset erikoispuiden ylis- ja suojuustuotot, alikasvokset tai istutukset saattavat olla vaihtoehtoja metsänuudistamisessa ja löytää käyttäjänsä. Niitä voidaan kasvattaa myös maisemallisista syistä. Lämpenevä ilmasto saattaa lisätä taimikonhoidon tarvetta varsinkin havupuiden kasvatuksessa. Myös tuhojen ja tuholaisien torjuntaa ja hallintaa tarvittaneen entistä enemmän.

Viljelymetsätalous kunniaan

Luonnonsuojeluvaatimukset metsiä kohtaan tuskin laantuvat, vaan paremminkin lisääntyvät. Metsänomistajakunta jakautuu siten, että osalle omistajista taloudellinen tulos jää muiden tavoitteiden varjoon tai metsiä ei osata hyödyntää. Viljelymetsätalous voi nousta uuteen arvoon, kun yhteiskunnan kuitutarpeita tyydytetään tai puusta kenties löytyviä aivan uusia tuotteita hyödynnetään. Tehokasta tuotantoa harjoitetaan niillä alueilla, joilla metsänomistaja pyrkii hyvään taloudelliseen tulokseen. Myös yhteiskunta lienee kiinnostunut talou-

dellisen ja sosiaalisen kestävyuden tavoittelusta tätä kautta.

Tehokas viljelymetsätalous pysyy kiinnostavana vain, jos puunkasvatuksen kustannusten nousu estetään ja käännetään laskuun. Samalla täytyy kuitenkin laatuaso pitää hyvänä. Laatuajatteluun kuuluu metsänhoidollisen laadunhallinnan menetelmät ja niiden jatkuva kehittäminen. Kustannuksia ja samalla tuottoja tulee tarkastella koko puunkasvatusketjun tasolla. Jos metsänuudistamista ajatellaan investointina, taloudellinen kriteeri menetelmien vertailussa olisi kiertoajan tuottojen ja kustannusten nykyarvon erorus metsänomistajan asettamalla korkovaatimuksella. Sitä ei aina vain voida soveltaa laskelmien työläyden ja laskentaperusteiden puuttumisen vuoksi. Metsänomistajan tavoitteet ja preferenssit voidaan kokonaisvaltaisesti käsitellä vasta metsäsuunnittelun keinoin, mutta silloinkin tarvitaan kunkin toimenpiteen tuotot ja kustannukset perustietona.

Koneellistuminen etenee

Metsänhoitotoissa esiintyy jo nyt alueellista työvoimapulaa. Tämä kiihdyttäne koneellistamiskehitystä, joka näyttää parhaillaan etenevän istutukseen. Taimikonhoidon koneellistamista tullaan kehittämään sekä perkauksen koneellistamisessa että pienpuuston korjuussa energiapuuksi. Toisaalta on mahdollista kehittää vieläkin myös manuaalista työtä vaikkapa logistiikan kautta, kuten etsimällä optimaalista yhdistelmää konetyön ja ihmistyön välillä. Tämä on jo tuonut 'mönkijät' taimien jakeluun tienvarresta istutustiimeille metsään.

Aivan lähiajan kehittämistarpeita ovat parhaan maanmuokkausjäljen selvittäminen erilaisiin oloihin ja sitten koneiden muotoilu vastaamaan tarpeita. Kun tämän hetkisen käsityksen mukaan mätästys on kuuselle optimaalinen menetelmä, pitäisi käytännön työ saada toteuttamaan tätä käsitystä. Myös kulotusta tullaan käyttämään ekologisista syistä ja sen työtapoja ja tekniikkaa tulisi myös kehittää. Kylvö-

tekniikka on jo aika hyvin hallinnassa, mutta esimerkiksi mikropreparointi eli pienien painanteiden teko muokkausjälkeen ei ole yleistynyt, vaikka se tutkimusten mukaan lisää huomattavasti siementen itämistä. Istutuksen koneellistamisessa tarvitaan vielä ponnisteluja kustannustason hillitsemiseksi ja työn laadun varmistamiseksi. Mätästyksen liittäminen istutuskoneeseen on jo ollut merkittävä askel. Uusia ratkaisuja voidaan etsiä esimerkiksi kahta taimiriviä kerrallaan istuttavista koneista tai automatiikan asteittaisesta kehittämisestä. Työkohteiden valinnalla, hakkuutähteiden korjuulla, hyvällä työn organisoinnilla ja työtekniikkaa kehittämällä ja opastamalla voidaan myös kustannuksia alentaa ja työn laatua parantaa.

Taimikon perkauksen ensi vaiheen, reikäperkauksen kehittäminen edennee käsityövälineiden tai työtekniikan kehittämisellä. Varsinaisessa taimikonhoidossa puusto on jo kookasta. Työn tuottavuus voi parantua ja kustannukset alentua raivaussahaa kehittämällä tai varsinaisen koneellistamisen avulla. Tällöin on pyrittävä optimoimaan työkustannukset ja tarvittavien ajourien vaikutus metsikön tulevaan tuottoon. Jos energiapuunkorjuu yleistyy, kannattaa harkita menetelmää, jossa ohuin latvus neulasineen tai lehtineen jätetään metsään ravinnetasapainoa ylläpitämään.

Ehkä suurimmat kustannussäästöt saadaan tarkastelemalla logistisia ketjuja taimien kasvatuksesta metsäpään toimintoihin ja ensiharvennuksiin asti. Tulemme ehkä näkemään taimitarhayhtiöiden fuusioita, erilaisia toimintatapoja, erikoistumista ja uusia palvelumuotoja, mutta samalla myös pientuotannon kehittämistä. Seuraamme suur-metsänhoitoyhdistysten syntymisiä ja kilpailua metsänomistajien palvelemisesta yhtiöiden tehostuvan metsäpalvelusopimus-toiminnan ja metsäpalveluyrittäjien kanssa. Tämä tuo mukanaan myös nettikau-

pan ja -palvelut, myös asiantuntijajärjestelmät. Syntyy erilaisia alihankintaan perustuvia verkostoja ja ehkä kokonaisurakointiakin, jolla tarkoitamme kokonaisvastuun ottamista metsänuudistamisesta vakiintuneeseen ja hoidettuun taimikkoon asti. Kustannustietoinen metsänomistaja kilpailuttaa palvelujen tarjoajia.

Luontainen uudistaminen luonnolliseen osaansa

Luontainen uudistaminen mielikuvana viehättää ekotietoisia, aukkoja kauhistelevia ihmisiä. Se on kustannustehokas siellä, missä siihen on edellytykset, mutta sitä tullaan varmaan jatkossakin soveltamaan parhaan käyttöalueensa ulkopuolelle. Keskimääräiset uudistamistulokset ovat vaarassa jäädä heikokkiksi, kuten myös viimeaikaiset yksityismetsien uudistamistulosten seurannat ovat osoittaneet. Tarvitaan neuvontaa ja neuvontaa palvelevia työkaluja. Ostomiehen tai metsänhoitoyhdistyksen neuvojan salkkumikrossa tulee olemaan virtuaalisia päätöstukijärjestelmiä, joilla voidaan suunnitella uudistusalan muotoilua osana maisemaa ja ekosysteemiä, mutta myös osoittaa toimenpiteiden todennäköiset puuntuotostulokset ja taloudellinen tulos eri aikajäniteillä. Tämä on osa asiakaslähtöistä uutta palvelua.

Yhäti urbanisoituva yhteiskunta vaalii mielikuvaa metsien kaikkinaisesta kestävydestä ja monikäyttöisyydestä. Kun tavoitteet ovat osittain ristiriitaisia, on kaksi mahdollisuutta: yrittää tehdä kompromisseja kaikilla kuvioilla (kuten nyt on pyrkimys) tai eriyttää tavoitteita alueittain tai jopa kuvioittain. Viimeksi mainitulla taktiikalla voi tulos olla tehokkaampi kaikkien kriteerien suhteen ja maisemakin monimuotoisuudessaan viehättävä. Veikkaan jälkimmäisen linjan saavan lisää painoa ja silloin tehokas viljelytalouskin saa lisää hyväksytyä roolia.

Vihreä bisnes mukaan kuvaan

Työkaluja tarvitaan kuitenkin kokonaisuuden hallintaan maisemansuunnittelusta lähtien. Metsäammattimiehet ovat olleet Suomen tärkein arkkitehtiryhmä ilman mainittavia arkkitehtonisia valmiuksia. Ihmiset etsivät elämyksiä. Joku saa niitä 'alkuperäisestä' luonnosta, toinen seikkailuista tai 'survival'-matkailusta. Vihreä bisnes saa varmasti lisää painoa. Ainakin elämystuotannon kannalta tärkeät alueet uudistetaan ajatellen kaunista ja monipuolista maisemaa.

Metsänuudistamiseen liittyvä uusi multimedia- ja informaatioteknologinen-tuotanto voikin

versoa paitsi kaupan välineistä ja neuvonnan työkaluista myös elämystuotannosta. Veikko Huovinen teki menestyskirjan kuvaamalla Metsäkansan tarinoissa metsän sukkessiokehitystä sen kummemmin sitä dramatisoimatta. Nykyihmistä voi viehättää sama multimediatäiteena. Henkilökohtaista mielenkiintoa se herättää, kun samalla kuvataan ihmisen oman metsän kehityskulkuja esimerkiksi uudistus- alalta tulevaan puusukupolveen ja sen vaihtoehtoihin käsittelyihin hänen itsensä ja jälkikasvunsa virtuaalisesti tekemänä. Valintoja haluaa hedonistinen ja itsekeskeinen nykyihminen. Yksi valinta, joka hivelee itsetuntoa, on yhteiskunnan hyväntekijä tehokkaana puuntuottajana, toinen luonnonsuojelijana.

