

# Hieskoivun uudistamisvaihtoehdot ja alikasvosten hyödyntäminen

Metsäntutkimuspäivät Muhoksella 1997

Toimittaneet

Mikko Moilanen

Irene Murtovaara



MUHOKSEN TUTKIMUSASEMA



# Hieskoivun uudistamisvaihtoehdot ja alikasvosten hyödyntäminen

## Metsäntutkimuspäivät Muhoksella 1997

Toimittaneet  
Mikko Moilanen  
Irene Murtovaara

**Moilanen, M. ja Murtovaara, I. (toim.). 1998.** Hieskoivun uudistamisvaihtoehdot ja alikasvosten hyödyntäminen. Metsäntutkimuspäivät Muhoksella 1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 717. 89 s. ISBN 951-40-1662-9, ISSN 0358-4283.

Muhoksen metsäntutkimusasema järjesti tutkimuspäivät 13. - 14.11.1997. Esillä oli kaksi ajankohtaista käytännön metsätalouteen liittyvää teemaa: hieskoivikoiden kasvatus ja alikasvosten hyödyntäminen. Ensimmäinen päivä sisälsi 8 esitelmää keskusteluineen, toisen päivän ohjelmaan kuului metsäretkeily. Tämän julkaisun artikkelit ovat kooste Muhoksen 'Koivu ja Tähti' - kulttuurikeskuksessa pidetyistä esitelmistä.

Alikasvoksella tarkoitetaan taimikkoa, joka on luontaisesti syntynyt vallitsevan puuston alle. Tyypillisimpiä ovat kuusialikasvokset, mutta myös mäntyalikasvoksia tavataan yleisesti etenkin kuivahkoilla kankailla ja vanhoilla rämeiden ojitusalueilla. Viime vuosina on ryhdytty pohtimaan, voitaisiinko alikasvoksia hyödyntää metsänuudistamisessa nykyistä enemmän. Näin päästäisiin entistä useammin tilanteisiin, joissa metsää ei tarvitse hakata täysin paljaaksi. Tässä julkaisussa pyritään vastaamaan kysymyksiin, kuinka laaja-alaisia alikasvokset nykymetsissä ovat, miten alikasvoksen elpymiskyky voidaan määrittää sekä millä tavoin vapautushakkuu on tehtävä alikasvoksen vaurioiden välttämiseksi.

Hieskoivun metsätaloudellinen painoarvo on kasvanut sitä mukaa, kun laajojen ojitusalueiden hieskoivuvaltaiset puustot ovat varttuneet harvennusikään. Myös tutkimus on viime vuosina panostanut hieskoivikoiden kasvatusohjeiden laadintaan. Koivun puuaineksen sisäiseen ja ulkoiseen laatuun on niinikään kiinnitetty huomiota, samoin hieskoivun käyttömahdollisuuksiin pellonmetsityksissä. Pohjanmaalla on runsaasti kasvunsa jo lopettaneita hieskoivikoita, joiden käsittely- ja uudistamisvaihtoehtoja tutkitaan. Etenkin käytännön metsätalouden taolta esitettyihin kysymyksiin on tarkoitus saada vastauksia jo lähiaikoina.

**Avainsanat:** Hieskoivu, alikasvokset, uudistaminen

**Julkaisija:** Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema. Hanke 3148.

Hyväksynyt tutkimusjohtaja Matti Kärkkäinen 18.12.1998.

**Taitto:** Irene Murtovaara.

**Kansikuva:** Kuusialikasvosta viljavan korpisuon hieskoivikossa. Valokuva: Jorma Issakainen.

**Painopaikka:** Mattilan kirjapaino, Oulu.

**Tilaukset:** Metsäntutkimuslaitos, Helsingin tutkimuskeskus, Kaija Westin, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki. Puh. (09) 8570 5721, faksi (09) 8570 5717. Sähköposti: kaija.westin@metla.fi

**tai:** Metsäntutkimuslaitos, Kirjasto, PL 18, 01301 Vantaa. Puh. (09) 8570 5580, faksi: (09) 8570 5582. Sähköposti: kirjasto@metla.fi

Copyright: Metsäntutkimuslaitos.

**Kirjoittajien yhteystiedot:**

***MML Mikko Hyppönen,***

Lapin metsäkeskus, PL 8053, 96101 Rovaniemi.

Puh. (016) 3362 111

**Metsäntutkimuslaitos:**

***MH Pentti Niemistö,***

Parkanon tutkimusasema, Kaironiementie 54, 39700 Parkano.

Puh. (03) 44 351. Sähköposti: pentti.niemisto@metla.fi

***MMT professori Erkki Verkasalo,***

Joensuun tutkimusasema, PL 68, 80101 Joensuu.

Puh. (013) 251 4000. Sähköposti: erkki.verkasalo@metla.fi

***MMT Jyrki Hytönen,***

Kannuksen tutkimusasema, PL 44, 69101 Kannus.

Puh. (06) 8743211. Sähköposti: jyrki.hytonen@metla.fi

***MMM Markku Saarinen,***

Parkanon tutkimusasema, Kaironiementie 54, 39700 Parkano.

Puh. (03) 44 351. Sähköposti: markku.saarinen@metla.fi

***MMT Timo Saksa,***

Suonenjoen tutkimusasema, Juntintie 40, 77600 Suonenjoki.

Puh: (017) 513 811. Sähköposti: timo.saksa@metla.fi

***MML Sauli Valkonen,***

Vantaan tutkimuskeskus, PL 18, 01301 Vantaa.

Puh. (09) 857 051. Sähköposti: sauli.valkonen@metla.fi

***MMM, VTM Jukka Aarnio,***

Helsingin tutkimuskeskus, Unioninkatu 40 A, 00170 Helsinki.

Puh. (09) 8570 51. Sähköposti: jukka.aarnio@metla.fi

# Sisällys

Varttuneen hieskoivikon harventaminen ja kiertoaika Pohjois-Suomen turvemailla <i>Pentti Niemistö</i> .....	5
Varttuneen hieskoivikon ulkoinen ja sisäinen laatu: Käyttömahdollisuudet puuteollisuudessa <i>Erkki Verkasalo</i> .....	17
Hieskoivu pellonmetsityksessä – luontaisesti, kylväen vai viljellen? <i>Jyrki Hytönen</i> .....	39
Hieskoivikoiden uudistaminen ojitusalueilla <i>Markku Saarinen</i> .....	51
Alikasvosten olemus, esiintyminen ja hyödyntämismahdollisuudet <i>Timo Saksa</i> .....	59
Alikasvoksen kasvureaktio vapauttamisen jälkeen <i>Sauli Valkonen</i> .....	69
Ylispuiden korjuun vaikutus Lapin mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen <i>Mikko Hyppönen</i> .....	77
Alikasvoksen hyödyntämisen kannattavuus <i>Jukka Aarnio</i> .....	85

# Varttuneen hieskoivikon harventaminen ja kiertoaika Pohjois-Suomen turvemilla

*Pentti Niemistö*

Tutkimus perustui 20 vuoden mittaiseen hieskoivikoiden kehityksen seurantaan seitsemässä harvennuskokeessa. Hieskoivikon kiertoajan pituutta ja varttuneen koivikon harvennuksen kannattavuutta tutkittiin puuston arvokasvun avulla.

Kuitupuun tuotannossa hieskoivikon ohjekiertoajaksi saatiin 3 % arvokasvuvaatimuksella 50 vuotta ja vastaavasti 5 %:n arvokasvulla 44 vuotta. Harventamattomuus lyhensi kiertoaika joitakin vuosia ja voimakas harventaminen pidensi sitä 5-7 vuotta. Kasvuindeksien mukaan tutkimusjaksolle osui selvä taantumavaihe koivun kasvussa kivennäismailla. Mikäli koivun kasvu on tilapäisesti alentunut myös turvemilla, on hieskoivun ohjekiertoaika jonkin verran esitettyä pitempi.

Tutkimusaineiston eteläisimmät koealat Pohjois-Pohjanmaan eteläosissa osoittivat, että tukkipuun tuotos Pohjois-Suomen hieskoivikoissa on vähäistä. Tukkipuuta enemmän tuottaviin Etelä-Suomen turvemaiden hyvälaatuisiin hieskoivikoihin näyttäisi soveltuvan 60-70 vuoden kiertoaika. Tällöin myös toinen harvennuskerta on taloudellisesti perusteltu. Kuitupuuta tuotettaessa hieskoivikon kasvatuksessa on syytä tähdätä yhteen harvennushakkuuseen kiertoajassa.

Uudet tulokset vahvistivat aikaisempia ohjeita, joiden mukaan nuori hieskoivikko kasvatetaan tiheydessä 2 000-2 500 kpl/ha. Kiertoajan lyhydestä johtuen hieskoivikon kasvatuksen oleelliseksi piirteeksi osoittautui nuoruusvaiheen korkean tuotoskyvyn hyväksikäyttö täydellä puustopääomalla.

## Johdanto

Koivukuitupuun käytön lisääntyminen on kohottanut hieskoivun arvostusta. Kehitys on ollut hyvin tervetullutta ojitusalueilla varttuville koivuvaltaisille metsille. Aikaisemman aliarvostuksen vuoksi hieskoivun tutkimus on ollut vähäisempää kuin muiden tavallisimpien puulajien. Metlan Muhoksen tutkimusaseman toimesta perustettiin 1970-luvulla Pohjois-Pohjanmaan ja Etelä-Lapin turvemaiden hieskoivikoihin seitsemän pitkäaikaista harvennuskoea. Ensimmäisten harvennusten vaikutukset kasvuun ja tuotokseen julkaistiin 1990-luvun alussa (Niemistö 1991). Tällä hetkellä samoista kokeista on käytettävissä mittaustiedot kahden vuosikymmenen ajalta sisältäen myös toisen harvennuksen jälkeiset kasvutulokset. Viimei-

sessä mittauksessa suurin osa koemetsiköistä oli jo yli 50-vuotiaita, mikä mahdollisti hieskoivikon kiertoajan pituuden tutkimisen.

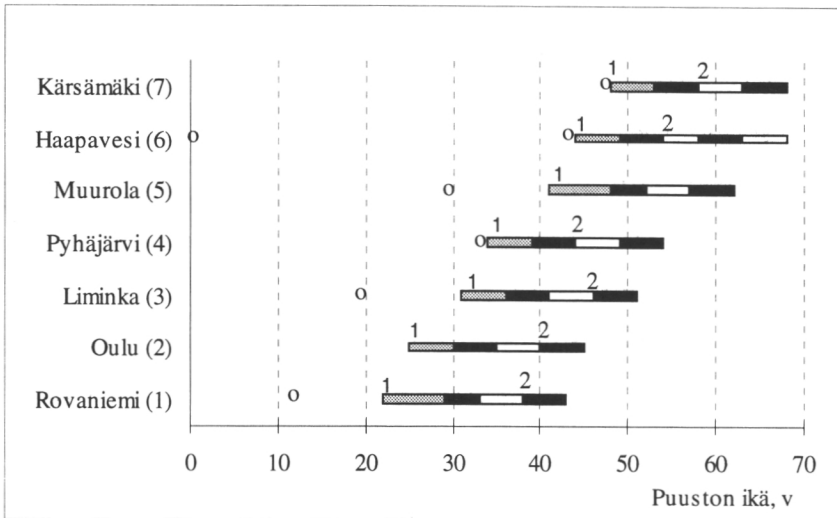
Aikaisemmassa tutkimuksessa todettiin, että tukkipuun tuotos jää vähäiseksi Pohjois-Suomen hieskoivikoissa (Niemistö 1991). Kuitupuun kasvatusta ajatellen taimikon edullisin tiheys on 2 000-2 500 hieskoivua hehtaarilla. Kaupallisen ensiharvennuksen ajankohdaksi suositeltiin tässä tapauksessa 14-15 metrin valtipituutta ja harvennuksessa jätettävän puuston tiheydeksi 900-1 000 kpl/ha. Toinen harvennuskerta arveltiin tällöin tarpeettomaksi, ellei hieskoivikossa pystytä poikkeuksellisesti tuottamaan tukkipuuta. Kiertoajasta ei vielä tuolloin pystytty esittämään mittauksiin perustuvaa arviota. Harventamaton riukuvaiheen hieskoivutiheikkö suositeltiin käsiteltäväksi varovaisella energiapuuhakuulla 12 m valtipituuteen mennessä, jonka jälkeen tarvitaan toinenkin harvennus 15-16 metrin pituudessa.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia hieskoivikon toisen harvennuskerran tarpeellisuutta sekä metsikön kiertoajan pituutta puuntuotannon taloudellisen kannattavuuden näkökulmasta. Aikaisempaa pitemmän seurantajakson perusteella saatiin tietoa myös ensiharvennuksen pitkäaikaisista vaikutuksista.

## Aineisto ja menetelmät

Harvennuskokeet perustettiin puustoltaan tasarakenteisiin harventamattomiin hieskoivikoihin. Keskimäärin 10 aarin koalat rajattiin suorakaiteen muotoisina siten, että samassa metsikössä oli yleensä viisi harvennusvoimakkuutta 2-3 toistona. Nämä turvemaidilla sijaitsevat hieskoivukokeet (7 kpl) koejärjestelyineen on esitelty Niemistön (1991) julkaisussa. Kuvasta 1 nähdään mittausjaksojen sekä harvennusten ja ojitusten ajoittuminen koivikoiden eri ikävaiheisiin. Tällä hetkellä harvennuskokeet kattavat ikävaiheen 25-65 vuotta. Metsikkö numero 7 on biologiselta iältään selvästi muita vanhempi, mutta nuoruusvaiheen juromisen ja ojituksen ajankohdan perusteella sen talousikä on arvioitu 15 vuotta todellista ikää pienemmäksi. Talousiänkin perusteella tämä koivikko on koesarjan vanhin metsikkö.

Kiertoajan pituutta tutkittiin laskemalla koaloittain kunkin mittausjakson kasvun (= käyttöpuun lisäyksen) perusteella puuston arvokasvuprosentti käyttäen vertailuarvona elävän puuston arvoa jakson alussa (= kuitupuumäärä \* kuitupuun kantohinta,  $100 \text{ mk/m}^3$  + tukkipuumäärä \* tukkipuun kantohinta,  $250 \text{ mk/m}^3$ ). Koalat ryhmiteltiin metsiköittäin kolmeen puustopääomatasoon: matala, keskitaso ja korkea (taulukko 1). Kunkin puustotason arvokasvu laskettiin ryhmään kuuluvien koalojen arvokasvuprosenttien keskiarvona. Kolmen puustotason arvokasvun kehitystä verrattiin metsiköittäin graafisesti 3 %:n ja 5 %:n korkovaatimukseen. Puuston sidotulle pääomalle vaaditaan siis tietty, metsätaloudessa yleisesti käytetty korkotaso. Vertailu osoittaa kannattaako metsikkö päätehakata ko. iässä vai kasvattaa seuraavat 5 vuotta eteenpäin annetun korkovaatimuksen vallitessa.



Kuva 1. Tutkimusmetsiköissä tehdyt toimenpiteet ja mittausajankohdat. Ojitusajankohdat on merkitty o:lla. Puustoa harvennettiin ensimmäisen (1) kerran kokeita perustettaessa 22-48 vuoden ikäisinä ja toisen (2) kerran kaksi tai kolme mittausjaksoa myöhemmin. Kaikista kokeista on käytettävissä neljä mittausjaksoa (janat), joiden pituus on pääsääntöisesti viisi vuotta. Muurolassa puuttuu toinen harvennuskerta ja Kärämäellä on käytetty biologisen iän sijasta 15 vuodella alennettua talousikää.

Käytetty menetelmä ei ota huomioon korjuukustannuksia, joihin vaikuttavat hakattavan puuston määrä, korjuuolot ja rungon keskikoko. Käsittelyjen välisiä kustannuseroja vähentää kuitenkin se, että matalalla puustopääomalla koneellisen puunkorjuun kustannuksia alentavat puun suurempi keskikoko ja parempi näkyvyys ja korkealla puustopääomalla puolestaan suurempi kertymä hehtaarilta ja puiden vähäoksaisuus. Arvokasvuprosentin perusteella eri puustotasoja ei voi asettaa paremmuusjärjestykseen, koska se ei ota huomioon hakkuiden tuottoja ja kustannuksia eikä luonnonpoistuman määrää. Kyseessä on siis vain kuhunkin iänhetkeen sopiva päätöksentekoväline: jatketaanko puuston kasvatusta vai uudistetaanko.

Harvennusten lukumäärää tutkittaessa koealat ryhmitettiin kolmeksi kasvatusohjelmaksi: kaksi harvennusta, yksi harvennus ja kokonaan harventamatta (taulukko 2). Toisen harvennuksen kannattavuutta mitattiin harvennushetken jälkeisen 5 tai 10 vuoden kasvujakson markkamääräisen (mk/ha/v) ja suhteellisen (%) arvokasvun avulla. Kahden harvennuksen ohjelma sisältää yhdistelmiä, joissa ensiharvennus on yleensä kohtuullisen lievä ja toinen harvennus melko voimakas. Yhden harvennuksen ohjelmassa on tehty yleensä kohtalaisen voimakas ensiharvennus.

Taulukko 1. Hieskoivikoiden puusto (= koealojen keskisarvot) kokeita perustettaessa ja 20 vuotta myöhemmin. Koealat on luokiteltu kolmeen tasoon kasvatettavan puustopääoman perusteella.

Puusto- pääoma- taso	Koe- aloja kpl	Puusto kokeen alussa		Elävä puusto 20 vuotta myöhemmin		Käyttöpuun muutos viim. 5-vuotiskaudella, m <sup>3</sup> /ha			
		Runko- luku/ha	Pohjapinta- ala, m <sup>2</sup> /ha	Runko- luku/ha	Pohjapinta- Tilavuus m <sup>2</sup> /ha	Valta- pituus, m	Kasvu Luonnonpoist.		
1. Rovaniemi									
Matala	5	900	2.2	750	12.8	65	11.6	3.2	-0.1
Keskitaso	6	2450	5.9	1150	17.2	87	12.1	3.8	0.0
Korkea	4	6700	13.6	5400	31.9	159	12.5	3.4	-0.1
2. Oulu									
Matala	4	1500	5.3	900	13.1	84	14.4	4.3	0.0
Keskitaso	3	2000	8.4	1000	16.3	113	15.5	4.6	0.0
Korkea	3	5700	15.7	2950	23.6	150	15.5	3.5	-0.1
3. Liminka									
Matala	5	1300	4.6	850	11.6	71	14.1	2.7	-0.1
Keskitaso	6	1950	7.0	1550	17.0	105	14.7	3.0	0.0
Korkea	5	3800	11.5	6000	26.4	153	14.4	1.4	0.0
4. Pyhäjärvi									
Matala	3	850	6.9	600	15.7	105	15.5	4.3	-0.1
Keskitaso	3	2050	13.5	950	19.2	138	16.5	4.0	-0.1
Korkea	3	2900	16.4	1750	25.6	175	16.9	4.0	-0.5
5. Muurola									
Matala	2	850	7.6	800	13.5	80	13.8	1.4	-0.6
Keskitaso	2	2550	16.8	1850	19.0	108	13.8	0.5	-0.7
Korkea	1	6000	23.9	2600	23.4	136	14.3	0.7	-0.6
6. Haapavesi									
Matala	10	1050	11.5	500	13.5	107	17.5	2.8	-0.2
Keskitaso	14	1350	14.4	1000	20.2	154	17.8	3.3	-0.8
Korkea	6	1900	17.4	1400	24.5	181	17.9	3.3	-1.0
7. Kärsämäki									
Matala	4	600	7.5	500	13.3	103	17.7	2.7	-0.1
Keskitaso	6	1150	11.4	650	15.7	123	17.7	3.4	-0.5
Korkea	4	1550	14.7	1100	19.6	150	18.0	3.7	-0.2

Taulukko 2. Hieskoivikoiden puusto (= koealojen keskjarvot) ensimmäisen ja toisen harvennusvaiheen jälkeen. Koealat on luokiteltu kolmeen ryhmään harvennusten lukumäärän perusteella.

Harven- nusten lukum.	Koe- aloja kpl	Runkoluku, kpl/ha	Pohjapinta-ala, m <sup>2</sup> /ha	Käyttöpuuta, m <sup>3</sup> /ha	Käyttöp. muutos 2. harv. vaiheen jälkeen, m <sup>3</sup> /ha/v
		1. harv. vaihe	1. harv. vaihe	2. harv. vaiheessa tukkia*	kasvu luonnonpoist.
1. Rovaniemi					
2	4	2850	1050	47	1 3.1 -0.1
1	7	1100	1100	67	0 3.8 0.0
0	4	5600	6900	82	0 3.1 -0.2
2. Oulu					
2	6	2000	1000	75	3 4.5 -0.1
1	2	1000	1000	71	2 4.5 0.0
0	2	5700	4000	97	3 2.9 0.0
3. Liminka:					
2	6	2150	1000	55	4 2.7 0.0
1	7	1450	1450	63	6 2.7 -0.1
0	3	5400	6700	65	8 1.4 0.0
4. Pyhäjärvi					
2	3	1950	850	69	7 3.3 0.0
1	4	1250	1200	107	4 4.9 -0.3
0	2	3400	2550	106	4 4.0 -0.5
6. Haapavesi:					
2	12	1150	600	74	13 3.3 -0.2
1	8	1100	1050	109	15 4.1 -0.8
0	11	1700	1600	124	11 4.0 -0.5
7. Kärsämäki:					
2	3	1250	600	74	10 3.4 -0.2
1	9	850	850	84	12 2.9 -0.2
0	2	1850	1650	109	9 2.5 -0.5

\* Vaneritukin minimiläpimitta 18 cm latvasta, laatuvehennyksiä ei ole tehty

Vertailusta puuttuu vaihtoehto, jossa aikaisemmin harventamattomat koealat olisi harvennettu vasta kokeen toisen harvennuskerran yhteydessä. Tällaisesta tapauksesta voidaan kuitenkin tehdä päätelmiä koesarjan vanhimmissa koivikoissa, joissa ensiharvennus tehtiin myöhässä, itse asiassa samassa kehitysvaiheessa kuin nuorempien metsiköiden toinen harvennus.

Puutavaralajien suhteen laskelmat tehtiin kahdella vaihtoehdolla: a) vain kuitupuuta ja b) sekä kuitupuuta että tukkia. Ensimmäisessä vaihtoehdossa oletettiin, että hieskoivun laatu ei kelpaa tukkipuuksi tai tukkimäärä on niin vähäinen, ettei sillä ole markkinoita. Vaihtoehto a on hyvin realistinen Pohjois-Suomessa. Toisessa vaihtoehdossa oletetaan, että kaikki vaneritukin minimimitat (pituus 31 dm ja latvaläpimitta 18 cm kuoren päältä) täyttävä puutavara myydään tukin hinnalla. Vaihtoehto b vastaa arvokasvun teoreettista maksimia hieskoivikossa.

## Tulokset

### Hieskoivun kiertoaika

Voimakas harvennus kohotti puuston arvokasvua riukuvaiheessa käsitellyillä kokeilla 3-5 %-yksikköä harventamattomaan verrattuna (kokeet 1-5, kuva 2). Myöhemmin, 13-15 metrin valtapituudessa harvennetuilla kokeilla (6-7) puustotasojen erot olivat pienemmät. Hieskoivikon iän lisääntyessä 40-50 vuoteen puuston arvokasvu alitti kaikilla kokeilla 5 prosentin rajan kuitupuun tuotannossa. Sen sijaan 3 prosentin raja jäi vielä alittumatta lukuunottamatta vanhimpia koemetsiköitä ja nuorempien koivikoiden harventamattomia koelajoja.

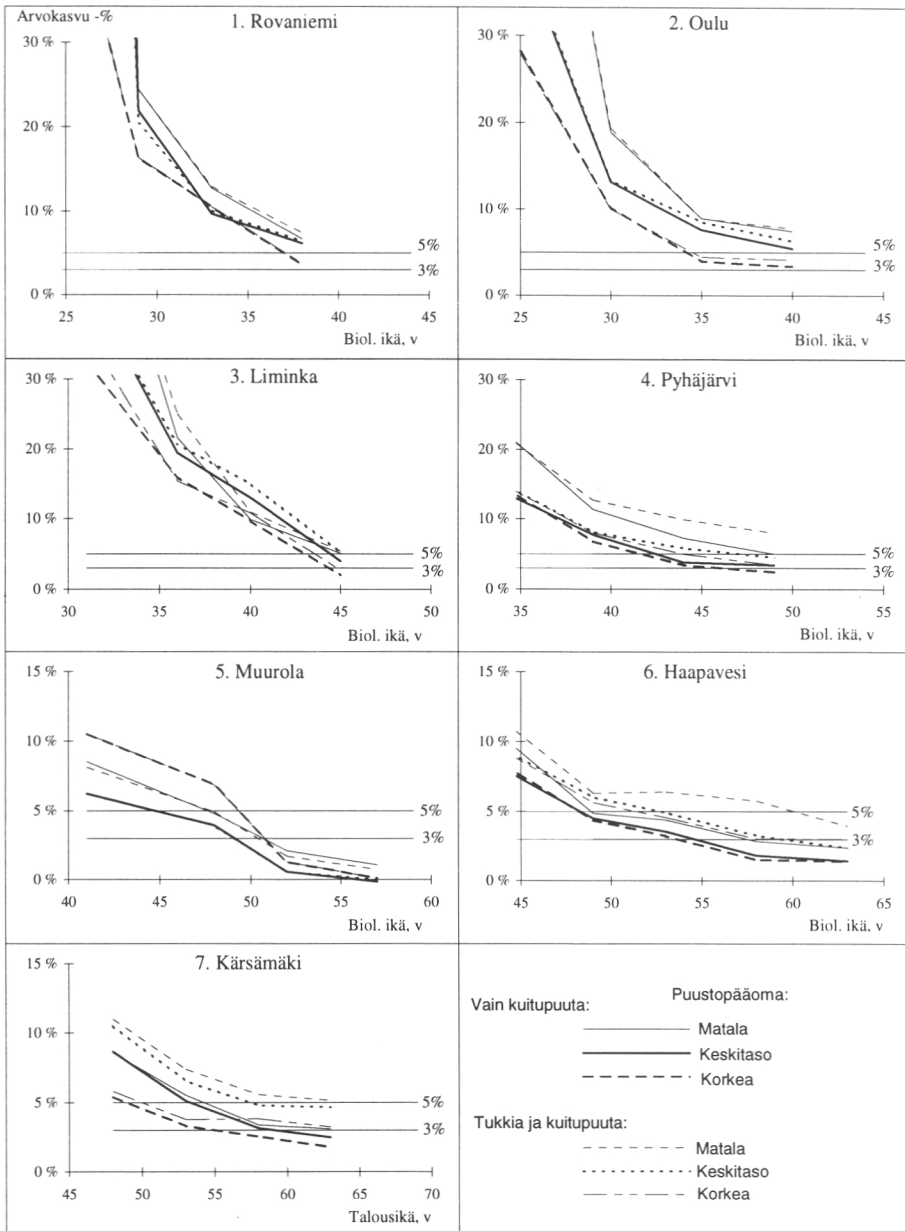
Kuvasta 2 voitiin todeta, että 5 prosentin korkovaatimuksella turvemaan hieskoivikon taloudellinen kiertoaika jää alle 50 vuoden taulukon 3 mukaisesti. Sulussa olevien tulosten osalta kehitystä on interpoloitu useita vuosia eteenpäin arvokasvun viimeaikaisen muutoksen perusteella, joten tulokset ovat niiltä osin epävarmoja (myöskään kokeen 7 talousiän määrittelyä ei voida pitää tarkkana).

Taulukko 3. Turvemaan hieskoivikon taloudellinen kiertoaika Pohjois-Suomessa eri puustopääomatasoilla, kun kannattavuuden alarajana pidetään 5 prosentin arvokasvua tulevana 5-vuotiskautena.

Puustotaso		Vain kuitupuuta			Tukki- ja kuitupuuta		
		Matala	Keskitaso	Korkea	Matala	Keskitaso	Korkea
Rovaniemi	Mkmu	(42)	41	37	-	-	-
Oulu	Rhtkg		42	34		(>45)	-
Liminka	P/Mtkg	45	44	43	-	46	44
Pyhäjärvi	RhSNmu	49	43	42	(>60)	48	44
Muurola	Rhtkg	48	45	49	-	-	-
Haapavesi	Rhtkg	49	48	48	60**	53	52
Kärsämäki	Rhtkg	(54)	(53)	(49)	(65)	(58)	(50)
Keskiarvo*		48	44	42		49	47

\* Keskiarvo ei sisällä taulukossa sulkeisiin pantuja lukuja

\*\* Vuonna 1998 Haapavedellä mitattiin yksi 5-vuotiskausi lisää



Kuva 2. Hieskoivikon taloudellisen kiertoaajan määrittämistä varten kasvatettavalle puustolle lasketun seuraavan 5-vuotiskauden arvokasvun kehitys verrattuna 3 ja 5 prosentin korkovaatimukseen.

Kuitupuun tuotannossa päädyttiin keskimäärin 44 vuoden kiertoaikaan, mikäli hieskoivikon harventaminen oli varovaista. Voimakas harventaminen pidentäi taloudellista kiertoaikaa neljällä vuodella ja harventamattomuus lyhensi sitä kahdella vuodella. Vaatimattomaksi jäänyt tukkipuun tuotos ei pidentänyt oleellisesti

metsikön kiertoaika. Pohjois-Pohjanmaan eteläosissa järeytyminen tukkipuuksi voi teoriassa riittää siihen, että matalahkolla puustopääomalla ja toistetun harvennushakkuun kautta päädytään noin 60 vuoden kiertoaikaan. Tulos täytyi kuitenkin interpoloida viimeaikaisen kehityksen perusteella, joten täsmällisempi tieto saadaan vasta myöhemmin.

Kun taloudellisen kiertoajan rajaa alennettiin 3 prosentin arvokasvuun, päädyttiin lievästi harvennetuissa kuitupuukoivikoissa keskimäärin 50 vuoden kiertoaikaan (taulukko 4). Voimakkaat harvennukset pidensivät kiertoaikaan viidellä vuodella ja harventamattomuus lyhensi sitä kolmella vuodella. Verrattuna 5 prosentin arvokasvuvaatimukseen metsikön kiertoaika piteni keskimäärin kuudella vuodella. Tukkipuun tuottaminen näyttäisi johtavan tutkimusalueen eteläosissa teoriassa noin 70 vuoden kiertoaikoihin, mikäli puustopääoma pidetään matalalla tasolla. Lievä harventaminen johtaisi tällöin noin 60 vuoden kiertoaikaan.

Taulukko 4. Turvemaan hieskoivikon taloudellinen kiertoaika Pohjois-Suomessa eri puustopääomatasoilla, kun kannattavuuden alarajana pidetään 3 prosentin arvokasvua tulevana 5-vuotiskautena.

Puustotaso		Vain kuitupuuta			Tukki- ja kuitupuuta		
		Matala	Keskitaso	Korkea	Matala	Keskitaso	Korkea
Rovaniemi	Mkmu		39		-	-	-
Oulu	Rhtkg		(>45)	(>40)			
Liminka	P/Mtkg	(>50)	47	44	(>50)	(>50)	(45)
Pyhäjärvi	RhSNmu	(>55)	(>50))	47	(>70)	(>55)	(>50)
Muurola	Rhtkg	51	49	51	-	-	-
Haapavesi	Rhtkg	58	55	54	(>70)	60**	58
Kärsämäki	Rhtkg	(64)	(59)	(55)	(>70)	(<70)	(64)
Keskiarvo*		55	50	47			

\* Keskiarvo ei sisällä taulukossa sulkeisiin pantuja lukuja

\*\* Vuonna 1898 Haapavedellä mitattiin yksi 5-vuotiskausi lisää

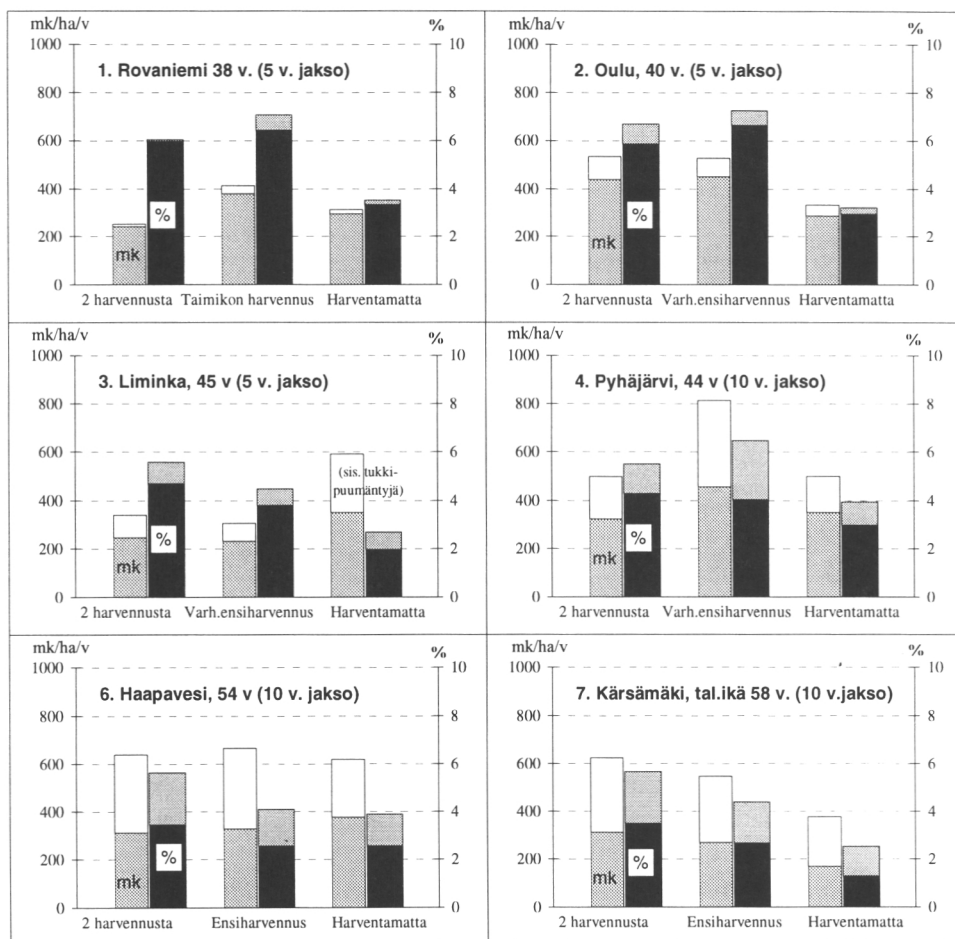
## Varttuneen koivikon harvennus

Harventamattoman hieskoivikon tuotto varttuneella iällä jäi harvennettuja koivikoita alhaisemmaksi sekä markkamääräisen että suhteellisen arvokasvun perusteella tarkastettuna (kuva 3). Muista kokeista poiketen Limingan ja Haapaveden harventamattomat koelat tuottivat markkamääräisesti enemmän kuin harvennetut, mutta näillä koelaloilla on sekapuuna mäntyjä, jotka ylläpitävät korkeampaa kasvua.

