



**UUNTUOTANNON NYKYHETKEN  
ONGELMIA**

Metsäntutkimuslaitoksen 60-vuotisjuhlaretkely  
2.—13. 6. 1978



## SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
Retkeilyn organisaatio .....	2
Retkeilyn ohjelma .....	3
Kokeilualuetoiminnan esittely .....	5
Kohde 1 .....	7
Kohde 2 .....	12
Kohde 3 .....	22
Kohde 4 .....	31
Kohde 5 .....	39
Kohde 6 .....	45
Kohde 7 .....	54
Kohde 8 .....	62
Kohde 9 .....	68

# Retkeilyn kutsuvieraille!

Metsäntutkimuslaitos viettää 60-vuotisen toimintansa merkkivuotta pääasiassa arkisen työn ääressä. Erityisesti tällainen merkkivuosi antaa kuitenkin aiheen esitellä laitoksen toimintaa myös ulospäin, henkilöille, jotka poliittisina päätöksentekijöinä, virkamiehinä, järjestöjen ja yritysten johtotehtävissä jne. joutuvat tekemisiin metsätalouden ja sen kehittämissäpyrkimysten kanssa. Tämän katsottiin parhaiten ja havainnollisimmin tapahtuvan siten, että johdamme vieraamme laitoksen tutkimuskohteisiin, esittelemme niissä työtämme ja tarjoamme samalla tilaisuuden ajatusten vaihtoon.

Retkeilyn järjestäminen Helsingin läheisyyteen — osanoton helpottamiseksi ja kustannusten säästämiseksi — on rajoittanut jossain määrin aihe- ja kohdevalintaa. Tutkimuslaitos toivoo kuitenkin, että vieraamme saisivat käsityksen siitä, minkälaisen ongelmien parissa ja miten tutkimustyötä suoritetaan. Kohteissa käytävä keskustelu antaa toivottavasti virikkeitä myös laitoksen tulevalle työskentelylle.

Tervetuloa Metsäntutkimuslaitoksen 60-vuotisjuhlaretkeilylle.

Viljo Holopainen

Yrjö Vuokila

Kauko K. Luoma

## RETKEILYN ORGANISAATIO

Retkeilyn johtaja ylijohdaja, professori Viljo Holopainen  
Teknillinen johtaja ylimetsänhoitaja Kauko K. Luoma

### Asiantuntijat:

professori	Jouko Hämäläinen
»	Paavo Juutinen
»	Tauno Kallio
»	Gustaf Sirén
»	Yrjö Vuokila
vs. professori	Pertti Harstela
metsänhoitaja	Matti Helander
maat.metsät. kand.	Antti Isomäki

### Bussi-isännät:

tiedotuspäällikkö	Tuomas Heiramo
metsänhoitopäällikkö	Reino Saarnio

### Tiedotus:

tiedotuspäällikkö	Tuomas Heiramo
-------------------	----------------

## RETKEILYN OHJELMA

12. 6. klo

- 8.10— 8.40 Bussilla Helsingin rautatieasema—  
lentoasema
- 8.50— 9.10 Lentoasema—Ruotsinkylän kokeilualue
- 9.10—10.15 Avaussanat  
(ylijohtaja Viljo Holopainen)  
Kokeilualuetoiminnan esittely  
(ylimetsänhoitaja Kauko K. Luoma)  
Kohde 1 Ulkomaisten puulajien viljely  
Suomessa  
Esimerkkinä kontortamänty  
(prof. Gustaf Sirén)
- 10.15—11.30 Ruotsinkylä—Liljendal kk
- 11.30—12.40 Lounas Liljendalin Bagarstugassa
- 12.40—13.00 Liljendal kk—Lapinjärven kokeilualan  
Latokartanon tutkimusmetsä
- 13.00—13.45 Kohde 2 Harvennustavan puuntuotan-  
nollinen ja liiketaloudellinen  
merkitys (prof. Yrjö Vuokila,  
prof. Jouko Hämäläinen)
- 13.45—13.55 Kohde 2—kohde 3
- 13.55—14.40 Kohde 3 Luonnontaimistojen hyväksi-  
käyttö  
Esimerkkinä hyvän kasvupai-  
kan haavikko  
(prof. Yrjö Vuokila,  
prof. Jouko Hämäläinen)
- 14.40—15.10 Päiväkahvi Latokartanon kämpällä
- 15.10—15.20 Latokartanon kämpä—kohde 4
- 15.20—16.00 Kohde 4 Koneellisen puunkorjuun ai-  
heuttamat ajovauriot  
(prof. Tauno Kallio,  
MMK Antti Isomäki)
- 16.00—16.10 Kohde 4—kohde 5
- 16.10—17.20 Kohde 5 Harvennusmetsien puunkor-  
juumenetelmien ja koneiden  
esittely  
(vs. prof. Pertti Harstela)
- 17.20—18.20 Kohde 5—Valkealan Hotelli
- 18.20—18.40 Majoittuminen
- 19.30— Päivällinen Valkealan Hotellissa