Kirjallisuusluettelo

- 1) **Aaltonen, V.T. 1938.** Maa ja metsän uudistuminen. Metsänhoitajien jatkokurssit 1937. III. Silva Fennica 46: 25–42.
- 2) **Ahnlund, H. & Lindhe, A. 1992.** Hotade vedinsekter i barrskogslandskapet — några synpunkter utifrån studier av sörmländska brandfält, hållmarker och hyggen. Entomologisk Tidskrift 113(4): 13–23.
- 3) **Almqvist, C., Bergsten, U., Bondersson, L. & Eriksson, U. 1998.** Predicting germination capacity of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seeds using temperature data from weather stations. Canadian Journal of Forest Research 28: 1530–1535.
- 4) **Andersson, S.O. 1984.** Om lövröjning i plant- och ungskogar. Sveriges Skogsvårdsförbunds tidskrift 82 (3–4): 69–95.
- 5) **Annala, E. 1981.** Kuusen käpy- ja siementuhoilaisten kannanvaihtelu. Communicationes Instituti Forestalis Fennicae 101: 1–32.
- 6) **Appelroth, E., Heikinheimo, O., Kalela, E.K., Laitakari, E., Lindfors, J. & Sarvas, R. 1948.** Julkilausuma. Metsätaloudellinen Aikakauslehti (11): 1–2.
- 7) **Arnkil, R. & Hämäläinen, J. 1995.** Bräcke Planter- ja Ilves-istutuskoneiden tuottavuus ja työjälki. Review: Bräcke planter and Ilves tree planting machines. Metsätehon katsaus 1: 8 s.
- 8) **Arnkil, R. & Niemelä, H. 1998.** Metsäluonnon hoito hakkuissa ja metsänuudistamisessa 1997. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio, Helsinki. 21 s.
- 9) **Aspi, J. & Helle, P. 1984.** Ekologinen suksessio. Luonnon Tutkija 88: 186–193.
- 10) **Bergman, F. 1960.** Försök att öka gröningsenergin och grobarheten hos skogsfrö. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift 58: 15–36.
- 11) **Beuker, E. 1996.** Implications of climate adaptability in provenance trials with Scots pine and Norway spruce in Finland for the possible effects of climate warming. (Väitöskirja) Joensuu yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta. ISBN 951-708-400-5.
- 12) **Björkdahl, G. 1983.** Höjdtveckling hos stubbskott av vårt- och glasbjörk samt tall och gran efter mekanisk röjning. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktion, Stencil 18: 54 s.
- 13) **Blomgren, Y. 1952.** Tuomarniemen metsänviljelytöistä ja niiden tuloksista. Referat: Über Waldkulturarbeiten und ihre erfolge im revier Tuomarniemi. Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja 40:28: 1–15.
- 14) **Borg, A. 1931.** Metsän kylvö ja istutus. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia nro 15.
- 15) **Braekke, F.H. 1972.** Varmehusholding og mikroklima på ulike myrtyper. Summary: Energy balance and micro-climate on different peatland vegetation types. Meddelelser fra Det Norske Skogsforsöksvesen 119(30.1): 1–134.
- 16) **Cajander, A.K. 1949.** Metsätyypit ja niiden merkitys. Acta Forestalia Fennica 56.4. 69 s.
- 17) **Egnell, G. & Lejon, B. 1997.** Effects of different levels of biomass removal in thinning on short-term production of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. Scandinavian Journal of Forest Research 12: 17–26.
- 18) **Ehnström, B. & Waldén, H. 1986.** Faunavård i skogsbruket. Del 2 – Den lägre faunan. Skogstyrelsen, Jönköping. 351 s.
- 19) **Etholén, K. 1974.** Kaatoajankohdan vaikutus koivun ja haavan vesomiseen taimiston hoitoaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: The effect of felling time on the sprouting of *Betula pubescens* and *Populus tremula* in the seedling stands in the northern Finland. Folia Forestalia 213. 16 s.
- 20) **Ferm, A. 1990.** Coppicing, aboveground woody biomass production and nutritional aspects of birch with specific reference to *Betula pubescens*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 348. 35 s. + 9 osajulkaisua.
- 21) **Ferm, A., Kauppi, A., Rinne, P., Tela, H.-L. & Saarsalmi, A. 1985.** Energiapuun tuottaminen luonnon vesakoissa. Teoksessa: Metsäenergian mahdollisuudet Suomessa. PERA-projektin väliraportti. Toim. Hakkila, P. Folia Forestalia 624: 29–41.
- 22) **Fries, C. 1984.** Den frösådda björkens invandring på hygget. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 82(3–4): 35–49.
- 23) **Fritze, H., Pennanen, T. & Pietikäinen, J. 1993.** Recovery of soil microbial biomass and activity from prescribed burning. Canadian Journal of Forest Research 23: 1286–1290.

- 24) **Goulet, F. 2000.** Frost heaving of planted tree seedlings in the boreal forest of Northern Sweden. Licentiate dissertation. Umeå.
- 25) **Grossnickle, S.C. 2000.** Ecophysiology of northern spruce species: The performance of planted seedlings. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 409 p.
- 26) **Hakkila, P. 1991.** Hakkuupoistuman latvusmassa. *Folia Forestalia* 773. 24 s.
- 27) **Hannelius, S. 1993.** Viljavan kasvupaikan nuoren ja huonolaatuisen istutusmännikön kasvatusvaihtoehdot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 452. 55 s.
- 28) **Hanski, I., Lindström, J., Niemelä, J., Pietiäinen, H. & Ranta, E. 1998.** *Ekologia*. WSOY. Juva. ISBN 961-0-21981-9. 580 s.
- 29) **Heikinheimo, O. 1931.** Metsien luontainen uudistaminen. Keskusmetsäseura Tapion käsikirjasia No. 22: 1-90.
- 30) **Heikinheimo, O. 1941.** Kuusen kylvöstä ja sen edellytyksistä. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti*, 58(7): 193-200.
- 31) **Heikinheimo, O. 1942.** Metsäpuiden taimien kasvatusta taimitarhassa. Referat: Versuche in Baumschulen. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 29(1): 1-97.
- 32) **Heikinheimo, O. 1948.** Suomen oloihin sopivat uudistushakkausmenetelmät. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 65(11): 317-319.
- 33) **Heikinheimo, O. 1949.** Tuloksia kuusen ja männyn maantieteellisillä roduilla suoritetuista kokeista. *Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja* 37.2: 1-44.
- 34) **Heikkilä, R. 1977.** Eläimet kylvetyssä männyn ja kuusen siementen tuhoajina Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen Julkaisuja* 89: 1-35.
- 35) **Heikkilä, R. 1994.** Hirven (*Alces alces* L) elinympäristön valinta, ravinnonkäyttö ja taimituhot metsäpuiden taimikoissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 486: 1-35+5 osajulkaisua. ISBN 951-40-1349-2
- 36) **Heikkilä, R. 1999.** Hirvien hakamaat. Pihlajasarja 4. *Metsälehti Kustannus*. 147 s. ISBN 952-5118-25-8
- 37) **Heikurainen, L. & Seppälä, K. 1963.** Kuivahtuksen tehokkuus ja turpeen lämpötila. Summary: The effect of drainage degree on temperature conditions of peat. *Acta Forestalia Fennica* 76(4): 1-33.
- 38) **Helle, P., Lindén, H., Aarnio, M. & Timonen, K. 1999.** Metso ja metsien käsittely. *Metsähalituksen metsätalouden julkaisuja* 20. 25 s.
- 39) **Henttonen, H. 1989.** Metsien rakenteen muutoksen vaikutuksesta myyräkantoihin ja sitä kautta pikkupetoihin ja kanalintuihin — hypoteesi. *Suomen Riista* 35: 83-90.
- 40) **Henttonen, H., Kanninen, M., Nygren, M. & Ojansuu, R. 1986.** The maturation of *Pinus sylvestris* seeds in relation to temperature climate in Northern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1: 243-249.
- 41) **Hertz (Tertti), M. 1932.** Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 17.4. 189 s.
- 42) **von Hofsten, H. 1993.** Hög kvalitet även på högkvaliteten med Öje-Planter. Summary: The Öje Planter machine — good performance at a competitive cost. *Skogforsk Resultat* 3: 4 s.
- 43) **Holdenrieder, O. & Greig, B. J. W. 1998.** Biological methods of control. *Julkaisussa: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R. & Hüttermann, A. (toim.) 1998. Heterobasidion annosum, biology, ecology, impact and control.* CAB International.
- 44) **Holm, S. 2000.** Haavan kasvatusta ja käyttöä. Pihlajasarja 5. *Metsälehti Kustannus*. 123 s.
- 45) **Hynynen, J. 1996.** Puuston kehityksen ennustaminen MELA-järjestelmässä. Teoksessa: Hynynen, J. & Ojansuu R. 1996. Puuston kehityksen ennustaminen — MELA ja vaihtoehtoja. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 612: 21-38.
- 46) **Hynynen, J. & Arola, M. 1999.** Ensiharvennusajankohdan vaikutus hoidetun männikön kehitykseen ja harvennuksen kannattavuuteen. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/1999: 5-23.
- 47) **Hynönen, T. & Hytönen, J. 1997.** Pellostusta metsäksi. Pihlajasarja nro 1. *Metsälehti Kustannus*. *Metsäntutkimuslaitos*. 152 s.
- 48) **Hyppönen, M. 2000.** Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen Lapissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2000: 269-280.
- 49) **Hyppönen, M. & Niemistö, P. 1998.** Ylispuuhakkuut ja taimikkovauriot. *Julkaisussa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.). Alikasvokset metsänuudistamisessa — varjosta valoon.* Pihlajasarja 3. *Metsälehti Kustannus*. s. 55-65.
- 50) **Hyppönen, M., Saksa, T. & Valkonen, S. 1998.** Alikasvokset ja nykypäivän metsänhoito. *Julkaisussa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.). Alikasvokset metsänuudistamisessa — varjosta valoon.* Pihlajasarja 3. *Metsälehti Kustannus*. s. 13-17.