Toinen harvennus ei näytä elvyttäneen hieskoivikon markkamääräistä tuotto-kykyä verrattuna kerran harvennettuun muualla kuin koesarjan vanhimmassa puustossa Kärsämäellä. Puustopääoman alentaminen toisessa harvennuksessa luonnollisesti kohotti arvokasvuprosenttia, mutta silläkin perusteella varttuneen koivikon

harvennuksesta oli hyötyä vain Limingassa, Haapavedellä ja Kärämäellä. Muissa kolmessa, aikaisemmin riukuvaiheessa harvennetuissa koivikoissa ei ollut havaittavissa toisen harvennuskerran hyötyjä.

Lähinnä teoreettiseksi jäävä tukkipuun tuotantovaihtoehto lisäsi toisen harvennuskerran kannattavuutta koesarjan varttuneimmissa hieskoivikoissa. Toinen harvennus on tehty näissä metsiköissä kuitupuun tuotantoon soveltuvan kiertoajan lopussa, joten ainut peruste toiselle harvennuskerralle näyttääkin olevan koivutukin tuottaminen pitemmällä kiertoajalla.



Kuva 3. Hieskoivikoiden harvennuskokeiden toisen harvennuskerran jälkeinen markkamääräinen (mk) ja suhteellinen (%) arvokasvu laskettuna tulevalle 5 tai 10 vuoden kasvujaksolle. Pylväiden alaosa edustaa pelkän kuitupuun tuotantoa ja yläosa järeyden puolesta vaneripuuksi kelpaavan tukkiosuuden tuomaa lisäarvoa.

## Tulosten tarkastelu

Puuston arvokasvuun perustuva turvemaan hieskoivikoiden kiertoaika osoittautui tässä tutkimuksessa aikaisempia käsityksiä lyhyemmäksi. Käytännön ohjeiden mukaan koivun uudistuskypsyysikä on 60-70 vuotta koko maassa (Metsäkeskus Tapio 1991). Aikaisemmin julkaistujen tulosten (Niemistö 1991) perusteella turvemaiden hieskoivun kiertoajaksi arveltiin kuitupuun tuotannossa 50-65 vuotta ja tukkipuun tuotannossa 80 vuotta. Keltikankaan ja Seppälän (1977) tutkimuksessa on Pohjanmaan harventamattomien kuitupuukoivikoiden kiertoajaksi saatu 3 %:n korolla 50 vuotta.

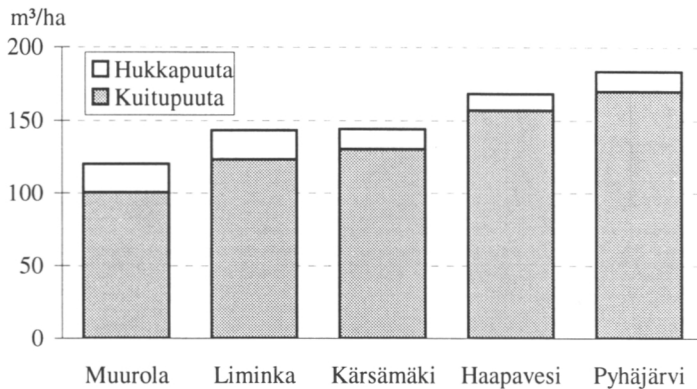
Tuotostappioiden välttämiseksi nuoriin hieskoivikoihin suositellaan verraten korkeaa puustopääomaa (Niemistö 1991). Arvokasvuvaatimuksesta riippuen (5 % tai 3 %) taloudellinen kiertoaika oli kuitupuuta tuottaessa 44-50 vuotta. Harventamattomuus johtaa 2-3 vuotta lyhyempiin ja voimakas harventaminen 5-7 vuotta pitempiin kiertoaikoihin. Kasvatettavan puuston arvokasvu on laskettu 5-vuotisjaksoittain, joten periaatteessa asetettu raja alittuu vasta keskimäärin 2,5 vuoden kuluttua lasketusta. Käytännössä kuitenkin päätös metsikön uudistamisesta tai edelleen kasvattamisesta tehdään vähintään 5 vuodeksi eteenpäin, eikä harkita joka vuosi uudestaan.

Aineisto on Pohjois-Suomesta, joten tuloksia ei voi sellaisenaan soveltaa koko maahan. Suurimman eron pohjoisen ja etelän välille aiheuttaa tässä mielessä koivutukin osuus tuotoksesta. Pohjois-Suomessa koivutukin tuottaminen on lähinnä teoreettinen kysymys, koska tukkipuun mitat täyttävän koivun määrä jää pieneksi ja siitäkin vain pieni osa on laadun puolesta tukkipuuta. Etelä-Suomessa on selvästi pohjoista paremmat mahdollisuudet kasvattaa turvemaan hieskoivut tukki- puiksi, vaikka sielläkin laatuongelmat ovat suuria (Verkasalo 1997).

Jos Pohjois-Pohjanmaan oloissa tuotettiin teoreettinen maksimimäärä tukkia, päädyttiin matalalla puustopääomalla ja 3 %:n arvokasvuvaatimuksella hiukan yli 70 vuoden kiertoaikaan. Rajan kohottaminen 5 %:iin tai harvennusten lieventäminen johtivat arviolta 10 vuotta lyhyempään kiertoaikaan. Suuremman järeyden ja toisaalta laatuvehennysten huomioon ottaminen johtaa siihen, että Etelä-Suomen turvemaiden tukkikelpoisissa hieskoivikoissa voitaneen soveltaa 60-70 vuoden kiertoaikaa. Kuitupuun tuotannossa hieskoivikon kiertoaika ei ilmeisesti poikkea pohjoisen ja etelän välillä.

Eräässä puolukkatyyppin 80-vuotiaassa hieskoivikossa Parkanossa oli seuraavalle 10-vuotiskaudelle laskettu arvokasvu kuitupuun tuotannossa 2,8 %, mutta tukki- ja kuitupuun tuotannossa 4,2 %. Kivennäismaillakin hieskoivikon kiertoajan ratkaisee tukkiosuus, joka saattaa paremmilla kasvupaikoilla kohota merkittäväksi (Verkasalo 1997). Lahoisuus kuitenkin lisääntyy koivun ikääntyessä, joten kiertoajan pidentämisessä pitää olla varovainen.

Kuvassa 4 on esitetty 3 %:n arvokasvuvaatimuksella lasketun kiertoajan keskimääräinen kokonaistuotos niissä hieskoivukokeissa, joissa uudistamisikä on jo saavutettu kuitupuuta tuottaessa. Tuloksen mukaan käyttöpuun tuotos on ruohoturvekankailla Lapin eteläosissa noin 100 m<sup>3</sup>/ha ja Pohjois-Pohjanmaan eteläosissa noin 170 m<sup>3</sup>/ha.



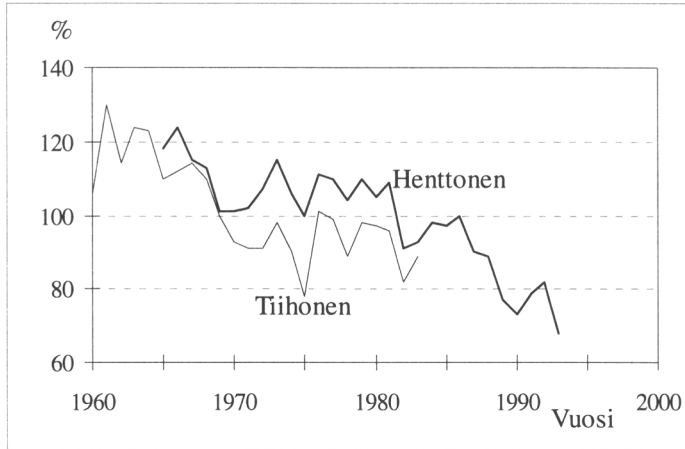
Kuva 4. Keskimääräisesti harvennettujen turvemaan kuitupuukoivikoiden kokonaistuotos 3 %:n arvokasvuvaatimukseen perustuvan kiertojen kuluessa.

Nuoren hieskoivikon kasvatustiheydeksi on suositeltu 2 000-2 500 kpl/ha. Kuitupuuta tuottaessa suositellaan yhtä kaupallista harvennusta, jossa jätetään kasvamaan 900-1 000 puuta hehtaarille (Niemistö 1991, Metsäkeskus Tapio 1991). Nyt saadut kiertojen loppupuolen tulokset vahvistavat käsitystä, että hieskoivikossa on syytä tähdätä yhteen harvennuskertaan. Varttuneen koivikon harvennus on perusteltua vain silloin, jos merkittävä osuus tuotoksesta on järeydeltään ja laadultaan tukkipuuta. Käytännössä turvemaan hoidetun hieskoivikon toinen harvennushakkuu tulee harkittavaksi vain parhaissa metsiköissä maan eteläpuoliskossa.

Ylitiheän riukuvaiheen hieskoivikon harvennusohjelma ei vielä selvinnyt tämän tutkimuksen perusteella, koska aikaisten harvennuskustannusten ja -tulojen vaikutusta ei otettu huomioon. Tutkimuksen seuraavassa vaiheessa tämä kysymys pyritään ratkaisemaan.

Oletettua lyhyemmän kiertojen vuoksi pyrkimys yhden harvennuksen ohjelmaan vahvistui myös riukuvaiheen koivutiheiköissä, mutta samalla korostui vaatimus nuorten hieskoivikoiden kasvattamisesta riittävän tiheinä. Hieskoivikon tuotoskyky on käytettävä mahdollisimman tehokkaasti hyväksi puuston vireässä nuoruvaiheessa. Nuorena voimakkaasti harvennetun hieskoivikon tuotoskyky ei oleellisesti kohonnut varttuneessa iässä eikä järeyskehitys korvannut kasvutappiota taloudellisesti kannattavan kiertojen puitteissa. Varovaista käsittelyä puoltaa myös se, että hieskoivikon varhaisessa kehitysvaiheessa tukkipuun tuottamisen mahdollisuuksia on vaikea arvioida. Tukkien kasvatuksen edellytykset käyvät ilmi vasta koivikon varttuneella iällä, jolloin voidaan harkita toista harvennuskertaa.

Tutkimuksen tulokset perustuvat pitkäaikaisiin ja säännöllisesti mitattuihin kestokokeisiin. Myös tulosten yhdenmukaisuus eri koemetsiköissä vahvistaa niiden luotettavuutta. Suurimman epävarmuustekijän tulosten tulkinnassa aiheuttaa vuotuinen kasvunvaihtelu. Onkin syytä epäillä, että kasvuindeksien ilmaisema koivun kasvutason voimakas alentuminen Pohjois-Suomessa 1980-luvun alun jälkeen (Henttonen 1998, kuva 5) on vaikuttanut tämän tutkimuksen tuloksiin. Käsitelyvaihtoehtojen vertailuun sillä tuskin on vaikutusta, mutta hieskoivikoiden kas-



Kuva 5. Henttonen (1998) ja Tiihosen (1986) julkaisemat koivun rinnankorkeusläpimitan kasvuindeksit Pohjois-Suomessa jaksolla 1960-1993.

vu on saattanut hiipua koemetsiköissä nopeammin kuin puuston ikä edellyttäisi. Tästä syystä tulokseksi saadut kiertoajat voivat olla hiukan lyhyempiä kuin olisi saatu tasaisen kasvun jaksolla.

Syytä koivun kasvun yleiseen taantumiseen mainitulla jaksolla ei tunneta, joten indeksikorjauksen tekemiselle ei ole perusteita. Lisäksi kasvuindeksien laadinta-aineistot eivät sisällä ojitettujen turvemaiden puita. Kasvun tason mahdolliset muutokset eivät myöskään vaikuta täydellä voimalla arvokasvuprosenttiin, koska parempi kasvu johtaisi suurempaan puustopääomaan seuraavan jakson alussa. Lasketut kiertoajat pätevät joka tapauksessa juuri nyt uudistusiässä oleville metsiköille. Mikäli koivun kasvun yleinen taso lähtee selvään nousuun, on kiertoaikoja tarkasteltava uudelleen kasvuindeksien valossa.

## Kirjallisuus

- Henttonen, H. 1998. Puiden kasvunvaihtelu. Ympäristönmuutos ja metsien kunto. Metsien terveydentilan tutkimusohjelman loppuraportti. Toim. Eino Mälkönen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 691: 24-33.
- Keltikangas, M. & Seppälä, K. 1977. Ojitusalueiden koivikoiden kasvatusta taloudellisena vaihtoehtona. *Silva Fennica* 11(1): 49-68.
- Metsäkeskus Tapio. 1991. Tapion taskukirja. 21. uudistettu painos. 489 s.
- Niemistö, P. 1991. Hieskoivikoiden kasvatustiheys ja harvennusmallit Pohjois-Suomen turvemaidella. *Folia Forestalia* 789. 36 s.
- Tiihonen, P. 1986. Kasvun vaihtelu Suomen pohjoispuoliskossa valtakunnan metsien 7. inventoinnin aineiston perusteella. *Folia Forestalia* 658. 9 s.
- Verkasalo, E. 1997. Hieskoivun laatu vaneripuuna. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 632. 483 s. + liitteet 59 s.

# Varttuneen hieskoivikon ulkoinen ja sisäinen laatu: Käyttömahdollisuudet puuteollisuudessa

*Erkki Verkasalo*

## Hieskoivun arvostus kasvanut

Hieskoivu on ollut pääpuulajeistamme vähiten arvostettu hyötytyyppi. Suhtautuminen on muuttunut jonkin verran 1980-luvulta lähtien koivukuitupuun käytön huomattavan laajentamisen ansiosta. Vaneriteollisuuden pääraaka-aineen, rauduskoivun, niukkuus on puolestaan johtanut toiveisiin saada myös hieskoivusta merkittäviä määriä vanerin raaka-ainetta. Lisäksi erityisesti PK-sektorille sopivan koivun sahauksen ja jatkojalostuksen mahdollisuudet ovat vuosikymmenien jälkeen uudelleen esille otettuina lupaavia. Täten kaikenlainen järeän koivun kasvatusta on mielekäs vaihtoehto.

Mekaanisten koivutuotteidemme kilpailukyky perustuu pitkälti puuaineen taiseeseen vaaleuteen ja maineeseen korkeasta visuaalisesta ja teknisestä laadusta. Vaaleiden lehtipuiden kysyntä on jo jonkin aikaa ollut kasvussa teollisuutemme päämarkkina-alueella Keski- ja Länsi-Euroopassa, joskin vähintään yhtä suosittuja puulajeja ovat siellä esim. pyökki, saarni ja vaahtera ja USAn länsirannikon punaleppä. Luonnonvaaleus ei myöskään ole erityinen vaatimus huonekaluissa ja puusepäntuotteissa. Yhä useammin halutaan eri tavoin sävytettyjä vaaleusasteita, esim. liitu- tai punavalkoista.

Jatkossa koivuteollisuuden monipuolistaminen ja raaka-ainevarojen käytön turvaaminen edellyttävät uusia mahdollisuuksia vaneri- ja selluteollisuuden rinnalle. Järeän koivun vanhan ja ylivoimaisen pääkäyttökohteemme, vanerin, elinkaari saattaa vähitellen kaartua loppupuolelle. Vaneria korvaavien materiaalien sekä – tietysti suojelupainearvauksin – myös eräiden trooppisten lehtipuiden suunnasta tuleva kilpailu on edelleen kovenemassa. Tarvitaan siis uusia sahaukseen ja jatkojalostukseen perustuvia tuotteita kuten myös pidemmällekin meneviä erikoiskäyttökohteita, joissa puuta voidaan yhdistellä muihin materiaaleihin.

Lisäksi ilmassa on uhkakuvia koivusellun laatu- ja kustannuskilpailukykyyn heikkenemisestä suhteessa mm. eukalyptus- ja akaasiaselluun, jolloin kuitupuun koivun käyttö saattaisi vähentyä oleellisesti nykyisestä. Tällöin ja osin jo nykyisinkin pieniläpimittaisen, ääritapauksessa jopa 10 cm:n läpimittaisen koivun sahaaminen olisi tärkeä puunkäytön lisäajaja.

## Hieskoivu vallannut alaa metsissämme

Kahdeksas valtakunnan metsien inventointi raportoi metsävarat vuosien 1986-94 mittauksen perusteella. Sen mukaan koivuvaltaisia metsiä on metsä- ja kitumaalla Etelä-Suomessa 0,84 milj. ha eli 7,3 % ja Pohjois-Suomessa 0,67 milj. ha eli 7,8 %. Tämä siitä huolimatta, että koivua pyrittiin tietoisesti vähentämään 1950- ja 60-luvuilla. Hieskoivikoita on Etelä-Suomessa yli kaksinkertaisesti ja Pohjois-Suomessa päteä 80-kertaisesti rauduskoivikkoihin verrattuna.

Koivun metsätaloudellinen merkitys on kuitenkin paljon suurempi kuin em. pinta-alaosuuksista voisi päätellä, sillä huomattava osa koivusta kasvaa sekapuuna muiden puulajien vallitsemisissa metsissä. Koivun yleistymistä sekapuuna ovat suosineet metsäojitukset, avohakkuut ja maanmuokkaus. Koivun osuus puuston kokonaistilavuudesta on Etelä-Suomessa 14,6 % ja Pohjois-Suomessa 16,1 %.

Erot hieskoivun merkityksessä maan eri osien välillä kuvastavat yleisiä muutoksia koivuvarojen rakenteessa. Kun koivuvarat olivat vielä 1940-luvulla ennen kaikkea Itä-Suomen vanhoilla kaskialueilla rauduskoivikkoina, niin nykyisin ne ovat erilaisissa sekametsissä ja enenevässä määrin Länsi-Suomessa ojitetuilla turvemailla hieskoivikkoina. Hieskoivun osuus koivun kokonaistilavuudesta onkin kasvanut maan eteläosassa 1950-luvun alun 50 prosentista nykyiseen 70 prosenttiin. Samanaikaisesti järeä koivu ei ole vähentynyt: päinvastoin, läpimitaltaan yli 30 cm:n koivupuuston määrä on nykyisin jopa jonkin verran suurempi kuin kaskikauden päätyttyä 1930-luvulla.

Koivuvarojen alueellisen jakauman voidaan olettaa kehittyvän tämänsuuntaisesti, vaikka suurten odotusten kohteena olevat istutusrauduskoivikot keskittyvätkin Järvi-Suomeen. Kumpikin koivulaji ilmeisesti yleistyy edelleen sekapuuna, mikäli nykyiset suuntaukset metsien luontaiseen uudistamiseen ja taimikonhoidosta tinkimiseen jatkuvat. Samaan suuntaan vaikuttavat mitä ilmeisimmin vaatimukset metsien monimuotoisuuden ja maiseman vaalimisesta.

## Metsiemme koivutukista hieskoivua 40 %

Koivulla järeän puun osuus koko puustosta on huomattavasti pienempi kuin havupuilla, koska koivutukin yleiset vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset ovat havutukkia ankarammat ja tukiksi kelpaamaton osuus eli tukkivähennys on selvästi havupuuta suurempi, 40-60 % (vrt. havupuu normaalisti 5-20 %). Tässä suhteessa koivulajien välillä on myös huomattavia eroja puustojen järeys- ja laatuerojen vuoksi. Vanerikoivun vähimmäismitoin (kuorellinen läpimitta 18 cm, tukin pituus 3,1-7,0 m) ja laatuvaatimuksin tukkiosuus on Etelä-Suomen rauduskoivulla 30 %, mutta hieskoivulla vain 10 %. Raudustukkia on Etelä-Suomessa 1,4-kertaisesti hiestukkiin verrattuna (taulukko 1).

Hiestukin osuus on kuitenkin selvästi suurempi kuin mitä on yleisesti tiedetty. Kaikesta Etelä-Suomen koivutukista on raudusta 59 % ja hiestä 41 % (taulukko 2).

Eniten hiestukkaa on prosentteina Pohjanmaalla ja Satakunnassa ja kuutiometreinä Etelä- ja Pohjois-Savossa ja Keski-Suomessa.

Hieskoivun merkitys on kokonaisuutena suurin Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla, jossa sen osuus puuvaroista on 20 % ja kaikista koivuvaroista 95 %. Tukiin osuus kaikista koivuvaroista on täällä kuitenkin pieni, vain 2 %.

Sahakoivu voi olla ohuempaa kuin vanerikoivu, jos se on muuten riittävän laadukasta. Tämä reservi mukaan lukien hieskoivun osuus puuteollisuuden sopivasta koivusta on ilmeisesti edellä esitettyä suurempi.

Taulukko 1. Etelä-Suomen raudus- ja hieskoivuvarat (8. VMI, Louna ja Valkonen 1995).

Puutavaralaji	Rauduskoivu	Hieskoivu 1 000 m <sup>3</sup>	Yhteensä
Tukki	15 828	11 193	27 021
Kuitupuu	36 877	96 731	133 608
Yhteensä	52 705	107 924	160 629
Tukki-%	30,0	10,4	16,8

Taulukko 2. Raudus- ja hieskoivutukki metsä- ja kitumaalla Etelä-Suomen metsäkeskusten toiminta-alueilla (8. VMI, Louna ja Valkonen 1995). Vertailuna Pohjois-Pohjanmaan kaikki koivutukkipuusto.

Metsäkeskus	Raudus 1 000 m <sup>3</sup>	Hies 1 000 m <sup>3</sup>	Hies %
Ahvenanmaa	40	7	14,9
Rannikko (ruots.)	1 217	652	34,9
Lounais-Suomi	359	290	44,7
Satakunta	410	695	62,8
Uusimaa-Häme	795	579	42,1
Pirkka-Häme	806	651	44,7
Itä-Häme	1 182	1 026	46,5
Etelä-Savo	2 483	1 525	38,0
Etelä-Karjala	1 059	616	36,8
Itä-Savo	1 405	847	37,6
Pohjois-Karjala	1 995	962	32,5
Pohjois-Savo	1 868	1 342	41,8
Keski-Suomi	1 702	1 203	41,4
Etelä-Pohjanmaa	327	530	61,8
Keski-Pohjanmaa	180	268	59,8
Yhteensä	15 828	11 193	41,4
Pohjois-Pohjanmaa, raudus- ja hieskoivu yhteensä 775			

# Sahakoivu ollut raudusvaltaista

Teollisuuden koivun käyttöä ei ole voitu tilastoida koivulajeittain. Lisäksi koivulajilla on koettu olleen varsin vähän jos lainkaan merkitystä valmistusprosessien ja tuotteiden kannalta, kunhan raaka-aine on täyttänyt vähimmäismitta- ja laatuvaatimukset. Täten hies- ja rauduskoivun osuudesta voidaan esittää vain karkeita arvioita teollisuuden sijainnin ja koivuvarojen rakenteen perusteella.

Koivun sahaus alkoi maassamme todennäköisesti jo 1850-luvulla. Koivutukin sahauksen huippu (0,6 milj. m<sup>3</sup>/a) ajoittui 1960-luvun puoliväliin. Viime vuosina koivutukia on sahattu 0,1-0,2 milj. m<sup>3</sup>/a. Suurin osa tuotannosta on mennyt puusepän- ja erityisesti huonekaluteollisuudelle, jossa lähinnä muoti on määrännyt puulajien suosion. Näissä käyttömuodoissa trooppinen lehtipuu, mm. Indonesian ja Malesian keruing tuli vakavaksi kilpailijaksi 1980-luvulla, neljännessä alhaisemman hintansa ansiosta. Tällä vuosikymmenellä ympäristökeskustelu on kääntänyt kilpailuasetelmaa toiseen suuntaan. Euroopassa puusepän- ja huonekalukoivun lähin kilpailija on pyökki.

Koivusahatavaran loppukäytön päätuoteryhmät ovat nykyisin huonekalut ja kiintokalusteet (ml. aihiot, komponentit, liimalevyt, sisustuspaneelit) sekä lattiapäällysteet (parketti, lattialaudat). Rakennuspuuksi koivusahatavaraa ei suositella sen painavuuden, painoon nähden alhaisen vetolujuuden, mittapysyvyysongelmien ja ulkokäytössä heikon lahonkestävyyden vuoksi.

Lehtipuiden sahaukseen on erikoistunut muutama pieni teollisuussaha ja joukko piensahoja. Teolliset koivusahat ovat Järvi-Suomessa, mm. Hirvensalmella, Rääkkylässä, Sysmässä ja Viitasaarella. Näiden alueiden koivuvaratietojen ja sahakoivun tiukkojen laatuvaatimusten perusteella arvioiden hieskoivun osuus raaka-aineesta lienee korkeintaan 20 %.

Koivun sahaukseen ja moniin erikoiskäyttötarkoituksiin soveltuvat edellä todetun mukaisesti myös vanerikoivuja pienemmät koivut. Suomessakin sahataan säännöllisesti läpimitaltaan ainakin 14 cm:n, Ruotsissa eräillä laitoksilla jopa 10 cm:n koivuja. Puunkäytön lisääntyminen näillä aloilla ei olennaisesti kaventane vaneriteollisuuden raaka-ainepohjaa.

Saha- ja huonekaluteollisuuden tarpeisiin sopivaa koivutukia pitäisi siis olla saatavissa päätehakkuiden lisäksi harvennuksista. Tukki voitaisiin hankkia sahaukseen ja aihiovalmistukseen lyhyenäkin, esim. 2-3-metrisenä. Muistettakoon tässä yhteydessä, että myös koivuhalkojen hakkuissa kokeiltiin 1960-luvulla järeiden tyvipölkkyjen ottamista erilleen ja toimitettiin vaneritehtaille sorvipölkyn pituussissa. Sahakoivu voi lisäksi olla läpimitaltaan edellä mainitun mukaisesti varsin pientäkin, kun tuotantonopeus ja työn tuottavuus eivät ole pääasioita. Tästä on hyviä esimerkkejä Ruotsista ja Norjasta. Tärkeintä on koivun hyvä laatu: kohtuullisen suoraa, isoista kuivista oksista ja lahosta vapaata puuta. Terveet oksat ovat suurinakin pikemminkin toivottavia kuin vahingollisia.

## Hieskoivukin tärkeä vaneripuu

Koivuvanerteollisuutemme aloitti varsinaisesti Wilhelm Schauman Oy Jyväskylässä vuonna 1912. Kehitys oli tämän jälkeen suotuisaa. Suomalainen koivuvaneri hallitsi maailman lehtipuuvanerimarkkinoita 1920- ja 1930-luvuilla. Sotavuodet ja neljän tehtaan jääminen luovutetulle alueelle aiheuttivat tilapäisen taantuman. Marraskuussa 1998 toiminnassa oli 16 vaneritehdasta ja neljä erillistä viilutehdasta Etelä-, Keski- ja Itä-Suomessa.

Vanerikoivun käytön huippu, 2 milj. m<sup>3</sup>/a, ajoittui sahakoivun lailla 1960-luvun puoliväliin. Tämän jälkeen koivuraaka-aineen niukkuus ja Kaakkois-Aasian uusien toimittajien kilpailu (trooppiset lehtipuuvanerit) johtivat alan kriisiin. Tästä pystyttiin selviytymään tehokkaalla tuotekehityksellä: keskittymällä kalliisiin, koivupohjaisiin erikoistuotteisiin ja käyttämällä suuria määriä kuusta tuotteissa, joiden ominaisuudet ja hinta määrättyivät pääasiassa koivuisen pintaviilun mukaan. Trooppisten vanereiden puolelta tuleva kilpailu on vielä voimakasta, mutta ympäristökysymysten sekä puulaji- ja laatuvaihteluiden vuoksi tasaantumaan päin.

Täyskoivuisten ja koivua sisältävien vanereiden pääasiallinen loppukäyttö on nykyisin toisaalta lujutta ja jäykkyyttä vaativissa kuljetusvälineiden rakenteissa ja rakennusten betonointimuoteissa sekä hyvä- ja tasalaatuista ulkonäköä vaativissa kalusteissa ja huonekaluissa (myös viiluna).

Nykyisin vaneriteollisuus käyttää koivutukkia 1,0-1,5 milj. m<sup>3</sup>/a, esim. vuonna 1996 1,2 milj. m<sup>3</sup> (vrt. havutukki 1,3 milj. m<sup>3</sup>). Hieskoivun osuus vaneriteollisuuden koivuraaka-aineesta vaihtelee huomattavasti tehtaittain. Mikäli koivulajien käyttöosuudet noudattelevat niiden osuuksia alueen koivutukkivaroista, hieskoivun osuus on pohjoisilla tehtailla (Suolahti, Kuopio, Joensuu) hankinta-alueiden sijainnin mukaisesti jopa 40-50 % ja kaakkoisilla tehtailla (Heinola, Valkeala, Lappeenranta, Punkasalmi, Ristiina, Savonlinna) 20-30 %. Tosiasiassa hieskoivun osuudet lienevät jonkin verran näitä lukuja pienemmät, leimikkorakenteen sekä jo 15 %:iin vanerikoivun käytössä yltävän, ilmeisesti lähes yksinomaan rauduskoivua olevan tuontipuun vuoksi.

## Koivulajien puuaineessa vain vähäisiä eroja

Hies- ja rauduskoivun virheettömän puuaineen erot ovat varsin pienet ja mekaanisen puuteollisuuden kannalta useimmiten merkityksettömät. Hieskoivulla putkilot ovat hieman pitempiä ja paksumpia. Putkiloita ja ydinsäteitä on hieskoivulla poikkileikkauksen pinta-alayksiköllä vähemmän kuin rauduskoivulla. Hakkilan (1966) mukaan puuaineen tiheys on hieskoivulla hieman alhaisempi kuin rauduskoivulla. Etelä-Suomessa hieskoivun kuiva-tuoretiheys on keskimäärin 482 kg/m<sup>3</sup> ja rauduskoivun 497 kg/m<sup>3</sup>. Vaneritukeilla koivulajien erot ovat rungon keskimääräisiä arvoja suuremmat kuiva-tuoretiheyden ollessa hiestukeilla keskimäärin 478 kg/m<sup>3</sup> ja raudustukeilla 510 kg/m<sup>3</sup>. Sekä massiivipuisten että viiluista valmistettujen tuot-

teiden lujuus- ja jäykkyyssominaisuudet ovat hieskoivulla jonkin verran rauduskoivua heikkommat. Tämän seikan merkitys voisi periaatteessa olla suurikin, mutta virheettömän puuaineen tiheyserojen vaikutukset peittyvät käytännössä mm. viinosyisyyden ja oksaisuuden vaikutusten alle.

Hieskoivun puuaineen jäykkyyssominaisuudet on eräässä tutkimuksessa kuitenkin todettu rauduskoivun puuainetta paremmiksi. Niin ikään on havaittu hieskoivutukkien puuaineen tiheyden alenevan pitkittyneessä metsävarastoinnissa vähemmän kuin rauduskoivutukkien. Hieskoivun puuaineen eräänä etuna rauduskoivuun verrattuna mainitaan kauniimpi, vähemmän karhea ja nukkainen viilu- ja sahepinta. Tämä saattaisi johtua puulajien tiheyseroista, jolloin sorvaus- ja sahausvastukset olisivat hieskoivulla rauduskoivua pienemmät. Lisäksi hieskoivun rauduskoivua ohuemat ja usein tasapaksimmat vuosilustot vaikuttanevat samaan suuntaan.

Toisaalta nukkaisuutta aiheuttava vetopuu saattaa olla hieskoivulla tavallisempaa kuin rauduskoivulla, olettaen että hieskoivu on rauduskoivua mutkaisempi puulaji. Poikkileikkauksessa vetopuu erottuu muusta puuaineesta vaaleampana, silkinkiiltoisena, tiiviinä ja kovana ja pitkittäisleikkauksessa nukkaisena. Vetopuun työstössä on vaikeuksia. Se halkeilee ja vääntyy kuivattaessa tavallista enemmän suurehkon pitkittäissuuntaisen kutistumisen vuoksi. Vetopuu myös säilyy kuivauksessa muuta puuta vaaleampana aiheuttaen omalta osaltaan kirjavuutta puuaineeseen.

Koivun puuaineessa on usein ruskotäpläkärpäsen toukkien jälsikerrokseen kaimia, korkkisolukon täyttämiä käytäviä. Toukat eivät vaaranna puun elämää, mutta käytävät jättävät puuaineeseen sen laatua ja arvoa alentavia ruskotäpliä. Ruskotäpläisyys näkyy sorvatussa ja sahatussa pinnassa epämääräisinä sykerökuvioina, joten joskus esitettyä ajatusta vian “puuaineen esteettistä monimuotoisuutta” edistävistä vaikutuksista on syytä epäillä. Erityisesti istutusrauduskoivikoiden on pelätty olevan alttiita ruskotäpläkärpäsen vioituksilla. Niemistön (1998) tutkimukset viittaavat ruskotäplävikojen keskittymiseen ytimen läheisyyteen, jossa puuaines on muutenkin laadultaan muuta puuta heikompa. Syntyvän värivian merkitys olisi tällöin pelättyä pienempi.

## Koivun erityispiirteitä sahapuuna

Tuotteen saantoon ja laatuun vaikuttavat tekijät ovat koivuvanerin ja sahatavaran valmistuksessa pääosin samat. Teollisuudenalojen välillä on kuitenkin neljä oleellista eroa raaka-aineen ja tuotteen riippuvuussuhteissa:

1) Kun normaalipituudeltaan 3,1-7,0 m:n vaneritukit katkotaan 1,3-1,6 m:n sorvipölkkyiksi, lenkouden ja mutkien vaikutus saantoon pienenee tukkina sahaukseen verrattuna - edellyttäen että tukit on apteerattu sopivasti ja katkonta sorvipölkkyiksi tehdään oikein. Näin ollen vaneritukin ja -pölkyn laatua on arvosteltava erillään toisistaan. Sahakoivut katkotaan metsässä usein vaneritukkien pituuksille.

Varsinkin piensahat käyttävät myös 2-3 m:n tukkipituuksia laadukkaimpien rungon osien hyödyntämiseksi. Toinen mahdollisuus on katkoa pitkät tukit apteerausta mukaillen lyhyiksi sahan varastolla. Pölkyn pituus on koivun sahauksessa joka tapauksessa suurempi kuin sorvauksessa. Useimmat sahakoivun lopputuotteet eivät kuitenkaan ole tukin pituisia. Erityisesti huonekaluteollisuudessa kukin huonekalun osa määrittelee erikseen siinä käytettävän sahatavarakappaleen pituuden.

2) Ulkoviatiat näkyvät suuremmassa osuudessa viiluarkeista kuin sahatavarakappaleista, koska viilu sorvataan pölkyn tangentin suuntaisesti ja yleensä vain 1,5 mm paksuksi. Toisaalta ytimen ympärillä oleva, lähes aina huonolaatuisin puu jää sorvauksessa purilaaseen. Sahauksessa se tulee sydäntavarakappaleeseen. Tätä ongelmaa voidaan huomattavasti lievittää ydin vapaalla sahauksella tai käyttämällä ydinkappale laatuvaatimuksiltaan vaatimattomiin sahatuotteisiin. Koivun puuaineesa on ytimen läheisyydessä usein sydänhalkeamia ja aina keskimääräistä nopeakasvuista puuta. Varsinaisesta nuorpuusta ja siihen yleensä liittyvästä poikkeuksellisen korkeasta pitkittäissuuntaisesta kutistumasta ja kuivausongelmista (syrjä- ja lapevääntyily sekä kieroutuminen) ei ole erityisiä mainintoja kirjallisuudessa. Nopeakasvuista istutuskoivua ei ole edes tutkittu tässä suhteessa. Yleisesti ottaen nopeakasvuisuus ei sinänsä ole laatuongelma lehtipuilla, mutta puuaineen tasalaatuisuus on tärkeää.