13. 6. klo

- 7.00— 8.00 Kahviaamiainen Valkealan Hotellissa  
8.00— 8.30 Valkealan Hotelli-Kirjokivi  
8.30— 9.50 **Kohde 6** (Kymi Kymmene Oy)  
Luonnontaimistojen harvennus (prof. Yrjö Vuokila, MH Matti Helander)  
9.50—11.00 Kirjokivi—Nynäsin tutkimusmetsän Evätmäki (Heinola)  
11.00—12.00 **Kohde 7** Ensiharvennus metsänkasvatuskysymyksenä (prof. Yrjö Vuokila, MH Matti Helander)  
12.00—12.10 Evätmäki—Vierumäen Urheiluopisto  
12.10—12.30 Nynäsin tutkimusalueen esittely (Kymi Kymmene Oy) Ylijohtaja Viljo Holopainen: Metsäntutkimuslaitoksen tutkimussopimukset  
12.30—13.30 Lounas Vierumäen Urheiluopistolla  
13.30—13.40 Vierumäen Urheiluopisto—Tähtiniemi  
13.40—13.50 Jalan kohteeseen 8  
13.50—14.50 **Kohde 8** Käsittelyn vaikutus puuston järeytymiseen ja uudistamiskypsyyteen (prof. Yrjö Vuokila, prof. Jouko Hämäläinen)  
14.50—15.10 Tähtiniemi—Korvenmäki  
15.10—15.40 Päiväkahvi maastossa  
15.40—15.50 Korvenmäki—Eklundin kuusikko  
15.50—16.40 **Kohde 9** Eklundin kuusikko  
Metsänvijelyn merkitys (prof. Yrjö Vuokila) Retkeilyn päätössanat (ylijohtaja Viljo Holopainen) Vieraiden mahdolliset puheenvuorot  
16.40—18.40 Eklundin kuusikko—Helsinki