- 51) **Hytönen, J. 1994.** Effect of cutting season, stump height and harvest damage on coppicing and biomass production of willow and birch. *Biomass and Bioenergy* 6(5): 349–357.
- 52) **Hyvän metsänhoidon suositukset. 2001.** Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Julkaisusarja 13/2001 92 s.
- 53) **Häggman, J. 1987.** Voiko männyn siemen jälkiitä? *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 278: 115–122.
- 54) **Hämäläinen, J. & Räsänen, T. 1993.** Menetelmä metsänuudistamisen varhaistuloksen mittaukseen. *Metsätehon katsaus* 6/1993. 5 s.
- 55) **Ilvessalo, Y. 1920.** Tutkimuksia metsätyypin taksatoorisesta merkityksestä nojautuen etupäässä kotimaiseen kasvutaulujen laatimistyöhön. Referat: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen. *Acta Forestalia Fennica* 15. 157 s.
- 56) **Issakainen, J. & Moilanen, M. 1998.** Metsä uudistuu — kuvat kertovat. Julkaisussa: Moilanen, M. & Saksala, T. (toim.). Alikasvokset metsänuudistamisessa — varjosta valoon. Pihlajasarja 3. *Metsälehti Kustannus*. s. 87–99.
- 57) **Jalkanen, R. 1986.** *Lophodermella sulcigena* on Scots pine in Finland. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 136. 41 s.
- 58) **Johansson, T. 1992a.** Sprouting of 10– to 50-year-old *Betula pubescens* in relation to felling time. *Forest Ecology and Management* 53: 283–296.
- 59) **Johansson, T. 1992b.** Dormant buds on *Betula pubescens* and *Betula pendula* stumps under different field conditions. *Forest Ecology and Management* 47: 245–259.
- 60) **Jukka, L. (toim.) 1988.** Metsänterveysopas. Metsätuhot ja niiden torjunta. Samerka Oy. 168 s.
- 61) **Juutinen, P. 1962.** Tutkimuksia metsätuhojen esiintymisestä männyn ja kuusen viljelytaimistoissa Etelä-Suomessa. *Communications Institutii Forestalis Fenniae* 54(5): 1–80.
- 62) **Kaila, L., Martikainen, P. & Punttila, P. 1997.** Dead trees left in clear-cuts benefit saproxylic *Coleoptera* adapted to natural disturbances in boreal forest. *Biodiversity and Conservation* 6: 1–18.
- 63) **Kalela, E.K. 1946.** Metsät ja metsien hoito. WSOY. Porvoo. 367 s.
- 64) **Kalela, E.K. 1954.** Mäntysiemenpuiden ja -puus- tojen juurisuhteista. Referat: Über die Wurzelverhältnisse der Kierfernsamenbäume und -baumbestände. *Acta Forestalia Fennica* 61(28): 17 p.
- 65) **Kalela, E.K. 1961.** Metsät ja metsien hoito. WSOY. Porvoo. 367 s.
- 66) **Kalliola, T. 1973.** Suomen kasvimaantiede. WSOY. Porvoo. 308 s.
- 67) **Kangas, J. 1992.** Metsänuudistamisketjun valinta — monitavoitteiseen hyötyteoriaan perustuva päätösanalyysimalli: Summary: Choosing the regeneration chain in a forest stand: A decision analysis model based on multi-attribute utility theory. Joensuun yliopiston luonnontieteellisiä julkaisuja 24. 230 s.
- 68) **Kangas, J. & Niemeläinen, P. 1995.** Kansalaismielipide Suomen metsistä sekä niiden hoidosta ja käytöstä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 561. 24 s.
- 69) **Kantola, M., Leikola, M., Parviainen, J. & Sipilä A. 2000.** Tiedätkö metsistä — Suomessa ja Euroopassa. Kustannusosakeyhtiö Tammi, Helsinki. 232 s.
- 70) **Kardell, L. 1992.** Vegetationsförändring, plantetablering samt bärproduktion efter stubb- och riståkt. SLU, Institutionen för skoglig landskapsvård. Uppsala. Rapport 50.
- 71) **Karjalainen, E. 1995.** Avohakkuumaiseman visuaalinen laatu. *Folia Forestalia* 1995(3): 211–232.
- 72) **Karjalainen, E. & Komulainen, M. 1997.** Uudistusalojen vaikutus kaukomaisemaan — tapaustudutus Kainuussa. *Folia Forestalia* 1997(3): 423–428.
- 73) **Karppelin, S. 1984.** Kuusen luontainen uudistaminen edelleen ongelma — menetelmän käyttömahdollisuuksiin vaikuttavat monet tekijät. *Metsä ja Puu* 1984(9): 20–21.
- 74) **Karppinen, H. 1998.** Metsänomistajien muutuvat tavoitteet. Julkaisussa: Hänninen, H. (toim.). Puuvarojen käyttömahdollisuudet. *Metsäntutkimuslaitos – Metsälehti Kustannus*. s. 28–32.
- 75) **Karppinen, H., Hänninen, H. & Ripatti, P. 2000.** Metsänomistusrakenteen muutos 1990–luvulla. Julkaisussa: Hetemäki, L. (toim.). *Metsäsektorin suhdannekatsaus 2000–2001*. *Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimuskeskus*. s. 59–62.
- 76) **Kauppi, A., Kiviniitty, M. & Ferm, A. 1988.** Growth habits and crown architecture of seed and sprout origin *Betula pubescens* Ehrh. *Canadian Journal of Forest Research* 18: 1603–1613.
- 77) **Kauppi, A., Rinne, P. & Ferm, A. 1987.** Initiation, structure and sprouting of dormant basal buds in *Betula pubescens*. *Flora* 179: 55–83.
- 78) **Kauppi, A., Rinne, P. & Ferm, A. 1988.** Sprouting ability and significance for coppicing of dormant buds on *Betula pubescens* Ehrh. stumps. *Scandinavian Journal of Forest Research* 3: 343–354.

- 79) **Kautto, K. 1997.** Koneellisen istutustyön tuottavuus, työnjälki ja kustannukset. Summary: Productivity, work trace and costs of mechanised planting. Työtehoseuran metsätiedote 5 (573). 4 s.
- 80) **Kellomäki, S. 1987.** Metsäekologia. Joensuun yliopisto. *Silva Carelica* 7. 297 s.
- 81) **Kellomäki, S. 1991.** Metsänhoito. *Silva Carelica* 8. 2. painos. 501 s.
- 82) **Kellomäki, S., Lämsä, P., Oker-Blom, P. & Uusvaara, O. 1992.** Männyn laatukskasvatus. *Silva Carelica* 23. 133 s.
- 83) **Kinnunen, K. 1989.** Taimilajin ja maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. *Folia Forestalia* 727. 23 s.
- 84) **Kinnunen, K. 1993.** Männyn kylvö ja luontainen uudistaminen Länsi-Suomessa. Abstract: Direct sowing and natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 447. 36 s.
- 85) **Kinnunen, K. 1993.** Männyn kylvön ja luontaisen uudistamisen näkymät. Julkaisussa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.) 1993. *Metsäntutkimuspäivä Seinäjoella*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 495: 27–35.
- 86) **Kinnunen, K. 1996.** Kevät- ja syyskylvön onnistuminen eri puulajeilla. Julkaisussa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.) 1996. *Metsäntutkimuspäivä Porissa 1995*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 593. 4–9.
- 87) **Kinnunen, K. & Mäki-Kojola, S. 1980.** Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-Satakunnassa. Summary: Natural regeneration of Scots Pine in western Finland. *Folia Forestalia* 449. 18 s.
- 88) **Koistinen, E. & Valkonen, S. 1993.** Models for height development of Norway spruce and Scots pine advance growth after release in southern Finland. Tiivistelmä: Mallit kuusen ja männyn vapautettujen alikasvotaimien pituuskehitykselle Etelä-Suomessa. *Silva Fennica* 27(3): 179–194.
- 89) **Kokkonen, J. 1999.** Metsänuudistamisen vaihtoehdot ja kustannukset. Julkaisussa: Metsän aika 2000. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. s. 124–125.
- 90) **Kolström, T. 1991.** Kuusen kylvö- ja istutuskoe viljavilla kivennäismailla Pohjois-Karjalassa. Abstract: Results from sowing and planting experiment of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) on fertile sites in North Karelia, Finland. *Silva Fennica* 24(2): 85–97.
- 91) **Komiteamietintö 2000.** Uhanalaisten eläinten ja kasvien seurantaomikunnan mietintö. Valtion painatuskeskus. Helsinki. 328 s.
- 92) **Korhonen, K., Delatour, C., Greig, B.J.W. & Schönhar, S. 1998.** Silvicultural control. Kirjassa: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R. & Hüttermann, A. (toim.) 1998. *Heterobasidion annosum, biology, ecology, impact and control*. CAB International.
- 93) **Koski, V. & Tallqvist, R. 1978.** Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mitauksista metsäpuilla. Summary: Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. *Folia Forestalia* 364. 60 s.
- 94) **Kotiharju, S. & Niemelä, H. 2000.** Talousmetsien luonnonhoidon laadun arviointi. Seurantareportti. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.
- 95) **Kubin, E. 1995.** Site preparation and leaching of nutrients. Julkaisussa: Ritari, A., Saarenmaa, H., Saarela, M. & Poikajarvi, H. (toim.). *Northern Silviculture and Management. Proceedings of the IUFRO Symposium, August 16–22, 1987, Lapland, Finland*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 567: 55–62.
- 96) **Kubin, E. 1998a.** Leaching of nitrate nitrogen into the groundwater after clear felling and site preparation. *Boreal Environment Research* 3: 3–8.
- 97) **Kubin, E. 1998b.** When to remove Scots pine seed trees. Julkaisussa: *Proceedings of a Nordic Symposium. New stand types in boreal forestry — ecological features and silvicultural consequences*. Finnish Forest Research Institute, Research papers 714: 45–53.
- 98) **Kubin, E. & Kempainen, L. 1991.** Effect of clearcutting of boreal spruce forest on air and soil temperature conditions. Tiivistelmä: Avohakkuun vaikutus kuusimetsän lämpöoloihin. *Acta Forestalia Fennica* 225. 42 s.
- 99) **Kubin, E. & Kempainen, L. 1994.** Effect of soil preparation of boreal spruce forest on air and soil temperature conditions in forest regeneration areas. *Acta Forestalia Fennica* 244. 56 s.
- 100) **Kubin, E. & Savilampi, P. 1996.** Männyn taimikon perkaustapa ja energiapuun tuotos. Julkaisussa: Piironen, M-L., & Väärä, T. (toim.) *Metsäntutkimuspäivä Kajaaniassa 1995*. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 598: 23–34.
- 101) **Kujala, V. 1927.** Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finland. Selostus: Tutkimuksia männyn- ja kuusensiemienien rakenteesta ja itäväisyydestä Suomessa. Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja 12.6. 63 s.
- 102) **Kukkola, M. & Mälkönen, E. 1996.** Puunkorjuun vaikutus kangasmaiden puuntuotoskykyyn. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 607: 20–25.