3) Vaneritukista voidaan sahatukista poiketen poistaa viallinen kohta välivähennyksenä ja purilasosan viatiat eivät välttämättä vaikuta tuotteen laatuun. Tässäkin on kuitenkin otettava huomioon sahakoivun lopputuotteiden yleensä lyhyet pituudet.

4) Suuret oksat voidaan paikata vaneriviilussa, mutta saheissa se on vaikeaa. Yleensä oksat voidaan korkeintaan kiertää, jolloin saanto vastaavasti heikkenee.

Koivun haittapuolet sahapuuna liittyvät runkojen ja tukkien suhteellisen pienen kokoon sekä mutkaisuuteen, lenkouteen, haaraisuuteen ja/tai epäpyöreyyteen. Näistä syistä tukkien käyttösuhde on korkea. Eräällä kehäsahalaitoksella esimerkiksi särmäämätöntä sahatavarakuutiota kohti tarvitaan 2,1 m<sup>3</sup> tukkipuuta, kun läpisahataan paksuja ja hyvälaatuisia tukkeja. Särmättyä sahatavarakuutiota varten tarvitaan vastaavasti jopa 3,0 m<sup>3</sup> tukkipuuta, kun kyseessä on pienehköiden ja huonolaatuisten tukkien nelisahaus. Tähän suuntaan vaikuttavat myös oksaisuus ja yleiset laho- ja väriviatiat.

Koivun valmistusprosesseihin liittyvät vaikeudet ovat lähinnä kuivauksessa: puuaines kellastuu, punertuu ja tummuu helposti eikä vääntymistä, kieroutumista ja halkeilua aiheuttavia jännitteitä pystytä kunnolla poistamaan. Päinvastoin, usein epätasaiseksi jäävä loppukosteus saattaa aiheuttaa hankalia lisäjännityksiä. Muita kuivausvirheitä voivat olla pintakovuus ja oksien irtoaminen.

Kuivaus kestää koivulla pitempään kuin havupuilla, ilma- ja keinokuivauksen yhdistäminen tuottaa vaikeuksia ja kuivauskaavat on jouduttu opettelemaan empiirisesti. Yleisesti ottaen kuivauksen alkulämpötilojen on oltava matalia. Tasaannutus kuivauksen jälkeen on tehtävä huolella jännitysten ja halkeaminen määrän minimoimiseksi. Kieroutumiseen ja halkeiluun kuivauksessa voidaan vaikuttaa sahaussuunnalla, jota valittaessa periaatteet ovat koivulla erilaiset kuin männällä tai

kuusella. Polyesterilakkaus voi aiheuttaa koivuun pintakäsittelyvikoja, höyrytys kelta- tai punavärjäytymistä ja metallikorroosio sinistymää.

Puusepä- ja huonekaluteollisuuden tuleva koivusahatavara tehdään säännöllisesti läpisahaten (ns. tuppeen), koska näin voidaan hidastaa kuivumista ja estää kieroutumista ja vääntyilyä sekä halkeilua sivulapteen osalta. Tällainen sahaus myös parantaa saantoa sekä antaa puunkäyttäjälle suurimmat mahdollisuudet käyttää hyvälaatuinen raaka-aine tarkasti ja hyödyntää laadukas, oksaton ja virheetön pinta-puu. Sahauskustannuksissa säästetään, koska sahaus on nopeampaa ja pintojen ja purun osuus vähäisempi kuin särmätyssä tavarassa. Läpisahatun koivusahatava-ran tulee olla mahdollisimman leveää. Kysytyimmät paksuudet ovat särmäämättömät 25, 32, 38 ja 64 mm.

Koivuviulun ja ilmeisesti myös -sahatavaran kaupallinen laatu määräytyy käytännössä yli 90 prosentissa tapauksista oksaisuuden perusteella. Suurin huomio kiinnitetään tällöin lahoihin ja kuiviin oksiin. Esteettisen haitan lisäksi ne alentavat lujuutta ja pyrkivät irtoamaan kuivauksessa. Suurin haitta on pystyoksisista, jotka ovat yleensä oksista suurimpia ja säännöllisesti sydänlahon lähteenä. Vesaoksia syntyy koivuun tavallisia oksia myöhemmin, joten ne aiheuttavat vikoja muutoin kenties oksattomaan pintapuuhun. Vesaoksilla näyttää olevan tietty yhteys lahon ja laho-oksiin esiintymiseen. Oksaisuuden lisäksi laatua alentavat erilaiset esteettisiä haittoja, reikäisyyttä ja lujuuden heikentymistä aiheuttavat pintaviat ja laho-, väri- ja hyönteisviat sekä reikäisyyttä ja poikkeamia suorasyisyyteen aiheuttavat lenkous ja mutkaisuus.

Puusepä- ja huonekalukoivulla on pitkälti samat laatutekijät. Oksat (terveet, kiinteät ja kuivat) ovat puusepänpuun laatutekijöistä tärkeimmät. Oksien ympärillä on aina veto- ja taivutuslujuutta alentavaa poikkisyisyyttä. Luston leveys vaikuttaa puun lujuuteen ja laatuun, joskin koivulla vaikutus on vähäinen. Tärkeä merkitys on halkeamilla, tuotteesta riippuen myös sydänjuovilla, muilla värivioilla, vajaasärmällä, laholla ja hyönteisvioilla. Vetopuuta ei sallita lainkaan, joskin sen havaitseminen ihmissilmällä on epävarmaa.

## Hieskoivun tukkipuulaatu rauduskoivua heikompi

Metsäntutkimuslaitoksen entisellä metsäteknologian tutkimusosastolla on tutkittu hieskoivun teknistä tukkipuulaatua kahteen otteeseen. Professori Veijo Heiskanen julkaisi laajaan Itä- ja Etelä-Suomesta kerättyyn aineistoon perustuvan tutkimuksensa raudus- ja hieskoivun ulkoisista laatueroista ja sisälahoisuudesta eri kasvu-paikoilla vuonna 1957. Ratkaisevia laatueroja rauduksen hyväksi oli ennen kaikkea järeydessä, tukkiosuudessa, rungon suorudessa, laho- ja pystyoksisuudessa, lahaisuudessa yleensäkin sekä oksattoman tyvitukin pituudessa. Raudus oli hiestä hieno-oksaisempaa lehtomaisilla kankailla ja ohutturpeisilla soilla, mutta jostain syystä paksuoksaisempaa vanerikoivun tärkeimmillä kasvupaikoilla eli tuoreilla

kankailla. Koivulajien laatuerot heijastuivat suoraan myös suo- ja kangasmaakoi-  
vikkoihin. Esim. kankailla vaneripuun mittaisista puista oli täysin vaneripuiksi  
kelpaavia 70 % ja tukkivähennys oli 36 %, kun nämä vastaavat osuudet olivat  
soilla alle 60 % ja 58 %. Parhaat suokoivikot olivat kuitenkin lähes yhtä laaduk-  
kaita kuin parhaat kangaskoivikot.

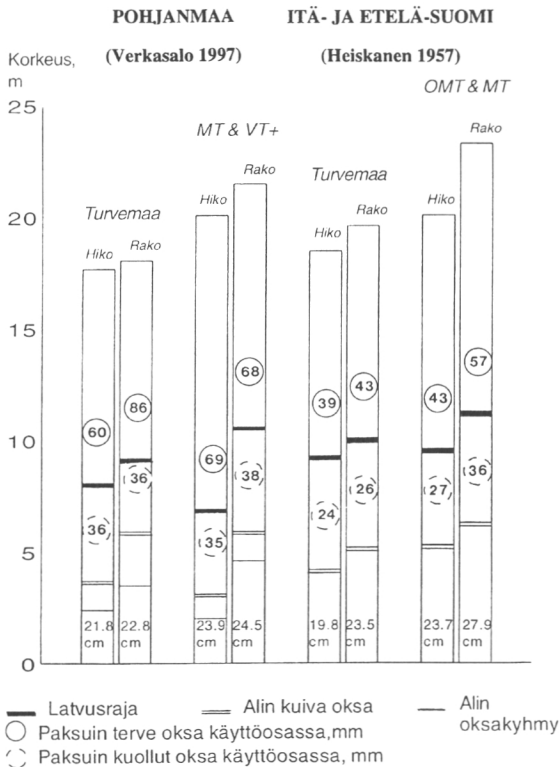
## Laadukastakin hieskoivua kivennäismailla

Uudelleen 1980-luvun lopulla aloitetut hieskoivun laatuutkimukset ovat käsittä-  
neet toisiaan täydentäviä selvityksiä rungon ulkoisesta laadusta, tukkien ja sorvi-  
pölkkyjen ominaisuuksista, tukkien varastovikaantumisesta, sorviviilun saannos-  
ta, laadusta ja arvosta sekä puuaineen tiheydestä. Tuloksia voidaan soveltaa jos-  
sain määrin myös hieskoivun sahaukseen, koska vaneri- ja sahakoivun laatuun  
vaikuttavat tekijät ovat pitkälti samat.

Verkasalo (1997) tutki pystykoepuumittauksin ja -arvioinnein 2 306 hieskoi-  
vua ja 340 rauduskoivua sekä kaatokoepuumittauksin 691 hieskoivua ja 130 rau-  
duskoivua Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla. Taulukossa 3 on keskimääräisiä tulok-  
sia vaneripuun kokoisten hies- ja rauduskoivujen ominaisuuksista turve- ja kiven-  
näismailla, kun kultakin koelalalta otettiin huomioon 600 kpl rinnankorkeusläpi-  
mitaltaan paksuinta puuta hehtaarilla. Kuvassa 1 näitä tuloksia on vertailtu tulok-  
sia Heiskasen (1957) hies- ja rauduskoivun laatuutkimukseen Etelä-Suomessa.

Taulukko 3. Tukkipuukokoisten hies- ja rauduskoivujen keskimääräisiä ominaisuuksia  
Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan turve- ja kivennäismailla, kun kultakin koelalalta otettiin  
huomioon 600 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta puuta hehtaarilla (Verkasalo  
1997).

Ominaisuus	Hieskoivu		Rauduskoivu	
	Turvemaa	Kivennäismaa (MT, VT+)	Turvemaa	Kivennäismaa (MT, VT+)
Koepuita, kpl	204	80	32	112
Ikä, a	72	88	68	79
D <sub>1,3</sub> , cm	21,8	23,9	22,8	24,5
Pituus, m	17,7	20,1	18,1	21,5
Tilavuus, dm <sup>3</sup>	311	443	353	493
Tukkipuu-%	26,3	47,5	38,6	47,1
Runkomuotovikaisia, %	79	64	84	74
Pintavikaisia, %	36	29	16	29
Ulkoisesti lahoisia, %	47	35	28	20



Kuva 1. Tukkipuukokoisten hies- ja rauduskoivujen keskimääräisiä koko- ja oksikkuustunnuksia turvemaiden ja kivennäismaiden eri metsätyypeillä Pohjanmaalla (Verkasalo 1997) ja Itä- ja Etelä-Suomessa (Heiskanen 1957).

Hieskoivu oli samanikäistä rauduskoivua heikkolaatuisempaa varsinkin rungon ja vaneripuuosan pienempien dimensioiden, pienemmän vaneripuuosuuden ja huonomman tyvitukkiosan runkomuodon (suoruus, kapeneminen ja epäpyöreys) suhteen. Hieskoivulla kuivat oksat alkoivat alemmalla, tyvitukkiosan oksat olivat paksumpia ja koko käyttösassa oli laho-oksaisempi kuin rauduskoivulla.

Toisaalta hieskoivu oli rauduskoivua laadukkaampaa mm. matalampien terve-oksia- ja latvusrajojen sekä vähäisemmän tukkipuiden tyveämisen ja latvavähennysten tarpeen suhteen. Myös lahoista puuainetta oli hieskoivuissa täysin oletusten vastaisesti rauduskoivuja harvemmin. Lahoviat olivat kuitenkin hieskoivussa rauduskoivua vakavampia. Hieskoivulla oli käyttösassa keskimäärin vähemmän ja ohuempia erilaatuisia oksia kuin rauduskoivulla ja tyvitukkiosassa harvemmin pintavikaisuutta (pintahalkeamat, korot, yms.). Koivulajeilla ei ollut kivennäismailla varsinaista eroa täysin oksattoman tyviosan pituudessa, aina vakavien pystyokkien esiintymisessä, ulkoisessa lahoisuudessa tai puuaineen ruskotäpläisyydessä tai runkojen vaneripuun- tai vaneripuukasvatuskelpoisuudessa.

Samanpaksuisten hies- ja rauduskoivujen laatuero on selvempi kuin samanikäisten, koska hieskoivut ovat tällöin rauduskoivua hidaskasvuisempina niitä vanhempia. Tämä näkyy myös tukkipuun vähimmäismitat saavuttaneiden hiesten heikompana laatu raudukseen verrattuna. Edellä lueteltujen seikkojen lisäksi hies oli tällöin raudusta tyvilahoisempaa ja oksatonta tyveä niissä oli vähemmän.

Hieskoivulla oli kuitenkin harvemmin ja matalammalle korkeudelle kuivia oksia latvusrajan yläpuolella ja täten useammin ja enemmän terveoksaista latvatukkia kuin rauduskoivulla. Kummankin koivulajin vihreä latvus on kokonaisuutena kuitenkin hyvin sekaoksainen, joten väli- ja latvatukkiosan jako oksikkuusvyöhykeisiin ei ole välttämättä edes mielekäästä.

## Turvemaiden hieskoivut yleensä heikkolaatuisia

Pääasiallisella kasvupaikallaan, keskiviljavilla ja viljavilla ojitetuilla turvemaiilla, hieskoivun soveltuvuus vaneripuuksi oli yleensä vähäinen. Ruohoisilla turvemaiilla oli jossain määrin myös laadukkaita, vaneripuun mitat saavuttavia hieskoivuja. Rauduskoivuja syntyy ja kasvaa jossain määrin vain ohutturpeisilla soilla. Muutenkaan hies- ja rauduskoivu eivät ole käytännön mittakaavassa vaihtoehtoisia puulajeja turvemaiilla.

Vaneripuun laatuominaisuudet vaihtelevat huomattavasti metsiköiden välillä, erityisesti turvemaiilla, ja kivennäismailla hieskoivulla mitä ilmeisimmin enemmän kuin rauduskoivulla. Täten päätös vaneripuukasvatuksesta on erityisesti hieskoivikoissa tehtävä metsikkökohtaisesti ottaen huomioon olemassa olevien puiden runkomuoto, lahoisuus ja tyvitukkiosan oksikkuus sekä elinvoimaisuus. Metsikkötasolla voidaan tällöinkin odottaa vain osan vaneripuukelpoisilta näyttävistä puista saavuttavan vaneripuun vähimmäismitat ja varsinkin vähimmäislaadun päätehakkuuvaiheeseen mennessä.

## Hiestukkia runsaasti tuoreilla kankailla – turvemaiilla niukasti

Tutkimuksen perusteella uudistuskypsistä hieskoivikoista voidaan odottaa vaneripuun kokoisia ja -laatuisia puita eniten tuoreilta kankailla, keskimäärin 380 kpl/ha. Kuivahkoilla kankailla sekä ruohoisilla ja mustikka-suursaraisilla turvemaiilla vastaava luku on 80-120 kpl/ha ja puolukka-piensaraisilla turvemaiilla vain 35 kpl/ha. Tavoitelluimpia virheettömän tyvitukin puita voidaan vastaavasti odottaa tuoreilta kankailla keskimäärin 160 kpl/ha, mutta ruohoisilta turvemaiilla vain 35 kpl/ha ja muilta kasvupaikoilta alle 10 kpl/ha. Vaneripuun tai vaneripuukasvatuskelpoisia hieskoivuja voisi olla kaikkiaan tuoreilla kankailla 500 kpl/ha, ruohoisilla turvemaiilla ja kuivahkoilla kankailla 350-400 kpl/ha sekä mustikka-suursaraisilla ja puolukka-piensaraisilla turvemaiilla 280-300 kpl/ha.

Kivennäismailla rauduskoivikoista voidaan joka tapauksessa odottaa selvästi enemmän vaneripuun kokoisia ja -laatuisia puita kuin hieskoivikoista, tässä tutkimuksessa rauduskoivua keskimäärin 310 ja hieskoivua 190 kpl/ha. Vastaava runkoluku on turvemaiden hieskoivikoissa vain 80 kpl/ha. Virheettömän tyvitukin puita voidaan vastaavasti odottaa kivennäismaiden rauduskoivikoista keskimäärin 100

ja hieskoivikoista 50 kpl/ha, mutta turvemaiden hieskoivikoista vain 15 kpl/ha. Erot vaneripuu- tai vaneripuukasvatuskelpoisten puiden kokonaisrunkoluvussa ovat kuitenkin järeytymiserojen huomiotta jättämisen vuoksi em. lukuja pienemmät. Tällaisia puita oli kivennäismaiden rauduskoivikoissa keskimäärin 410 ja hieskoivikoissa 400 kpl/ha sekä turvemaiden hieskoivikoissa 320 kpl/ha.

Uudistuskypsän hieskoivikon päätehakuusta saatiin eri puutavaralajeja taulukon 4 mukaisesti, kun runkoluku oli 600 kpl/ha ja kun käytettiin nykyisiä vanerikoivun ja koivukuitupuun vähimmäismitta- ja laatuvaatimuksia. Tuoreet kankaat siis sopisivat tutkituista kasvupaikoista itse asiassa varsin hyvin vaneripuun kasvatukseen myös hieskoivulla. Lehtomaisilla kankailla tulosten voidaan aiempien tutkimusten perusteella olettaa olevan tuoreitakin kankaita parempia. Muilla kasvupaikoilla vaneripuun kertymät ovat keskimäärin pieniä. Osassa ruohoisten turvemaiden ja kuivahkojen kankaiden metsiköistä vaneripuun kertymä on kuitenkin keskimääräistä selvästi suurempi. Kivennäismailla rauduskoivikoista voidaan silti odottaa keskimäärin selvästi korkeampia vaneripuun kertymiä kuin hieskoivikoista. Turvemaiden hieskoivikoissa kertymät ovat keskimäärin pieniä (taulukko 5).

## Tukkiosuuden merkitys oleellinen myyntituloissa

Vuosien 1991-95 keskikantohinta oli tutkimusalueen koivutukeilla 107 mk/m<sup>3</sup> korkeampi kuin koivukuitupuun kantohinta eli 2,4-kertainen ja koko Etelä-Suomessa keskimäärin 144 mk/m<sup>3</sup> korkeampi eli 2,8-kertainen. Suhteellisen pienikin tukki- puukertymä lisää täten huomattavasti kantorahatuloja koivikossa verrattuna tilanteeseen, jossa kaikki puutavara hinnoitellaan kuitupuuna. Tässä tutkimuksessa uudistuskypsien hieskoivikoiden puutavaran arvo olisi tällöin alentunut tutkimusalueen kantohintatasolla tuoreilla kankailla keskimäärin jopa 15 100 mk/ha eli 46 %, puolukka-piensaraisilla turvemailla 1 500 mk/ha eli 19 % ja muilla kasvupaikoilla 4 200-4 900 mk/ha eli 31-32 % verrattuna tukkien ja kuitupuun tekoon ja hinnoitteluun. Vastaava arvonalennus olisi ollut kivennäismaiden rauduskoivikoissa keskimäärin 10 600 mk/ha eli 38 %, kivennäismaiden hieskoivikoissa 6 800 mk/ha eli 35 % ja turvemaiden hieskoivikoissa 1 900 mk/ha eli 17 %. Vertailuryhmien erot ja todennäköisesti myös erillishinnoittelun vaikutukset olisivat tukkien ja/tai sorvipölkkyjen laatuhinnoittelua sovellettaessa vielä esitettyjä suuremmat.

## Hieskoivun kasvatuksella omat mahdollisuutensa

Päätöksenteko tietyn puulajin kasvatuksesta on luonnollisesti erilainen metsänuudistamisessa kuin olemassa olevan metsikön kasvatuksessa. Tietoista luontaista uudistamista hieskoivulle ei voida perustella puuntuotoksen tai vaneripuun laatu- tekijöiden perusteella. Ainoastaan tuoreilla ja ilmeisesti myös lehtomaisilla kankailla hieskoivun vaneripuun tuotantomahdollisuudet näyttävät suhteellisen hy-

Taulukko 4. Keskimääräiset puutavaralajien kertymät ja keskirungon koko uudistuskypsän hieskoivikon päätehakkuussa eri kasvupaikoilla, 600 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta puuta hehtaarilla (Verkasalo 1997).

Kasvupaikkaluokka	Tukkia		Kuitupuuta m <sup>3</sup> /ha	Yhteensä m <sup>3</sup> /ha	Keskirunko dm <sup>3</sup>
	m <sup>3</sup> /ha	%			
Ruohoinen turvemaa Mustikka-suursarainen turvemaa	26	18	112	138	0,230
Puolukka-piensasarainen turvemaa	15	11	113	128	0,210
Tuore kangas	9	8	73	82	0,137
Kuivahko kangas	141	57	107	248	0,413
	22	16	98	120	0,200

Taulukko 5. Keskimääräiset puutavaralajien kertymät ja keskirungon koko uudistuskypsän raudus- ja hieskoivikon päätehakkuussa eri maaluokissa, 600 rinnankorkeusläpimitaltaan paksuinta puuta hehtaarilla (Verkasalo 1997).

Vertailuryhmä	Tukkia		Kuitupuuta m <sup>3</sup> /ha	Yhteensä m <sup>3</sup> /ha	Keskirunko dm <sup>3</sup>
	m <sup>3</sup> /ha	%			
Kivennäismaa (MT, VT+), raudusvaltainen	99	38	122	221	0,368
Kivennäismaa (MT, VT+), hiesvaltainen	64	31	101	165	0,275
Turvemaa, hiesvaltainen	17	22	100	117	0,195

vältä perusteelta puulajivalinnalle. Näilläkin kasvupaikoilla muut pääpuulajimme ovat säännöllisesti hieskoivua tuottoisampia.

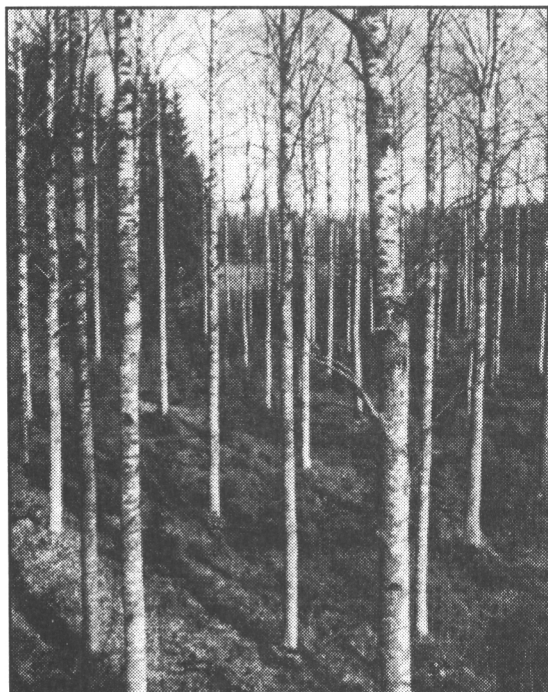
Hieskoivulle uudistamisen kuten myös taimikkoon sivupuulajiksi hyväksymisen on perustuttava muihin vaikuttimiin, kuten kasvupaikan sopimattomuuteen hieskoivua laadukkaammille puulajeille, täystiheän taimikon saamiseen, maanhoitoon, maisemallisiin syihin, monimuotoisuuteen tms. Hieskoivu on sinänsä varteenotettava mahdollisuus sellaisilla kasvupaikoilla ja sellaisissa metsänhoidollisissa oloissa, jotka ovat vaikeita sitä arvokkaammille puulajeille, mm. ojitetuilla turvemilla, soistuneilla ja hienojakoisilla kivennäismailla sekä metsiköissä, joiden hoito on ollut puutteellista metsää uudistettaessa tai taimikkoa hoidettaessa.

Takavuosien metsänkasvatusohjeissa hieskoivuvaltaisia metsiä on yleensä pidetty vajaatuottoisina, jotka tulisi pikimmiten uudistaa männylle, kuuselle tai rauduskoivulle. Täten hieskoivun kasvatukseen ja varsinkin kasvatustapojen kehittämiseen on kiinnitetty varsin vähän huomiota. Hoitamattomuus sinänsä on jo edistänyt hieskoivikoiden kehittymistä vajaatuottoisiksi. Tämän tutkimuksen ku-

ten myöskään eräiden aiempien tutkimusten tulokset eivät puolla olemassa olevan hieskoivikon kaavamaista uudistamista. Varsinkin lehtomaisilla ja tuoreilla kankailla ja jossain määrin myös ruohoisilla turvemailla ja kuivahkoilla kankailla on perusteltua kasvattaa hieskoivua vaneripuuta tuottavaan päätehakkuvaiheeseen. Tämä on sitä mielekkäämpää mitä vanhemmasta metsiköstä on kysymys ja mitä suurempia puutavaralajisiirtymiä on odotettavissa kuitupuusta tukkiin.

Aiemmat tutkimukset viittaavat 70-80 vuoden kiertoaikaan hieskoivun vaneripuukasvatuksessa ja ottavat huomioon taantuvan kasvun ohella kiihtyvän biologisen rappeutumisen sekä laho- ja muiden sisävikojen lisääntymisen puun ikääntyessä. Ratkaisu riippuu pitkälti puunkasvatuksen ekonomiasta, johon tässä tutkimuksessa ei otettu kantaa.

Tämän tutkimuksen koealojen puusto edusti vähintään tyydyttävää metsänhoidollista tilaa. Hyvällä metsänhoidolla voidaan hieskoivikoissa kuten myös rauduskoivikoissa päästä saatuja parempiinkin tuloksiin. Kuvissa 2 ja 3 on esimerkit eteläsuomalaisista koivikoista, jotka vaneri- ja sahapuun hankkijat varmasti kelpuuttavat ostolistalleen: verraten laadukas hieskoivikko ruohoisella turvemaalla, jossa puutteina tosin ovat keskinkertainen järeys ja vielä suhteellisen lievä runkomutkaisuus ja pystyokaisuus, ja kaskimaalle syntynyt järeä ja laadukas, lehtomaisen kankaan rauduskoivikko, jollainen on vaneritehtaiden ja sahojen perinteinen ja haluttu raaka-ainelähde.



Kuva 2. Verraten laadukas hieskoivikko ruohoisella turvemaalla Tuusulassa. Valokuva: Erkki Oksanen.

Kuva 3. Kaskimaalle syntynyt järeä ja laadukas rauduskoivikko lehtomaisella kankaalla Kontiolahdella. Valokuva: Erkki Oksanen.



## Vaneritehtaalla ratkaisee sorvipölkyn laatu

Vaneriteollisuuden kannalta oleelliset puuraaka-aineen laatutekijät ovat lopulta sorvaukseen saatavien pölkkyjen laatu ja laatujakauma. Nämä vaikuttavat sekä viulun saantoon, laatuun että jatkojalostus- ja loppukäyttömahdollisuuksiin. Verkasalon (1997) tutkimuksessa kivennäismaiden hieskoivuista saadut pölkkyt olivat turvemaiden hieskoivuista saatuja laadukkaampia sekä suuremman läpimitan että suoruuden suhteen, ja tyvitukkien pölkkyt lisäksi oksattomuuden ja paremman kaupallisen laatuluokan suhteen.

Rauduskoivun pölkkyt olivat samanikäisistä puista tehtyjä hieskoivun pölkkyjä laadukkaampia ainakin selvästi suuremman läpimitan, harvinaisemman laho-oksaisuuden sekä suuremman keskilaatuisten ja pienemmän heikkolaatuisten pölkkyjen osuuden suhteen. Koivulajien välillä ei kuitenkaan ollut varsinaisia eroja useiden tärkeiden ominaisuuksien, kuten pölkkyjen oksattomuuden, suoruuden ja yleisen virheettömyyden suhteen.

Läpimitaltaan samankokoisilla puilla rauduskoivun pölkkyt olivat niin ikään hieskoivun pölkkyjä laadukkaampia ainakin suuremman läpimitan ja harvinaisemman laho-oksaisuuden suhteen, mutta heikkolaatuisempia pienemmän oksattomien pölkkyjen osuuden suhteen. Lisäksi rauduskoivun tyvitukkien pölkkyt olivat hieskoivua laadukkaampia ainakin paremman kauppaladun ja pienemmän heikkolaatuisten pölkkyjen osuuden suhteen. Myös väli- ja latvatukkien pölkkyt olivat yleensä virheettömpiä ja parempilaatuisia kuin hieskoivulla.

# Hieskoivutukkien viilun saanto pienempi ja laatu heikompi kuin rauduskoivutukkien

Verkasalon (1987, 1990) tutkimuksissa tarkasteltiin Pohjanmaan ja Päijänteen seudun hies- ja rauduskoivutukkien (8 leimikkoa, 487 tukkia) koesorvauksissa tehdasoloissa vaneriviilun saantoa (kuva 4) ja kaupallista laatua (kuva 5). Pölkyt keskitettiin sorville perinteisellä, ihmissilmän havainnointiin perustuvalla 3-pistekeskitysmenetelmällä. Tällöin viilun saanto on varsinkin järeillä mutta mutkaisilla pölkyillä pienempi kuin pölkyn geometrian mukaan optimoivilla automaattikeskittimillä. Saantoero on Tuompon (1988) mukaan 10-25 % pölkyn ominaisuuksista riippuen.

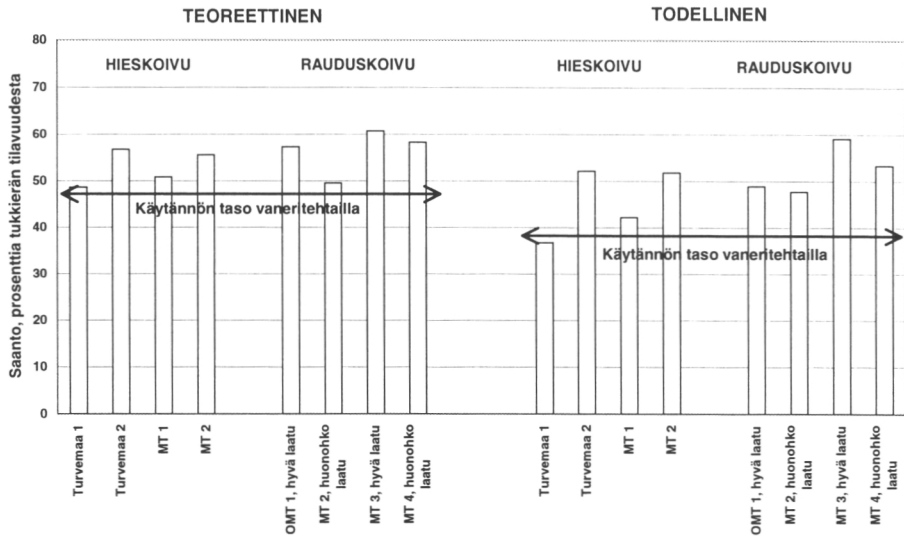
Tuoreen viilun teoreettinen saanto eli sorvausta varten pyöristetyn pölkyn osan keskuspurilaalla (65 mm) vähennetty osuus pölkyn kuorellisesta tilavuudesta oli koko tukkierässä MT-OMT-kivennäismaiden raudusleimikoissa keskimäärin 56,0 % ja hiesleimikoissa 53,2 % ja ruohoisten turvemaiden hiesleimikoissa 53,0 %. Erot noudattelivat varsin hyvin tukkien keskiläpimittaeroja: 22,3, 20,4 ja 20,6 cm.

Todellinen viilun saanto on luonnollisesti teoreettista pienempi, koska osa sorvauskelpoisesta pölkystä joutuu jätteeksi pää- ja pintahalkeamien, repeämien, lahon, liian suurten oksien ym. vikojen vuoksi, ja osa viilusta repeilee sorvauksen jälkeen käyttökelvottomaksi. Todellinen viilun saanto oli kivennäismaiden raudusleimikoissa keskimäärin 52,3 % ja hiesleimikoissa 47,1 % ja ruohoisten turvemaiden hiesleimikoissa 45,1 %. Ns. hylkyviilun osuus oli suurin turvemaiden hiesleimikoissa ja pienin raudusleimikoissa.

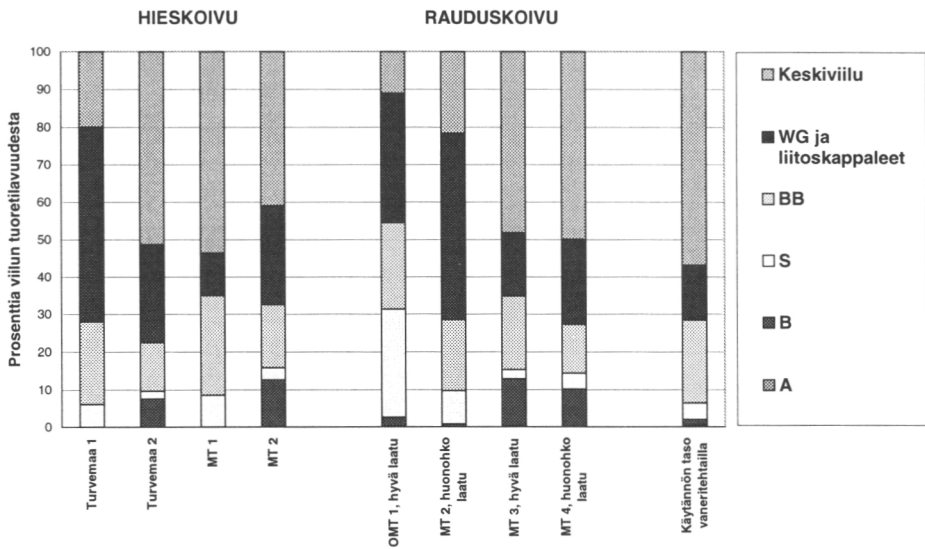
Parhaita pintaviilulaatuja (A, B ja S) saatiin niin ikään eniten kivennäismaiden raudusleimikoissa ja vähiten turvemaiden hiesleimikoissa. Suurten oksien ja oksanreikien paikkauksen jälkeen pintaviiluksi kelpollista BB-viilua saatiin selvästi eniten turvemaiden hiesleimikoissa:

Viilun laatuluokka	Osuus tuoreen viilun tilavuudesta, %		
	Hieskoivu, turvemaata	Hieskoivu, kivennäismaata	Rauduskoivu, kivennäismaata
A	0,0	0,0	0,2
B	4,8	7,1	7,1
S	3,5	5,5	9,8
BB	30,9	21,0	18,0
WG	35,8	19,9	35,2
Keskiviilu	25,0	46,5	29,7

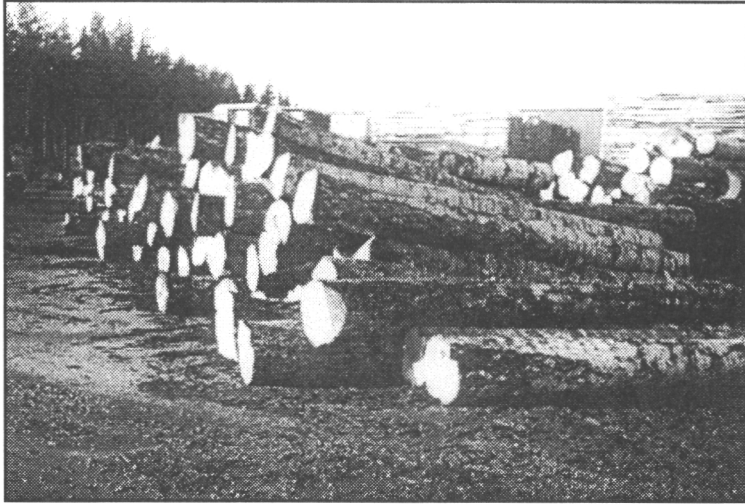
Yksittäisten leimikoiden väliset erot olivat odotetusti suuria sekä viilun saannossa että laadussa. Parhaat hiestukkievät olivat ainakin saannon suhteen jopa parempia kuin huonohkot raudustukkievät, vaikka rauduskoivuviilu oli keskimäärin toki laadukkaampaa kuin hieskoivuviilu.