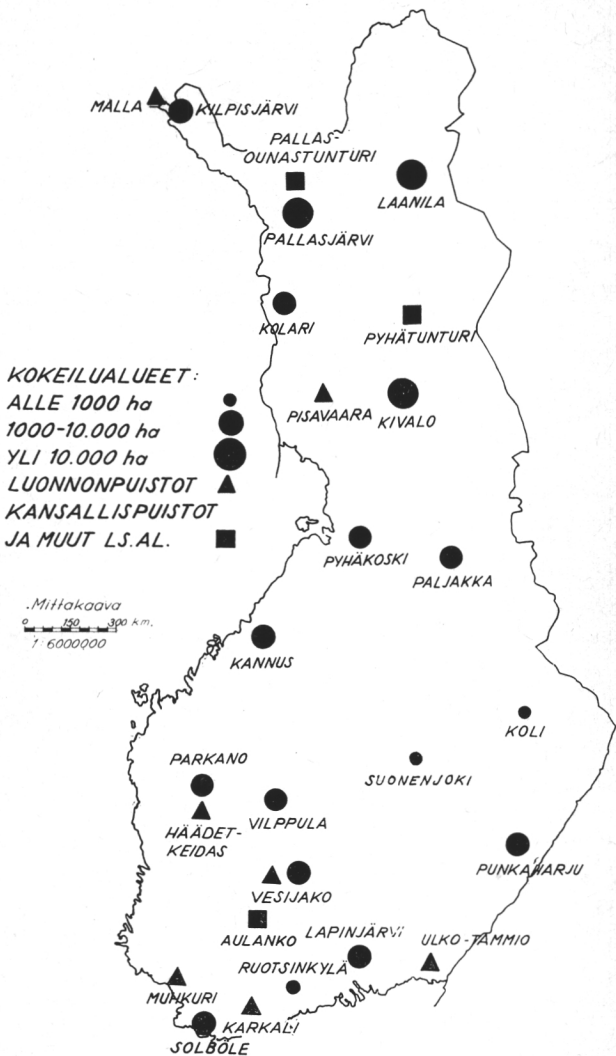
## KOKEILUALUETOIMINNAN ESITTELY

Jos verrataan Metsäntutkimuslaitosta useiden muiden metsätalousmaiden vastaaviin laitoksiin, voidaan havaita olennainen ero: sen hallintaan on asetettu monipuolisesti ja ilmastollisesti maamme erilaisia osia edustavia kokeilualueita. Tällä hetkellä niitä on 17. Niiden yhteinen pinta-ala on yli 79 000 hehtaaria. Kokeilualueiden maat on saatu pääosin hallinnan siirrolla metsähallitukselta. Lisäksi on suoritettu alueiden vaihtoja ja ostettu maata valtion tulo- ja menoarviossa osoitetuilla varoilla. Metsäntutkimuslaitoksen metsiä hoidetaan ensisijaisesti tutkimustoiminnan tarpeiden mukaisesti. Näin on säädetty Metsäntutkimuslaitoksesta annetussa laissa. Metsäntutkimuslaitoksesta annetussa asetuksessa taas säädetään, että kokeilualueita tulee hoitaa niin, että ne hyvin palvelevat tutkimuksia. Tutkimustoiminnan ulkopuolella olevia metsiä tulee hoitaa päämääränä kohoava puuntuotto ja taloudellisesti edullinen tulos ottaen huomioon yleisen edun.

Kokeilualueet on perustettu ennen kaikkea pitkäaikaisten kokeiden jatkuvuuden turvaamiseksi sekä tutkimustyön keskittämiseksi. Tänä päivänä metsätaloudessamme käytetyt metsän luontaisen ja keinollisen uudistamisen, taimistojen hoito- ja harvennus- sekä soiden ojitusmenetelmät ovat pääosin tutkijain kehittämiä Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueissa olevilla pysyvillä koealoilla hankittua tietoa ja kokemusta soveltaen. Kokeilualueissa on käytännön metsätalouden edustajilla mahdollisuus tutustua maastossa Metsäntutkimuslaitoksen tutkimustoimintaan ja saada neuvoja tutkijoilta sovellettavaksi käytäntöön. Tätä varten useihin kokeilualueisiin on rakennettu retkeilypolkuja, joiden varrella olevia kohteita on opasvihkosissa selostettu yksityiskohtaisesti. Osoituksena kokeilualueiden käytön intensiteetistä mainittakoon, että niissä on tällä hetkellä noin 14 000 koealaa.

Metsäntutkimuslaitoksen metsien hoidosta vastaa kokeilualuetoimisto. Sitä johtaa ylimetsänhoitaja esikuntineen. Kenttä on jaettu kahteen aluemetsänhoitajan johtamaan hoitoalueeseen. Useimmissa kokeilualueissa toimii metsäteknikko, joka huolehtii metsien hoidosta ja on samalla tutkimustoiminnan paikallisena oppaana.

Vaikka Metsäntutkimuslaitoksen metsiä tuleekin hoitaa lähinnä niin, että ne hyvin palvelevat tutkimusta, ne ovat valtion tuloa tuottavaa metsäomaisuutta. Esimerkiksi vuoden 1976 taloustuloksen mukaan laitoksen metsien tulojäämä oli noin 1,2 milj. markkaa.



Kartake, joka osoittaa kokeilu- yms. alueiden sijainnin

# KOHDE 1 Tuusula, Metsäntutkimuslaitoksen Ruotsinkylän kokeilualue.

Aihe: Ulkomaisten puulajien viljely Suomessa. Esimerkkinä kontortamänty.

Gustaf Sirén  
Veikko Silander

## METSÄNHOIDON TUTKIMUSOSASTON RUOTSINKYLÄN *PINUS CONTORTA* KOEVIJELMIEN PERUSTAMINEN JA KEHITYS

### Alkuperä:

Professori Olli Heikinheimo perusti kontortaviljelmää 1920—1930-luvuilla Solbölen, Ruotsinkylän, Vesijaon, Punkaharjun ja Kivalon kokeilualueisiin. Kaikkiaan istutettiin tänä aikana 51 koeviljelmää, joiden yhteinen pinta-ala oli 24.5 hehtaaria. Viljelmissä käytetyn siemenen alkuperä oli kahdeksalta paikkakunnalta Kanadasta, viisi alkuperää British Columbian ja kolme alkuperää Albertan osavaltiota (taulukko 1).

Taulukko 1. Heikinheimon perustamien *Pinus contorta* var. *latifolia* -metsiköiden kanadalaiset alkuperät.