- 103) **Kurkela, T. 1994.** Metsän taudit. Metsäpatologian perusteet. Otatieto Oy. 320 s
- 104) **Kuuluvainen, T. & Pukkala, T. 1989a.** Effect of Scots pine seed trees on the density of ground vegetation and tree seedlings. Tiivistelmä: Männiköiden siemenpuiden vaikutus pintakasvillisuuden ja taimien määrään. *Silva Fennica* 23(2): 159–167.
- 105) **Kuusipalo, J. 1996.** Suomen metsätyypit. Kirjayhtymä Oy. Helsinki. 144 s.
- 106) **Laiho, O. 1987.** Kuusen luontainen uudistaminen. Julkaisussa: Metsäntutkimuspäivä Porissa 1986. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 270: 24–37.
- 107) **Laine, J. & Vasander, H. 1990.** Suotyypit. Kirjayhtymä Oy. Helsinki. 80 s.
- 108) **Laitinen, T. & Ojala, J. 1991.** Reunametsän käyttömahdollisuudet metsän uudistamisessa. Metsähallitus, kehittämisjaosto. Tiedote 5/1991. 8 s.
- 109) **Lakari, O. 1915.** Studien über die Samenjahre und Altersklassenverhältnisse der Kiefernwälder auf dem Nordfinnischen Heideboden. *Acta Forestalia Fennica* 5: 1–211.
- 110) **Lassila, I. 1920.** Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. *Acta Forestalia Fennica* 14(2). 95 s.
- 111) **Lehto, J. 1956.** Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmaila. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of Southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 66(2): 1–106.
- 112) **Lehto, J. 1969.** Tutkimuksia männyn uudistumisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuspuumenetelmällä. Summary: Studies conducted in northern Finland on regeneration of Scots pine by means of seed tree and shelterwood methods. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67(4): 1–140.
- 113) **Lehtonen, H. 1997.** Forest fire history in north Karelia: a dendroecological approach. D.Sc. thesis. University of Joensuu, Faculty of Forestry, Research Notes.
- 114) **Leikola, M. 1974.** Maanmuokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Summary: Effect of soil preparation on soil temperature conditions of forest regeneration areas in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84(2): 64 s.
- 115) **Leikola, M. & Raulo, J. 1976.** Pellolle istutettujen männyn, kuusen ja rauduksen taimien alkukehityksestä. Metsänviljelyn koecaseman tiedonantoja 8. 24 s.
- 116) **Leikola, M., Raulo, J. & Pukkala, T. 1982.** Männyn ja kuusen siemensadon vaihteluiden ennustaminen. Summary: Prediction of the variations of the seed crop of Scots pine and Norway spruce. *Folia Forestalia* 537: 1–43.
- 117) **Leinonen, K., Leikola, M., Peltonen, A. & Räsänen, P.K. 1989.** Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Summary: Natural regeneration of Norway spruce in Pirkka-Häme Forestry Board District, southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 209. 53 s.
- 118) **Lilja, A., Lilja, S., Kurkela, T. & Rikala, R. 1997.** Nursery practices and management of fungal disease in forest nurseries in Finland. A review. *Silva Fennica* 31: 79–100.
- 119) **Lilja, A. & Rikala, R. 2000.** Effect of uninucleate Rhizoctonia on the survival of outplanted Scots pine and Norway spruce seedlings. *Forest Pathology* 30: 109–115.
- 120) **Lilja, S. 1967.** Tuomen merkityksestä kuusen tuomiruosteeseen, *Pucciniastrum padi* (Kunze & Schm.) Diet. esiintymiselle kuusessa. *Silva Fennica* 1(3): 45–62.
- 121) **Luoranen, J., Rikala, R., Saksa, T., Smolander, H., Lilja, S. & Hynönen, T. 1999.** Koivun paakkutaimien istutus kesällä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 749: 1–22.
- 122) **Maa- ja metsätalousministeriön päätökset metsänviljelyaineiston kaupasta 1533/92, 758/95 ja 446/97.**
- 123) **Maa- ja metsätalousministeriö 2000.** Kesähakkuutyöryhmän työryhmämuistio. MMM:n julkaisuja 8/2000.
- 124) **Marjat ja sienet. 1998.** Metsälehdetsä metsäkoulu, s. 127–134. Metsälehti Kustannus. 215 s.
- 125) **Martikainen, P. 1999.** Conservation of threatened saproxylic beetles: significance of retained aspen *Populus tremula* on clearcut areas. Joensuun yliopisto. Käsi kirjoitus 34 s.
- 126) **Meriluoto, M. & Soininen, T. 1998.** Metsäluonnon arvokkaat elinympäristöt. Metsälehti Kustannus ja Metsätalouden kehittämisskeskus Tapio. 192 s.
- 127) **Metsienhoito-ohje. 1998.** Metsien uudistaminen. Enso Metsä. 24 s.
- 128) **Metsän uudistaminen. 1996.** UPM-Kymmene Metsä. 64 s.