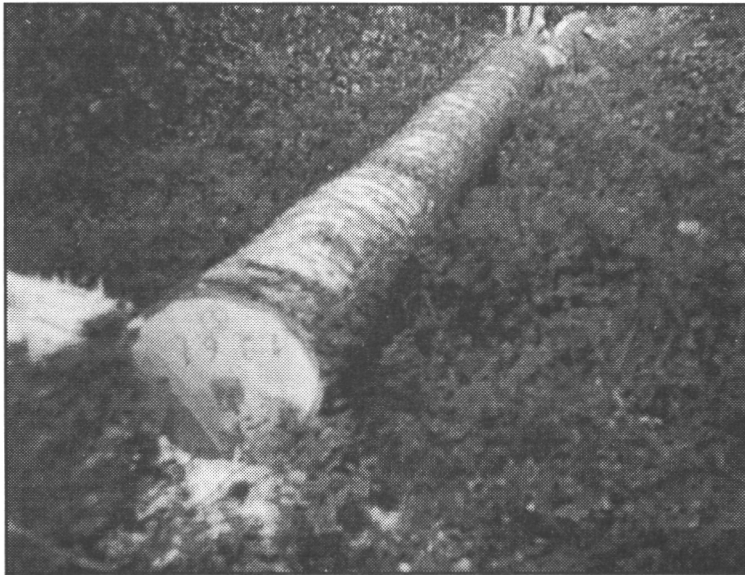
Kuva 4. Tuoreen viulun teoreettinen ja todellinen kokonaissaanto ruohoisten turvemaiden hieskoivuleimikoiden ja MT-OMT-kivennäismaiden hies- ja rauduskoivuleimikoiden tukkien koesorvauksissa. (Verkasalo 1987, 1990).



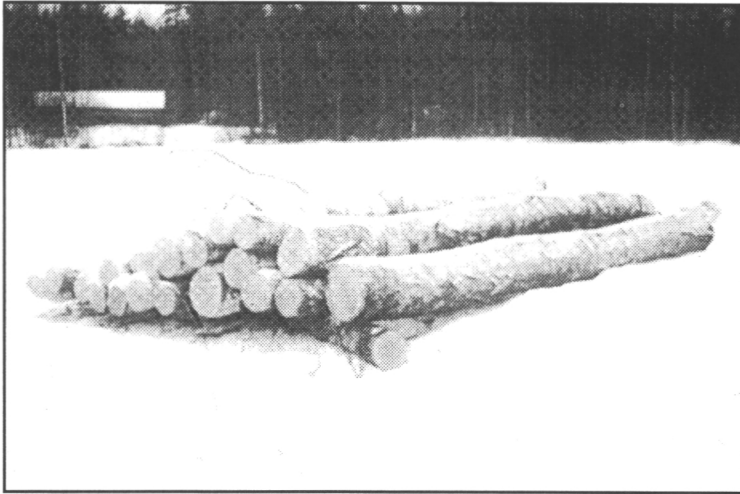
Kuva 5. Viulun laatujaumat ruohoisten turvemaiden hieskoivuleimikoiden ja MT-OMT-kivennäismaiden hies- ja rauduskoivuleimikoiden tukkien koesorvauksissa (Verkasalo 1987, 1990).



Kuva 6. Paras koivutukki saadaan viljavilta kivennäismailta: järeää, suoraa, oksatonta ja lahotonta rauduskoivun tyvitukkia. Vilkon Oy:n saha, Hirvensalmi. Valokuva: Erkki Verkasalo.



Kuva 7. Hieskoivukin voi kehittää laadukasta tyvitukkia kivennäismailla. Hirsimetsän yhteismetsä, Toholampi. Valokuva: Erkki Verkasalo.



Kuva 8. Hieskoivun laatu on yleensä vaatimatonta ojitetuilla turvemaidilla: pientä, mutkaista ja oksakymyistä tukkia. Tämä erä varttuneen suokoivikon harvennushakkuusta on kelpuutettu vaneritukiksi mutta on jo sahauskelpoisen rajamailla. Osuuskunta Metsäliitto, Heinolan mlk. Valokuva: Erkki Verkasalo.

## Päätelmiä

Metsänkasvattajan tai vaneri- ja sahapuun hankkijan ei ole syytä unohtaa varsinkaan kivennäismaiden hieskoivua. Oksatonta tai vähäoksaista pintaviilua ja oksatonta tai terveoksaista sahatavaraa saadaan myös tällaisista leimikoista kohtuullisesti. Selvää kuitenkin on, että raudustukki on keskimäärin hiestukkaa laadukkaampaa. Yksittäisten koivuleimikoiden laatuerot ovat kuitenkin suuria sekä vanerin teossa että sahauksessa.

Alueelliset erot hieskoivun laadussa ovat saatujen tulosten ja kirjallisuusvertailujen perusteella otaksuttuja pienemmät. Järeydeltään ja osin myös oksikkuideltaan Pohjanmaan hieskoivut ovat osapuilleen samalla tasolla kuin vastaavilla kasvupaikoilla eteläisessä Suomessa. Hieskoivun lahoisuus ja poikkeamat rungon suoruudesta olivat Pohjanmaalla sitä vastoin yleisempiä ja vakavampia vikoja kuin maan etelä- ja itäosassa.

Koivun sahaukselle on raaka-aineen määrän ja laadun puolesta mahdollisuuksia myös muualla kuin Järvi-Suomessa, jossa valtaosa vaneri- ja viilutehtaista sijaitsee. Erilaisten leimikoiden, runkojen ja rungonosien vaihtoehtoiset käyttömahdollisuudet vaneriin tai sahatuotteisiin kuten myös apterauserot ovat vielä selvittämättä. Pikkutukkien sahausmahdollisuuden ansiosta raaka-ainelähteet eivät ole teknisestikään pelkästään päällekkäisiä.

## Uutta tutkimusta tulossa

Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusasemalla syksyllä 1996 aloitetussa tutkimuksessa “Koivu sahapuuna” paneudutaan jossain määrin myös hieskoivuun. Joensuun yliopistossa on samanaikaisesti aloitettu tutkimus koivun kuivauksen aikaisten värimuutosten sekä saheiden vääntyilyn ja kieroutumisen yhteydestä puun rakenteeseen, kemiaan, kaatoajankohtaan ja varastointiin sekä mahdollisuudesta hallita näitä asioita nykyistä paremmin. Tutkimuksista on valmistumassa kirjallisuuteen ja yrityshaastatteluihin perustuva yhteisselvitys suomalaisen koivun sahaus- ja jatkojalostusmahdollisuuksista.

Koivututkimuksia on laajennettu vuonna 1998 metsäalan tutkimusohjelman 3-vuotisessa tutkimuskonsortiossa “Kotimaisen koivun, haavan ja lepän ominaisuudet ja niiden hyödyntäminen mekaanisessa puuteollisuudessa”. Tässä tutkitaan laajasti sekä metsällisistä että teollisten lopputuotteiden ja jalostusprosessien lähtökohdista koivun, haavan ja harmaa- ja tervalepän ominaisuuksia, saatavuutta ja käyttömahdollisuuksia. Pääpaino on koivussa, jolla lähtökohdiana on sahaus ja jatkojalostus (kuivaus, halkaisu, työstö, liimaus, pintakäsittely). Konsortiota koordinoi Metsäntutkimuslaitoksen Joensuun tutkimusasema ja toimijaorganisaatioina ovat mukana lisäksi Helsingin ja Joensuun yliopistot. Osahankkeet liittyvät toisiinsa saumattomaksi puuraaka-aine-jalostus-lopputuote -ketjuksi, jossa impulssit ja palautteet kulkevat molempiin suuntiin riippuen eri kysymysten ja tiedonhankinnan painotuksista.

Metsäntutkimuslaitos toteuttaa konsortiossa osahankkeen “Kotimaisen koivun ja harmaalepän ominaisuudet mekaanisessa puunjalostuksessa sekä niiden ennustaminen ja hallinta”. Tässä tutkitaan tuotelähtöisesti sekä päätehakuista että harvennuksista saatavan, luontaisesti syntyneen koivun ja harmaalepän rungon ja puuaineen ominaisuuksien vaihtelua mekaanisen puunjalostuksen kannalta (pl. vaneriteollisuus). Tärkeänä osana on tutkia näiden ominaisuuksien riippuvuutta tärkeimmistä kasvuympäristöön (kasvupaikan viljavuus, kasvukauden lämpösumma, puuston tiheys, sekapuuvaikutus, kasvunopeus) ja eräisiin puunhankinnan ja alkujalostuksen toteutukseen (apteeraus, sahaussuunta ja -asete) liittyvistä tekijöistä. Tältä pohjalta tutkitaan mahdollisuuksia ennustaa ja hallita rungon ja puuaineen kriittisiä ominaisuuksia sahauksen ja jatkojalostuksen kannalta. Tavoitteena on laatia tilastotieteellisesti perusteltavia, kvantitatiivisia, parametrisia ja/tai ei-parametrisia malleja ja päättelysääntöjä ominaisuuksien ja soveltuvuuden ennustamiseksi. Lopullisena tavoitteena on määritellä mittarit koivun ja harmaalepän soveltuvuudesta tutkimuksessa valittaviin lopputuotteisiin.

## Kirjallisuutta

Hakkila, P. 1966. Investigations on the basic density of Finnish pine, spruce and birch wood. Lyhennelmä: Tutkimuksia männyn, kuusen ja koivun puuaineen tiheydestä. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 61(5): 1-98.

- Heiskanen, V. 1957. Raudus- ja hieskoivun laatu eri kasvupaikoilla. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 48(6): 1-99.
- Heiskanen, V. 1966. Tutkimuksia koivujen vikaisuuksista, niiden vaikutuksesta sorvaustulokseen sekä niiden huomioonottamisesta laatuluokituksessa. *Acta Forestalia Fennica* 80(3): 1-28.
- Heiskanen, V. & Saikku, O. 1976. Koivuvaneritukin hinnan muodostuminen. *Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto. Moniste.* 120 s.
- Isomäki, O. & Leppänen, H. 1992. Koivu- ja koivuaihoiden laatuluokitus. *Puumies* 4: 24-25.
- Jalava, M. 1943. Huonekaluteollisuuteen käytettävän koivusahatavaran laatuvaatimuksista. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 60(6): 248-249.
- Jalava, M. 1945. Suomalaisen männyn, kuusen, koivun ja haavan lujuusominaisuuksista. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 33(3):1-66.
- Kataikko, M.-S. 1996. Huonekaluvalmistajien tarpeet sahaamisen lähtökohtana. Kuopion käsi- ja taideteollisuusakatemia, taito- ja tutkimuskeskus Taitemia. Julkaisu nro 5. 116 s. + liitteet.
- Koivisto, P. 1958. Etelä-Suomen hoidettujen raudus- ja hieskoivikoiden kehityksestä. Helsingin yliopiston metsänarvioimistieteen laitos. Konekirjoite. 158 s.
- Koivuviulun ulkonäköön perustuvat laatuvaatimukset. 1971. SFS-standardi 2413. Suomen Standardisoimislautakunta ja Suomen Vaneriyhdistys ry. 5 s.
- Koskitukki Oy/Vilkon Oy. 1998. Sahakoivun ja erikoiskoivutukin laatuvaatimukset 1.1.1998. Järvelä/Hirvensalmi. Moniste. 1 s.
- Kujala, V. 1946. Koivututkimuksia. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 34(1): 1-34.
- Kärkkäinen, M. 1985. Puutiede. Sallisen Kustannus Oy. Sotkamo. 415 s.
- Louna, T. & Valkonen, S. 1995. Kotimaisen raaka-aineen asema lehtipuiden teollisessa käytössä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 553. 38 s.
- Mali, J. 1980. Kotimaisten puulajien ja tuontipuulajien tekniset ominaisuudet ja käyttö. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, puulaboratorio. Tiedonanto 3. 43 s. + liitteet.
- Niemistö, P. 1991. Hieskoivikoiden kasvatustiheys ja harvennusmallit Pohjois-Suomen turvemailla. *Folia Forestalia* 782. 36 s.
- Niemistö, P. 1992. Hies- ja rauduskoivun kasvatuksen erot. Julkaisussa: Hartikainen, S. (toim.). *Metsien kasvatustiedonanto. Metsäkeskus Tapion metsäosaston julkaisu nro 1:* 30-32.
- Niemistö, P. 1998. Ruskotäplät istutettujen rauduskoivujen rungoissa. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 2/1998: 133-149.
- Niemistö, P., Hukki, P. & Verkasalo, E. 1997. Kasvupaikan ja puuston tiheyden vaikutus rauduskoivun ulkoiseen laatuun 30-vuotiaissa istutuskoivikoissa. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 3/1997: 349-374.
- Ollinmaa, P.J. 1955. Koivun vetopuun anatomisesta rakenteesta ja ominaisuuksista. *Acta Forestalia Fennica* 64(3): 1-263.
- Salmi, J. 1987. Suomalaisia ja ulkomaisia puulajeja. Osa II: Lehtipuut A...N. Helsingin yliopiston metsäteknologian laitos. Tiedonantoja n:o 35. 282 s.

- Saramäki, J. 1977. Ojitettujen turvemaiden hieskoivikoiden kehitys Kainuussa ja Pohjanmaalla. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(2): 1-59.
- Saramäki, J. 1994. Onko hieskoivulla paikkaa metsätaloudessa? Julkaisussa: Hannelius, S. (toim). *Metsänkasvatuksen tutkimuspäivä 1993, Järvenpää, 16.11.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 491: 19-23.
- Sarvas, R. 1951. Raudusko vai hies vanerikoivuna parempi? *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 68(14) (nro 21-3): 51-53.
- Suomen Vaneriteollisuusyhdistys. 1963. *Suomalainen koivuvaneri. Moniste. 5 s. Helsinki.*
- Tuompo, E. 1988. Pöllinkeskittimen ominaisuuksien ja puuraaka-aineen muodon vaikutuksesta sorvatus viulun saantoon. *Teknillinen korkeakoulu, puunjalostusosasto, puun mekaanisen teknologian laboratorio. Lisensiaattityö.*
- Verkasalo, E. 1987. Hies- ja rauduskoivutukit vaneriteollisuuden raaka-aineena. *Puumies* 5: 36-39.
- Verkasalo, E. 1990. Tuloksia hies- ja rauduskoivutukkien koesorvauksesta Metsä-Serla Oy:n Hämeen tehtailla. *Metsäntutkimuslaitos, metsäteknologian tutkimusosasto. Moniste. 40 s.*
- Verkasalo, E. 1993. Koivupuutavaran vikaantuminen pitkittyneessä metsävarastoinnissa ja sen vaikutus viulun saantoon, laatuun ja arvoon. *Folia Forestalia* 806. 31 s.
- Verkasalo, E. 1994. Koivu raaka-aineena. Julkaisussa: Hannelius, S. (toim). *Uusia vaihtoehtoja metsänkasvatukseen. Metsäntutkimuspäivä Järvenpäässä 16.11.1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 491: 24-36.
- Verkasalo, E. 1997. Hieskoivun laatu vaneripuuna. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 632. 483 s. + liitteet 59 s.
- Verkasalo, E. 1998. Koivu, haapa ja leppä mekaanisen puuteollisuuden raaka-aineena: käytön näkymiä ja tutkimuksen ongelmanasettelua. *Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia* 2/1998: 254-257.
- Verkasalo, E. & Paukkonen, K. 1997. Koivu sahapuuna. SMS:n Metsätieteen päivät "Puun laatu", Joensuu, 10.-11.12.1996. *Puumies* 1: 17-18.
- Verkasalo, E. & Paukkonen, K. 1998. Koivun mahdollisuudet sahauksessa ja jatkojalostuksessa Suomessa. *Metsäntutkimuslaitos, Joensuun tutkimusasema. Käsikirjoitus.*
- Verkasalo, E., Sipi, M., Paukkonen, K. & Kärki, T. 1997. Properties of domestic birch (*Betula pendula*, *B. pubescens*), aspen (*Populus tremula*) and alder (*Alnus incana*, *A. glutinosa*) and their utilization in mechanical wood processing. *Tutkimussuunnitelma Suomen Akatemialle. 45 s. + liitteet.*
- Vesterinen, E. 1956. Kelpaavatko koivu ja haapa rakennuspuuksi? *Suomen Puutalous* 2: 63.
- Vilkon Oy. 1998. Särmäämättömän ja särmätyn koivusahatavaran lajitteluohjeet. *Hirvensalmi. Moniste. 2 s. + liitteet.*

# Hieskoivu pellonmetsityksessä – luontaisesti, kylvään vai viljellen?

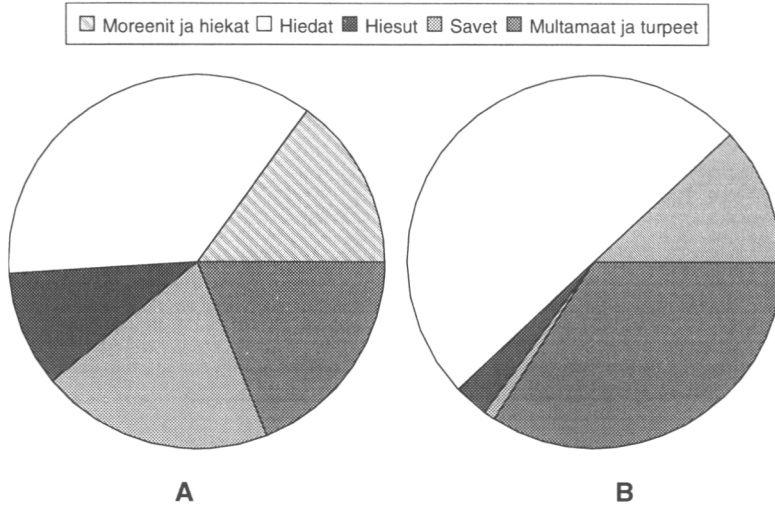
*Jyrki Hytönen*

## Johdanto

Suomessa on metsitetty peltoja yli 200 000 hehtaaria lähinnä maataloustuotannon rajoittamiseksi. Onnistuakseen peltojen metsitys vaatii runsaasti tietoa ja taitoa, sillä se poikkeaa monin tavoin normaalista metsänviljelystä (ks. Hynönen & Hytönen 1997). Metsätalous perinteisenä maatalouselinkeinona ja usein ennestään tärkeänä maatilatalouden osana on luonteva vaihtoehto maataloustuotantoa supistavalle tai lopettavalle tilalle. Peltojen metsitys on koko ajan ollut yleisempää heikosti kehittyneillä alueilla ja kunnissa, joissa maatilat ovat pieniä ja taloudellinen riippuvuus metsästä on suuri (Selby 1980). Metsitys on myös painottunut heikoktuottoisiin peltoihin (Selby 1980, Mustonen 1990, Petäjistö & Selby 1994). Niitä on metsitetty kaksi kertaa enemmän kuin hyvätuottoisia peltoja.

Metsänkasvatuksen kannalta pellost poikkeavat oleellisesti metsämaista erityisesti pintakasvillisuuden, maan ominaisuuksien ja näistä tekijöistä johtuvien suurten tuhoriskien vuoksi. Runsaiden pääarvinnevarojen perusteella peltomaan puuntuotoskyky voi olla huomattavan suuri edellyttäen, että vesitalous on kunnossa ja ravinnetalous tasapainoinen. Maatalous on muuttanut huomattavasti peltomaiden fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia (Wall & Hytönen 1996, Hytönen & Wall 1997).

Peltojen maalajijakauma vaihtelee hyvin paljon maan eri osissa (Urvas 1995). Maataloudessa kivennäismaapelloksi luokitellaan pelto, jossa orgaanista ainetta on vähemmän kuin 20 %. Kolmasosa Suomen pelloista on hyvin maanviljelykseen soveltuvia hietamaita. Hietamaat ovat myös parhaita metsämaitamme. Pohjanmaalla (Pohjanmaan, Österbottenin ja Oulun maaseutukeskukset) puolet pelloista on hietamailla. Turvemaista raivattujen peltojen osuus koko Suomen peltoalasta on vuosien mittaan vähentynyt humuksen hajoamisen johdosta. Suuri osa multamaapelloista on syntynyt ohutturpeisista suopelloista turvekerroksen sekoittuessa kivennäismaan kanssa tai kun turvemaapelloille on ajettu maanparannusaineksi kivennäismaata. Siten osalla multamaapelloista voi olla hyvinkin paksu turvekerros. Varsinaisia turvemaapeltoja on vain 6 %. Sekä multa- että turvemaapeltoja on eniten Länsi-Suomessa ja Pohjanmaan rannikkoalueella. Oulun maatalouspiirin alueen pelloista yli kolmasosa on multa- ja turvemailla (kuva 1). Tällä alueella savipeltojen osuus on pieni.



Kuva 1. Suomen (A) ja Oulun maatalouskeskuksen (B) alueen peltoalan jakautuminen maalajeihin.

Peltojen metsitystuloksessa on todettu olevan hyvin suurta vaihtelua eri alueiden, kasvupaikkojen, puulajien ja jopa aikakausien välillä. Parhaimmillaan peltonmetsitysalueilla kasvaa erittäin tuottoisa hyvälaatuinen puusto. Onnistuminen ei kuitenkaan ole aivan helppoa. Vaarana on joukko biotottisia ja abiotottisia tuhoaiheuttajia, jotka voivat vaikuttaa haitallisesti myös puiden laatuun.

Metsätaloudessa yleisesti käytetyt puulajivalinnan keinot (esimerkiksi metsätyypiluokitus) eivät toimi metsitykseen tulevilla pelloilla, vaan päätöksenteossa on turvattava tietoon peltomaasta. Puulajivalinta on yksi tärkeimmistä metsittäjän päätöksistä. Kuusi, mänty ja rauduskoivu ovat olleet yleisimmät pelloille viljeltyt puulajit. 1970- ja 1980-luvuilla mäntyä viljeltiin eniten ja kuusta vähiten. 1980-luvun lopulta lähtien kuusen ja rauduskoivun viljely on lisääntynyt ja männyn viljely vähentynyt huonojen viljelykokemusten vuoksi. Hieskoivusta uskottiin 1980-luvun lopulla löydettävän sopiva puulaji ongelma-alueiden, lähinnä turvemaapeltojen metsitykseen. Sen käyttö lisääntyikin huomattavasti. Hieskoivun kasvatus tulee harkittavaksi lähinnä runsaasti orgaanista ainetta sisältävillä pelloilla.

Tietoja luontaisen taimiaineksen esiintymisestä metsityillä pelloilla on saatu peltojen metsityksen onnistumista selvittäneistä tutkimuksista (Hytönen 1991, Valtanen 1991, Rossi ym. 1993, Hynönen 1997, Hynönen & Saksa 1997). Luontaiset taimet ovat pääasiassa hieskoivuja, jotka ovat syntyneet ryhmittäin ojien varsille sekä metsityksen jälkeen kaivettujen uusien ojien penkkoihin. Kuusen- ja männyn taimia on esiintynyt hyvin vähän. Maanmuokkaus lisää syntyvien koivun taimien määrää (Valtanen 1991, Hytönen 1995b, Hynönen & Saksa 1997).

Metsäkeskusten avustuksella Metla perusti 1980-luvun lopussa kenttäkoesarjan, jossa tutkitaan pellon metsittämismenetelmiä (ks. Ferm & Hytönen, 1991). Tässä artikkelissa esitetään tästä koesarjasta saatuja tuloksia hieskoivun viljelyn ja luontaisen metsittämisen osalta.

## Aineisto ja menetelmät

Vuosina 1990 ja 1991 perustettiin yli 50 peltojen metsityskoetta eri puolille Suomea (koejärjestelyt, mittaukset ja kokeiden sijainti: ks. Ferm & Hytönen 1991, Ferm ym. 1993, Hytönen 1995a, 1995b). Kokeissa tutkittiin mm. puulajivalintaa (rauduskoivu, hieskoivu, mänty, kuusi ym.) ja metsittämismenetelmiä (viljely, kylvö, luontainen metsittäminen).

Osaa kenttäkokeista (16 kpl) mitattiin kerran vuodessa syksyisin. Jokaiselle koealalle perustettiin 2-5 ympyräkoealaa (50 m<sup>2</sup>). Taimet kartoitettiin ja samat taimet mitattiin seitsemänä vuonna peräkkäin. Koealoilta mitattiin luontaisten taimien lukumäärä puulajeittain, pisimmän taimen pituus, muokatun maan osuus, pintakasvillisuuden peittävyys ja valtapituus sekä kasvillisuuden valtalajit. Toistuvat mittaukset ovat olleet tärkeitä pyrittäessä selvittämään nopeassa tahdissa muuttuvia ja vaihtuvia tuhonaiheuttajia. Monet pellonmetsitystä uhkaavista tuhoista ajoittuvat taimien elämän ensimmäisille vuosille. Tarkasteltaessa 10 tai lähes 20 vuotta vanhoja metsityksiä päätelmät epäonnistumiseen johtaneista syistä jäävät väijäämättä arvailujen varaan.

Luontaista metsittymistä seurattiin ympyräkoealojen keskipisteisiin ja pääilmansuuntien suuntaan kehälle sijoitetuilta yhden neliömetrin suuruisilta näytealoilta.

Kylvö tehtiin vakoruutukylvönä muokattuun maahan tavoitteena 3 000 kylvökohtaa hehtaarilla (500 g siemeniä/ha). Toteutunut kylvökohtien määrä vaihteli varsin paljon. Kaikki ympyräkoealoilla sijainneet kylvökohdat merkittiin maastoon tikuilla ja kylvökohdat kartoitettiin. Kunkin kylvökohdan pintakerroksen maalaji luokiteltiin vuosittain tarkastetuilla pelloilla (16 kpl) joko kivennäismaaksi (70 kpl), turvemaaksi (600 kpl) tai näiden sekoitukseksi (189 kpl). Kylvökohtien sijainti ympäröivän pellon pinnan tasoon nähden arvioitiin. Seitsemänä vuonna tarkastetuilla 16 pelloilla kylvökohdista 160 oli tasamaalla ja 390 kohoumalla.

Tässä esitetään kokeista saatuja ennkkotuloksia hieskoivun viljelytaimien menestymisestä, kylvöstä ja luontaisesta taimettumisesta.

## Hieskoivun viljely

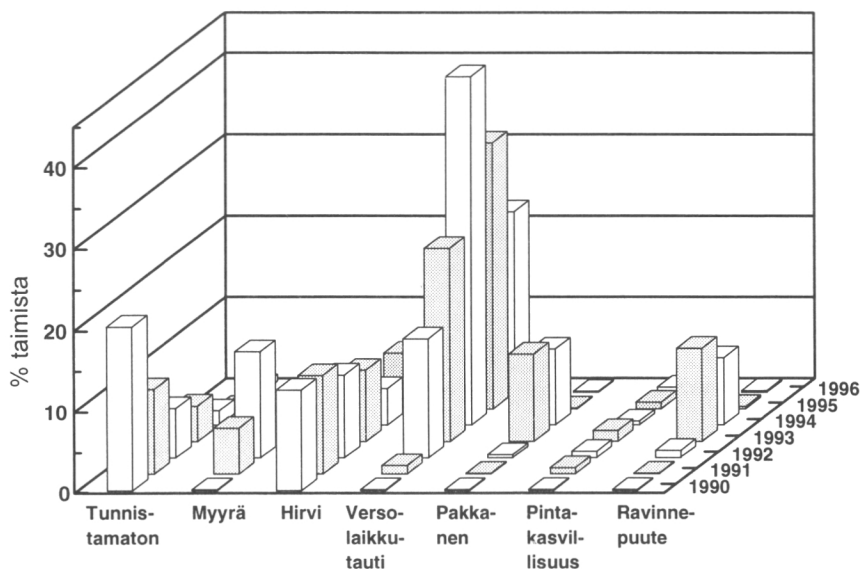
Kuusta tai rauduskoivua viljellen saadaan kivennäismaan pelloille usein tuottoisa puusto. Turvepeltojen metsityksessä on enemmän ongelmia. Koska hieskoivua esiintyy yleisesti soilla, turve- ja multamaapeltojen metsityksessä on viime vuosina käytetty myös hieskoivua. Hieskoivun käyttö alkoikin lisääntyä 1980-luvun lopulla niin pelloilla kuin metsämaillaakin, mutta viljelymäärät ovat alentuneet 1990-luvun alun huippulukemista.

Multa- ja turvemaapelloilla hieskoivu on menestynyt huomattavasti rauduskoivua paremmin. Hieskoivuja vaivaavat kuitenkin samat tuhonaiheuttajat kuin rauduskoivujakin (mm. pintakasvillisuus, myyrät, hirvet, sienitaudit, vesitalous ja puiden kannalta epätasapainoinen maan ravinnetalous).

Tutkituilla koaloilla sekä raudus- että hieskoivun taimilla hirvituhoriski oli suuri jo ensimmäisenä kasvukautena istutuksen jälkeen (kuva 2). Hirvet olivat voittaneet koivuntaimia jo istutuskesänä ja jokaisena seuraavana vuotena. Rauduskoivut olivat voittaneet hieman yleisemmin kuin hieskoivut (Heikkilä & Härkönen 1995). Myös Leikolan (1976) pellonmetsityskokeissa hirvituhot rajoittuivat alkuvuosina yksinomaan koivuun. Koivun tuhoriskiä lisää se, että koivu on käyttökelpoinen ravintokasvi hirville useina vuodenaikoina (Heikkilä 1991, Heikkilä & Härkönen 1995).

Koivujen pahin ongelma on ollut versolaikkutauti. Versolaikut, joita pellonmetsityskoivuissa esiintyi runsaasti, ovat aina olleet ongelma koivun kasvatuksessa (Lilja & Hietala 1994). Laikkuja esiintyi sekä raudus- että hieskoivulla.

Myyrien ja kaskaiden lievista vikuutuksista saattaa taimiin levitä sieni-infektioita (Juutinen ym. 1976), joilla voi olla merkitystä lahon syntyyn koivuissa erityisesti pellonmetsitysalloilla (Henttonen ym. 1994). Myyrätuhovuosia koivuilla oli kaksi, kun männyn ja kuusen pahimmat myyrätuhot keskittyivät yhteen vuoteen. Tuhovaaran ajalliseen vaihteluun vaikuttaa myyrien vuosittainen runsauden vaihtelu. Etelä-Suomessa myyrävuodet ovat toistuneet kolmen vuoden välein (Henttonen ym. 1995). Myyrätuhojen vähäisyys neljäntenä ja viidentenä kasvukautena johtui osittain myös taimien kasvusta. Esimerkiksi koivun taimet ovat peltomyyrältä turvassa, kun tyven läpimitta on yli 4 cm, jolloin tuohikaarna antaa suojaa (Henttonen 1991). Myyrien aiheuttamien tuhojen määrää voidaan vähentää erilaisilla viljelyketjun aikaisilla toimenpiteillä (mm. puulajin valinta, heinäntorjunta, maanmuokkausmenetelmä, karkotteet, mekaaniset suojat) (Henttonen ym. 1995). Hieskoivu näyttää olevan hieman kestävämpi myyrätuhoille kuin rauduskoivu (Henttonen ym. 1995).

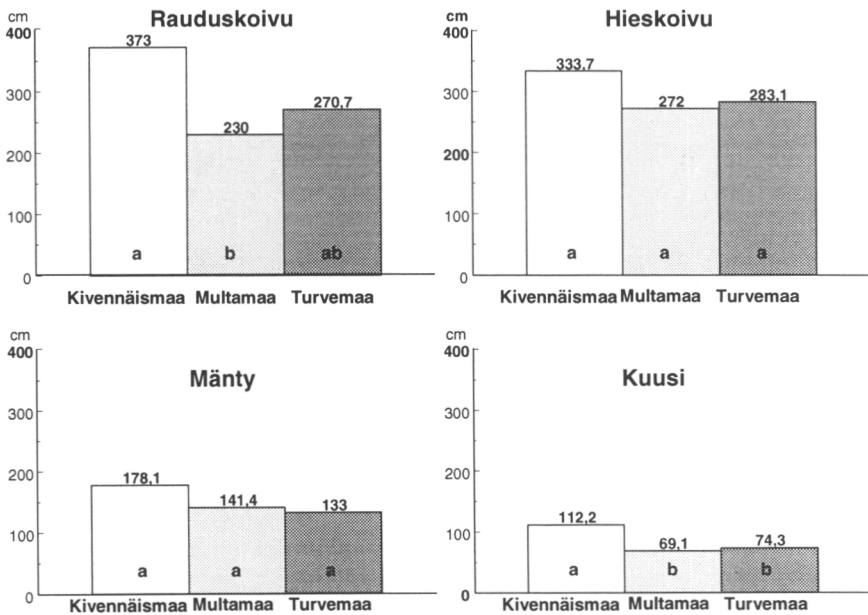


Kuva 2. Hieskoivun tuhoaiheet pelloinmetsityskokeilla seitsemän kasvukauden aikana.

Hieskoivun istutustaimista oli kuollut seitsemän vuoden kuluessa kivennäis- ja turvemaiden pelloilla noin viidennes (21 %) ja multamaapelloilla noin kolmannes (35 %). Rauduskoivun taimia oli kuollut noin puolet enemmän. Kuusen kuolleisuus oli hieskoivua pienempi: kivennäismaalla 5 %, multamaalla 26 %, turvemaalla 16 %).

Hieskoivut olivat seitsemän kasvukauden kuluttua istutuksesta rauduskoivuja pitempiä sekä multamaan että turvemaan pelloilla (kuva 3). Vastaavasti rauduskoivut olivat kivennäismailla 40 cm hieskoivuja pitempiä. Koivut olivat puolestaan mäntyjä ja erityisesti hallatuhoista kärsineitä kuusia huomattavasti pitempiä.