N:o	Osavaltio	Paikkakunta	Maantieteellinen sijainti, leveys- ja pituusaste	Korkeus, m, mpy
1	Alberta	Cypress Hills	49°40'x 110°00'	
2	Br. Columbia	Nicola Forest Reserve	50°13'x 121°00'	1260
3	"	Long Lake, Trout Lake	50°35'x 117°25'	1260
4	"	Upper Hat Creek	50°35'x 121°35'	1500
5	"	Salmon Arm + Shuswap Lake	50°42'x 119°16'	400
6	"	Mount Ida Forest Reserve	50°50'x 119°16'	900
7	Alberta	Olds + Calgary	51°52'x 114°00'	1050
8	"	Spirit River	55°47' x 118°49'	500

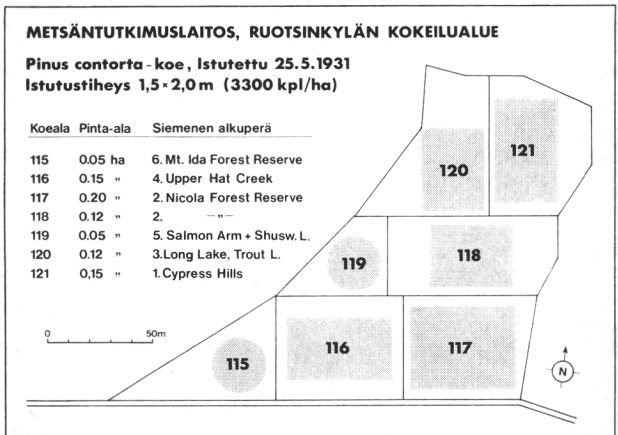
### Koeviljelmän perustaminen:

Ruotsinkylän viljelmät on perustettu pääosiltaan VT:lle, maalaji on hiesua ja hietaa. Viljelmissä käytetyt taimet kasvatettiin Metsäntutkimuslaitoksen omassa taimitarhassa. Hajakylvöstä avomaalle nousseet taimet kouluttiin 2 v:n ikäisinä ja kasvatettiin tämän jälkeen vain vuoden ajan. Taimitarhalla tapahtuneen lajittelun perusteista ja voimakkuudesta ei ole tietoja.

Istutusalat hakattiin paljaksi n. 2—5 vuotta ennen varsinaista viljelyä, ja ne raivattiin istutusta edeltäneenä kesänä. Viljely suoritettiin kuoppaistutuksena paljas-

juurisilla 2+1 v. taimilla. Taimien pituus istutusajan kohtana oli juurenniskasta lukien keskimäärin 50 cm. Kaikki viljelmät perustettiin kevätistutuksina ja istutus työ on saatettu loppuun toukokuun aikana. Istutustiheys OMT:llä oli n. 5 000 tainta/ha, VT:llä taimiväli oli 1,5 x 2,0 metriä ja kokonaismäärä 3 300 tainta/ha. Kuolleisuus on ollut pieni, vain n. 5—7 %. Täydennysistutuksista ei ole tarkempia tietoja kuin se, että niitä suoritettiin ”kun oli tarve ja sopivia taimia oli saatavissa”. Kaikesta päätellen täydennysistutusten tarve on ollut hyvin vähäinen.

Retkeilykohteen *Pinus contorta*-koealat on perustettu ilman toistoja (kuva 1).

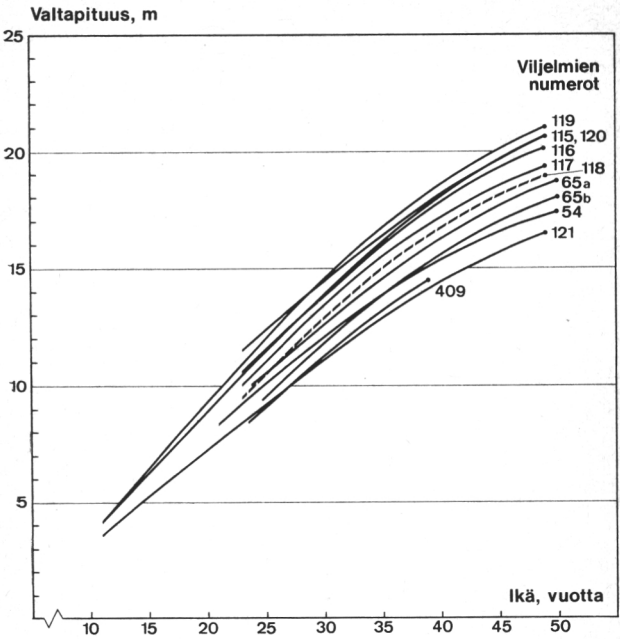


Kuva 1. Retkeilykohteena olevan kokeen rakenne.