- 129) **Metsätilastollinen vuosikirja 2000.** Metsäntutkimuslaitos. Jyväskylä. 366 s.
- 130) **Mielikäinen, K. 1985.** Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 133: 79 s.
- 131) **Miettinen, P. 1996.** Elinympäristövaatimuksiin perustuva arvio metsänhoidon vaikutuksista eri eliöryhmiin. *Folia Forestalia* 1996(4): 373–388.
- 132) **Mikola, P. 1942.** Koivun vesomisesta ja sen metsänhoidollisesta merkityksestä. Referat: Über die Ausschlagsbildung bei der Birke und ihre forstliche Bedeutung. *Acta Forestalia Fennica* 50(3). 102 s.
- 133) **Mikola, P. 1956.** Hakkuausento—uudistamismenetelmä. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 73(8): 243–247.
- 134) **Mikola, P. 1966.** Alikasvosten merkitys metsien uudistumisessa. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 1: 4–7, 16.
- 135) **Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.). 1998.** Alikasvokset metsänuudistamisessa — varjosta valoon. Pihlaja-sarja 3. Metsälehti Kustannus. 123 s.
- 136) **Mäkelä, A., Mäkinen, H., Vanninen, P., Hynynen, J., Kantola, A. & Mielikäinen, K. 2000.** Männiköiden tuotoksen ja laadun ennustaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 794. 85 s.
- 137) **Mälkönen, E. 1976.** Effects of whole-tree harvesting on soil fertility. *Silva Fennica* 3: 157–164.
- 138) **Mälkönen, E. 1977.** Betydelsen av helträdsutnyttjandet i skogens näringsushållning. *Skogsbruket* 6: 124–125, 136.
- 139) **Mälkönen, E. 1991.** Improvement of site factors through soil tilling under Nordic conditions. Julkaisussa: Efficiency of stand establishment operations. New Zealand Ministry of Forestry, Forest Research Institute. Bulletin 156: 196–203.
- 140) **Mälkönen, E. & Levula, T. 1996.** Impacts of prescribed burning on soil fertility and regeneration of Scots pine. Julkaisussa: Goldammer, J.G. & Furyaev, V.V. (toim.) Fire in ecosystems of boreal Eurasia. Kluwer Academic Publishers, Forestry Sciences 48: 453–464.
- 141) **Niemelä, H. & Arnkil, R. 1997.** Metsäluonnon hoito hakkuissa ja metsänuudistamisessa. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki. 23 s.
- 142) **Niemelä, H. & Kostamo, J. 1995.** Metsäluonnon hoito hakkuissa ja metsänuudistamisessa. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. Helsinki. 10 s.
- 143) **Niemelä, T. & Korhonen, K. 1998.** Taxonomy of the genus *Heterobasidion*. Julkaisussa: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R. & Hüttermann, A. (toim.) 1998. *Heterobasidion an-nosum*, biology, ecology, impact and control. CAB International.
- 144) **Nieminen, J. 1984.** Metsäpuiden siemensato uudistamisen lähtökohtana. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 129: 4–16.
- 145) **Niemistö, P. 1991.** Hieskoivikoiden kasvustiheys ja harvennusmallit Pohjois-Suomen turvemailla. *Folia Forestalia* 782. 36 s.
- 146) **Niemistö, P. 1997.** Ensiharvennuksen ajankohdan ja voimakkuuden vaikutus istutetun rauduskoivikon kasvuun ja tuotokseen. Metsätieteen aikakauskirja – *Folia Forestalia* 4/1997: 439–454.
- 147) **Niemistö, P. 1998.** Istutustiheyden ja rivivälin vaikutus rauduskoivun kasvuun ja ulkoiseen laatuun. Julkaisussa: Niemistö, P. & Väätä, T. (toim.). Rauduskoivu tänään — ja tulevaisuudessa. Tutkimuspäivä Tampereella 12.3.1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 668: 17–36.
- 148) **Niemistö, P., Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993.** Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys pitkitetyn luontaisen uudistamisen aikana. Summary: Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. *Folia Forestalia* 826: 26.
- 149) **Nikkanen, T., Karvinen, K., Koski, V., Rusanen, M. & Yrjänä-Ketola, L. 1999.** Kuusen ja männyn siemenviljelykset ja niiden käyttöalueet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 730.
- 150) **Niklasson, M. & Granström, A. 1999.** Numbers and sizes of fires: long-term spatially explicit fire history in a Swedish boreal landscape. *Ecology* 81(6): 1484–1499.
- 151) **Norokorpi, Y. 1983.** Männyn luontainen uudistaminen Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 57–71.
- 152) **Numminen, R. 1991.** Rauduskoivu uudistuu luontaisesti. Teollisuuden metsäviesti 4–5: 24–25.
- 153) **Nygren, M., Ahonen, M., Koskinen, R., Kubin, E. & Mälkönen, E. 1997.** Monimuotoinen metsänuudistaminen — Uudistamismenetelmien perustan tarkastelua. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 636. 40 s.

- 154) Nykvist, N. & Rosén, K. 1985. Effect of clear felling and slash removal on the acidity of northern coniferous soils. *Forest Ecology and Management* 11: 157–169.
- 155) Nystrand, O. 1998. Post-dispersal predation on conifer seeds and juvenile seedlings in boreal forest. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* 61: 1–33.
- 156) Ohjekirje metsien käsittelystä Pohjanmaan piirikunnassa 1985. Metsähallitus. 24 s.
- 157) Oikarinen, M. 1983. Etelä-Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for Silver birch (*Betula pendula*) plantations in Southern Finland. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 113: 75 s.
- 158) Oinonen, E. 1956. Männiköiden luontaisen uudistumisen edellytyksistä Lapin kangasmilla eräiden taimivaroja selvittävien inventointien valossa. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* (6–7): 225–230.
- 159) Oliver, C.D. & Larson, B.C. 1990. *Forest Stand Dynamics*. McGraw-Hill, Inc. 467 s.
- 160) Olsson, B.A., Staaf, H., Lundkvist, H., Bengtsson, J. & Rosén, K. 1996. Carbon and nitrogen in coniferous forest soils after clear-felling and harvests of different intensity. *Forest Ecology and Management* 82: 19–32.
- 161) Osara, N. A. 1955. Lapin metsätalouden tulevaisuus. Julkaisussa: Kauhanen, V.-M. (toim.). Lapin metsien mahdollisuudet. Suomen Metsänhoitajaliitto: 21–29.
- 162) Osara, N. A. 1960. 1950-luku valtion metsätaloudessa. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* nro 10: 331–341.
- 163) Parviainen, J. & Seppänen, P. 1994. Metsien ekologinen kestävyys ja metsänkasvatusvaihtoehdot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 511. 110 s.
- 164) Paukkonen, K., Kauppi, A. & Ferm, A. 1992a. Origin, structure and shoot-formation ability of buds in cutting-origin stools of *Salix 'Aquatika'*. *Flora* 186: 53–65.
- 165) Paukkonen, K., Kauppi, A. & Ferm, A. 1992b. Root and stump buds as structural faculties for reinvigoration in *Alnus incana* (L.) Moench. *Flora* 187:353–367.
- 166) Peltonen, A. 1990. Kuusikoiden luontaiseen uudistamiseen taitoa, pitkäjänteisyyttä ja uusia menetelmiä. *Teollisuuden metsäviesti* 3: 22–26.
- 167) Perälä, M., Rikala, R. & Luoranen, J. 1999. Koivun lehdellisten paakkutaimien rasiskestävyys. *Taimitarhatutkimuksen vuosikirja* 1999. Poteri, M. (toim.). Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 755: 84–93.
- 168) Pettersson, B. & Samuelsson, H. (toim.) 1995. Skador på barrträd. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- 169) Pitkänen, A. 1999. Palaeoecological study of the history of forest fires in eastern Finland. Joensuun yliopiston luonnontieteellisiä julkaisuja 58: 1–31.
- 170) Pohtila, E. & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männyn viljelyssä Lapissa. *Silva Fennica* 19(3): 245–270.
- 171) Pohtila, E. & Valkonen, S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Summary: Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 631. 19 s.
- 172) Poteri, M. (toim.). 1999. Taimituho-opas. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 737. 128 s.
- 173) Pukkala, T. 1981. Nuoren viljelysekametsikön kehitys. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. Pro gradu-työ. 86 s.
- 174) Pukkala, T. 1987a. Siementuotannon vaikutus kuusen ja männyn vuotuisen kasvuun. Abstract: Effect of seed production on the annual growth of *Picea abies* and *Pinus sylvestris*. *Silva Fennica* 21(2): 145–148.
- 175) Pukkala, T. 1987b. Kuusen ja männyn siemen sadon ennustemalli. Abstract: A model of predicting the seed crop of *Picea abies* and *Pinus sylvestris*. *Silva Fennica* 21(2): 135–144.
- 176) Pukkala, T. 1994. Metsäsuunnittelun perusteet. Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä. 324 s.
- 177) Päivänen, J. 1990. Suometsät ja niiden hoito. Kirjayhtymä Oy, Helsinki. 231 s.
- 178) Rauhala, T. & Vikberg, P. 1988. Metsänkäsittely ja riista. Metsästäjäin Keskusjärjestö. Riistanhoito 6. 20 s.
- 179) Raulo, J. 1981. Koivukirja. Gummerus, Jyväskylä. 131 s.
- 180) Raulo, J. & Mälkönen, E. 1976. Koivun luontainen uudistuminen muokatulla kangasmaalla. Summary: Natural regeneration of birch (*Betula verrucosa* Ehrh. and *Betula pubescens* Ehrh.) on tilled mineral soil. *Folia Forestalia* 252. 15 s.
- 181) Rissanen, K. 1999. Luonnonhoidon seuranta Metsähallituksessa 1994–1998. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 23. Vantaa. 43 s.
- 182) Rosén, K. 1991. Skörd av skogsbränslen i slutavverkning och gallring – ekologiska effekter. Utredning utförd på uppdrag av Skogsstyrelsen, Naturvårdsverket, Närings- och teknikutvecklingsverket och Vattenfall. Skogsstyrelsen. Meddelanden 5. 59 s.