Kasvatuskelpoisten taimien määrä arvioitiin taimien kunnon perusteella. Kaikki kuolleet ja kituvat taimet sekä puolet heikentyneistä taimista luokiteltiin kasvatuskelvottomiksi. Tässä tarkastellaan vain viljelytaimia eikä huomioida luontaisen taimiaineksen täydennystä. Istutustiheytenä käytettiin tavoitettiheyttä 3 000 tainta hehtaarille kaikilla puulajeilla. Kaikilla puulajeilla kasvatuskelpoisten viljelytaimien määrä oli pienin turvemailla. Turvepeltojen mäntykokeista lähes kahdella kolmasosalla todettiin täydennys- tai uusintaviljelyn tarvetta. Turvemailla viidesosa hieskoivikoista ja puolet rauduskoivikoista olisi uusintaviljeltävä (taimia alle 600 kpl/ha). Kuusi oli tässä suhteessa menestynyt parhaiten.



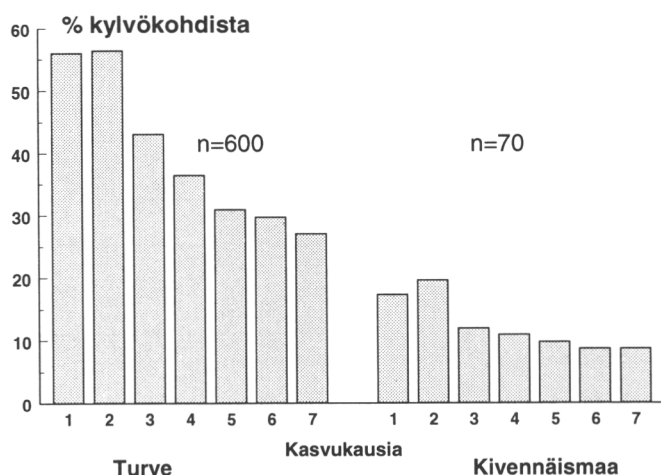
Kuva 3. Hieskoivun, rauduskoivun, männyn ja kuusen elävien taimien keskipituus seitsemän kasvukauden kuluttua istutuksesta eri maalajiryhmissä. Niissä ryhmissä, joita esittävien pylväiden sisällä on sama kirjain, taimien keskipituudet eivät puulajin sisällä poikkea tilastollisesti merkitsevästi toisistaan ( $p < 0,05$ ).

Hieskoivu näyttää menestyvän rauduskoivua selvästi paremmin runsaasti orgaanista ainetta sisältävillä multamaan ja turvemaan pelloilla. Hieskoivulla, kuten rauduskoivullakin esiintyy kuitenkin runsaasti puiden laatua alentavia vioituksia. Siten hieskoivun viljely ei näytä ratkaisevan pellonmetsityksen ongelmia. Usein saattaa olla syytä harkita esim. kuusen käyttöä vaihtoehtona hieskoivulle.

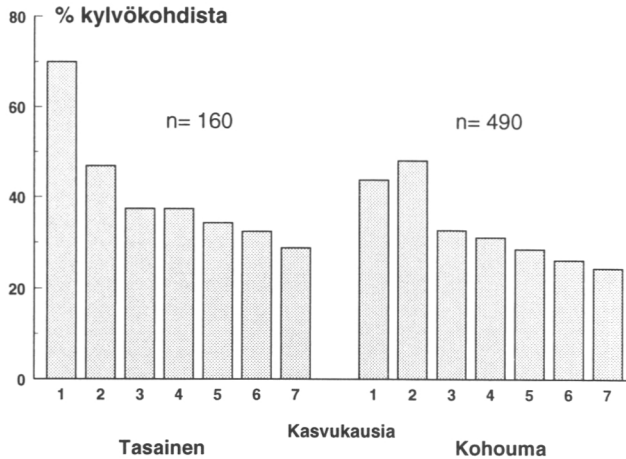
## Kylvö

Vallitseva käsitys on, että kylvö on karujen maiden menetelmä ja että se kilpailee kangasmailla lähinnä männyn luontaisen uudistamisen kanssa. Pelloille on ominaista voimakas pintakasvillisuus, mikä osaltaan heikentää kylvön käyttömahdollisuuksia. Toisaalta mm. hieskoivun kylvötaimien alkukehitys voi olla varsin nopeaa. Hieskoivun kylvökset itivät hyvin, etenkin turvemaan alustoilla. Ensimmäisenä kesänä taimellisia kylvökohtia oli runsaasti (kuva 4). Myöhemmin hieskoivun taimia kuitenkin kuoli huomattava osa. Turvemaan alustoillakin vain noin joka neljännessä kylvökohdista oli taimia 7 vuoden jälkeen. Kinnunen (1996) totesi rauduskoivun kylvötaimien itäneen hyvin kivennäismailla, mutta taimia kuolleen seuraavina vuosina runsaasti, niin että kylvötulos 3-5 kasvukauden jälkeen oli huono.

Kaikista inventoiduista kylvökohdista arvioitiin maan pientopografiaa. Kylvökohtat jaettiin kahteen luokkaan sen mukaan olivatko ne ympäröivän pellon pinnan tasossa vai kohoumalla (palteella, mättäällä). Pellon pinnan tasossa olevalla muokatulla maalla hieskoivun siemenet itivät hyvin (kuva 5). Siten esim. täysmuokkauksella (kyntö ja äestys) voidaan saada syntymään aluksi paljon koivun taimia. Tasaisella alustalla taimellisten kylvökohtien määrä kuitenkin väheni nopeasti. Viiden kasvukauden jälkeen vain noin joka viidennessä kylvökohdassa oli



Kuva 4. Taimellisten hieskoivun kylvökohtien osuus erilaisilla kasvualustoilla.



Kuva 5. Kylvökohdan mikrotopografian vaikutus hieskoivun taimellisten kylvökohtien osuuteen. Samat kylvökohdat tarkistettu vuosittain.

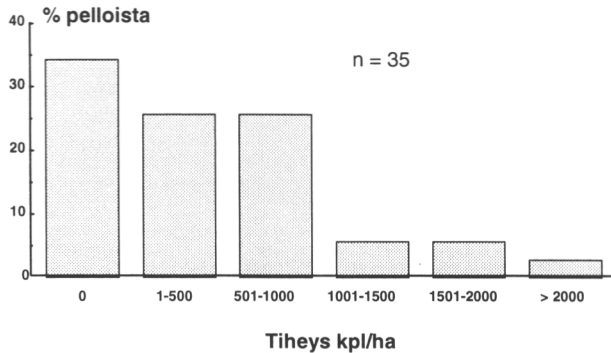
taimi. Kohoumalla koivut itivät huonommin kuin pellon tasaisella alustalla. Kuuuus selittänee koivun huonomman itämisen kohoumilla (esim. mättäät). Viiden vuoden kuluttua kylvöstä pientopografiolla ei enää ollut suurta vaikutusta kylvötu-  
lokseen.

Hieskoivun kylvöllä vain noin kymmenesosalla kokeista saatiin aikaan yli 1 000 tainta hehtaarille viiden vuoden aikana (kuva 6). Pellonmetsitysaloilla taimellisten kylvökohtien määrä väheni vuosi vuodelta. Vaikka hieskoivun siemenet itäisivät hyvin, pienet kylvötaimet tukahtuvat nopeasti kehittyvään pintakasvillisuuteen. Pellonmetsityksessä hieskoivun kylvö näyttää olevan hyvin epävarma menetelmä, ja vain harvoin sillä saadaan aikaan täystiheä taimikko.

## Luontainen metsittäminen

Peltojen luontaisessa metsittämisessä joudutaan usein turvautumaan reunametsien siemennykseen. Siksi reunametsän etäisyys ja siemennyskykyisten hieskoivujen esiintyminen reunametsässä ovat tärkeitä tekijöitä harkittaessa, onko luontaiseen metsittämiseen mahdollisuuksia. Siementävien puiden etäisyydellä on merkittävä vaikutus taimimääriin. Taimia on muokatuilla pelloilla eniten lähellä reunametsää, ja runsaasti vielä 60 metrinkin päässä. Tässä tutkimuksessa siementävä reunametsä oli yleensä riittävän lähellä siementen leviämisen turvaamiseksi.

Luontaisia koivuntaimia oli syntynyt huomattavasti enemmän kuin männyn tai kuusen taimia (kuva 7). Lähes kaikki koivuntaimet olivat hieskoivua. Rauduskoivun, kuusen ja männyn taimien määrä jäi vähäiseksi. Turvealustalla oli kaksi - kolme kertaa enemmän koivun luontaisia taimia kuin kivennäismaiden alustoilla. Myös vanhemmissa pellonmetsityksissä hieskoivuja, vaikkakin ne sijaitsevat usein ryh-



Kuva 6. Hieskoivun kylvöllä (3 000 kylvökohtaa/ha) aikaansaatu taimitiheys pelloilla. Kasvatettavaksi hyväksytyt yksi taimi kylvökohtaa kohti.

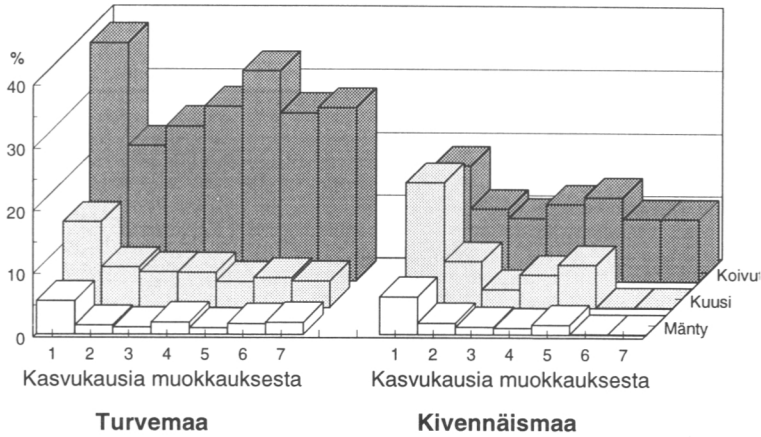
mittäin vanhojen sarkaojien reunoilla, esiintyy enemmän turvepelloille kuin kivennäismaapelloille (Hytönen 1991, Valtanen 1991, Rossi ym. 1993, Hynönen 1997, Hynönen & Saksa 1997). Siten luontaisen metsittämisen mahdollisuudet ovat paremmat turvemailla kuin kivennäismailla. Luontaisia taimia ilmaantuu eniten ensimmäisenä vuonna maanmuokkauksesta, mutta edullisiin taimettumiskohtiin taimia syntyy vielä viidenkin vuoden jälkeen.

Luontaisen metsittämisen edistämiseksi maanmuokkaus on välttämätön, sillä muokkaamattomalle pinnalle syntyy taimia hyvin vähän. Pallekyntö saattaa olla sopiva muokkausmenetelmä, sillä hieskoivun taimia on yleensä enemmän pallekynetyillä kuin mätästetyillä alueilla (Valtanen 1991, Hynönen 1997). Maanmuokkaus lienee edullista tehdä keskikesällä juuri ennen koivun siementen varisemista (Raulo 1981). Taimettumisen varmentamiseksi ja rikkakasvien siemenpankin vähentämiseksi voisi olla edullista tehdä maanmuokkaus useaan kertaan kesän aikana.

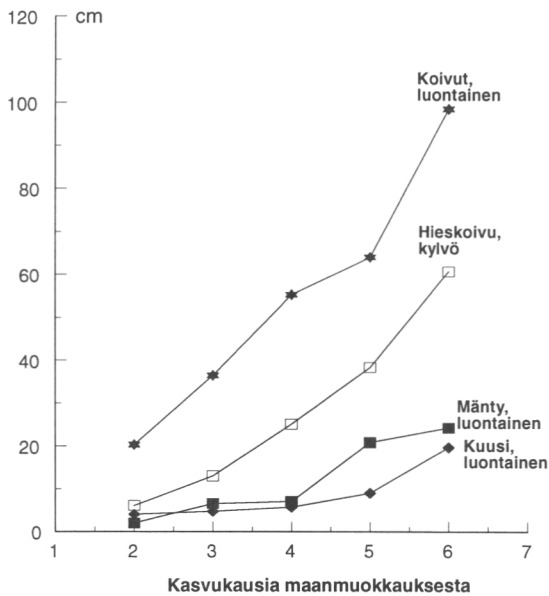
Toinen oleellisesti taimitiheyksiin vaikuttanut tekijä on pintakasvillisuuden peittävyys (ks. Hytönen 1995b). Taimia olisi huomattavasti enemmän, mikäli pintakasvillisuuden kilpailua pystyttäisiin rajoittamaan. Maanmuokkausmenetelmän valinta vaikuttanee pintakasvillisuuden määrään. Muokatun maan osuus selitti pintakasvillisuuden peittävyttä vielä viiden vuoden kuluttua muokkauksesta (Hytönen 1995b). Mitä enemmän maata oli muokattu, sitä pienempi oli peittävyys.

Luontaisesti syntyneet hieskoivun taimet olivat pitempiä kuin kylvötaimet (kuva 8). Koivut olivat huomattavasti pitempiä kuin havupuut. Kinnunen (1996) on todennut myös rauduskoivun luontaisten taimien voivan olla hieman kylvötaimia pidempiä.

Turvemaan pellon luontainen metsittäminen onnistuu parhaiten silloin, kun siementävä reunametsä on lähellä, koivujen siemensato hyvä, maanmuokkaus on tehty hyvin - mieluummin useasti kesän aikana - ja pintakasvillisuus voidaan pitää kurissa. Luontaisen metsittämisen onnistumisen ennustettavuus on kuitenkin huono, eikä sitä voi suositella ensisijaiseksi metsitysmenetelmäksi. Luontaisesti syn-



Kuva 7. Luontainen taimettuminen pellonmetsityskokeilla. Pylväät osoittavat taimettuneiden koalojen (ä 1 m<sup>2</sup>) suhteellisen osuuden eri vuosina maanmuokkauksen jälkeen.



Kuva 8. Luontaisten taimien ja kylvötaimien keskipituuden kehitys pellonmetsityskokeilla.

tyneillä hieskoivuilla on kuitenkin tärkeä merkitys viljelytaimikoiden täydentäjänä tai jopa epäonnistuneiden metsitysten korvaajana, vaikkakin kasvatuskelpoisten hieskoivujen määrää vähentää niiden ryhmittäisyys (Hytönen 1991, Valtanen 1991, Rossi ym. 1993, Hynönen 1997).

## Kirjallisuutta

- Ferm, A. & Hytönen, J. 1991. Kenttäkokeet peltojen metsitysmenetelmät -hankkeessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391: 9-14.
- Ferm, A., Hytönen, J., Koski, K., Vihanta, S. & Kohal, O. 1993. Peltojen metsitysmenetelmät. Kenttäkokeiden esittely ja metsitysten kehitys kolmen ensimmäisen vuoden aikana. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 463. 127 s.
- Heikkilä, R. 1991. Hirvituhoon vaikutus pellonmetsityksen onnistumiseen. Julkaisussa: Ferm, A. & Polet, K. (toim.). Peltojen metsitysmenetelmät. Tutkimushankkeen väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391: 100-104.
- Heikkilä, R. & Härkönen, S. 1995. Hirvituhojen vaikutus pellonmetsitysalojen alkukehitykseen. Julkaisussa: Hytönen, J. & Polet, K. (toim.). Peltojen metsitysmenetelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 118-122.
- Henttonen, H. 1991. Myyrätuhot peltojen metsityksessä. Julkaisussa: Ferm, A. & Polet, K. (toim.) Peltojen metsitysmenetelmät. Tutkimushankkeen väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391: 92-99.
- Henttonen, H., Lilja, A. & Niemimaa, J. 1994. Myyrien ja hyönteisten aiheuttamat sieninfektiot koivun taimien uhkana. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 496: 125-129.
- Henttonen, H., Niemimaa, J. & Kaikusalo, A. 1995. Myyrät ja pellonmetsitys. Julkaisussa: Hytönen, J. & Polet, K. (toim.). Peltojen metsitysmenetelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 97-117.
- Hynönen, T. 1997. Turvemaapeltojen metsitystulos Pohjois-Savossa. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 2/1997: 181-189.
- Hynönen, T. & Hytönen, J. 1997. Pellosta metsäksi. Metsälehti Kustannus. 152 s.
- Hynönen, T. & Saksa, T. 1997. Metsitystulos Pohjois-Savon kivennäismaapelloilla. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 2/1997: 165-180.
- Hytönen, J. 1991. Pellonmetsityksen onnistuminen Keski-Pohjanmaalla. Julkaisussa: Ferm, A. & Polet, K. (toim.). Peltojen metsitysmenetelmät. Tutkimushankkeen väliraportti. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 391: 22-28.
- Hytönen, J. 1995a. Taimien alkukehitys pellonmetsitysaloilta. Julkaisussa: Hytönen, J. & Polet, K. (toim.). Peltojen metsitysmenetelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 12-23.
- Hytönen, J. 1995b. Kylvö ja luontainen uudistaminen pellonmetsityksessä. Julkaisussa: Hytönen, J. & Polet, K. (toim.). Peltojen metsitysmenetelmät. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 581: 24-35.
- Hytönen, J. & Wall, A. 1997. Metsitettyjen turvepeltojen ja viereisten suometsien ravinnemäärät. Suo 48(2): 33-42.
- Juutinen, P., Kurkela, T. & Lilja, S. 1976. Ruohokaskas, *Cicadella viridis* (L.), lehtipuun taimien vioittajana sekä vioitusten sienisaastunta. Folia Forestalia 284. 12 s.
- Kinnunen, K. 1996. Kevät- ja syyskylvön onnistuminen eri puulajeilla. Julkaisussa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Porissa 1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 593: 4-9.

- Leikola, M. 1976. Maanmuokkaus ja pintakasvillisuuden torjunta pellonmetsityksessä. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 88(3). 101 s.
- Lilja, A. & Hietala, A. 1994. Koivun versolaikku taimitarhalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 496: 121-123.
- Mustonen, M. 1990. Pellon metsittämiseen vaikuttavat tekijät. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 365. 70 s.
- Petäjistö, L. & Selby, J.A. 1994. Pellonmetsitysalttiuteen vaikuttavat käyttäytymis- ja arvotekijät. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 487. 41 s.
- Raulo, J. 1981. Koivukirja. 131 s.
- Rossi, S., Varmola, M. & Hyppönen, M. 1993. Pellonmetsityksen onnistuminen Lapissa. *Folia Forestalia* 807. 23 s.
- Selby, J.A. 1980. Field afforestation in Finland and its regional variations. Tiivistelmä: Peltojen metsittämisen alueellinen vaihtelu Suomessa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(1). 126 s.
- Urvas, L. 1995. Suomen peltojen maalajit, ravinnetaso ja maaluokitus. Julkaisussa: Hytönen, J. & Polet, K. (toim.). Peltojen metsitysmenetelmät. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 581: 123-132.
- Valtananen, J. 1991. Peltojen metsityksen onnistuminen Pohjois-Pohjanmaalla 1970-luvulla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 381. 52 s.
- Wall, A. & Hytönen, J. 1996. Painomaan vaikutus metsitetyn turvepellon ravinne-määriin. *Suo* 47(3): 78-83.



# Hieskoivikoiden uudistaminen ojitus- alueilla

*Markku Saarinen*

## Hieskoivikoiden esiintyminen

Hieskoivu on ojitusalueilla erittäin yleinen puulaji. Sen suhteellinen runsaus on suurimmillaan Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla sekä ns. Lapin kolmion alueella. Kaikkiaan maassamme on arvioitu olevan n. 1,2 milj. ha hieskoivuvaltaisia puustoja, joista yli puolet on turvemailla. Ojitusalueiden lisäksi hieskoivikoita löytyy mm. vanhoilta kytöheitoilta ja suopelloilta, järvikuivioilta, järvien rantametsistä, Pohjanmaan rannikon maankohoamisalueilta ja soistuneilta kankailta.

Hieskoivuvaltaisuus on yleistä erityisesti sellaisilla ojitusalueilla, joiden alkuperäisenä suotyypinä on ollut joko varsinainen tai ruohoinen saraneva, -sarakorpi tai -sarakorpi. Myös erilaisten lettokorpien ja -rämeiden puustot ovat useimmiten koivuvaltaisia (Keltikangas & Seppälä 1977, Keltikangas ym. 1986). Yleisesti ottaen on siis kyse ojitusalueista, joiden alkuperään liittyy runsas märkien nevapintojen esiintyminen. Koivuvaltaisten ojitetujen soiden suotyypivaihtelu on kuitenkin varsin laaja, ulottuen esimerkiksi Keski-Pohjanmaalla lehtokorvista pallasara- ja kangasrämeisiin (Ferm 1989). Seuraavassa esityksessä hieskoivikoiden uudistamiseen liittyviä kysymyksiä tarkastellaan nimenomaan vanhoilla ojitusalueilla.

## Turvemaiden metsänuudistamisen erityispiirteitä

Metsien uudistamiseen vaikuttavat kasvupaikan ominaisuudet poikkeavat ojitusalueilla kangasmaiden kasvupaikkatekijöistä erityisesti vesi-, ravinne- ja lämpöolojen sekä pintakasvillisuuden muutosten osalta. Pohjavesipinnan syvyys on näistä tekijöistä merkittävin. Pohjavesipinnan syvyys vaihtelee sääolojen mukaan. Ne vesiolot, jotka vallitsevat pohjavesipinnan ollessa korkeimmillaan, vaikuttavat eniten sirkkataimien kehitykseen. Sirkkataimien kasvu heikkenee, vaikka pohjavesitaso nousee vain lyhytaikaisesti mutta toistuvasti alle 10 cm:n etäisyydelle turpeen pinnasta (Mannerkoski 1985). Hieskoivun taimet ovat havupuuntaimia vähemmän pohjavesipinnan syvyydestä riippuvia (Paavilainen 1970). Pitkien poutajaksojen aikana pohjavesipinnan läheisyyden itämistä edistävä vaikutus korostuu sitä enem-

män mitä kuivemmista sääoloista on kyse. Näin erityisesti silloin, kun turpeen pinnalle on muodostunut turvekankaille ominainen raakahumuskerros. Pohjavesipinnan syvyyden vaikutus lopulliseen taimettumistulokseen riippuu siis ratkaisevasti kasvukauden aikaisista sääoloista.

Eläviin rahkasammaliin on varastoituneena runsaasti vettä. Ojitusalueiden rahkasammalpinna pysyvät yleensä kuivissakin sääoloissa itämisen kannalta riittävän kosteina. Yleisesti ottaen rahkasammalet ovat ainoat lajit, jotka tarjoavat varauksetta otollisen lähtökohdan siementen itämiselle (Place 1955, Sarasto & Seppälä 1964, Groot & Adams 1994). Sen sijaan turvekankaille ominaiset seinä- ja kerrossammalkasvustot taimettuvat erittäin heikosti. Ojitusalueilla taimettumiseen vaikuttavat sammal- ja raakahumuspeitteen lisäksi myös kenttäkerroksen kasvilajit. Näistä mm. tupasvilla voi korkean pohjavesitason vallitessa yleistyä voimakkaasti hakkuun jälkeen ja heikentää taimettumisen mahdollisuuksia.

Kosteaa turve sitoo huokoisuutensa vuoksi runsaasti vettä. Kuivuessaan se voi kuitenkin muuttua vettä hylkiväksi. Mitä maatuneempaa ja kuivempaa turve on, sitä vaikeammin se kostuu (Bunt 1988, Reinikainen 1996). Esim. mätätettäessä suuret tai hakkuutähteiden päälle asetetut mättäät voivat kerran kuivuttuaan olla varsin epäedullisia itämis- ja kasvualustoja siemenille ja sirkkataimille.

Aukean tai siemenpuuasentoon hakatun uudistusalan lämpöolot ovat kangasmaita äärevämpiä. Syyinä ovat soiden alava topografia ja kuivatuksen jälkeen heikentyneet maan lämmönvarausominaisuudet. Kasvukauden aikaiset hallat ovat yleisempiä ja minimilämpötilat alempia, mikä lisää hallavaurioiden riskiä. Tunnetuin ojitusalueiden uudistamiseen liittyvä ongelma onkin kuusen hallavaurioiden yleisyys. On kuitenkin syytä huomioida, että myös männyn sirkkataimista saattaa suurin osa tuhoutua jo alle -5 C-asteen lämpötilassa (Rikala & Repo 1987). Männyn istutustaimienkin pakkasvioletumia esiintyy kaikkein hallanarimmilla uudistusaloilla.

Ojitusalueiden kasvupaikkaluokitus on hankalaa ja tuottaa usein suurta epävarmuutta uudistamistavan valinnassa. Ojitusalueilla vallitseva puulaji ei kuvasta maan viljavuustasoa samalla tavalla kuin kangasmailla. Hieskoivikoiden tai hiesmäntyseläpuustojen esiintyminen kaikilla viljavuustasoilla varputurvekankaista ruohoturvekankaisiin aiheuttaa väärinkäsityksiä kasvupaikan määrittämisessä. Tärkeintä näissä tilanteissa on oppia erottamaan turvekankaan viljavuustaso puustosta riippumatta. Kangasmaiden kasvupaikoilla käytetyllä opaskasvilajistolla selviää yleensä ainakin turvekankaiden luokittelusta.

## Hieskoivikoiden uudistamisen vaihtoehdot

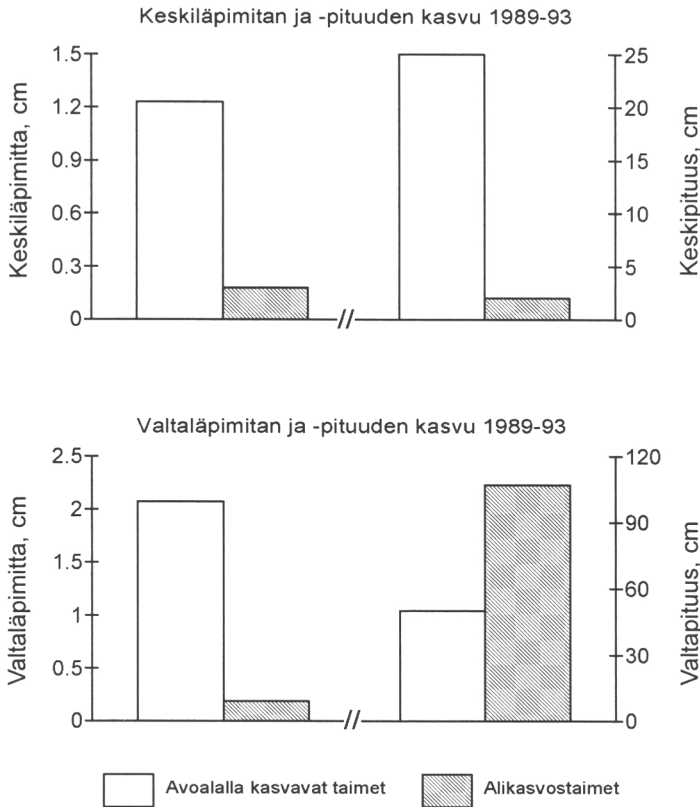
Hieskoivun taimettuminen ojitusalueiden kosteilla pinnoilla on ylivoimaista havupuihin verrattuna. Hakkuunjälkeistä taimettumista hieskoivikoksi onkin pidetty soilla lähes itsestäänselvänä ilmiönä. Hieskoivun usein toistuvat siemenvuodet, runsas siemensato ja kasvualustan korkean vesipitoisuuden sieto ovat ominaisuuksia

sia, jotka takaavat siemensyntyisen taimiaineksen kehittymisen rahkasammalikkoon, metsäkoneiden jälkiin, laikkuihin, jyrsinvakoihin ja muihin painannepintoihin. Pienestä pähkyläsiemenestä kehittyvät hennot sirkkataimet ovat toisaalta havupuutaimia herkempiä kasvualustan kuivumiselle. Tästä syystä hieskoivun taimettuminen on huomattavasti epävarmempaa mätäspinoilla ja erityisesti muokkaamattoman turvekankaan seinä- ja kynsisammalpinnoilla. Mielikuvan vanhojenkin ojitusalueiden uudistusalojen väistämättömästä koivuttumisesta lienevät aiheuttaneet havainnot hakkuualueiden vesottumisesta ja nuorien ojitusalueiden koivutiheiköistä. Tavoiteltaessa siemensyntyistä koivikkoa ei pelkkä ”koivuttamisen” odottelu välttämättä riitä ainakaan turvekankailla, joilta kosteat rahkasammalkasvustot ovat hävinneet kuivatuksen myötä.

Hieskoivuvaltaisen ojitusalueen puuston uudistamisongelmat liittyvät kenties enemmän puulajin vaihtoon kuin uuden hieskoivikon syntyyn. Kuusi alikasvoksesta on hallanaran ojitusalueen paras ratkaisu seuraavaksi puusukupolveksi, kun on kyse mustikka- tai ruohoturvekankaiksi kehittyvistä ojitusalueista. Luontaiset kuusialikasvokset hieskoivikoissa ovat etenkin Etelä- ja Keski-Pohjanmaan soilla kohtalaisen runsaslukuisia (Seppälä & Keltikangas 1978).

Jos luontaista taimiainesta ei ole riittävästi, on uudistusala viljeltävä. Viljely voidaan tehdä voimakkaasti harvennetun koivikon alle ensiharvennusvaiheessa tai mieluiten avohakkuun jälkeen kehittyvän verhopuuston suojaan. Vesasyntyisen hieskoivutaimikon alkukehitys on erittäin nopea ja täystiheä koivumetsä tuottaa hakkuun jälkeen runsaasti vesoja. Verhopuuston kasvattaminen kuusta varten on siten varsin helppoa. Kaksijaksoista metsänkasvatusta tavoiteltaessa on kuitenkin mielekästä panostaa myös luontaisen taimettumisen edistämiseen.

Huomattava osa turvemaiden hieskoivikoista kasvaa entisten saranevojen ja harvapuustoisten sararämeiden ojitusalueilla. Näillä usein puolukkaturvekankaiksi kehittyvillä kasvupaikoilla viljavuus ei yleensä riitä kuusen kasvatukseen, vaikka mahdolliset luontaiset kasvatuskelpoiset kuusialikasvokset kannattaakin usein hyödyntää. Mänty on parempi puulaji. Männy viljely turvemaiden mätäillä tuottaa kuitenkin monesti huonolaatuisia ja oksikkaita taimikoita. Periaatteessa laatuongelmaa voidaan pyrkiä vähentämään hyödyntämällä uudistusalalle syntyvien hieskoivuvesojen varjostusta. Onnistuminen edellyttää muokkauksen ja viljelyn oikeaa ajoitusta ja taimikon huolellista hoitoa. Metsäntutkimuslaitoksen turvemaiden uudistamiskokeissa on tehty lupaavia havaintoja myös mäntytaimikoiden kehityksestä harvan koivuylispuuston alla. Koivuylispuusto muuttaa voimakkaasti männy runkomuotoa heikentämällä huomattavasti enemmän läpimitan kuin pituuden suhteellista kasvua. Valtataimien pituuskasvua ylispuusto voi jopa lisätä verrattuna avoimella kasvaviin taimiin (kuva 1).



Kuva 1. Ylispuukoivikon (500 r/ha) vaikutus mäntytaimikon läpimitan ja pituuden kasvuun (Mannilan koekenttä, Kannus).

## Ravinnehäiriöiset erityiskohteet

Aiemmin todettiin hieskoivikoita esiintyvän ojitusalueilla, joiden alkuperään liittyy runsas märkien nevapintojen esiintyminen. Näillä kasvupaikoilla kivennäisravinteiden määrät suhteessa turpeen typpimääriin ovat toisinaan varsin vähäiset (Kaunisto & Paavilainen 1988, Kaunisto 1989, 1997). Erityisesti turvepohjaiset entiset viljelymaat ovat osoittautuneet ravinnetaloudeltaan hyvin vaihteleviksi (Hytönen & Ekola 1993, Wall 1995). Uudistamisvaiheessa nevapintaisten soiden ojitusalueet saattavat lisäksi olla paksun karhunsammalkerroksen peitossa, jolloin luontaisen uudistamisen mahdollisuudet ilman tehokasta muokkausta ovat olemattomat.

Kaliumin, boorin ja fosforin puutokset tai puille epäedulliset ravinnesuhteet tuottavat taimettumisvaiheessa ongelmia vain harvoin. Vaikeudet ilmaantuvat yleensä vasta noin 10 vuoden kuluttua taimettumisesta. Puutosoireiden ja kasvuhäiriöiden lisäksi taimikossa saattaa esiintyä pakkasvaurioita ja erilaisia sienitauteja.

Yhdistettynä kasvupaikan mahdollisesti huonoon vesitalouteen taimikot ovat monesti hyvin monioireisia, jolloin oireiston syy- ja seuraussuhteiden tulkinta on vaikeaa. Tilanteen korjaamiseksi vaadittavien lannoitusten suunnittelu edellyttää lehti- ja neulasanalyysyjä ja varsinkin turvepeltojen kohteilla myös maa-analyysyjä. Kaikkein vaikeimpien kohteiden osalta on syytä harkita metsätaloudellisista tavoitteista luopumista ja todeta kasvupaikka metsänkasvatukseen soveltumattomaksi.

Huolimatta ravinnetalouden vähäisestä vaikutuksesta taimien alkukehitykseen voi fosfori- ja kaliumlannoitus edistää hieskoivun taimettumista. Männyn taimettumiselle lannoitukset ovat useimmiten haitaksi varsinkin jos turpeen kosteus on alhainen (Paavilainen 1970, Kaunisto 1971, 1972, 1975, Mannerkoski 1971, 1972, Heikurainen & Laine 1976, Moilanen & Issakainen 1981, 1984). Tuhkalannoituksella on tosin saatu taimettumista edistävä vaikutus myös mätätetyllä männyn kylvöalalla (Silfverberg 1995).

## Uudistamistutkimukset turvemaiden hieskoivikoissa

Parkanon, Kannuksen ja Muhoksen tutkimusasemien kenttäkoeaineistossa on useita vanhoja uudistamiskokeita, joista on saatavilla tietoa turvemaiden hieskoivikoiden uudistamisvaihtoehtojen tuloksellisuudesta. Tutkimusteemoina ovat olleet mm:

1. Varttuneen hieskoivikon jatkokasvatus ja kuusen tai männyn viljely alikasvokseksi.
2. Hakkuun jälkeen syntyneen koivutaimikon kasvatus ja havupuiden viljely alikasvokseksi.
3. Hieskoivun avohakkuu ja havupuiden viljely eri maanmuokkausvaihtoehdoilla.

Hakkuun jälkeistä hieskoivun kasvatusta voidaan tarkastella usean eri tavoitteen näkökulmasta. Vesasyntyinen koivikko voidaan hakata viljelyä varten suoraan verhopuustoksi tai harventaa se kuitupuutuotantoa ajatellen. Lyhyen kiertoajan kuitupuukoivikko voidaan myöhemmin harventaa verhopuustoksi ja viljellä sen alle havupuuta. Viljavimmilla kohteilla varsinkin siemensyntyinen koivikko voidaan kasvattaa myös vaneripuuksi unohtamatta tässäkin yhteydessä myöhempiä kaksijakoisen metsän mahdollisuutta.