Koealat ovat olleet metsänhoidon tutkimusosaston hoidossa ja hallinnassa perustamisajankohdasta lähtien. Taimistoissa tehtiin ensimmäinen perkaus 2 vuotta viljelyn jälkeen, toimenpide uusittiin noin 4—5 vuoden kuluttua. Tiedot taimistojen 15—20 ensimmäisen vuoden kehityksestä ovat niukat. Vain ylimalkaisia havaintoja talven 1939—40 pakkastuhoista on kirjattu. Viljelmät harvennettiin ja mitattiin ensimmäisen kerran 1950-luvun alussa kestokoealojen perustamisen yhteydessä. Viljelmien alkukehityksestä ja käsittelystä esitetään esimerkki taukossa 2.

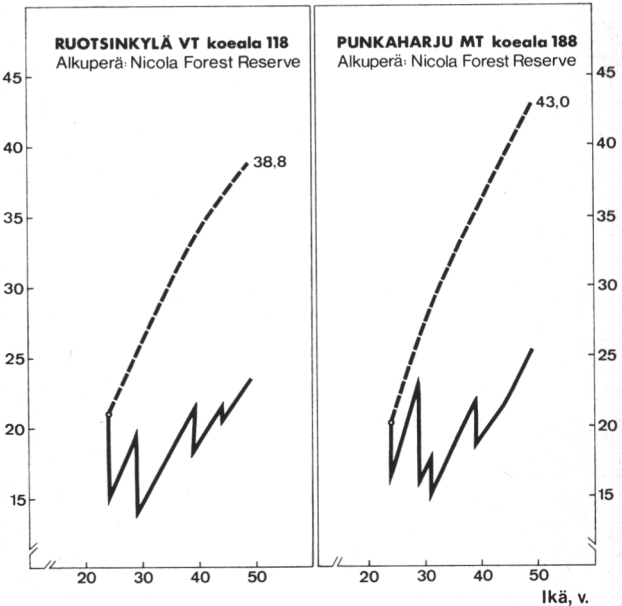
Taulukko 2. Ruotsinkylän *Pinus contorta* -koealan n:o 118 (alkuperä Nicola Forest B.C., 1200 m mpy) tärkeimpien puustotunnusten muutokset vv. 1951—1977.

Mitattu pvm.	Ennen leimausta			Leimattu			Jäljellä					Kokonaiskasvu m <sup>3</sup> /ha	
	Pääpuulaji		Puu- stion kuutio- määrä m <sup>3</sup> /ha	Runkolu- ku kpl/ha	Puu- stion kuutio- määrä m <sup>3</sup> /ha	% puuston kuutiomäärästä	Pääpuulaji			Puu- stion kuutio- määrä m <sup>3</sup> /ha			
	Runkolu- ku kpl/ha	% puuston kuutiomäärästä					Runkolu- ku kpl/ha	% puuston kuutiomäärästä	Valtapi- tius m		Valtapi- pimitta cm		Keski- läpimitta cm
19. 7.51	3125	100	96	—	—	—	3125	100	9,5	12,4	8,9	96	96
2. 6.53	3125	99+	102	1075	28	27	2050	100	10,0	12,8	9,5	74	102
22. 5.58	2050	100	127	750	34	27	1300	100	12,5	14,4	11,6	93	155
27.10.67	1300	100	182	258	26	14	1042	100	16,2	18,3	14,8	156	244
20.10.72	1042	100	186	34	6	3	1008	100	18,0	20,0	16,1	180	274
25.10.77	1008	100	218	—	—	—	1008	100	18,9	21,6	17,1	218	312



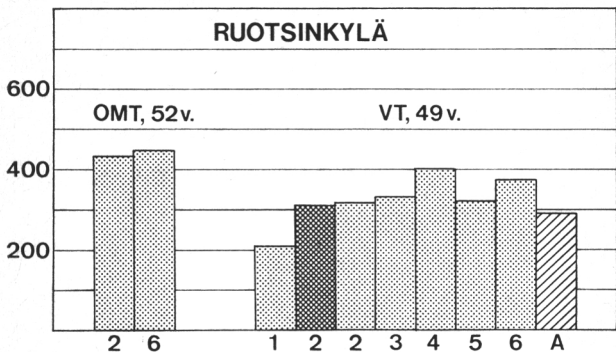
Kuva 2. Ruotsinkylän VT:lle perustettujen *Pinus contorta*-koeviljelmien valtappituuksien kehitys.