- 183) **Ruha, M., Hökkä, H., Varmola, M. & Salminen, H. 1997.** Stability of height positions in young naturally regenerated stands of Scots pine. *Forest Ecology and Management* 97: 155–163.
- 184) **Ruha, T. & Varmola, M. 1997.** Precommercial thinning in naturally regenerated Scots pine stands in northern Finland. *Silva Fennica* 31(4): 401–415.
- 185) **Ryynänen, M. 1982.** Individual variation in seed maturation in marginal populations of Scots pine. *Silva Fennica* 16(2): 185–187.
- 186) **Räsänen, P., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985.** Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978–1979 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration in the six southernmost Forestry Board Districts of Finland. Results from the inventories 1978–1979. *Folia Forestalia* 637. 30 s.
- 187) **Saarenmaa, L., Hokkanen, T., Kinnunen, K., Lauhanen, R., Rummukainen, A., Saarinen, M., Saksa, T. & Valkonen, S. 1997.** Conceptual analysis of the processes affecting forest regeneration. Käsikirjoitus. 21 s.
- 188) **Saari, E. 1923.** Kuloista etupäässä Suomen valtionmetsiä silmällä pitäen. Tilastollinen tutkimus. *Acta Forestalia Fennica* 26. 115 s.
- 189) **Saksa, T. 1987.** Männyn taimikoiden kehitys auratuilla ja äestetyillä istutusaloilla Keski-Suomessa. Abstract: Development of Scots pine plantations in ploughed and harrowed reforestation areas in Central-Finland. *Folia Forestalia* 702. 39 s.
- 190) **Saksa, T. 1992.** Männyn istutustaimikoiden kehitys muokatuilla uudistusaloilla. Helsingin yliopisto. Väitöskirja. 48 s. ja 4 liitettä.
- 191) **Saksa, T. 1994.** Rauduskoivun luontainen uudistaminen. Julkaisussa: Hannelius, S. (toim.). Uusia vaihtoehtoja metsänkasvatukseen. Metsäntutkimuspäivä Järvenpäässä 16.11.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 491: 9–12.
- 192) **Saksa, T. 1998a.** Metsänuudistamistulos viivästyneillä avohakkuualoilla Etelä-Savossa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 695: 1–31.
- 193) **Saksa, T. 1998b.** Rauduskoivun uudistaminen luontaisesti vai viljellen. Teoksessa: Niemistö, P. & Väärä, T. (toim.). Rauduskoivu tänään ja tulevaisuudessa. Tutkimuspäivä Tampereella 12.3.1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 668: 5–10.
- 194) **Saksa, T., Jokinen, M. & Korhonen, J. 1999.** Miksi metsänuudistamistoimet poikkeavat suunnitelmasta – haastattelututkimus Pohjois-Savossa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2: 215–226.
- 195) **Salminen, M. 1998.** Ennakkotuloksia koivun lehdellisten paakkutaimien kuivuudensietokyvystä. Poteri, M. (toim.) *Taimitarhatutkimuksen vuosikirja* 1998. . Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 696: 66–70.
- 196) **Salo, K. 1994.** Luonnonmarjat ja -sienet, yrttikasvit sekä palleroporonjäkälä tuovat rahaa ja virkistystä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 488: 19–35.
- 197) **Sarvas, R. 1948.** Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Summary: A research on the regeneration of birch in south Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 35(4): 7–91.
- 198) **Sarvas, R. 1949.** Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. Summary: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forests of southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 37(6). 43 s.
- 199) **Sarvas, R. 1952.** On the flowering of birch and quality of seed crop. Seloste: Koivun kukkimisesta ja siemensadon laadusta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(7): 1–38.
- 200) **Sarvas, R. 1956.** Puulajit. *Metsäkäsikirja* 1: 454–474.
- 201) **Sarvas, R. 1962.** Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. Selostus: Tutkimuksia männyn kukkimisesta ja siemensadosta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 53 (4): 7–198.
- 202) **Sarvas, R. 1964.** Havupuut. WSOY. Helsinki 518 s.
- 203) **Sarvas, R. 1968.** Investigations on the flowering and seed crop of *Picea abies*. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67(5): 1–84.
- 204) **Savonen, E-M. 1990.** Siemensadon määrään ja laatuun vaikuttavia tekijöitä sekä siemensadon ennustaminen. Julkaisussa: Laiho, O. & Kilponen, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Porissa 1989. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 369: 4–14.
- 205) **Savonen, E-M. 1993.** Koivun siemensato ja siementen käsittely. Julkaisussa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Porissa 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 470: 21–27.
- 206) **Selander, J., Immonen, A. & Raukko, P. 1990.** Luontaisen ja istutetun männyntaimen kestävyys tukkimiehentäitä vastaan. *Folia Forestalia* 766: 1–19.
- 207) **Shugart, H.H. 1984.** A theory of forest dynamics. Springer-Verlag. New York. 278 s.

- 208) **Siipilehto, J. 2001.** Effect of weed control with fibre mulches and herbicides on the initial development of spruce, birch and aspen seedlings on abandoned farmland. *Silva Fennica*. Hyväksytty käsikirjoitus.
- 209) **Siipilehto, L. 1995.** Heinäntorjunnan vaihtoehdot metsänviljelyssä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 563. 55s.
- 210) **Siitonen, J. 1998.** Lahopuun merkitys metsäluonnon monimuotoisuudelle. Julkaisussa: Annila, E. (toim.). Monimuotoinen metsä. Metsäluonnon tutkimusohjelman väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 705: 131–161.
- 211) **Siitonen, J. 1999.** Haavan merkitys metsäluonnon monimuotoisuudelle. Julkaisussa: Hynynen, J. Viherä-Aarnio, A. (toim.). Haapa – monimuotoisuutta metsään ja metsätalouteen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 725: 71–82.
- 212) **Sinclair, E., Lejon, B. & Albrektson, A. 1992.** Plantöverlevnad och tillväxt efter helträdsutnyttjande – sammanställning av fältförsök. Vattenfall, Utveckling & Miljö, Project Bioenergi. Rapport 7. 113 s.
- 213) **Sirén, G. 1951.** Alikasvosten biologiaa. Summary: On the biology of undergrown spruce. *Acta Forestalia Fennica* 58: 83–90.
- 214) **Sirén, G. 1955a.** Lapin metsien tuotantomahdollisuudet. Julkaisussa: Kauhanen, V.-M. (toim.). Lapin metsien mahdollisuudet. Suomen Metsänhoitajaliitto: 132–141.
- 215) **Sirén, G. 1955b.** The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. *Acta Forestalia Fennica*: 62. 408 s..
- 216) **Sirén, G. 1956.** Männyn taimistojen käsittelystä. Summary: The treatment of pine seedling stands. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 1: 5–12.
- 217) **Smolander, A., Kukkola, M. & Mälkönen, E. 1998.** Metsäekosysteemin toiminta typpi-kuormituksen alaisena. Julkaisussa: Mälkönen, E. (toim.) Ympäristömuutos ja metsien kunto. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 175–182.
- 218) **Smolander, A., Paavolainen, L. & Mälkönen, E. 2000.** C and N transformations in forest soil after mounding for regeneration. *Forest Ecology and Management* 134: 17–28.
- 219) **Staaf, H. & Olsson, B.A. 1994.** Effects of slash removal and stump harvesting on soil water chemistry in a clearcutting on SW Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 305–310.
- 220) **Suomen luonto kansainvälisenä matkailutuotteena. 1996.** Suomen Matkailun Kehitys Oy. Matkailun koulutus- ja tutkimuskeskuksen julkaisu A:70. 39 s.
- 221) **Suomen metsäsertifiointijärjestelmä. 1998.** Metsäsertifioinnin valmiusprojekti. 57 s.
- 222) **Tamminen, P. 1985.** Butt-rot in Norway spruce in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 127.
- 223) **Tamminen, P. 1993.** Pituusboniteetin ennustaminen kasvupaikan ominaisuuksien avulla Etelä-Suomen kangasmetsissä. *Folia Forestalia* 819. 26 s.
- 224) **Tamminen, P. 2000.** Soil factors. Julkaisussa: Mälkönen, E. (toim.). Forest condition in a changing environment — the Finnish case. *Forestry Sciences*, Vol. 65. Kluwer Academic Publishers, s. 72–86.
- 225) **Tertti (Hertz), M. 1938.** Metsien luontaisen uudistumisen edistämisestä. Metsänhoitajien jatkokurssit I. 1935. *Silva Fennica* 37: 87–96.
- 226) **Tomppo, E., Henttonen, H., Korhonen, K.T., Aarnio, A., Ahola, A., Heikkinen, J., Ihalainen, A., Mikkeli, H., Tonteri, T. & Tuomainen, T. 1998.** Etelä-Pohjanmaan metsäkeskuksen alueen metsävarat ja niiden kehitys 1967–96. *Metsätieteen aikakauskirja* 2B/1998: 293–374.
- 227) **Tomppo, E., Henttonen, H., Korhonen, K.T., Aarnio, A., Ahola, A., Heikkinen, J. & Tuomainen, T. 1999.** Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueen metsävarat ja niiden kehitys 1967–96. *Metsätieteen aikakauskirja* 2B/1999: 389–462.
- 228) **Uotila, A. & Kankaanhuhta, V. 1999.** Metsätuhojen tunnistus ja torjunta. *Metsälehti* Kustannus.
- 229) **Vaartaja, O. 1949.** High surface soil temperatures. On methods of investigation, and thermocouple observations on a wooded heath in the south of Finland. *Oikos* 1(1):6–28.
- 230) **Vaartaja, O. 1951.** Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Summary: On the recovery of released pine advanced growth and its silvicultural importance. *Acta Forestalia Fennica* 59(3). 133 s.
- 231) **Valkonen, S. 2000a.** Effect of retained scots pine trees on regeneration, growth, form and yield of forest stands. *Investigación agraria, Sistemas y recursos forestales, Fuera de serie* no 1, 2000: 121–145.