Metsäntutkimuslaitoksella aloitettuun metsänuudistamisen tutkimusohjelmaan sisältyy uusia seurantakokeita hieskoivuvaltaisten ojitusalojen avohakkuun jälkeisestä taimettumisesta. Näillä kokeilla tutkitaan paitsi männyn ja kuusen viljelytaimien kehitystä myös hieskoivun ja havupuiden luontaista taimettumista sekä pintakasvillisuuden muutoksia. Ohjelmassa on lisäksi tarkoitus tutkia männyn ja koivun sekataimikoiden kasvatusvaihtoehtoja tavoitteena koivun optimaalinen hyödyntäminen männyn laatukasvatuksessa.

Metsäntutkimuslaitoksessa on aloitettu myös turvemaiden ekologisesti ja taloudellisesti kestävänsä metsänkasvatuksen tutkimusohjelma. Sen yhtenä tavoitteena on määritellä ne ojitusalueiden ravinnetalouden asettamat rajat ja edellytykset,

jotka toisen puusukupolven uudistamisessa on otettava huomioon. Tästä on esimerkkinä typpitaloudeltaan vaihtelevien puolukkaturvekankaiden soveltuvuus kuusen kasvupaikaksi.

Uusien kokeiden tarve hieskoivun uudistamiseen liittyvissä tutkimuksissa kohdentuu taimettumisen ja tiettyjen kasvupaikkatekijöiden välisten riippuvuussuhteiden tarkempaan kuvaamiseen. Ojitusalueilla kyse on erityisesti pohjavesitason vaihteluiden vaikutuksista erilaisilla itämisalustoilla. Myös mätästetyn turpeen turvelajista ja maatuneisuudesta riippuvan kosteuspitoisuuden sekä ravinteisuuden vaihteluiden vaikutukset ovat huonosti tunnettuja. Turvemaiden mäntytaimikoissa on selvitettävä hieskoivun käyttömahdollisuudet männyn teknisen laadun parantamiseksi. Tässä suhteessa tiedon puute koskee erityisesti alikasvosasemassa kasvavien mäntytaimikoiden kehitystä.

## Kirjallisuus

- Bunt, A.C. 1988. Media and mixes for container-grown plants: A manual on the preparation and use of growing media for pot plants. 2nd ed. of modern potting composts. London. 309 p.
- Ferm, A. 1989. Hieskoivun kasvatusta soilla. Julkaisussa: Ferm, A. & Ala-Pönttiö, M. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Kannuksessa 1988. Abstract: Growing of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained peatlands. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 322: 40-52.
- Groot, A. & Adams, M. 1994. Direct seeding black spruce on peatlands: Fifth-year results. The Forestry Chronicle vol. 70, no. 5: 585-592.
- Heikurainen, L. & Laine, J. 1976. Lannoituksen, kuivatuksen ja lämpöolojen vaikutus istutus- ja luonnontaimistojen kehitykseen rämeillä. Summary: Effect of fertilization, drainage and temperature conditions on the development of planted and natural seedlings on pine swamps. Acta Forestalia Fennica 150: 1-38.
- Hytönen, J. & Ekola, E. 1993. Maan ja puuston ravinnetila Keski-Pohjanmaan metsitetyillä pelloilla. Folia Forestalia 822. 32 s.
- Kaunisto, S. 1971. Lannoituksen, muokkauksen ja vesipinnan etäisyyden vaikutus kylvötaimien ensi kehitykseen turvealustalla. Kasvihuoneessa suoritettu tutkimus. Summary: Effect of fertilization, soil preparation, and distance of water level on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings on peat. A study performed in greenhouse. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 75.2. 64 s.
- Kaunisto, S. 1972. Lannoituksen vaikutus istutuksen onnistumiseen ja luonnontaimien määrään rahkanevalla. Tuloksia Kivisuon koekentältä. Summary: Effect of fertilization on successful planting and the number of naturally born seedlings on a fuscum bog at Kivisuo experimental field. Folia Forestalia 139: 1-11.
- Kaunisto, S. 1975. Suometsien luontaisen uudistamisen edistäminen. Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14: 37-41.

- Kaunisto, S. 1989. Jatkolannoituksen vaikutus puuston kasvuun vanhalla ojitusalueella. Summary: Effect of refertilization on tree growth in an old drainage area. *Folia Forestalia* 724. 15 s.
- Kaunisto, S. 1997. Peatland forestry in Finland: Problems and possibilities from the nutritional point of view. In: Trettin, C.C., Jurgensen, M.F., Grigal, D.F., Gale, M.R. & Jeglum, J.K. (eds.) *Northern Forested Wetlands. Ecology and Management*. Lewis Publishers, Chapter 27. s. 387–401.
- Kaunisto, S. & Paavilainen, E. 1988. Nutrient stores in old drainage areas and growth of stands. Seloste: Turpeen ravinnevarat vanhoilla ojitusalueilla ja puuston kasvu. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 145. 39 p.
- Keltikangas, M. & Seppälä, K. 1977. Ojitusalueiden hieskoivikoiden kasvatustaoudellisen vaihtoehdonä. Summary: The economics of growing birch stands on drained peatlands. *Silva Fennica* 11(1): 49–68.
- Keltikangas, M., Laine, J., Puttonen, P. & Seppälä, K. 1986. Vuosina 1930–1978 metsäojitetut suot: Ojitusalueiden inventoinnin tuloksia. Summary: Peatlands drained for forestry during 1930–1978: Results from field surveys of drained areas. *Acta Forestalia Fennica* 193: 1–94.
- Mannerkoski, H. 1971. Lannoituksen vaikutus kylvösten ensi kehitykseen turvealustalla. Summary: Effect of fertilization on the initial development of Scots pine and Norway spruce plantations established by sowing on peat. *Silva Fennica* 5(2): 105–128.
- Mannerkoski, H. 1972. Havainvoja koivun esiintymisestä Haukivahonsuon lannoituskoekentällä. Summary: On the occurrence of birch on fertilized peat. *Suo* 23(5): 80–86.
- Mannerkoski, H. 1985. Effect of water table fluctuation on the ecology of peat soil. Tiivistelmä: Vedenpinnan vaihtelun vaikutus turvemaan ekologiaan. Helsingin yliopiston suomensäätieteen laitoksen julkaisuja 7: 1–190.
- Moilanen, M. & Issakainen, J. 1981. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus kuusen ja koivun uudistumiseen erällä Kainuun soilla. Summary: Effect of fertilization and soil preparation on the regeneration of birch and spruce on thick peat soils in Kainuu. *Folia Forestalia* 481: 1–16.
- Moilanen, M. & Issakainen, J. 1984. Ojituksen, lannoituksen ja muokkauksen vaikutuksesta luontaiseen uudistumiseen piensararämeellä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantaja* 133: 1–23.
- Paavilainen, E. 1970. Astiakokeita pinalannoituksen vaikutuksesta koivun, kuusen ja männyn kylvön onnistumiseen muokkaamattomalla kasvualustalla. Summary: On the effect of top dress fertilization on successful seeding of birch, spruce, and pine. Vessel experiments in soil with an untreated surface. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 72(1): 1–37.
- Place, I.C.M. 1955. The influence of seedbed conditions on the regeneration of spruce and balsam fir. *Canada Department of Northern Affairs and Natural Resources. Forestry Branch, Bulletin* 117. 87 s.
- Reinikainen, O. 1996. Turpeen kostuvuus. Julkaisussa: *Metsätaimantarhapäivät Jyväskylä* 13.–14.3.1996. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantaja* 601: 64–66.

- Rikala, R. & Repo, T. 1987. Frost resistance and frost damage in *Pinus sylvestris* seedlings during shoot elongation. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2: 433–440.
- Sarasto, J. & Seppälä, K. 1964. Männyn kylvöistä ojitettujen soiden sammal- ja jäkäläkasvustoihin. Summary: On sowing of pine in moss and lichen vegetation on drained swamps. *Suo* 15(3): 54–58.
- Silfverberg, K. 1995. Forest regeneration on nutrient-poor peatlands: Effects of fertilization, mounding and sowing. *Silva Fennica* 29: 205-215.
- Seppälä, K. & Keltikangas, M. 1978. Alikasvostaimistot Pohjanmaan ojitusalueiden hieskoivikoissa. Summary: Occurrence of understorey seedlings in drained *Betula pubescens* stands in Ostrobothnia. *Suo* 29(1): 11-16.
- Wall, A. 1995. Peltojen maaperäluokitus puustonkasvatusta varten. Teoksessa: Hytönen, J. & Polet, K. (toim.): Metsäntutkimuspäivä Kälviällä 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 540: 22-28.

# Alikasvosten olemus, esiintyminen ja hyödyntämismahdollisuudet

*Timo Saksa*

## Mitä alikasvos on?

Alikasvoksesta käytetään puhekielessä monia eri nimityksiä. Alikasvoksen synonyymeinä käytetään mm. termejä esikasvos, nuorennos ja juurimetsä. Oppikirjoissa alikasvokseksi määritellään *taimet* (taimiaines, taimikko), jotka *ovat syntyneet valtapuuston alle ennen varsinaista uudistushakkuuta* (esim. Vuokila 1980, Kellomäki 1991). Tutkimuksissa alikasvos on määritelty vaihtelevin kriteerein. Alikasvoksen määrittämisperustana on käytetty ylempien ja alemmien puujakson pituus-suhteita (Vaartaja 1952, Assmann 1970), absoluuttista pituutta (Kern 1966), rinnankorkeusläpimittaa (Laiho ym. 1995, 1997) tai puujaksojen ikäeroa (Ilvessalo 1929, Pysyvien koealojen ... 1995).

Tavallisesti alikasvoksen syntyminen yhdistetään metsikkösukcession loppupuolen tapahtumiin. Oliverin ja Larssonin (1990) esittämässä metsikkösukcessionmallissa alikasvoksen syntyminen on kuvattu omana sukcessiojaksonaan (Understory reinitiation stage). Suomalaisissa boreaalisen havumetsän elinkierron dynamiikkaa kuvaavissa malleissa havupuiden alikasvosvaihe on myös nähtävissä (Parviainen & Seppänen 1994). Vaikka alikasvokset mielletään yleensä varttuneen metsän ilmiöksi, tavataan alikasvoksia myös metsikön aiemmissa kehitysvaiheissa. Nuorissa ensiharvennusvaiheeseen ennättäneissä männyn istutusmetsäissä tavataan usein, erityisesti maanmuokkausaloilla, alikasvosasemassa olevia kuusentaimia.

Valtapuuston siemensadon määrä ja laatu sekä itämisalustan kosteus ja lämpö ovat alikasvostaimien syntyyn vaikuttavat perustekijät. Jatkossa alikasvostaimien kehityksen edellytykset määräytyvät sen kyvystä selviytyä heikoissa valo-olosuhteissa kovan juuristokilpailun keskellä. Kullekin puulajille ominainen fotosynteesitehokkuus on se fysiologinen perustekijä, josta taimien menestyminen alikasvosasemassa on riippuvainen.

Alikasvos ja valtapuusto voivat olla samaa tai eri puulajia. Iältään valtapuusto ja alikasvos ovat yleensä eri-ikäisiä, mutta ne voivat olla myös samanaikaisesti syntyneitä (esim. Pöntynen 1929). Suomessa termi alikasvos yhdistetään yleensä kuuselle tyypilliseksi uudistumistavaksi; usein puhutaan metsämaiden kuusettumisesta. Vaikka kuusi varjoa sietävänä puulajina omaakin meillä parhaat mahdollisuudet, myös mänty ja koivu voivat muodostaa suotuisissa olosuhteissa alikasvoksia (esim. Laiho 1985). Tyypillisimpiä alikasvoksia ovat kuitenkin suo- ja kan-

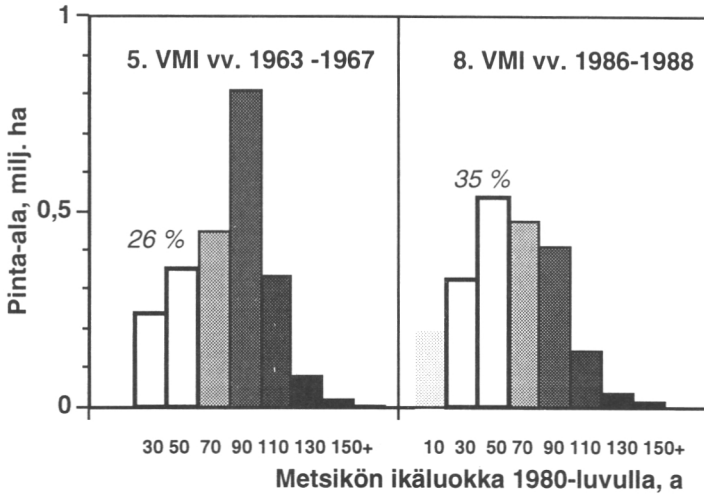
gasmaakoivikoiden sekä kuivahkojen ja tuoreiden kankaiden männiköiden alle syntyneet kuusitaimikot (Multamäki 1919, Pöntynen 1929, Tikka 1928, Cajander 1934, Sarvas 1944, 1950, Mikola 1966, Laiho 1985). Mäntyalikasvoksia esiintyy erityisesti Pohjois-Suomessa mutta myös muualla maassamme mäntyemopuuston alla (Aaltonen 1919, Sarvas 1937, 1950, Vaartaja 1952, Oinonen 1956, Mikola 1966).

## Missä alikasvosta esiintyy?

Pohjoisessa havumetsävyöhykkeessä alikasvoksia tavataan yleisesti. Niitä esiintyy eri puolilla eri puolilla pohjoista pallonpuoliskoaa (esim. Mikola 1966, Jeanson & Laestadius 1981, Tesch ja Korpela 1992, Sundkvist 1993, Laiho ym. 1995, Lieffers 1995, Kneeshaw & Bergon 1996). Alikasvokset kuuluvat erityisesti varjoa sietävien *Picea* ja *Abies* -sukujen uudistumisstrategiaan, mutta myös *Pinus*-suvun havupuut muodostavat niitä yleisesti. Kattavaa tilastoa alikasvoksen esiintymisestä pohjoisessa havumetsävyöhykkeessä ei ole esitetty, mutta esimerkiksi Venäjän Karjalassa ja Kuolan niemimaalla lähes 90 %:ssa varttuneista metsistä tavattiin alikasvosta (Zyabchenko 1995).

Kotimaisena klassisena esimerkkinä kuusialikasvoksen esiintymisestä voidaan pitää Mikolan (1966) esittämää laskelmaa kuusivaltaisten metsien pinta-alan muutoksesta 1920-luvulta 1960-luvulle. Vertaillen eri valtakunnan metsien inventoinneissa saatua kuusivaltaisten metsien pinta-alaa Mikola totesi alikasvosta olleen 2,2 miljoonalla hehtaarilla Etelä-Suomessa 1920-luvulla. Tämä näkyi 1950-luvulla 40 - 80-vuotiaiden kuusivaltaisten metsien 'ylimääräisenä' pinta-alalisyksenä. Tämä vastasi tuolloin 50 % kuusivaltaisten metsien pinta-alasta Etelä-Suomessa.

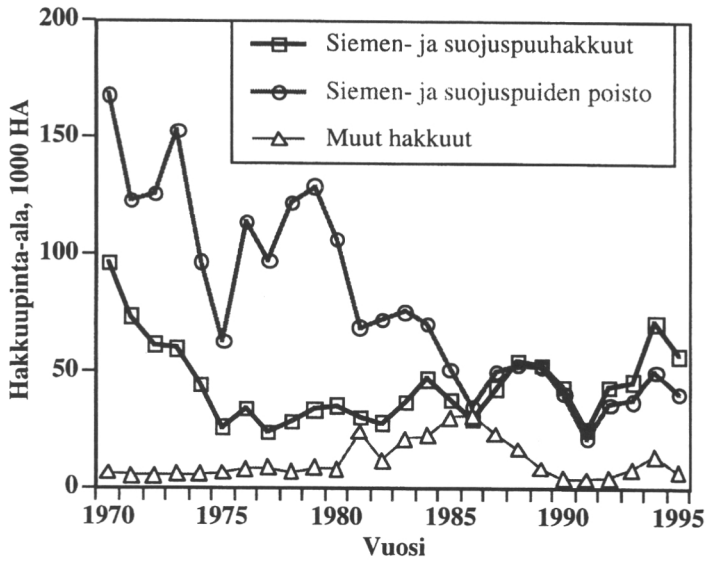
Kun vastaava kuusivaltaisten metsien pinta-alaosuusien tarkastelu tehdään eteläisimmässä Suomessa (Ahvenanmaa ja 9 eteläisintä metsälautakuntaa) 5. ja 8. valtakunnan metsien inventointitulosten perusteella (Kuusela 1966, 1967, Kuusela & Salovaara 1968, Salminen 1993), havaitaan esim. 21-60-vuotiaiden kuusivaltaisten metsien osuuden olevan 9 %-yksikköä suurempi 1980-luvulla kuin mitä alle 40-vuotiaiden kuusikoiden osuuden perusteella olisi 1960-luvulla voitu ennakoita (kuva 1). Tämä merkitsi yli 280 000 ha:n lisäystä 21-60-vuotiaiden kuusikoiden pinta-alaan, mikä vastasi 5 % eteläisimmän Suomen metsämaan pinta-alasta. Osa tästä lisäyksestä johtunee sekametsiköiden puulajisuhteiden muuttumisesta harvennushakkuiden yhteydessä, mutta myös alikasvoskuusikoiden vapauttaminen ylispuuhakuilla selittänee osan muutoksesta. Suhteellisesti eniten kuusivaltaisten nuorten kasvatusmetsien osuus oli noussut Etelä-Savossa (yli 40 % 1960-luvun tasosta), missä ilmeisesti kaskikoivikoiden alta oli vapautettu kuusialikasvoksia (ks. Kuusela & Salminen 1991).



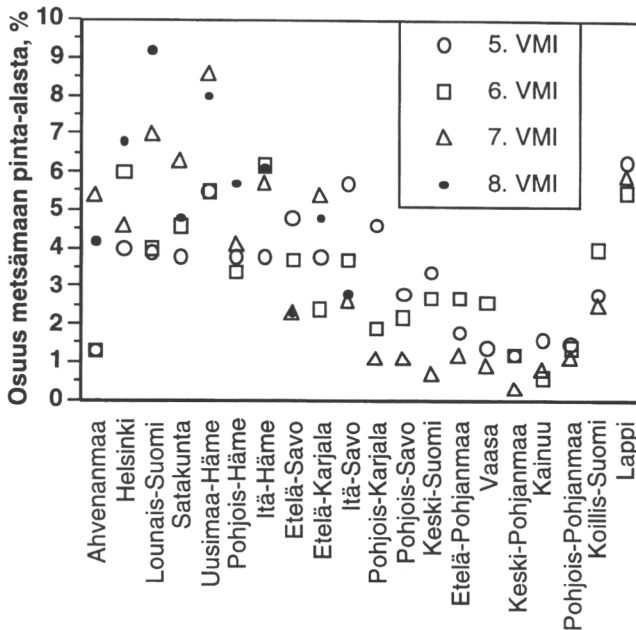
Kuva 1. Kuusivaltaisten metsien ikäluokittaiset (1-20, 21-40 ... 150+) pinta-alat 5. ja 8. VMI:n mukaan eteläisimmässä Suomessa (Kuusela 1966, 1967, Kuusela & Salovaara 1968, Salminen 1993). 4. VMI:n ikäluokkajakaumaa siirretty 20 vuotta oikealle vastaamaan 1980-luvun tilannetta. Kuusivaltaisten metsien kokonaispinta-ala ko. alueella oli 5. VMI:ssä 2 228 800 ha ja 8. VMI:ssä 2 140 500 ha.

Alikasvoksien kautta tapahtuva passiivinen uudistuminen on etenkin aiemmin näkyneet myös luontaiseen uudistamiseen tähtäävien hakkuiden ja ylispuuhakkuiden keskinäisissä suhteissa. Vielä 1970-luvulla siemen- ja suojuspuuhakkuiden määrä oli huomattavasti ylispuuiden poistopinta-alaa pienempi (kuva 2). 1980-luvun puolivälin jälkeen em. pinta-alat ovat vastanneet toisiaan. Toisaalta 1980-luvun hakkuissa herättää huomiota runsas muuksi hakkuuksi luokiteltujen hakkuiden pinta-ala. Tässä ryhmässä saattaa olla myös alikasvosta vapauttavia, ylispuuiden poiston kaltaisia hakkuita.

Kehityskelpoista alikasvosta esiintyi 1950-luvun alussa kolmannen VMI:n mukaan Etelä-Suomessa 3,0 %:lla (291 000 ha:lla) ja Pohjois-Suomessa 2,7 %:lla (195 000 ha:lla) kasvullisen metsämaan pinta-alasta (Ilvessalo 1956). Etelä-Suomessa näistä lähes 90 % oli kuusialikasvoksia, kun taas Pohjois-Suomen alikasvokset olivat pääasiassa mäntyä (yli 80 %). Myöhempien VMI:n tulosten mukaan kehityskelpoisen alikasvoksen esiintymistiheys on eteläisimmässä ja pohjoisimmassa Suomessa pysynyt likimain ennallaan, mutta pienentynyt maamme keski-osissa, jossa alikasvokset ovat selvästi harvinaisempia kuin muualla (kuva 3). Metsäojitus on ollut yksi alikasvoksia suosinut tekijä, sillä ojitetuille soille alikasvoksia on syntynyt lähes poikkeuksetta (Seppälä & Keltikangas 1978, Keltikangas ym. 1986).



Kuva 2. Siemen- ja suojuspuuhakkuiden, siemen- ja suojuspuiden poistohakkuiden sekä muiden hakkuiden pinta-alat Suomessa 1970 - 1995 (Metsätilastollinen vuosikirja 1996).



Kuva 3. Kehityskelpoisen alikasvoksen esiintyminen metsämaalla 5. - 8. VMI:n mukaan (8. VMI sisältää käyttökelpoisen, -kelvottoman ja vaihtuvan alikasvoksen). Pinta-alat koottu seuraavista julkaisuista: Kuusela 1966, 1967, Kuusela & Salovaara 1968, 1969, 1971, 1974a, b, Kuusela & Salminen 1976, 1978, 1980, 1983, Kuusela ym. 1986 sekä Salminen 1993.

1980-luvun lopulla toteutetun 8. valtakunnan metsien inventoinnin mukaan alikasvosta tavattiin eteläisimmässä Suomessa lähes 300 000 hehtaarilla (5,4 % metsämaan pinta-alasta). Tästä yli 2/3 oli kuusialikasvosta, 1/4 mäntyalikasvosta ja vajaa 1/10 lehtipuualikasvosta (Salminen 1993). Muuttuneiden arviointikriteereiden myötä (Salminen 1993, s. 12) käyttökelpoisen alikasvoksen arvioitiin esiintyvän vain 1,0 %:lla eteläisimmän Suomen metsämaan alasta.

## Alikasvokset metsänuudistamisessa?

Metsänuudistamisessa alikasvosta voidaan hyödyntää monin tavoin. Eri-ikäisen metsän kasvatuksessa uudistaminen perustuu lähes yksinomaan alikasvoksen hyödyntämiseen. Varttuneessa metsässä voidaan passiivisen luontaisen uudistumisen kautta syntynyttä alikasvosta vapauttaa ylispuuhakkuilla. Räsänen ym. (1985) tekemän inventoinnin mukaan kiireellisesti uudistettavista etelä-suomalaisista metsiköistä 27 % voitaisiin uudistaa ylispuut poistamalla.

Kuusen suojuuspuuhakkuussa sekä liukuvareunaisissa kaitalehakuissa valta puuston alle ennen varsinaisia uudistamistoimenpiteitä syntyneet alikasvostaimet muodostavat peruspuuston tulevassa puusukupolvessa (esim. Lukkala 1946, Räsänen ym. 1985, Kaunisto & Päivänen 1985, Leinonen ym. 1989). Vaikka siemenpuuhakkuun, avohakkuun sekä maanmuokkauksen yhteydessä valtaosa alikasvoksesta tuhoutuu, jää uudistusaloille etenkin kuusen alikasvostaimia, joita voidaan hyödyntää tulevassa taimikossa. Kevyesti muokatuilla männyn istutusaloilla jopa yli 60 % luontaisista kuusen taimista oli syntynyt ennen maanmuokkausta (Saksa 1986). Nykyisten monimuotoisuutta korostavien uudistushakkuiden myötä alikasvostaimien osuus tulevassa puustossa näyttäisi kasvavan.

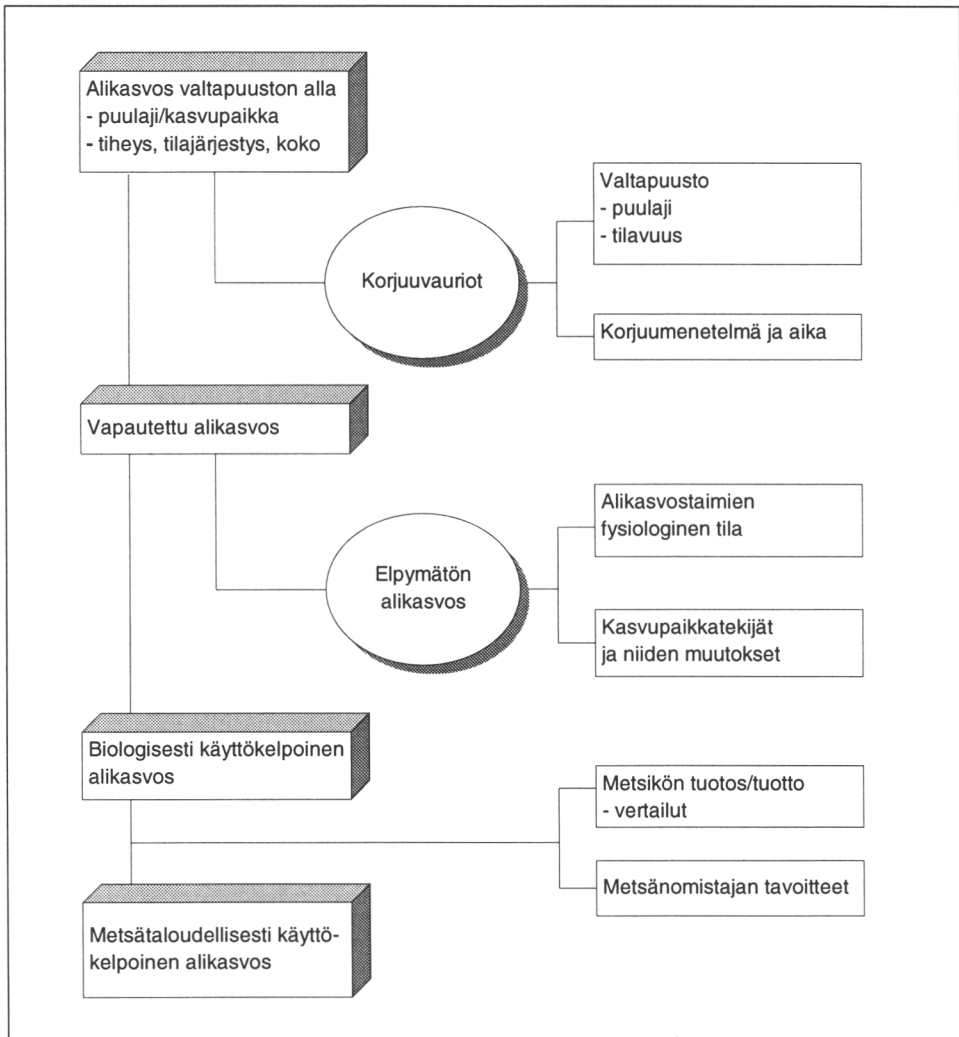
## Kuinka alikasvoksen hyödyntämismahdollisuuksia voidaan arvioida?

Metsänuudistajan asettama tavoite vaikuttaa oleellisesti kulloinkin käyttökelpoiselta alikasvoksesta vaadittaviin ominaisuuksiin. Jos alikasvoksen tulee muodostaa tuleva taimikko kokonaisuudessaan, asetetaan käyttökelpoisen alikasvoksen tiheysvaatimus alikasvostaimien pituus huomioon ottaen esim. vastaavalla kasvupaikalla vaadittavan tiheydeltään tyydyttävän viljelytaimikon tiheystasolle (esim. Luonnonläheinen metsänhoito 1994). Jos alikasvosta aiotaan täydentää, voidaan vastaavana käyttökelpoisen alikasvoksen tiheysrajana käyttää esim. täydennettävän taimikon tiheystasoa. Jos alikasvostaimia käytetään satunnaisina viljelytaimikon täydentäjinä, ei niihin juuri kiinnitetä huomiota uudistamistoimenpiteitä suunniteltaessa.

Alikasvoksen hyödyntämisen biologisena lähtökohtana tulee olla kasvupaikalle sovelias puulaji. Tuoreilla kankailla ja sitä viljavimmilla mailla sekä näitä vas-

taavilla soilla kuusi- ja koivualikasvokset ovat biologisesti hyväksyttäviä. Kuivahkoilla kankailla ja sitä karummilla kasvupaikoilla sekä vastaavilla soilla ovat männyalikasvokset biologisesti soveliaimpia. Esim. kuivalla kankaalla kuusialikasvoksen kasvattaminen ei ole ekologisesti toivottavaa eikä yleensä taloudellisestikaan kannattavaa.

Alikasvoksen määrä ja alikasvostaimien koko sekä arvioitu korjuuvaurioiden osuus ja alikasvostaimien elpymiskyky vapauttavan hakkuun jälkeen ovat ne tekijät, jotka tapauskohtaisesti määräävät biologisesti käyttökelpoisen alikasvoksen (kuva 4).



Kuva 4. Periaatteellinen kaaviokuva alikasvoksen hyödyntämismahdollisuuksien arvioinnista.

Alikasvostaimien elpymiskykyä voidaan arvioida ennen vapauttavaa hakkuuta taimen pituuskasvun, pituuskasvun vaiheen, latvuksen pituuden sekä taimen pääverson ja sivuverson pituuskasvujen suhteen avulla (esim. Monserud & Ek 1977, Helms & Standiford 1985, Tesch & Korpela 1992). Vallitsevan puuston korjuussa alikasvokselle aiheutuvien vaurioiden määrään vaikuttavat poistettavan puuston määrä, hakkuumenetelmä, hakkuuolosuhteet ja metsurin/hakkuukoneenkuljettajan taidot (Sunni 1995).

Biologisesti käyttökelpoisen alikasvoksen avulla voidaan edelleen arvioida alikasvostaimien/taimikon kasvattamisen kannattavuutta vertaamalla sitä metsikön muihin uudistamisvaihtoehtoihin. Uudistamisvaihtoehtojen vertailussa käytetään kriteereinä arvioidun uudistamistuloksen perusteella laskettuja metsikön tuotos- ja tuottoennusteita (esim. Kangas 1992, Ollonqvist & Kajanus 1992).

Vaikka alikasvoksen hyödyntämismahdollisuuksien arviointi voidaan pelkistää esimerkiksi edellä esitetyn kaavion muotoon, käytännössä alikasvoksen merkitys metsikön uudistamisessa joudutaan arvioimaan tapauskohtaisesti vallitsevien olosuhteiden ja rajoitteiden puitteissa.

## Kirjallisuus

- Aaltonen, V.T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa, I. Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja 1. 375 s.
- Assmann, E. 1970. Principles of forest yield study. McGraw-Hill, New York. 502 s.
- Cajander, E.K. 1934. Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 19(5): 1-101.
- Helms, J.A. & Standiford, R.B. 1985. Predicting release of advance reproduction of mixed conifer species in California following overstory removal. *Forest Science* 31(1): 3-15.
- Ilvessalo, L. 1929. Puuluokitus ja harvennusasteikko. *Acta Forestalia Fennica* 34(38): 1-15.
- Ilvessalo, Y. 1956. Suomen metsät vuosista 1921-24 vuosiin 1951-53. Kolmeen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 47(1): 1-227 s.
- Jeansson, E. & Laestadius, L. 1981. Markberedning, naturlig förnygring och beståndsförnygring vid återbeskogning I Sovjet. Översättning av valda avsnitt ur: Kalinichenko, N.P., Pisarenko, A.I. & Smirnov, N.A. 1973. Lesovosstanovlenie na vyrubkach. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogsskötsel, rapporter 6. 65 s.
- Kangas, J. 1992. Metsikön uudistamisketjun valinta - monitavoitteiseen hyötyteoriaan perustuva päätösanalyysimalli. Joensuun yliopiston luonnontieteellisiä julkaisuja 24. 230 s.
- Kaunisto, S. & Päivänen, J. 1985. Metsänuudistaminen ja metsittäminen ojitetuilla turvemaidilla. Kirjallisuuteen perustuva tarkastelu. *Folia Forestalia* 625. 75 s.

- Kellomäki, S. 1991. Metsänhoito. Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta. *Silva Carelica* 8. 501 s.
- Keltikangas, M., Laine, J., Puttonen, P. & Seppälä, K. 1986. Vuosina 1930-1978 metsäojitetut suot: ojitusalueiden inventoinnin tuloksia. *Acta Forestalia Fennica* 193. 94 s.
- Kern, K.G. 1966. Wachstum und Umweltfaktoren in Schlag- und Plenternwald, Vergleichende ertragskundlich-ökologische Untersuchungen in zwei Ta-Fi-(Bu)-Plenternwaldbeständen und zwei benachbarten Fi-Schlagwäldern des Hochschwarzwaldes. Bayerischer Landwirtschaftsverlag, München-Basel-Wien. 323 s.
- Kneeshaw, D.D. & Bergeron, Y. 1996. Ecological factors affecting the abundance of advance regeneration in Quebec's southwestern boreal forest. *Canadian Journal of Forest Research* 26: 888-898.
- Kuusela, K. 1966. Ålands skogar. *Folia Forestalia* 21. 18 s.
- Kuusela, K. 1967. Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pohjois-Hämeen ja Itä-Hämeen metsävarat vuosina 1964-65. *Folia Forestalia* 27. 56 s.
- Kuusela, K., Mattila, E. & Salminen, S. 1986. Metsävarat piirimetsälautakunnittain Pohjois-Suomessa 1982-1984. *Folia Forestalia* 655. 86 s.
- Kuusela, K. & Salminen, S. 1976. Pohjois-Karjalan metsävarat vuosina 1973-74, Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan vuonna 1974 ja Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan vuonna 1975. *Folia Forestalia* 274. 43 s.
- Kuusela, K. & Salminen, S. 1978. Koillis-Suomen metsävarat vuonna 1976 ja Lapin metsävarat vuosina 1974-76. *Folia Forestalia* 337. 35 s.
- Kuusela, K. & Salminen, S. 1980. Ahvenanmaan maakunnan ja maan yhdeksän eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueen metsävarat 1977-1979. *Folia Forestalia* 446. 90 s.
- Kuusela, K. & Salminen, S. 1983. Metsävarat Etelä-Suomen kuuden pohjoisimman piirimetsälautakunnan alueella 1979-1982 sekä koko Etelä-Suomessa 1977-1982. *Folia Forestalia* 568. 79 s.
- Kuusela, K. & Salminen, S. 1991. Suomen metsävarat 1977-1984 ja niiden kehittyminen 1952-1980. *Acta Forestalia Fennica* 220. 83 s.
- Kuusela, K. & Salovaara, A. 1968. Etelä-Savon, Etelä-Karjalan, Itä-Savon, Pohjois-Karjalan, Pohjois-Savon ja Keski-Suomen metsävarat vuosina 1966-67. *Folia Forestalia* 42. 54 s.
- Kuusela, K. & Salovaara, A. 1969. Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan metsävarat vuonna 1968. *Folia Forestalia* 62. 42 s.
- Kuusela, K. & Salovaara, A. 1971. Kainuun, Pohjois-Pohjanmaan, Koillis-Suomen ja Lapin metsävarat vuosina 1969-70. *Folia Forestalia* 110. 49 s.
- Kuusela, K. & Salovaara, A. 1974a. Ahvenanmaan maakunnan, Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pirkka-Hämeen, Itä-Hämeen, Etelä-Savon ja Etelä-Karjalan piirimetsälautakunnan metsävarat vuosina 1972-1972. *Folia Forestalia* 191. 64 s.
- Kuusela, K. & Salovaara, A. 1974b. Etelä-Karjalan, Pohjois-Savon, Keski-Suomen ja Itä-Savon metsävarat vuonna 1973. *Folia Forestalia* 207. 35 s.