Pohjapinta-ala m<sup>2</sup>/ha



Kuva 3. *Pinus contortan* pohjapinta-alojen kehitys VT:llä ja MT:llä sekä toistuvien harvennusten vaikutus pohjapinta-aloihin.

m<sup>3</sup>/ha



Kuva 4. Ruotsinkylän *Pinus contorta* -koeviljelmien kokonaiskasvu. Kuvan alla olevat numerot viittaavat taulukossa 1 ilmoitettuihin alkuperiin, pylväs A osoittaa Etelä-Suomen toistuvasti harvennettujen 50 v. VT-kylvömänniköiden kuutiomäärää (m<sup>3</sup>/ha).

VT:n koealojen valtapituuden kehitys ilmenee kuvasta 2. Kasvupaikan viljavuuden vaihtelun vuoksi ei eri alkuperien pituuden kehityksestä toistojen puuttuessa voida tehdä varmoja johtopäätöksiä.

Samana alkuperän kehityksestä eri metsätyypeillä saa orientoivan käsityksen kuvan 3 perusteella. Mielenkiintoista on todeta viljavuuserojen vaikutus.

Esimerkki kontortan kokonaiskasvusta ilmenee kuvasta 4. Vertailun vuoksi kuvaan on liitetty VT:n lisäksi heikohkon OMT:n kontortakoealojen sekä Etelä-Suomen toistuvasti harvennettujen 50 v. VT-kylvömänniköiden kuutiomäärien kehitys.

## KOHDE 2 Lapinjärvi, Metsäntutkimuslaitoksen Lapinjärven kokeilualan Latokartanon tutkimusmetsä

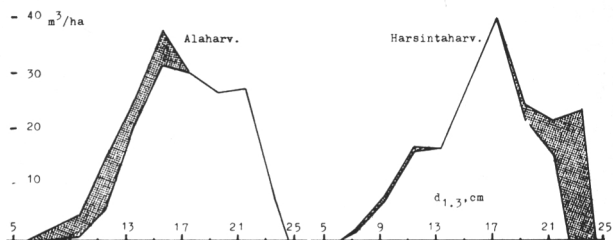
Aihe: Harvennustavan puuntuotannollinen merkitys.

Yrjö Vuokila

### HARVENNUSTAVAN VAIKUTUS PUUNTUOTANTOON

Retkeilykohteessa sijaitseva koe on perustettu syksyllä 1966 puuston ollessa 46-vuotista. Se on yksi niistä 11 kokeesta, jotka sisältyvät tutkimukseen "Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä" (Folia For. 298).

Koe käsittää 15 koealaa, niistä 8 alaharventaen ja 7 harsien käsiteltyjä. Kaikilta koealoilta poistettiin koetta perustettaessa likimain harvennusmallien mukaisesti sama pohjapinta-alan määrä hehtaarilta. Kuutiomääräisesti harsintaharvennus oli siten jonkin verran voimakkaampi kuin alaharvennus. Koealat on harvennettu uudestaan syksyllä 1976. Tuolloin harsinta oli vieläkin selvempää kuin 10 vuotta aikaisemmin.



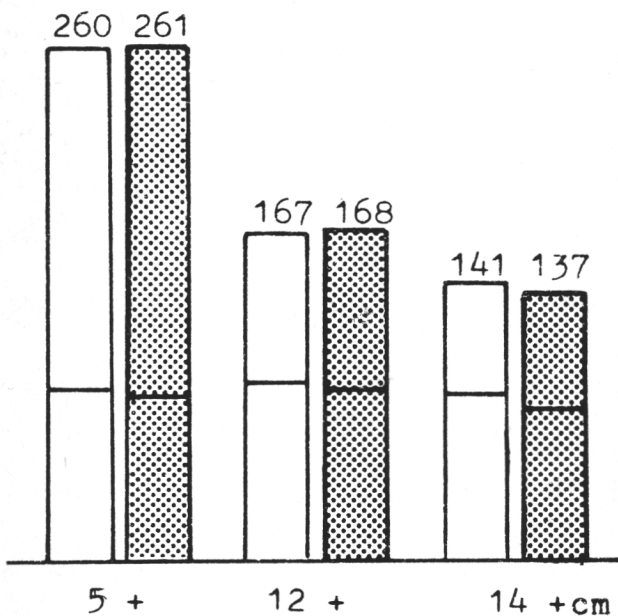
Kuva 1. Harvennustapojen erilaisuus. Poistettu puusto varjostettu.

Kuvan 1 varjostettu osa antaa käsityksen harvennustapojen erilaisesta luonteesta. Alaharvennuksessa on syksyllä 1966 poistettu vain keskimääräistä pienempiä puita. Vastaavasti harsintaharvennus on kohdistunut pääasiassa kookkaimpiin puihin.