- 232) **Valkonen, S. 2000b.** Kuusen taimikon kasvatamisen vaihtoehdot Etelä-Suomen kivennäismailla: Puhdas kuusen viljelytaimikko, vapautettu alikasvos ja kuusi-koivusekataimikko. Väitöskirja. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 763. 83 s. + 4 liitettä.
- 233) **Valkonen, S., Ruuska, J. & Sipilä, J. 2001.** Effect of retained trees on the development of young Scots pine stands in Southern Finland. *Forest Ecology and Management*, tarkastettu käsikirjoitus.
- 234) **Valkonen, S., Saksa, T., Saarinen, M. & Moilanen, M. 1998.** Alikasvos vapauttamisen jälkeen. Julkaisussa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.). Alikasvos metsänuudistamisessa — varjosta valoon. Pihlaja-sarja 3. *Metsälehti Kustannus*. s. 33–53.
- 235) **Valkonen, S. & Valsta, L. 2000.** Productivity and economics of mixed two-storied spruce and birch stands in Southern Finland simulated with empirical models. *Forest Ecology and Management*. (Hyväksytty käsikirjoitus).
- 236) **Valsta, L. & Linkosalo, T. 1996.** Stand Management Assistant (SMA): työväline metsikön käsittelyohjeiden määrittämiseen. Julkaisussa: Hynynen, J. & Ojansuu R. 1996. Puuston kehityksen ennustaminen – MELA ja vaihtoehdot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 612. s. 85–106.
- 237) **Valtanen, J. 1984.** Männyn luontaisen uudistamisen mahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 158: 37–50.
- 238) **Valtanen, J. 1985.** Muokattujen alueiden luontainen taimettuminen Keski-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 206: 58–67.
- 239) **Valtanen, J. 1994a.** Männyn luontainen uudistaminen Keski-Pohjanmaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 503. 65 s.
- 240) **Valtanen, J. 1994b.** Pohjois-Suomen suuret avohakkuut 1946–70. Yhteiskunnallinen tausta, toteutus ja vaikutukset. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 533. 64 s.
- 241) **Valtanen, J. 1998.** Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 693. 77 s.
- 242) **Varmola, M. 1982.** Taimikko- ja riukuvaiheen männikön kehitys harvennuksen jälkeen. Summary: Development of Scots pine stands at the sapling and pole stages after thinning. *Folia Forestalia* 524. 31 s.
- 243) **Varmola, M. 1987.** Lapin luontaisesti syntyneiden männyn taimikoiden harvennus. Julkaisussa: Poikajärvi, H. (toim.). Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1986. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 253: 109–121.
- 244) **Varmola, M. 1989.** Männyn istutustaimikoiden lustonleveysmalli. Abstract: A model for ring width of planted Scots pine. *Silva Fennica* 23: 259–269.
- 245) **Varmola, M. 1993.** Viljelymänniköiden alkukehitystä kuvaava metsikkömalli. Summary: A stand model for early development of Scots pine cultures. *Folia Forestalia* 813. 43 s.
- 246) **Varmola, M. 1996.** Nuorten viljelymänniköiden tuotos ja laatu. Abstract: Yield and quality of young Scots pine cultivations. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 585: 70 s. + 6 liitettä.
- 247) **Varmola, M., Kolström, T. & Mehtätalo, E. 1998.** The effect of release cutting on the growth and external quality of the dominant trees in a *Pinus sylvestris* stand established by spot sowing. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13(2): 151–159.
- 248) **Veijola, P. 1998.** Suomen metsänrajametsien käyttö ja suojele. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 692. 171 s.
- 249) **Vestjordet, E. 1977.** Avstandsregulering av unge furu- og granbestand: I: Materiale, stabilitet, dimensjonfordeling m.v. Summary: Precommercial thinning of young stands of Scots pine and Norway spruce: II: Data stability, dimension distribution, etc. *Norsk Institutt for Skogforskning* 33: 314–436.
- 250) **Wibeck, E. 1917.** Om eftergroning hos tallfrö. *Meddelanden Statens Skogsförsöksanstalt* 13–14:201–234.
- 251) **Winsa, H. 1995.** Effects of seed properties and environment on seedling emergence and early establishment of *Pinus sylvestris* L. after direct seeding. Avhandling, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogsskötsel.
- 252) **Viro, P. 1969.** Prescribed burning in forestry. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67.7. 49 s.
- 253) **Vuokila, Y. 1980.** Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY, Porvoo. 256 s.
- 254) **Yli-Vakkuri, P. 1961.** Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. Summary: Experimental studies on the emergence and initial development of tree seedlings in spruce and pine stands. *Acta Forestalia Fennica* 75(1): 1–110.

Hakusanaluettelo

- Alikasvos 92, 114, 121, 124, 136, 174, 199–200
– uudistaminen 138
- Alkuperä
viljelymateriaalin 12, 152–153
- Alue-ekologinen suunnitelma 19
– suunnittelu 51
- Alueellinen metsäkeskus ks. Metsäkeskus
- Aluesuunnittelu 51
- Arvokasvu 24
- Arvonlisävero 198
- Auraus 17–18, 189
- Avainbiotooppi 40–41
- Avainlaji 36–37
- Avohakkuu 16–17, 99
- Ensiharvennus 29, 33, 169, 171
- Erityisen tärkeät elinympäristöt 40, 187
- FCS 13
- FFCS 13
- Haapa 59–60, 174, 199
vesominen 94–98
- Hajakylvö 140, 144
- Hakkuutähde 131–133, 188
- Halla 86
- Hankikylvö 16
- Hankintakauppa 187
- Happamoituminen
metsämaan 38
- Harsinta 16, 119–121
- Havupuut 56–58
- Heinittyminen 69, 165, 168
- Heinäntorjunta 165, 168
- Hieskoivu, 15, 58–59
- Hirvituhot 108, 185
korvaukset 109
torjunta 109
- Humus 87
- Huuhtoutuminen
ravinteiden 38, 128, 132–133
kiintoaineksen 38
- Istutus 115, 122, 144–151
– ajankohta 146, 150–151
koivun 15, 145–147
koneellinen 148–149
kuusen 14, 69, 145–147
männyn 14, 17, 145–147
-putki 147
-tiheys 15, 145–146
- Itäminen 83–90, 157, 158
- Juurikäpää 106–107, 185
- Juuristokilpailu 86, 91
- Juurivesat 95–96
- Jälki-itäminen 86
- Jätepuusto 91, 123–124
- Kaistalehakkuu 119
- Kaivurilaikutus 92
- Kaksijaksoinen metsä 32, 121, 170, 176
- Kanervatyypit 65
- Kangasmaat 66–67, 87, 184
- Kangasmetsä 65
- Kantohinta-arvo 24
- Kantokäsittely 175, 178
- Kantovesat 94–98
- Karikeri 87
- Kasvatustiheys
taimikon 34
- Kasvihuoneilmiö 44
- Kasvu
taimen 109–117
taimikon 116, 169–170
- Kasvupaikka 26, 29, 65–69, 185
- Kasvupaikkatekijät 65–66, 72
- Kasvupaikkatyypit 65–69
- Kaulaaminen 96, 98
- Kestävän metsätalouden rahoituslaki 169, 191, 194–197
- Kellari-ilmastot 86
- Kiertoaika
taloudellisesti edullisin 25
- Kivennäismaa 89
- Kivisyys 66
- Kliimaksilajit 60–64
- Koivu 15, 58–59, 64
hies- 15, 58–59
- istutus 15
- kylvö 86, 139–141, 144
- luontainen uudistaminen 119, 137–138
raudus- 15, 58–59
- siemen 69–70, 83–85
- siemensato 70–78
- vesominen 94–98
- viljely 139–151
- Konekylvö 15, 140–143
- Korkokanta 24, 26
- Korpi 92
- Koulinta 158–159
- Kuivahko kangas 69, 172
- Kukinta 69–72

- koivun 69–70
- kuusen 70, 72
- männyn 70–71
- Kulotus 42, 102, 128–130, 196
- Kunttaisuus 100
- Kuusi 56–58, 64, 199
 - istutus 14, 69
 - kylvö 139
 - luontainen uudistaminen 69, 119, 136–137
 - siemen 70, 83–85
 - siemensato 58, 70–78
 - viljely 139–151
- Kylvö 122, 139–144, 189
 - ajankohta 140
 - koivun 86, 139, 141, 144
 - kone- 15, 140–143, 172
 - käsin- 15, 140–141
 - menetelmät 141–143
 - männyn 14, 86
 - ruutu- 172
 - siemen 156–158
 - suoja- 144
 - tupas 172, 178
 - vako- 141
- Käpy
 - kerääminen 77–79
 - kuusen 72
 - männyn 70, 72
 - sato 72, 74
 - tuholaiset 83
- Käsinkylvö 15, 140–141, 172
- Lahopuu 36, 39–42
- Laikkumätästys 126
- Laikutus 18, 100, 126, 189
 - kaivuri- 92
- Lajittuneet maat 65–67
- Lakiraja 11–12, 14–15, 52
- Lannoitus 73
- Latvusaukot 63–64
- Lehtipuut 56, 58–60
- Lehtisekapuusto 42–43, 172
- Lehto 40
- Lehtomainen kangas 69
- Leimikko 186–187
- Luonnonsuojelulaki 18, 40, 191
- Luontainen uudistaminen 17, 115, 118–123, 134–138, 164, 182–183, 187, 202
 - edellytykset 192
 - koivun 119, 137–138
 - kuusen 69, 119, 136–137
 - männyn 14, 119, 134–136
 - turvemailla 67, 92–93
- Lyhytkiertoviljely 94
- Lämpösumma 71, 100
- Maalajit 65–67, 88
- Maan arvo 24
- Maankunnostus 16
- Maanmuokkaus, 18, 89–90, 99–101, 115, 124–128
 - ajankohta 77
- Maisema 46
- Marjat 47
- MELA-järjestelmä 50
- Metsikkösiemen 153
- Metsähallitus 14–15, 19, 41
- Metsäkeskus, alueellinen 49, 186, 189–190, 194
- Metsäläki 10–12, 18, 22, 40, 186, 190–191, 193–194
- Metsämaa
 - happamuus 129
 - lämpötila 85, 99–100, 127–129
 - vesitalous 85, 99, 125–128
- Metsänhoitosuositukset 11, 39, 52, 54
- Metsänhoitoyhdistys 186, 189, 201
- Metsänkäyttöilmoitus 186–187, 192
- Metsäpalot 37, 60–62
- Metsäpalveluyrittäjät 186, 190, 201
- Metsänparannuslaki 16
- Metsänviljely 118–123, 187
 - aineisto 153–155
- Metsäsertifiointi 13, 18, 186
- Metsäsuunnitelma 49, 186
- Metsäsuunnittelu 49–51, 179
- Metsätyyppi 65–67
- Metsäverotus 20, 191, 197–198
- Mikroilmasto 34, 47, 118
- Monimuotoisuus 35–43, 155–156
- Moottorisaha 178, 188
- Moreenimaat 65
- Myyntituloverotus 197–198
- Myyrähuhot 107–108, 185
- Mänty 56–57, 64
 - istutus 14, 17
 - kukinta 70–71
 - kylvö 14, 17, 139–144
 - luontainen uudistaminen 14, 119, 134–136
 - siemen 70, 83–85
 - siemensato 57, 70–78
 - viljely 139–151
- Mätästys 18, 92, 115, 126–127, 189
- Määrämittaharsinta 16
- Nuoren metsän hoito 169, 188
- Nuorpuu 174
- Ojitusalue 92,
- Ojitusmätästys 126
- Paakkutaimi 145–147, 150, 159
 - koivun 150, 159
 - kuusen 18, 150
 - lehtikuusen 159
 - männyn 159