- Laiho, O. 1985. Alikasvosten elpyminen ja niiden hyväksikäyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 182: 39-50.
- Laiho, O., Lähde, E., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1995. Undergrowth as a regeneration potential in Finnish forests. In: C.R. Bamsey (ed.). Proceedings: Innovative Silviculture Systems in Boreal Forests. A symposium held in Edmonton, Alberta, Canada, October 2-8, 1994. p. 90-94. ISBN 0-9695385-3-7.
- Laiho, O., Lähde, E., Norokorpi, Y. & Saksa, T. 1997. Undergrowth as a regeneration potential on Finnish peatlands. In: Trettin, C.C., Jurgensen, M.F., Grigal, D.F., Gale, M.R. & Jeglum, J.K. Northern Forested Wetlands: Ecology and Management. CRC Press Inc.; Lewis Publishers, p. 121-131. ISBN 1-56670-177-5.
- Leinonen, K., Leikola, M., Peltonen, A. & Räsänen, P.K. 1989. Kuusen luontainen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Acta Forestalia Fennica 209. 53 s.
- Lieffers, V.J. 1995. Ecology and dynamics of boreal understory species and their role in partial-cut silviculture. In: C.R. Bamsey (ed.). Proceedings: Innovative Silviculture Systems in Boreal Forests. A symposium held in Edmonton, Alberta, Canada, October 2-8, 1994. p. 33-39. ISBN 0-9695385-3-7.
- Lukkala, O.J. 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 34(3): 1-150.
- Luonnonläheinen metsänhoito. Metsänhoitosuosituksset. 1994. Metsäkeskus Tapon julkaisuja 6/1994. 72 s.
- Metsätilastollinen vuosikirja 1996. SVT, Maa- ja metsätalous 1996: 3. Metsäntutkimuslaitoksen metsätilastollinen tietopalvelu. 352 s.
- Mikola, P. 1966. Alikasvosten merkitys metsien uudistumisessa. Metsätaloudellinen aikakauslehti 83: 4-7.
- Monserud, R.A. & Ek, A. 1977. Prediction of understory tree height growth in northern hardwood stands. Forest Science 23(3): 391-400.
- Multamäki, S.E. 1919. Tutkimuksia metsien tilasta Savossa ja Karjalassa. Acta Forestalia Fennica 9(2): 1-166.
- Oinonen, E. 1956. Männikön luontaisen uudistumisen edellytyksistä Lapin kangasmailla eräiden taimivaroja selvittävien inventointien valossa. Metsätaloudellinen aikakauslehti 73: 225-230.
- Oliver, C.D. & Larson, B.C. 1990. Forest stand dynamics. McGraw-Hill, Inc. New York. 467 s.
- Ollonqvist, P. & Kajanus, M. 1992. Metsänomistajan taloudellisten tavoitteiden merkitys metsänuudistamistavan valinnassa. Folia Forestalia 798. 71 s.
- Parviainen, J. & Seppänen, P. 1994. Metsien ekologinen kestävyys ja metsänkasvatusvaihtoehdot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 511. 110 s.
- Pysyvien koealojen 3. mittaus 1995. Maastotyön ohjeet. Metsäntutkimuslaitos. Helsingin tutkimuskeskus. Valtakunnan metsien inventointi. Helsinki 1995. 104 s + liitteet.
- Pöntynen, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksina Raja-Karjalan valtionmailla. Acta Forestalia Fennica 35(1): 1-190.

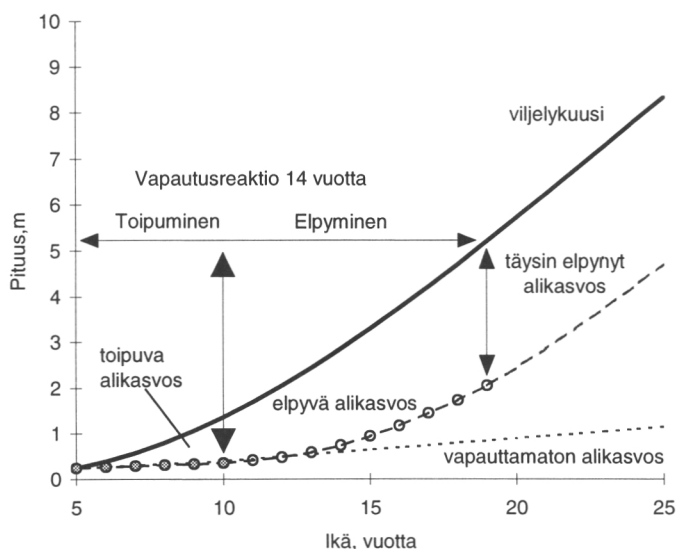
- Räsänen, P.K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978-79 inventointitulokset. *Folia Forestalia* 637. 30 s.
- Saksa, T. 1986. Männyn taimikoiden kehitys muokatuilla viljelyaloilla Lieksan ja Rautavaaran hoitoalueissa. *Folia Forestalia* 644. 60 s.
- Salminen, S. 1993. Eteläisimmän Suomen metsävarat 1986-1988. *Folia Forestalia* 825. 111 s.
- Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. *Acta Forestalia Fennica* 46(1): 1-146.
- Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 33(1): 1-268.
- Sarvas, R. 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien luontaisesta uudistumisesta. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 38(1): 1-95.
- Seppälä, K. & Keltikangas, M. 1978. Alikasvostaimistot Pohjanmaan ojitusalueiden hieskoivikoissa. *Suo* 29(1): 11-16.
- Suni, J. 1995. Luontainen uudistaminen ja koneellisen korjuun yhteensovittaminen. Teoksessa: Niin metsänuudistamistutkimus vastaa. Suomen Akatemian julkaisuja 3/95: 165-174.
- Sundkvist, H. 1993. Forest regeneration potential of Scots pine advance growth in northern Sweden. Dissertation, Department of Silviculture, Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå, Sweden. ISBN 91-576-4777-1.
- Tesch, S.D. & Korpela, E.J. 1992. Douglas-fir and white fir advance regeneration for renewal of mixed-conifer forests. *Canadian Journal of Forest Research* 23: 1427-1437.
- Tikka, P. 1928. Havainnot kuusen esiintymisestä ja kehityksestä Pohjois-Suomen kuivissa kangasmetsissä. *Silva Fennica* 10. 83 s.
- Vaartaja, O. 1952. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. *Acta Forestalia Fennica* 58.3. 133 s.
- Vuokila, Y. 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY, Porvoo 1980. 256 s. ISBN 951-0-09916-3.
- Zyabchenko, S.S. 1995. Methods of regenerating pine forests in Russian Karelia. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 551: 16-21.

# Alikasvoksen kasvureaktio vapauttamisen jälkeen

Sauli Valkonen

## Mitä tarkoittaa alikasvospuun elpyminen?

Kun ylispuusto poistetaan alikasvospuiden päältä, hengissä säilyvien puiden pituus- ja paksuuskasvu alkaa ennemmin tai myöhemmin kiihtyä. Aluksi kasvu säilyy hitaana tai usein jopa hidastuu hieman. Tätä voidaan nimittää toipumisjaksoksi (kuva 1). Sen jälkeen kasvu alkaa vähitellen kiihtyä. Tätä vaihetta voidaan nimittää elpymiseksi. Elpymisjakson voidaan ajatella päättyvän silloin, kun alikasvospuu kasvaa yhtä nopeasti kuin samankokoinen, alusta lähtien vapaana kasvanut puu. Emme tosin vielä tiedä, saavuttavatko alikasvokset tämän tason, vai ylittävätkö kenties sen, mutta ajattelutapa on tutkimuksen ja käytännön kannalta hyödyllinen (Bergan 1987, Tham 1988, Oliver & Larson 1990).



Kuva 1. Malli alikasvospuun vapautusreaktion vaiheista. Alikasvos vapautetaan tässä esimerkissä kun se on yhtä pitkä kuin 5 vuoden ikäisen viljelykuusikon valtataimi. Toipuminen kestää tässä esimerkissä 5 vuotta ja elpyminen 9 vuotta.

## Mitkä tekijät vaikuttavat elpymiseen?

Elpymisreaktion aiheuttaa alikasvospuun kasvuympäristön muutos. Monet puun elintoimintoihin käytettävissä olevat kasvuresurssit (valo, hiilidioksidi, vesi ja ravinteet) lisääntyvät, mutta jotkut voivat myös vähentyä. Kasvuresurssien lisäksi mm. maan ja ilman lämpötila, kosteusolot, lumi ja tuulisuus voivat muuttua. Muutos on sitä suurempi, mitä voimakkaampi ylispuuston kilpailu oli ennen vapauttamista ja mitä vähemmän ylispuuta jätetään jäljelle.

Puuyksilön omat ominaisuudet vaikuttavat sen reagointikykyyn. Puun juuriston ja latvuksen rakenteen ja koko puun fysiologian täytyy sopeutua uusiin kasvuoloihin. Tässä artikkelissa ei ole mahdollista mennä syvälle alikasvoksen sopeutumisen fysiologiaan. Aiheeseen voi perehtyä esim. uuden alikasvoskirjan (Moilanen & Saksa 1998) tai metsäpuiden fysiologian ja metsäekologian oppikirjojen avulla (esim. Kimmins 1987, Oliver & Larson 1990, Larcher 1995). Yksi tärkeä periaate on syytä muistaa: havupuu pystyy sopeutumaan vapautuksessa muuttuneisiin valo- ja kosteusoloihin ainoastaan kasvattamalla uusia neulasvuosikertoja ja niitä varten uutta runkoa sekä uusia oksia ja niitä varten lisää juuristoa. Lehtien vaihtuminen vuosittain helpottaa hieman lehtipuun sopeutumista.

Saman metsikön alikasvospuiden elpymiskyky vaihtelee usein suuresti. Alikasvospuun kasvun elpymiseen vaikuttaa sen omien ominaisuuksien ja ympäristön lisäksi sen asema vapautushakkuussa jäljelle jääneiden puiden välisessä kilpailussa. Suuremmat ja voimakkaammat kilpailijat puun vieressä voivat hidastaa sen kasvua tai tappaa sen vähitellen (Cajander 1934, Vaartaja 1952, Koistinen & Valkonen 1993).

## Elpymis- ja kasvunopeuden merkitys metsänuudistamisessa

Metsänuudistamisen tavoitteena on saada aikaan metsittämisarvoltaan tyydyttävä taimikko mahdollisimman pienin kustannuksin mahdollisimman lyhyessä ajassa. Alikasvos on syntynyt ilmaiseksi, mutta riittääkö se sellaisenaan taimettamaan uudistusalan? Onko se tarpeeksi tiheä ja tasainen? Voidaanko aukkopaidat täydentää? Onko alikasvos niin hyväkuntoinen, että se selviää vapauttamisesta hengissä? Miten nopeasti se toipuu? Miten nopeasti kasvu elpyy?

Alikasvospuiden toipumis- ja elpymisjakson pituudella ja pituuskasvunopeudella on suuri merkitys alikasvoksen hyödyntämismahdollisuuksien kannalta. Pituuskasvu ja siihen vaikuttavat tekijät liittyvät kiinteästi ainakin seuraaviin osakysymyksiin:

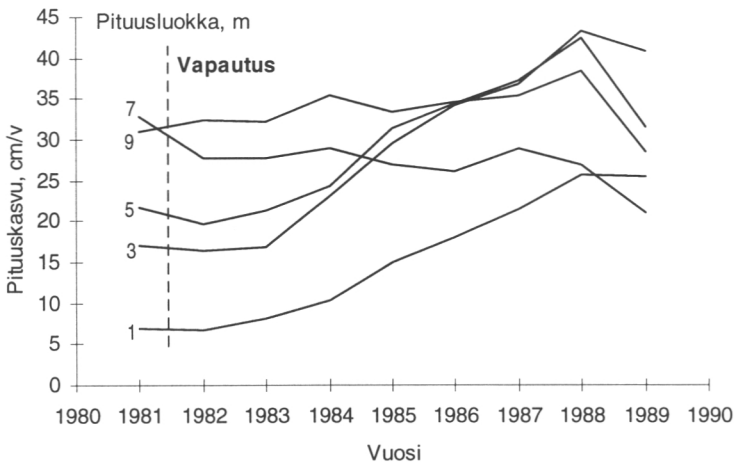
- Onko alikasvos kasvupaikalle sopivaa puulajia?
- Millaiset alikasvospuut jäävät henkiin ja elpyvät?

- Miten nopeasti alikasvostaimikko kehittyi viljelytaimikkoon verrattuna, kun otetaan huomioon alikasvoksen pituusmatka ja elpymiseen kuluva aika?
- Onko täydentäminen mahdollista alikasvoksen ja täydennettävän puulajin taimien pituuskasvun yhteensopivuuden puolesta?

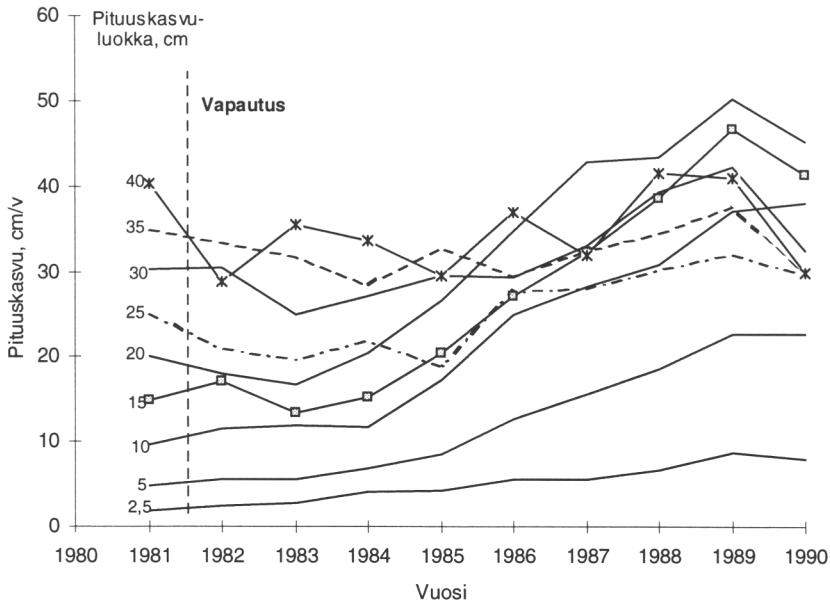
## Kasvureaktion nopeus ja kesto

Vanhojen kuusikoiden alta vapautettujen hyväkuntoistenkin kuusen alikasvospuiden pituuskasvu säilyi entisenä tai hidastui hieman 3-4 vuoden ajaksi vapauttamisen jälkeen Koistisen ja Valkosen (1993) tutkimuksessa (kuva 2). Sen jälkeen kasvu nopeutui koko tutkimusjakson (10 vuotta) lopun ajan. 1-5 metrin pituisten alikasvoskuusten pituuskasvu nopeutui eniten. Sitä pitempien kuusten kasvu reagoi heikommin vapautukseen. Suuret alikasvospuut olivat ilmeisesti saaneet jo ennen vapauttamista nauttia hyvistä kasvuoloista metsikön harvemmissä kohdissa tai pienissä aukoissa.

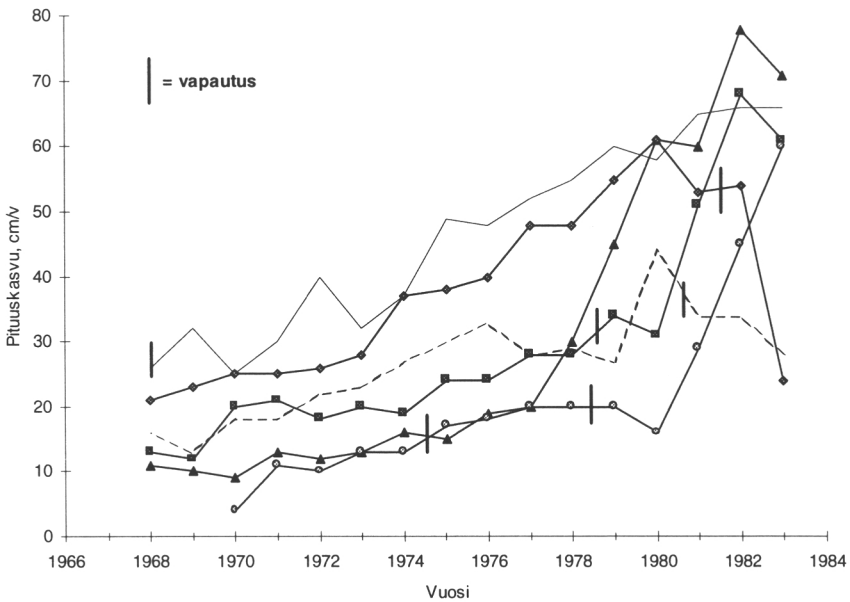
Puiden erilaisten kasvuolojen seuraukset havaittiin myös vapauttamista edeltäneen pituuskasvun tarkastelussa. Niiden kuusten pituuskasvu elpyi eniten, jotka olivat kasvaneet 15-30 cm ennen vapauttamista (kuva 3). Sitä nopeammin kasvaneiden puiden kasvu ei enää lisääntynyt, vaan pysyi ennallaan. Pienet, hitaasti kasvaneet puut elpyivät hitaasti. Ne alkoivatkin jäädä 10-vuotisen tutkimusjakson lopulla isompien puiden varjoon kiristyvässä kilpailussa. Ylispuukoivikon alta vapautettujen hyväkuntoisten kuusen taimien toipumisjakso jäi lyhyeksi Mieli-käisen ja Valkosen (1995) tutkimuksessa. Pituuskasvu alkoi kiihtyä hyvin nopeasti 1-3 vuotta vapauttamisen jälkeen (kuva 4).



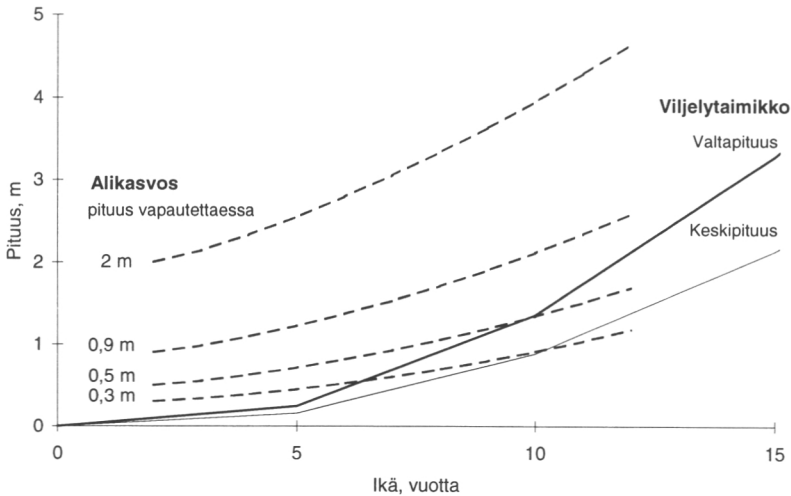
Kuva 2. Kuusen alikasvospuiden pituuskasvun kehitys vapauttamisen jälkeen pituusluokittain. Vapauttamishetkellä alikasvoksen pituus vaihteli välillä 1-7 m. (Koistinen & Valkonen 1993).



Kuva 3. Kuusen alikasvospuiden pituuskasvun kehitys vapauttamisen jälkeen. Esitetty pituuskasvuluokittain vapauttamishetkeä edeltäneen vuoden pituuskasvun mukaan (Koistinen & Valkonen 1993).



Kuva 4. Koivuylispuuston alta vapautettujen kuusten pituuskasvun kehitys ennen vapauttamista ja sen jälkeen kuudessa koemetsikössä (Mielikäinen & Valkonen 1995).



Kuva 5. Eri pituisina vapautettujen kuusen alikasvospuiden pituuskehitys (Koistinen & Valkonen 1993) verrattuna kuusen viljelytaimikon valta- ja keskipituuteen tuoreella kankaalla Etelä-Suomessa (Valkonen 1997). Poistettu ylispuusto 26 m<sup>2</sup>/ha. Taimet istutettiin 2 kasvukauden ikäisinä.

Koistisen ja Valkosen (1993) tutkimien vapautettujen kuusialikasvosten pituuskasvu ei jäänyt merkittävästi jälkeen samaan aikaan vapauttamisen kanssa MT:lle istutetuista kuusista, jos alikasvospuut olivat vapautettaessa yli 1 m pitkiä (kuva 5). Tätä pienemmät alikasvokset jäivät viljelytaimikon valtataimista jälkeen. Jos vertailukohtana käytetään viljelytaimikon keskipituutta, havaitaan, että alikasvosille riitti puolen metrin pituus viljelytaimille pärjäämiseen. Alikasvosaineisto edusti hyväkuntoisia, elpymiskyvyltään varsin hyviä alikasvoksia.

## Elpymiskyvyn arvioiminen ja pituuskasvu

### Kasvunopeus

Mitä pitemmät vuosikasvaimet alikasvospuulla on, sitä paremmat edellytykset sillä on selviytyä vapauttamisesta hengissä ja kasvaa nopeasti vapauttamisen jälkeenkin. Ennen vapauttamista kaikkein nopeimmin (30-40 cm/v) kasvaneiden puiden pituuskasvu lisääntyy vain vähän vapauttamisen jälkeen. Elpymisreaktio on nopein ja voimakkain kuusilla, joiden kasvu on ollut keskimääräistä tai sitä hitaampaa (10-25 cm/v) (Koistinen & Valkonen 1993). Ruotsalaisten suositusten mukaan kuusialikasvoksen pituuskasvun tulisi olla vähintään 3-10 cm hyvän elpymiskyvyn takaamiseksi (Hannerz & Gemmel 1994). Jos puun vuotuinen pituuskasvu on vapauttamista edeltäneinä vuosina nopeutunut, puu elpyy todennäköisesti nopeammin kuin kasvuaan hidastanut puu.

## Puun koko

Saman metsikön suuret alikasvospuut ovat yleensä parempikuntoisia ja nopeampikasvuisia kuin pienet. Metsikön alikasvospuut ovat usein hämmästyttävän samanikäisiä, vaikka niiden pituusero olisikin suuri (Koistinen & Valkonen 1993). Suurempi koko merkitsee siis luonnollisesti sitä, että puu on kasvanut nopeammin kuin pienempi, suunnilleen samanikäinen kollegansa. Iän vaikutuksesta elpymiskykyyn on vieläkin olemassa ristiriitaisia käsityksiä. Nuoremmat alikasvokset elpyvät ilmeisesti nopeammin ja varmemmin kuin vanhat. Tämä ei kuitenkaan ole välttämättä osoitus puun vanhuudenheikkoudesta, vaan se voi osittain johtua kovasta kilpailusta ja hitaasta kasvusta (Vaartaja 1952, Oliver ja Larson 1990, Hannerz ja Gemmel 1994). Käytännössä voidaan ajatella, että kahdesta samanpituisestä alikasvospuusta vanhempi on kasvanut hitaammin, mikä kertoo sen huonommasta kunnosta ja hitaammasta elpymisestä.

## Latvus

Hyväkuntoisen alikasvospuun pääranan vuosikasvain on pitempi kuin oksien vuosikasvain. Latvus on nopeamman kasvun seurauksena pitkä ja kapea, kun taas kurjistuneiden, hitaasti kasvaneiden puiden latvus on lyhyt ja pituuteen nähden leveä (Pöntynen 1929, Lesinski ja Sundkvist 1993).

On muistettava, että alikasvospuun elpymiskykyä ei voi arvioida pelkästään pituuskasvuun liittyvien seikkojen perusteella. Siihen vaikuttavat monet muut puun ja sen kasvuympäristön ominaisuudet. Niistä voi lukea enemmän esimerkiksi uudesta alikasvoskirjasta (Moilanen ja Saksa 1998).



Kuusialikasvos vuoden kuluttua vapautushakkuusta.

# Kirjallisuus

- Bergan, J. 1987. Virkningen av björkeskjerm på etablering og vekst hos bartraer utplantet i Nord-Norge. Summary: The influence of birch shelter trees on establishment and growth of conifers planted in North Norway. Norsk Institutt for Skogforskning, Rapport 10. 47 s.
- Cajander, E. 1934. Kuusen taimistojen vapauttamisen jälkeisestä pituuskasvusta. Referat: Über den Höhenzuwachs der Fichtenpflanzbestände nach der Befreiung. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 19(5). 59 s.
- Hannerz, M. & Gemmel, P. 1994. Granföryngrung under skärm - en litteraturstudie med kommentarer. SkogForsk, Redogörelse 4. 51 s.
- Kimmins, J. 1987. Forest ecology. Macmillan Publishing Company, New York. 531 s.
- 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 alikasvostaimien pituuskehitykselle Etelä-Suomessa. Silva Fennica 27(3): 179-194.
- Larcher, W. 1995. Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of function groups. 3<sup>rd</sup> edition. Springer Verlag, New York. 506 s.
- Lesinski, J. & Sundkvist, H. 1993. Morfological diversity in advance growth of conifers native to Sweden. Teoksessa: Hagner, M. (toim.). Silvicultural alternatives. Proceedings from an internordic workshop June 22-25, 1992. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture, Reports 35: 104-110.
- Mielikäinen, K. & Valkonen, S. 1995. Kaksijaksoisen kuusi-koivu -sekametsikön kasvu. Folia Forestalia 1995(2): 81-97.
- Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.). 1998. Alikasvokset metsänuudistamisessa - varjosta valoon. Pihlaja-sarja nro 3. Metsälehti Kustannus ja Metsäntutkimuslaitos. 123 s.
- Oliver, C. & Larson, B. 1990. Forest stand dynamics. McGraw-Hill, New York. 467 s.
- Pöntynen, V. 1929. Tutkimuksia kuusen esiintymisestä alikasvoksina Raja-Karjalan valtionmailla. Referat: Untersuchungen über das Vorkommen der Fichte (*Picea excelsa*) als Unterwuchs in den finnischen Staatswäldern von Grenz-Karelien. Acta Forestalia Fennica 35(1). 235 s.
- Tham, Å. 1988. Yield prediction after heavy thinning of birch in mixed stands of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and birch (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.). Sammanfattning: Produktionsförutsägelser vid kraftiga gallringar av björk i blandbestånd av gran (*Picea abies* (L.) Karst.) och björk (*Betula pendula* Roth & *Betula pubescens* Ehrh.). Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Yield Research. Report 23.

- Vaartaja, Y. 1952. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Summary: On the recovery of released pine advance growth and its silvicultural importance. Acta Forestalia Fennica 58(3). 133 s.
- Valkonen, S. 1997. Viljelykuusikoiden alkukehityksen malli. Folia Forestalia 3/1997: 321-347. (Uusintapainos Folia Forestalia 4/1997).

# Ylispuiden korjuun vaikutus Lapin mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen

*Mikko Hyppönen*

## Johdanto

Ylispuiden korjuun taimikolle aiheuttamiin vaurioihin on kiinnitetty huomiota useiden metsien luontaista uudistamista käsitelleiden tutkimusten yhteydessä jo vuosikymmeniä sitten (esim. Vaartaja 1951, Hagner 1962, Hänninen ym. 1972). Varsinaiset ylispuuhakkuiden vaurio- ja korjuujälkitutkimukset aloitettiin 1970-luvulla. Koivuverhopuiden poiston aiheuttamia vaurioita ovat tutkineet mm. Thesslund (1975) ja Niemistö (1995). Mäntysiemenpuiden ja/tai kuusisuojuispuiden hakkuuta taas ovat selvittäneet mm. Andersson ja Fries (1979), Maukonen (1987), Mäkelä (1990, 1992), Peltoniemi (1991) sekä Westerberg ja Berg (1994).

Useiden tutkimusten mukaan vaurioihin vaikuttavat eniten hakkuukertymä ja taimikon tiheys. Mitä suurempi on hakkuukertymä ja mitä tiheämpi on taimikko, sitä enemmän aiheutuu myös vaurioita (Thesslund 1975, Leinonen ym. 1989). Myös taimikon pituudella on useiden tutkimusten mukaan vaikutusta tuhoihin. Mitä pitempi taimikko on, sitä enemmän taimia vaurioituu (Erkkilä 1979, Sievänen 1986, Leinonen ym. 1989). Päinvastaisiakin tuloksia on saatu (Wuolijoki 1983). Maukonen (1987) sekä Westerbergin ja Bergin (1994) mukaan taimikon pituudella ei ole vaikutusta tuhojen määrään.

Muita vaurioiden määrään vaikuttavia tekijöitä ovat ajourien määrä (Thesslund 1975, Maukonen 1987), hakkuualueen koko (Maukonen 1987) ja muoto (Flander 1985) sekä lumen syvyys ja korjuunaikainen ilman lämpötila (Erkkilä 1979). Erkkilän (1979) ja Roiko-Jokelan (1983) mukaan ylispuiden korjuu aiheuttaa taimikon pitiuteen ja pituuskasvuun useiden vuosien taantuman. Harstela ja Rantonen (1988) esittelevät kirjallisuustutkimuksessaan joukon keinoja vaurioiden välttämiseen.

Seuraavassa esitellään tuloksia ylispuiden korjuun vaikutuksista Lapin luontaisesti syntyneiden mäntytaimikoiden taimikkotunnuksiin ja kasvatuskelpoisuuteen. Vaikutusten syihin paneudutaan toisessa yhteydessä.

## Aineisto ja menetelmät

Aineisto muodostui silloisen Lapin metsälautakunnan alueen yksityismetsien leimaustilastosta poimitusta 33 ylispuustoisesta mäntytaimikon otoksesta. Taimikot jakautuivat suhteellisen tasaisesti Lapin metsälautakunnan alueelle (kuva 1). Kukin ylispuutaimikko muodosti yhden havaintoyksikön. Inventointimenetelmänä oli systemaattinen koeala-arviointi. Koealan koko oli 10 m<sup>2</sup>. Taimikot inventoitiin kahteen kertaan, ennen korjuuta ja korjuun jälkeen. Koealan keskipiste merkittiin huomaamattomasti muoviputkella, jotta korjaaja ei tietäisi alueen olevan tutkimuskohteena eikä osaisi varautua korjaamaan leimikkoa tavanomaista huolellisemmin. Tietoja kerättiin myös taimikoiden korjuuolosuhteista.

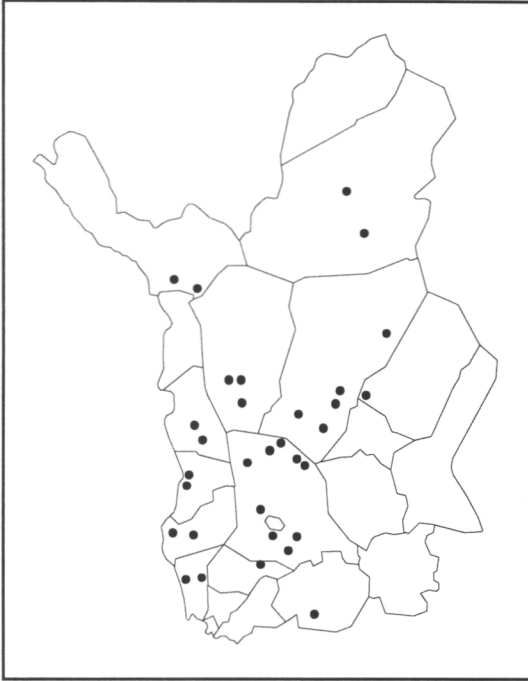
Koealoilta laskettiin ensimmäisellä kerralla mm. yli 10 cm pitkien taimien kokonaismäärä ja kehityskelpoisten taimien määrä puulajeittain sekä kehityskelpoisten taimien keskipituus ja keski-ikä. Kehityskelpoisiksi taimiksi valittiin silmävaraisesti kuntonsa ja laatunsa puolesta parhaat, yli 10 cm:n pituiset taimet. Niitä sai olla enintään viisi yhdellä koealalla. Määrä vastaa 5 000 taimen hehtaariheyttä. Taimien etäisyyden tuli olla vähintään 80 cm toisistaan. Kehityskelpoisten taimien piti sopeutua koealalla ja sen läheisyydessä, pituutensa ja kuntonsa puolesta ympäröivään taimikkoon (Valtakunnan... 1979). Taimien tuli myös puulajin puolesta sopia kasvupaikalle Lapin metsälautakunnan metsänhoitosuosituksen mukaisesti (Metsänhoitosuositukset 1990). Kehityskelpoisiksi luokiteltuja taimia ei merkitty. Joka viidenneltä koealalta mitattiin taimitietojen lisäksi mm. tiedot ylispuustosta.

Toisella inventointikierröksellä koealoilta laskettiin taimien kokonaismäärä ja vaurioituneitten taimien kokonaismäärä aiheuttajittain ja vauriotyypeittäin. Vaurioituneet taimet luokiteltiin vaurion aiheuttajan mukaan neljään luokkaan: hakkuutyössä vaurioituneet, hakkuutähteiden alle jääneet, metsäkuljetuksessa vaurioituneet ja muista syistä vaurioituneet taimet. Lisäksi määritettiin lisäksi kehityskelpoisten taimien määrä ja keskipituus puulajeittain. Korjuussa tuhoutuneet kehityskelpoiset taimet korvattiin seuraavaksi parhailla taimilla, jos koealalla oli pituuden, kunnon, sijainnin ja puulajin puolesta sopivia korvaavia taimia.

Kunkin taimikon kasvatuskelpoisuusluokka määritettiin laskemalla toisaalta tyhjien koealojen määrä taimikossa ja toisaalta kehityskelpoisten taimien määrä. Kasvatuskelpoisuusluokkien rajat ja nimet olivat seuraavat (ks. Pohtila ja Valkonen 1985, Räsänen *ym.* 1985):

Kasvatuskelpoisuusluokka	Taimia vähintään, kpl/ha	Tyhjiä koealoja enintään, %
Hyvä	2000	13
Tyydyttävä	1200	30
Välttävä	500	60
Huono	-	100

Koealoja mitattiin yhteensä 1 141 kpl 33 taimikosta. Koealoja oli keskimäärin 35 kpl taimikkoa kohti. Taimikoiden keskikoko oli 2,4 ha ja kokonaisala 80,4 ha.