Vuosilta 1967—76 on saatu seuraavat keskimääräiset kasvutulokset:

	Alaharvennus	Harsintaharvennus
Pohjapinta-alan kasvu, m <sup>2</sup> /ha/v	0,72 (100)	0,75 (105)
Valtapituuden lisäys, dm/v	2,76 (100)	2,50 (91)
Kuutiokasvu, m <sup>3</sup> /ha/v k:tta	7,62 (100)	7,36 (97)

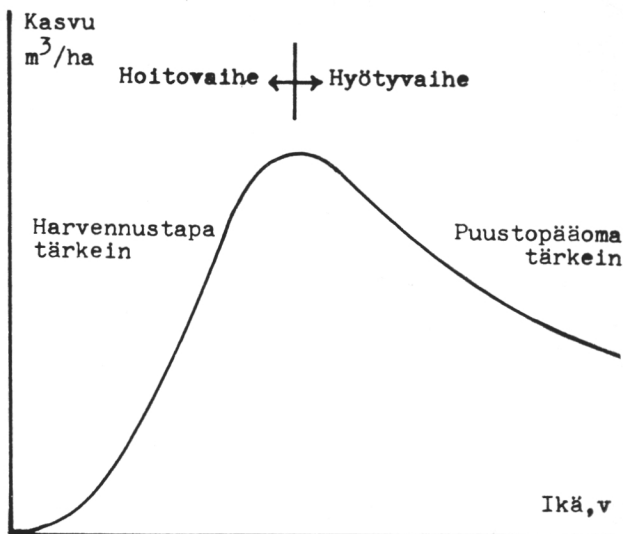
Harsintakäsittely on parantanut lievästi rinnankorkeudelta mitattua pohjapinta-alan kasvua. Pituuskasvu on lievästi taantunut. Kuutiokasvu on ollut käsittelytavasta riippumaton. Täsmälleen sama 3 %:n ero on näet esiintynyt ko. koealojen välillä myös 5-vuotiskaudella ennen v. 1966 tapahtunutta kokeen perustamista.



Kuva 2. Eri minimivaatimuksin ilmaistun käyttöpuun tuotos kokeen kestoaikana (pylvään alaosa) ja metsikön koko elinaikana (koko pylväs). Varjostamaton = alaharvennus. Varjostettu = harsintaharvennus.

Käyttöpuun tuotos (kuva 2) on minimiläpimitasta riippumatta ollut niin samankaltainen kuin se vaihtelevassa metsäluonnonossa on ylimalkaan mahdollista. On kuitenkin korostettava, että tukkipuun tuotoksen (14+cm) osalta päätelmät voidaan tehdä vasta kiertoajan päättyessä, jolloin on perusteltua harkita harvennustavoille eripitkiä kiertoaikoja.

Kaikki muutkin havumetsiköissä sijaitsevat kokeet tukevat edellä esitettyjä tuloksia. Sen sijaan koivikoissa on jo kokeiden nykyvaiheessa ilmennyt siinä määrin kielteisiä piirteitä harsinnan jälkeen, että ko. käsittelytavan sopivuus voidaan asettaa kysymyksen alaiseksi. Tuskinpa ekonomisetkaan näkökohdat tukevat pienikokoisen koivutukin harsintaa kasvatusvaiheessa.



Kuva 3. Puuston käsittelyn vaiheet.

Tähänastisten monitahoisten kokeiden perusteella voidaan päätellä, että metsikön kiertoaika on jaettavissa käsittelyteknisesti kahteen toisistaan selvästi eroavaan vaiheeseen (kuva 3).

Metsikön ns. *hoitovaihe* alkaa taimiston syntyessä ja kestää suunnilleen vuotuisen kasvun kulminointivaiheeseen. Tähän vaiheeseen kuuluvat taimiston käsittely ja ensiharvennus. Sen enempää biologiselta kuin puuntuotannolliseltakaan kannalta ei näytä perustellulta soveltaa harsintatyyppistä käsittelyä näissä hoitotoimenpiteissä. Käsittelyn tarkoituksena on puuston määrätietoinen kehittäminen seuraavaa, taloudellisesti merkittävämpää vaihetta varten. Siksi sen on oltava pääsääntöisesti biologisesti aktiivisimpia, kookkaimpia puita suosivaa. Puuston reaktioherkkyys tulee näkyviin ennen muuta siinä, että korkein mahdollinen kasvu saavutetaan yllättävän alhaisella puustopääomalla. Puustopääoman valvonnalla ei hoitovaiheessa ole siten likimainkaan samaa merkitystä kuin harvennustavan kontrollilla.