- PEFC 13
Pellonmetsitys 108, 165, 168, 185, 196
Perkaus 168, 178
Perustamisilmoitus 189
Pienaukko 62–64
 -hakkuu 119–120
Pieni kierto 62,
Pienilmasto 34, 118,
Pinta-alaverotus 189, 197
Pintakasvillisuus 86
Pioneerilajit 60–64
Pituusboniteetti 68
Pluspuu 154
Pohjavesi 88–89, 93
Poimintahakkuu 16
Pottiputki, kts. istutusputki 145
Puskurikyky
Puulajit 54, 56–60
 haapa 59–60, 174, 199
 hieskoivu 15, 58–59
 kuusi 56–58, 64, 199
 mänty 56–57, 64
 rauduskoivu 15, 58–59
Puuntuotoskyky 65, 131–133
Pystykauppa 187
Raivaus 123–124, 188
Raivausaha 178, 188
Rauduskoivu 15, 58–59
 viljely 69
Ravinnekuormitus
 maanmuokkauksen 18
Ravinteet 65, 100, 131–133
 huuhtoutuminen 38, 128, 132–133
Reikäperkaus 175, 178
Reunametsä 91, 116
 siemennys 68, 76–77, 119, 134, 137, 183
Riista 48–49
Rouste 89, 99, 126
Routiminen 69
Ruutukylvö 172
Räme 92
Sekametsä 31–32
Sekastrategia 51, 123
Sekataimikko 18, 112–114, 173
Siemen 69
 – alkuperä 152–158
 – keruu 157–158
 koivun 69–70, 83–85
 kuusen 70, 83–85
 leviäminen 76
 metsikkö- 153
 männyn 70, 83–85
 siemenviljelys- 153–155
 – tuholaiset 79–83
 tuleentuminen 71–72
Siemenkeräysmetsikkö 154
Siemenpuu 53
Siemenpuuasento 74
Siemenpuuhakkuu 16, 120
 koivun 138
 männyn 136
Siemenpuumenetelmä 119
Siemensato 69, 73–76
 ennusteet 77–79
 koivun 75–76
 kuusen 58, 73–75
 laatu 78
 männyn 57, 73–75
Siementuotanto 73–74
Siemenviljelys 154–156
Sienet 47–48
Sienitaudit 82, 103–107
Siperiankuusi 58
Sirkkataimi 84–90
Soistuminen 66, 88
Sukessio 35–37, 60–64
Suojakylvö 144
Suojavyöhyke 124
Suojuspuuhakkuu 16, 120
Suojuspuumenetelmä 119, 137
Suotyypit 67
Suuri kierto 62
Säästöpuu 40, 42, 91, 116–117
Säästöpuuryhmä 19, 42, 46–47
Taimettuminen 51, 86–90, 125
Taimettumisherkkyyks 87
Taimi
 kehityskelpoinen 53–54, 166
 kuljetus 162–163
 käsittely 162–163
 laatu 55, 159–162
 paakku- 145–147, 150, 159, 162–163
 paljasjuurinen 146–147, 158–159, 162–163
 tuhonaiheuttajat 101–109
 varastointi 162–163
Taimikko
 alkukehitys 132–133
 harvennus 34, 169–171
 kasvatustiheys 34
 perkaus 168, 169
 pituus 54, 171
 puuntuotannollinen arvo 28–29, 53
 tarkastus 51, 163–168
 tavoite- 29, 51, 54, 165–167
 tiheys 14–15, 33, 53, 170–171
 tilajärjestys 54, 165
Taimikonhoito 14–15, 27, 30, 54, 169–178
 kustannukset 178
Taimitarha 158, 189
Taudit ks. Sienitaudit

Tavoitepuusto 28
 Tavoitesuunnittelu 50–51
 Tavoitetaimikko 29, 51, 54, 165–167
 Tavoitetiheys
 siemenpuuston 74
 vakiintuneen taimikon 14–15
 Tehoisa lämpösumma 71
 Tiheys
 taimikon 14–15, 33, 53
 Torjunta-aineet 102, 159
 Tuhot 101–109
 eläin- 81
 hyönteis- 35, 79–81
 sieni- 82
 korvaukset 109
 Tukkimiehentäi 101–102
 Tunturikoivu 59
 Tuore kangas 69
 Tuotos 30
 kokonais- 26–27
 tukkipuu- 26–27
 Turvekangas 67, 92–93
 Turvemaat 67–69, 86–90, 184
 Tyhjäsiemensadannes 71
 Työvälinekorvaus 178
 Täydennysviljelyraja 14–15
 Uudistaminen
 aika 55, 122–123
 -kustannukset 53
 -tulos 51–55, 163–168, 189
 velvoite 12, 193–194
 Uudistamishakkuu
 ajankohta 77
 Uudistamisketju 182–183, 186–188
 Uudistamisrintama 119–120

Uudistusala
 koko 19
 muotoilu 77
 rajaus 19, 76
 Uudistuskypsyys 192
 Vakiintunut taimikko 14–15
 Vakokylvö 141
 Vakuustalletus 20, 22
 Valeistutus 163
 Varttunut taimikko 14–15, 193
 Vedenläpäisevyys 66
 Vesametsätalous 94
 Vesiensuojelu 128
 Vesitalous 99
 Vesoittuminen 69, 124, 173
 Vesominen 94–98
 juurivesat 95–96
 kantovesat 94–98
 torjunta 95–96, 98
 Vesottaminen 97–98
 Vesuri 178, 188
 Viljavuus 65, 73
 Viljely 139–151, 182–183
 Viljelymateriaali 12, 55, 152–162
 laatu 152–155
 Virkistyshyödyt 46
 VŠljennysasento 74
 Väljennyshakkuu 74
 Yksityismetsälaki 16
 Ylispuu 42, 91
 Ylispuusto 174, 176, 200
 Ympäristövaikutukset
 metsänuudistamisen 38
 Äestys 18, 126, 189

Valokuvat

Annala Erkki 79, 80 oik., 103
 Heikkilä Risto 108 oik., 185
 Häyrynen Mikko 45, 185, 196
 Jauhainen Hannu 191, 192
 Karjalainen Eeva 47 oik.
 Komulainen Ari 187
 Korhonen Juhani 111
 Latvajärvi Hannu 141
 Metla/Erkki Oksanen 10, 19, 20, 24, 25, 27, 32, 34,
 35, 38, 39, 41 oik., 42, 46, 47 vas., 48, 49, 52, 57, 58,
 59, 60, 61, 63, 64, 66, 69, 70, 72, 77, 80 va, 84, 88, 89,
 94, 96, 99, 108 vas., 115, 117, 119, 124, 127, 129, 134,
 136, 138, 145, 151, 153, 154, 155, 157, 158, 168, 170,
 172, 174, 176, 177, 182, 183, 188, 199, 200

Metla/Kuva-arkisto 16
 Pönniö Sakari 193
 Rantala Satu 54
 Riikkilä Mikko 143, 187
 Rikala Risto 161, 163
 Rummukainen Arto 142, 148
 Savilampi Pentti 101 vas., 135
 Siitonen Juha 41 vas.
 Valkonen Sauli 90, 114, 121
 Vanha-Majamaa, Ilkka 37

Metsänuudistaminen on metsänkasvatuksen haasteellisin vaihe, jossa ratkaistaa metsän mahdollisuudet vuosikymmeniksi eteenpäin.

ONNISTUNUT METSÄNUUDISTAMINEN kokoaa yhteen ajankohtaisimman tiedon metsänuudistamisesta ja esittää sen käyttökelpoisessa muodossa metsätalouden päätöksentekijöille.

Kirja lähtee ajatuksesta, että metsänhoidossa ei ole mitään yleisiä kaavoja, joita pitäisi noudattaa aina ja kaikkialla. Siksi kirja ei sisällä pelkkiä

toimintaohjeita tai reseptejä, vaan tarjoaa luotettavaa, käytännössä koetuttua tutkimustietoa ratkaisujen perustaksi. Kirja täydentää ja syventää metsänhoitosuosituksia ja organisaatioiden metsänhoito-ohjeita.

Kirja on tarkoitettu erityisesti metsätalouden ammattilaisille ja metsiensä hoidosta kiinnostuneille metsänomistajille. Havainnollisena teoksena se on myös oivallinen oppikirja metsäalan opiskelijalle.



Metsälehti Kustannus

Soidinkuja 4, 00700 Helsinki
Puh.09-156 2333, Fax 09-156 2335
www.metsalehti.fi

ISBN:952-5118-35-5