Kuva 1. Tutkimustaimikoiden sijainti.

Korjuun aikana lumen paksuus oli keskimäärin 25 cm. Noin puolet leimikoista korjattiin lumettomana aikana, neljännes vähän lumen aikana (lunta enintään 50 cm) ja neljännes paksun lumen aikana (yli 50 cm). Korjuun aikana ilman lämpötila oli keskimäärin  $-1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Yli puolet leimikoista korjattiin lämpötilan ollessa yli  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , noin kolmannes pakkasen ollessa  $0\text{--}10\text{ }^{\circ}\text{C}$  ja neljä leimikkooa alle  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ :n pakkasella.

Ylispuustoa leimikoissa oli keskimäärin  $45\text{ m}^3/\text{ha}$ . Alle  $40\text{ m}^3/\text{ha}$  oli noin 40 %:lla leimikoita ja  $40\text{--}80\text{ m}^3/\text{ha}$  noin 50 %:lla leimikoita. Muutamassa tapauksessa ylispuuta oli  $120\text{--}130\text{ m}^3/\text{ha}$ . Suurin osa ylispuustoista korjattiin miestyönä (79 %) ja vain viidennes monitoimikoneella. Ajokoneena korjuussa oli yleensä metsätraktori (88 %).

## Tuloksia

### Tiheys

*Taimien kokonaismäärä* taimikoissa oli ennen ylispuiden korjuuta keskimäärin noin  $8\ 400\text{ kpl}/\text{ha}$ . Hehtaaritiheys vaihteli  $2\ 800$  ja  $21\ 200$  taimen välillä (taulukko 1). Tiheys alentui korjuun aikana taimien tuhoutumisen ja vaurioitumisen takia keskimäärin lähes  $1\ 400\text{ kpl}/\text{ha}$  eli 17 % (taulukko 1). Kolme viidesosaa viallisista taimista oli vaurioitunut metsäkuljetuksessa, neljännes hakkuutyössä ja kuudennes hakkuutähteiden takia. Muutama taimi oli vaurioitunut myös muista kuin korjuun

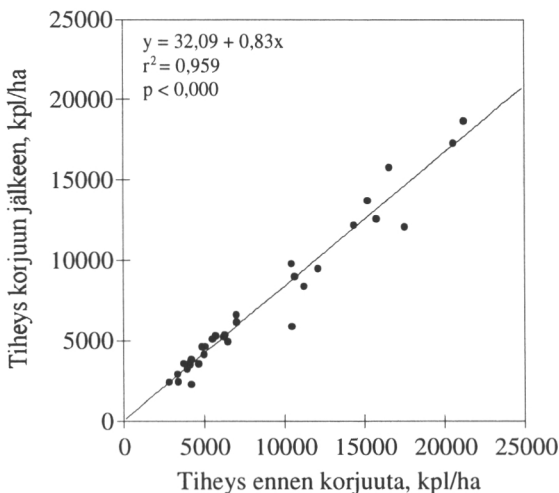
aiheuttamista syistä. Nämä vauriot arvioitiin porojen ja sienien aiheuttamiksi. Pie-nimmillään muutos oli vain 138 kpl/ha ja suurimmillaan 5 440 kpl/ha. Suurimmas-sa osassa taimikoita taimia vaurioitui ja tuhoutui alle 1 000 kpl/ha. Taimihävikki vaihteli 4 %:n ja 45 %:n välillä. Vaurioitumattomien taimien perusteella määritet-ty taimikoiden kokonaistiheys korjuun jälkeen riippui lineaarisesti korjuuta edel-tävästä tiheydestä (kuva 2).

Kuntonsa, kasvutilansa, pituutensa ja puulajinsa puolesta *kehityskelpoisia taimia* tutkituissa taimikoissa oli keskimäärin lähes 2 100 kpl/ha ennen korjuuta (taulukko 1). Kehityskelpoisten taimien määrä hehtaarilla vaihteli 1 000 ja 3 800 taimen välillä. Kehityskelpoisten taimien määrä vähentyi korjuussa keskimäärin 360 kpl/ha, noin 17 %. Vähimmillään taimia ei hävinnyt lainkaan ja enimmillään lähes puolet (45 %). Kehityskelpoisten taimien tiheys korjuun jälkeen riippui korjuuta edeltävästä tiheydestä samalla tavalla kuin kokonaistiheyskin.

Taulukko 1. Taimikoiden tiheys ennen korjuuta ja korjuun jälkeen. Taimikoita 33 kpl.

Inventointikerta	Kokonaistaimimäärä, kpl/ha			
	keskiarvo	keskihajopnta	min	max
Ennen korjuuta	8421	5393	2821	21212
Korjuun jälkeen <sup>1)</sup>	7026	4573	2300	18667
	Kehityskelpoisten taimien määrä, kpl/ha			
Ennen korjuuta	2087	771	1000	3778
Korjuun jälkeen	1730	620	632	3164

<sup>1)</sup> Vaurioitumattomat taimet



Kuva 2. Korjuun jälkeisen tiheyden riippuvuus korjuuta edeltävästä tiheydestä.

## Aukkoisuus

Kehityskelpoisten taimien puuttumisen perusteella määritetty taimikoiden tyhjien koealojen määrä eli aukkoisuus oli ennen ylispuiden korjuuta keskimäärin 16,6 % (taulukko 2). Vähimmillään tyhjiä koealoja ei ollut lainkaan, mutta enimmillään lähes puolet metsikön koealoista. Osa taimikoista oli siten erittäin aukkoisia jo ennen korjuuta, mikä on tyypillistä luontaisesti syntyneille mäntytaimikoille erityisesti silloin, jos siemenpuut jäävät liian pitkäksi ajaksi taimikon päälle (Niemi ym. 1993). Korjuun jälkeen aukkoisuus lisääntyi. Tyhjiä koealoja oli keskimäärin 24,3 %. Pienin tyhjien koealojen osuus oli edelleen 0 % ja suurin yli 50 %.

Taulukko 2. Taimikoiden aukkoisuus ennen korjuuta ja korjuun jälkeen tyhjien koealojen suhteellisen osuuden perusteella.

Inventointikerta	Tyhjien koealojen määrä, %			
	keskiarvo	keskihajonta	min	max
Ennen korjuuta	16,6	12,0	0,0	47,4
Korjuun jälkeen	24,3	11,2	0,0	52,6

## Keskipituus

Taimikoiden keskipituus oli ennen korjuuta keskimäärin 2,1 m. Pituus vaihteli 0,2 ja 6,9 metrin välillä. Pisimmät taimikot olivat kehitysluokaltaan lähellä nuorta kasvatusemetsää. Taimikoiden keskipituus pysyi korjuussa keskimäärin suunnilleen ennallaan. Keskipituus riippui lähes täydellisesti korjuuta edeltävästä keskipituudesta.

## Kasvatuskelpoisuus

Kasvatuskelpoisuuden mukaan tarkasteltuna taimikoista oli ennen korjuuta yli 40 % hyviä ja yli 80 % hyviä tai tyydyttäviä (taulukko 3). Korjuun jälkeen hyviä taimikoita oli tiheyden laskettua ja aukkoisuuden lisääntyttyä enää 12 % ja hyviä tai tyydyttäviä noin 60 %. Välttävissä kunnossa olevien taimikoiden määrä oli kaksinkertaistunut. Huonoja, uudelleen viljeltäviä ylispuuhakkuukohteita ei ollut lainkaan ennen korjuuta eikä korjuun jälkeenkään. Taimikoiden pinta-alojen perusteella lasketut kasvatuskelpoisuusluokkajakaumat olivat suunnilleen samanlaiset kuin lukumäärien perusteella lasketut jakaumat.

Taulukko 3. Taimikoiden jakautuminen kasvatuskelpoisuusluokkiin ennen korjuuta ja korjuun jälkeen lukumäärän ja pinta-alan perusteella.

Kasvatuskel- poisuusluokka	Osuus taimikoiden lukumäärästä, %		Osuus taimikoiden pinta-alasta, %	
	Ennen	Jälkeen	Ennen	Jälkeen
Hyvä	42,4	12,1	31,2	7,8
Tyydyttävä	39,4	51,5	50,5	50,1
Välttävä	18,2	36,4	18,3	42,0
Huono	0,0	0,0	0,0	0,0

## 4 Tarkastelu

Tutkimuksessa tarkasteltiin ylispuiden korjuun vaikutuksia taimikoiden kasvatuskelpoisuuteen ja sen osatekijöihin. Taimia vaurioitui tässä tutkimuksessa keskimäärin 17 % kokonaistaimimäärästä. Tulokset vastaavat hyvin aikaisemmissa tutkimuksissa saatuja tuloksia (Lehto 1956, Erkkilä 1979, Andersson ja Fries 1979, Maukonen 1987, Mäkelä 1990, Peltoniemi 1991) muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta (Wuolijoki 1983, Sievänen 1986, Westerberg ja Berg 1994). Kaikissa poikkeavissa tutkimuksissa ylispuuston poistuma oli vähintään kaksinkertainen, mutta jopa nelinkertainen tämän tutkimuksen poistumiin verrattuna. Toisaalta myös Mäkelän (1990) ja Peltoniemen (1991) tutkimuksissa ylispuuston tilavuudet olivat suuria.

Taimikoiden kasvatuskelpoisuustunnuksiin kuuluva aukkoisuus eli tyhjien koealojen suhteellinen osuus lisääntyi korjuussa 7,7 %-yksikköä. Aukkoisuus määritettiin kehityskelpoisten taimien perusteella. Wuolijoki (1983) sai aukkoisuuden muutokseksi suunnilleen saman (6,2 %-yksikköä), vaikka taimia tuhoutui suhteellisesti huomattavasti enemmän kuin tässä tutkimuksessa. Sieväsen (1986) tutkimuksessa aukkoisuus lisääntyi 10-15 %-yksikköä ja Maukosen (1987) tutkimuksessa 5 %-yksikköä mäntytaimikoissa ja 16 %-yksikköä kuusitaimikoissa. Aukkoisuuden määrittelyssä on eroja, joten vertailuun on suhtauduttava varauksella.

Käsillä olevassa tutkimuksessa taimikoiden kasvatuskelpoisuus heikkeni selvästi. Pinta-alalla mitattuna taimikoista oli ennen korjuuta hyviä ja tyydyttäviä 81 %, korjuun jälkeen enää 58 %. Yksikään taimikko ei kuitenkaan muuttunut kasvatuskeltottomaksi. Maukosen (1987) ja Sunin (1990) tutkimuksissa kasvatuskelpoisuus heikkeni samaan tapaan.

Erkkilän (1979) ja Sieväsen (1986) mukaan taimikoiden keskipituus pieneni korjuussa suurten taimien vaurioituessa herkemmin kuin pienten. Tässä tutkimuksessa samanlaista ilmiötä ei havaittu, vaan keskipituus pysyi suunnilleen ennallaan, jopa hieman suureni. Myös Westerberg ja Berg (1994) totesivat taimikon keskipituuden lievästi suurenevan korjuun vaurioittaessa enemmän pieniä kuin suuria taimia.

Metsäkuljetus aiheutti tässä tutkimuksessa suurimman osan vaurioista kuten myös Thesslundin (1975) tutkimuksessa. Kuljetusvaurioihin luettiin myös ajourien raivauksen aiheuttamat vauriot. Wuolijoki (1983) ja Frilander (1985) totesivat kuitenkin hakkuun aiheuttaneen valtaosan vaurioista. Hakkuutähteiden katsottiin tässä tutkimuksessa aiheuttaneen 17 % kaikista vaurioista taimien jäädessä tähteiden alle. Hagnerin (1962) mukaan hakkuutähteet voivat aiheuttaa taimien vaurioitumisen ja kuoleamisen, jos hakkuutähteet jätetään kasoiksi taimien päälle. Saman totesi myös Lehto (1956).

## Kirjallisuus

- Andersson, O. & Fries, J. 1979. Orienterande försök rörande plantskador vid fröträdsavverkning. Summary: Pilot study on plant damage in a seed tree cutting. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 2: 123-129.
- Erkkilä, L. 1979. Mäntytaimikoiden kunto ylispuiden poiston jälkeen kangasmailla Lapissa. Metsänhoitotieteen laudaturtyö metsätutkintoa varten. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Helsinki. 45 s.
- Frilander, O. 1985. Pienikokoisen lehtiverhopuuston korjuun kuusentaimitkelle aiheuttamat vauriot. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Helsinki. 75 s.
- Hagner, S. 1962. Naturlig förnygring under skärm. En analys av förnygringsmetoden, dess möjligheter och begränsningar i mellannorrländskt skogsbruk. Summary: Natural regeneration under shelterwood stands. An analysis of the method of regeneration, its potentials and limitations in forest management in middle North Sweden. Meddelanden från statens skogsforskningsinstitut. Band 52(4). 263 s.
- Harstela, P. & Rantonen, H. 1988. Ylispuuhakkuun taimikoille aiheuttamat vauriot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 286: 18-22.
- Hänninen, T., Räsänen, P.K. & Yli-Vakkuri, P. 1972. Männyn ja kuusen luontaisen uudistamisen antamista tuloksista Etelä-Suomen kangasmailla. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 7. 96 s.
- Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of Southern Finland. Acta Forestalia Fennica 66. 106 s.
- Leinonen, K., Leikola, M., Peltonen, A. & Räsänen, P. K. 1989. Kuusen luontaisen uudistaminen Pirkka-Hämeen metsälautakunnassa. Summary: Natural regeneration of Norway spruce in Pirkka-Häme Forestry Board District, southern Finland. Acta Forestalia Fennica 209. 53 s.
- Maukonen, A. 1987. Ylispuuhakkuun taimikolle aiheuttamat vauriot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 244. 30 s.
- Metsänhoitosuosituksien 1990. Lapin metsälautakunta. 32 s.
- Mäkelä, M. 1990. Ylispuiden poisto Pika 75- ja FMG 707/12 S Motonalle-harvesteilla. Review: The removal of seed trees and shelterwood using Pika 75 and FMG 707/12 S harvesters. Metsätehon katsaus 19. 4 s.

- Mäkelä, M. 1992. Ylispuiden poistohakkuiden korjuutekniikka. Review: Harvesting technique used for removal of seed and shelterwood trees. Metsätehon katsaus 6. 6 s.
- Niemistö, P. 1995. Turvemaan hieskoivikon tiheyden vaikutus alikasvoskuusikon tiheyteen. Julkaisussa: Poikolainen, J. & Väärä, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Kuusamossa 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 552: 87-103.
- Niemistö, P., Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys pitkitetyn luontaisen uudistamisvaiheen aikana. Summary: Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. Folia Forestalia 826. 26 s.
- Peltoniemi, T. 1991. Ylispuiden poisto konetyönä, miestyönä ja niiden yhdistelmänä. Review: Removal of seed and shelterwood trees mechanically, manually and by using combination of both. Metsätehon katsaus 18. 4 s.
- Pohtila, E. & Valkonen, S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Summary: Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned forests of Finnish Lapland. Folia Forestalia 631. 19 s.
- Roiko-Jokela, P. 1983. Taimikoiden kunto ylispuiden poiston jälkeen. Julkaisussa: Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1983. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 72-82.
- Räsänen, P. K., 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.
- Sievänen, M. 1986. Kuusi- ja mäntyalikasvoksen kehitys ja hyväksikäyttömahdollisuudet mustikkatyypillä esimerkkitaipauksen valossa. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Helsinki. 94 s.
- Suni, J. 1990. Korjuu-uramenetelmä ylispuiden poistossa. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, metsäteknologian laitos. Helsinki. 97 s.
- Thesslund, O. 1975. Tutkimus kookkaan kuusitaimiston vaurioitumisesta ylispuiden poistossa. Tehdaspuu Oy. Tutkimuslaskelma 43. 59 s.
- Vaartaja, O. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Summary: On the recovery of released pine advance growth and its silvicultural importance. Acta Forestalia Fennica 59(1): 1-133.
- Valtakunnan metsänuudistamisen inventointi 1979. Kenttätöiden ohjeet. Metsäntutkimuslaitos, metsänhoidon tutkimusosasto. Konekirjoite. Helsinki. 32 s.
- Westerberg, D. & Berg, S. 1994. Avverkning av överståndare. Försöksmetod för att bestämma prestation, kostnad och skador på förnygringen. Summary: Felling of standards. Trial method for determining productivity, costs and damage to advanced growth. Skog Forsk. Redogörelse 10. 26 s.
- Wuolijoki, K. 1983. Tutkimus suojuuspuukaistaleiden taimettumisesta ja taimikon vaurioitumisesta ylispuuhakkuussa. Metsänhoitotieteen laudaturtyö metsätutkimusta varten. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Helsinki. 48 s.

# Alikasvoksen hyödyntämisen kannattavuus

*Jukka Aarnio*

## Johdanto

Yksittäisen metsikön kiertoajan kuluessa metsänomistajan on tehtävä monia valintoja erilaisten puunkasvatusvaihtoehtojen välillä. Päätöksentekoon vaikuttavat sekä taloudelliset että muut tekijät, kuten maisema-arvot, henkilökohtaiset mieltymykset jne. Yleensä metsänomistajan tavoitteena on kuitenkin saada yksittäisestä metsiköstä ja koko metsälöstään mahdollisimman hyvä taloudellinen tulos.

Metsänuudistamistavan valinta on yksi metsätalouden pitkävaikutteisimmista päätöksistä. Käytettävän uudistamismenetelmän valintaan vaikuttavat biologiset, tekniset ja taloudelliset tekijät. Puunkasvatuksen kannalta riittävänä pidettävä tavoitetaimikko voidaan saavuttaa monella vaihtoehtoisella tavalla. Menetelmästä riippuen kustannukset voivat myös vaihdella merkittävästi. Useimmiten vertailut tehdään luontaisen uudistamisen ja metsänviljelyvaihtoehtojen välillä. Uudistamisessa voidaan käyttää hyväksi myös kasvatettavan puuston alle itsestään syntynyttä alikasvosta, joka joillakin kasvupaikoilla on hyödynnettävissä ilman erityisiä hoitotoimenpiteitä. Periaatteessa menetelmällisesti erilaisia vaihtoehtoja, joille myös kannattavuusvertailut on tehtävä, voi olla jopa neljä: alikasvosuudistaminen, luontainen uudistaminen (siemen- ja suojuspuut), kylvö ja istutus.

## Uudistamisstrategiat

Lähtökohtana uudistamisstrategialle on oltava metsien luontaisen uudistumispotentiaalin täysimääräinen hyödyntäminen (Nygren ym. 1997). Kullakin metsikkökuvioilla on arvioitava ominaispiirteet, jotka on otettava huomioon uudistamisstrategiaa valittaessa. Käytännön päätöksenteossa erilaiset institutionaaliset ohjeet ja suositukset jo osaltaan rajoittavat toteuttamiskelpoisten vaihtoehtojen määrää. Myös kasvupaikka, ilmasto-olot ja olemassa oleva puusto asettavat ehtoja uudistettavan puulajin ja käytettävän uudistamismenetelmän suhteen, samoin erilaiset biologiset ja tekniset rajoitteet.

Käytännön toteutuksessa etenkin alikasvosten hyödyntämistä saattaa rajoittaa ylispuuston päätehakuussa käytettävä korjuumenetelmä. Lisäksi metsänomistajan omaan talouteen ja resurssien käyttöön liittyvät rajoitteet vaikuttavat uudistamismenetelmän valintaan. Käytännössä edullisimman uudistamistavan valinta onkin

nähtävä metsänomistajan taloudellisena päätöksenä metsänhoidollisesti perustelluista vaihtoehdoista.

## Kannattavuuden määrittäminen

Lähtökohtana kannattavuuden määrittämiselle ovat kullekin päätösvaihtoehdolle arvioidut kustannukset ja tulot. Uudistamisinvestoinnin vaikutusaika on yleensä erittäin pitkä. Lähes kaikki kustannukset ajoittuvat päätöksentekoa seuraaviin lähivuosiin, mutta sen sijaan tuloja investoinnista saadaan vasta vuosikymmenten kuluttua. Kustannusten selvittäminen on yleensä helppoa, mutta tulojen arviointiin liittyy runsaasti epävarmuutta (Hämäläinen 1973). Kannattavuusvertailut voidaan tehdä joko nykyarvojen tai sisäisten korkojen perusteella (Honko 1979).

Eriaikaiset kustannukset ja tulot on aluksi muunnettava keskenään vertailukelpoisiksi. Tätä varten otetaan laskelmiin mukaan *laskentakorkokanta*, joka kuvastaa päätöksentekijän investoinnille asettamaa tuottovaatimusta. Sen avulla määritetään ns. diskonttaustekijä, jolla eriaikaiset rahasuoritukset muunnetaan laskentakauden alkuun eli tässä tapauksessa uudistamisajankohtaan nykyarvoiksi. Tämä nettotuottojen *nykyarvo* lasketaan tietyllä laskentakorkokannalla, joka puunkasvatuksen investointilaskelmissa on yleensä 3, 4 tai 5 %. Kannattavin vaihtoehto tietyllä laskentakorkokannalla on se, jonka nykyarvo on suurin.

*Sisäisen korkokannan* menetelmässä lasketaan se korkokanta, jolla kustannusten ja tulojen nykyarvot ovat tarkastelujaksolla yhtä suuret. Mikäli määritetty sisäinen korkokanta ylittää hankkeelle tuottovaatimukseksi asetetun reaalisen tuotto-prosentin, niin investointihanke on kannattava. Uudistamisvaihtoehtojen vertailussa korkein sisäinen korko antaa siis parhaan taloudellisen tuloksen.

## Uudistamisvaihtoehtojen kannattavuusvertailut

Tarkasteltavan aikajänteen pituuden on uudistamisvaihtoehtojen vertailuissa oltava periaatteessa puuston koko kiertoaika. Alikasvosuudistamista ajatellen tarkastelun lähtöoletuksena on se, että tietyn elpymisviiveen jälkeen täystiheän alikasvoksen kasvu ja kehitys vastaa viljelymetsikön kasvua ja kehitystä. Kannattavuuden kannalta olennaisimmat erot syntyvät siis tarkastelujaksos alkuvaiheessa.

Alikasvosten käytöstä saatavat hyödyt ilmenevät konkreettisimmin *aikavoittona* verrattuna muihin uudistamisvaihtoehtoihin. Toisaalta pienten alikasvostaimikoiden hyödyntäminen saattaa merkitä myös *aikatappiota* viljelyvaihtoehtoihin verrattuna. Selvimpinä hyötyinä alikasvosten käytöstä saadaan *kustannussäästöt* uudistamistoimenpiteistä. Sen sijaan mahdollisina haittoina on laskelmissa otettava huomioon alikasvosten säästämistä aiheutuneet *lisäkustannukset* puunkorjuussa.

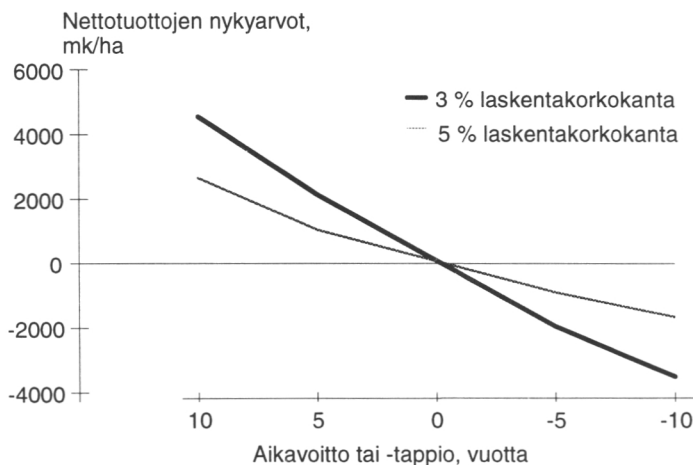
Aikavoiton tai -tappion kannattavuusvaikutuksen selvittämiseksi on arvioitava alikasvoksen toipumis- ja elpymisvaiheen kesto (Mielikäinen & Valkonen 1995). Vaikutus voidaan laskea nettotuottojen nykyarvojen avulla koko kiertoajalle joko

aikaistamalla tai viivästämillä hakkuutuloja vapautettavan alikasvoksen kehitysvaiheen ja sen arvioidun elpymisvauhdin perusteella. Kuvassa 1 on esitetty 5 ja 10 vuoden aikavoiton ja -tappion vaikutus nettotuottojen nykyarvoon OMT-kuusikossa (Vuokila & Väliaho 1980) kahdella harvennuksella ja 70 vuoden kiertoajalla. Laskelmat on ulotettu yhdelle kiertoajalle. Alikasvoskuusikon kasvu sekä kehitys vastaa viljelykuusikkoa.

Hakkuutulojen aikaistuminen 5 vuodella eli aikavoitto vaikuttaa nettotuottojen nykyarvoon 2 000 mk/ha käytettäessä 3 % laskentakorkokantaa (kuva 1). Vastavasti 10 vuoden aikavoitto lisää nykyarvoa yli 4 000 mk/ha. Käytettäessä 5 % laskentakorkokantaa vaikutus jää selvästi pienemmäksi. Alikasvosten käytöstä johtuva 5 ja 10 vuoden aikatappio pienentää nykyarvoja vastaavasti noin 2 000 ja 3 500 mk/ha (3 % korkokanta).

Koistisen & Valkosen (1993) mukaan OMT-tyypillä yli 1,5 metrin ja MT-tyypillä yhden metrin pituiset alikasvostaimet pärjäävät pituuskehityksessä viljelykuusikoiden valtataimille. Em. valtapituuksia pitempien alikasvosten hyödyntäminen merkitsee siten aikavoittoa ja lyhyempien vastaavasti aikatappiota. Kuvan 1 perusteella voidaan esittää arvioita siitä, minkäsuuruiseksi alikasvosten hyödyntämisen nykyarvoina ilmaistu kannattavuusvaikutus muodostuu lähtöpuustoltaan erilaisissa kuusikoissa koko kiertoajan mittaisena tarkasteluna.

Alikasvosten hyödyntäminen tuo metsänomistajalle välittömästi kustannussäästöjä, jotka määräytyvät vaihtoehtoisen uudistamisketjun kustannusten mukaan. Luontaisessa uudistamisessa voivat kustannukset parhaassa tapauksessa jäädä jopa alle 1 000 mk/ha. Sen sijaan istutuksissa hehtaarikohtaiset kustannukset saattavat kohota yli 5 000 markan. Toisaalta alikasvoksen säästäminen yleensä lisäänee kustannuksia sekä hakkuussa että lähikuljetuksessa. Uudistushakkuissa koneellisen



Kuva 1. Alikasvoksen hyödyntämisen aiheuttaman aikavoiton tai -tappion vaikutus nettotuottojen nykyarvoon (mk/ha) 3 ja 5 % laskentakorkokannalla. Esimerkkinä OMT-tyypin kuusikko.

korjuun kustannukset olivat vuonna 1996 keskimäärin 40 mk/m<sup>3</sup> ja metsurityövoimalla 60 mk/m<sup>3</sup>. Mikäli alikasvoksen säästö lisää kustannuksia esimerkiksi 10 - 20 %:lla, niin se merkitsee pahimmassa tapauksessa jopa tuhansien markkojen lisäkustannusta. Pienillä hehtaarikohtaisilla poistumilla korjuu ei kuitenkaan aiheuta minkäänlaista lisäkustannusta.

## Päätelmät

Päätöksentekotilanteessa alikasvoksen käyttö ei ole useinkaan edes mahdollinen uudistamisvaihtoehto. Tässä esityksessä kannattavuusvertailun lähtökohtana on kuitenkin yksinomaan sellainen puunkorjuun jälkeinen alikasvostaimikko, joka vastaa kyseisen kasvupaikkatyypin viljelymetsikköä. Toisaalta on muistettava myös se, että selvästi nykyistä viljelytiheyttä alhaisemmilla runkoluvuilla taimikkoa voidaan pitää puunkasvatuskelpoisena. Tätä näkökulmaa ei tarkastelussa oteta esille.

Mikäli alikasvoksen käytöstä johtuvan aikatapion nykyarvo on pienempi kuin sitä vastaavan uudistamisvaihtoehdon kustannus, niin tällöin alikasvoksen käyttö on periaatteessa kannattavampaa kuin vertailtava vaihtoehto. Aikavoitto vastavasti lisää hyötyä alikasvoksen eduksi, jolloin *kokonaishyöty = aikavoiton nykyarvo + uudistamisen kustannussäästöt*. Päätöksentekotilanteessa onkin syytä muistaa, että aikatappiosta huolimatta alikasvoksen hyödyntäminen voi olla kannattavampi vaihtoehto kuin esimerkiksi istutus. Edellisten osatekijöiden lisäksi on joissakin tapauksissa otettava huomioon myös korjuun lisäkustannukset, joilla on negatiivinen vaikutus alikasvosuudistamisen kannattavuuteen.



Alikasvosten koko kiertoaikaisesta kehityksestä on suhteellisen niukasti tutkimustietoa, joten kasvun ja kehityksen ennusteisiin liittyy runsaasti erilaisia epävarmuustekijöitä. Alueellisestikin alikasvosten käyttömahdollisuudet vaihtelevat merkittävästi. Alikasvoksella saatavan samanpituisen aikavoiton tai -tappion kannattavuusvaikutus on selvästi suurempi Etelä-Suomessa kuin Pohjois-Suomessa. Rehevien kasvupaikkojen kyseessä ollen on syytä huomata, että jo lyhyenkin aikavoiton tai -tappion kannattavuusvaikutus on melko suuri.

Alikasvos on vaputettu hieskoivikon alta

## Kirjallisuus

- Honko, J. 1979. Investointien suunnittelu ja tarkkailu. WSOY.
- Hämäläinen, J. 1973. Profitability comparisons in timber growing; underlying models and empirical applications. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 77(4). 178 s.
- Koistinen, E. & Valkonen, S. 1993. Models for height development of Norway spruce and Scots pine advance growth after release in southern Finland. *Silva Fennica* 27(3): 179-194.
- Mielikäinen, K. & Valkonen, S. 1995. Kaksijaksoisen kuusi-koivu -sekametsikön kasvu. *Folia Forestalia* 1995(2): 81-97.
- Nygren, M., Ahonen, M., Koskinen, R., Kubin, E. & Mälkönen, E. 1997. Monimuotoinen metsänuudistaminen – Uudistamismenetelmien perustan tarkastelua. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 636.
- Vuokila, Y. & Väliaho, H. 1980. Viljeltyjen havupuumetsiköiden kasvatusmallit. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae*. 99(2). 271 s.



## **Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja -sarjassa aiemmin ilmestyneitä julkaisuja (Muhoksen tutkimusasema):**

- Nro 281 Mikko Moilanen, Ari Ferm ja Jorma Issakainen. Kasvihuonekokeita erilaisten jätteaineiden vaikutuksesta hieskoivun alkukehitykseen turvealustalla. 1987.
- Nro 290 Pentti Niemistö. KTP-84 tiedonkeruupäätte metsässä kerättävän tiedon tallennusvälineenä. 1988.
- Nro 295 Metsäntutkimuspäivä Kärsämäellä 1987. 1988.
- Nro 299 Eero Kubin ja Jarmo Poikolainen (toim.). Ekologisten ja ekofysiologisten tutkimusten painopistealueet ja mittausvälineiden tarve metsänhoidon tutkimusosastolla. 1988.
- Nro 327 Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1988. 1989.
- Nro 361 Metsäntutkimuspäivät Oulussa 1989. 1990.
- Nro 381 Jukka Valtanen. Peltojen metsityksen onnistuminen Pohjois-Pohjanmaalla 1970-luvulla. 1991.
- Nro 387 Metsäntutkimuspäivät Haapajärvellä 1990. 1991.
- Nro 388 Jukka Valtanen ja Arne Lehtosaari. Männyn uudistumiseen vaikuttavat tekijät Siikalatvan alueella. 1991.
- Nro 389 Matti Oikarinen. Suomussalmen männynviljelyinventointi. 1991.
- Nro 419 Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1991. 1992.
- Nro 432 Pentti Niemistö. Runkolukuun perustuvat harvennusmallit. 1992.
- Nro 461 Eero Kubin. Metsäekologisen havaintoverkoston kehittäminen. 1993.
- Nro 464 Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1992. 1993.
- Nro 499 Jorma Issakainen, Mikko Moilanen & Klaus Silfverberg. Turvetuhkan vaikutus männyn kasvuun ja ravinnetilaan ojitetuilla rämeillä. 1994.
- Nro 503 Jukka Valtanen. Männyn luontainen uudistaminen Keski-Pohjanmaalla. 1994.
- Nro 508 Metsäntutkimuspäivä Muhoksella 1993. 1994.
- Nro 520 Riikka Repo ja Jukka Valtanen. Maan ominaisuudet metsänviljelyssä - mätästyksen perusteet. 1994.
- Nro 528 Mikko Moilanen ja Jorma Issakainen. Uudisojituksen ja lannoituksen keskinäisen ajoituksen vaikutus puuston kehitykseen rämeillä. Summary: The importance of the mutual timing of ditching and fertilization to the growth increase of tree stands on pine mires. 1994.
- Nro 533 Jukka Valtanen. Pohjois-Suomen suuret avohakkuut 1946-70. Yhteiskunnallinen tausta, toteutus ja vaikutukset. 1994.
- Nro 550 Jukka Valtanen. Koekentiltä käytäntöön. Muhoksen tutkimusasema 1969-94. 1995.
- Nro 551 Jukka Valtanen (toim.). The natural regeneration of forests in Finland and Russian Karelia. 1995.
- Nro 552 Metsäntutkimuspäivä Kuusamossa 1994. 1995.
- Nro 598 Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1995. 1996.
- Nro 608 Jukka Valtanen ja Tapani Tasanen. Männyn viljelytavan valinta. 1996.
- Nro 666 Eero Kubin, Jorma Pasanen ja Pentti Savilampi. Korkeiden alueiden metsien uudistaminen Kainuussa ja Koillismaalla. 1997.
- Nro 668 Pentti Niemistö ja Tuula Väärä (toim.). Rauduskoivu tänään — ja tulevaisuudessa. Tutkimuspäivä Tampereella 12.3.1997. 1998.
- Nro 674 Mikko Moilanen, Pekka Pietiläinen ja Tuula Väärä (toim.). Metsäntutkimuspäivä Pyhäsalmella 1996. 1998.
- Nro 687 Samuli Kempainen, Harri Lippo, Risto Hiljanen ja Pirkko Selin. Haihdutus ja maaperäimeytys turvetuotannon vesienkäsittelyssä. 1998.
- Nro 693 Jukka Valtanen. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuun menetelmällä. 1998.
- Nro 699 Ari Meriläinen, Marja-Leena Piironen, Pentti Niemistö ja Irene Murtovaara (toim.). Metsätalouden kestävyys ojitusalueilla ja puuvarojen hyödyntäminen Pohjanmaalla. Metsäntutkimuspäivä Muhoksella 1998. 1998.
- Nro 714 Proceedings of a Nordic Symposium. 1998. New stand types in boreal forestry – ecological features and silvicultural consequences. 1998.

**ISBN 951-40-1662-9**  
**ISSN 0358-4283**