Hoitovaihetta seuraa eräänlainen *hyötyvaihe*, jonka tarkoituksena on ottaa puustosta kaikki se taloudellinen hyöty, mikä on mahdollista. Puuston reaktioherkkyys on iän lisääntyessä heikentynyt. Tästä syystä puustopääomaan on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota, sitä enemmän, mitä enemmän puustolle kertyy ikää. *Hyötyvaihe*essa onkin puuntuotannollisesti tärkeintä vajaapuustoisuuden välttäminen, ts. puustopääoman valvonta harvennuskalleja soveltaen. Sitä vastoin näyttää mm. retkeilykohteen kokeen perusteella siltä, ettei harvennus-

tavalla ole olennaista merkitystä. Tämä tekee mahdolliseksi toteuttaa varttuneen metsikön harvennus joustavasti metsänomistajan tarpeita myötäillen.

Harsintatyyppinen käsittely soveltunee parhaiten pienemetsälöihin. Se on nähtävä eräänlaisena tulonsiirtona tulevilta metsänomistajapolvilta nykyiselle omistajalle, mitä on pidettävä kohtuullisena. Alaharvennushan tähtää taas ennen muuta kiertoajan päättyessä saatavissa olevaan puusatoon, joka on usein nykyomistajan tavoittamattomissa.

Suromistajan, valtion, yhtiöiden ja suurtilallisten, metsissä harsintatyyppisestä käsittelystä ei ole samaa etua. Suuret pinta-alat takaavat jatkuvia päätehakkuukertymiä.

Jouko Hämäläinen

## HARVENNUSTAVAN VAIKUTUS METSIKÖN HAKKUUTULOIHIN, PUUSTON ARVOON JA KASVATUKSEN EDULLISUUSTUNNUKSIIN

Sanottakoon heti alkuun, että puun kasvatuksessa, jonka merkeissä tämä retkeily pääosin tapahtuu, liiketaloudelliset laskelmat ja muut selvittelyt päätöksen tekoa varten on tehtävä koko sen yrityksen puitteissa, minkä osana metsätaloutta harjoitetaan. Silloin kun tutkimustoiminta halua antaa tietynlaista standardisoitua tietoutta päätöksentekijöille erilaisten puunkasvatusvaihtoehtojen liiketaloudellisista seurauksista, joudutaan metsätalouden harjoittamisen yrityksellisistä edellytyksistä kuitenkin tekemään asiaa yksinkertaistavia oletuksia. Niinpä laskelmat on tällöin tehtävä metsikkökohtaisina. Siis samaan tapaan kuin teollisuudessa käytännön syistä usein suoritetaan vain konekohtaisia partiaalisia edullisuuslaskelmia, kun harkitaan uuden koneen hankintaa tai vanhan koneen korvaamista uudella. Puun kasvatuksen edullisuuslaskelmissa käytetäänkin pääpiirtein samoja menetelmiä kuin esim. teollisuusinvestointien edullisuusvertailuissa. Metsäekonomiassa nämä menetelmät — usein omilla erityisnimityksillään — kehittyivät jo aiemmin kuin yleisessä liiketaloustieteessä. Pääasiällisin pitkävaikutteinen omaisuusosa eli puusto oli näet jo luonnostaan olemassa, teollisuus nykyaikaisessa mielessä ei ollut vielä syntynyt. Puunkasvatuksen liiketalouden keskeisimpiä tehtäviä onkin kasvatettavan ja hakattavan puuston välisen rajan määrittely. Vaihtoehtoja on hyvin suuri määrä.

Tästä retkeilykohteesta tähän mennessä saatavilla olevien mittaustulosten perusteella voidaan tehdä vain ajallisesti kovin rajoitettuja päätelmiä harvennustavan vaikutuksesta metsikön kasvatuksen edullisuuteen. Onhan vertailut pakko rajoittaa vain kahden harvennuksen

väliseen 10 vuoden pituiseen periodiin, mikä on tämän kaltaisten metsiköiden taloudellisesta tuotantokaudesta eli kiertoajasta vain 15 %:n suuruusluokkaa.

Retkeilykohteen puuston hakkuuarvoja laskettaessa käytettiin vaihtoehtoisia puutavaralajeittaisia kantohintoja. Eräänlaisena pitkän aikavälin keskihintaratkaisuna pidettiin seuraavaa:

	mk/krl k-m <sup>3</sup>	
	Kuitupuun	Tukit
Mä	61	126
Ku	62	111
Koi	45	122

Tukkien ja kuitupuun hintasuhteiden vaikutuksen selvittämiseksi laskelmat suoritettiin myös seuraavasti: tukkien hinnat oletettiin a) 25 % em. keskihintatasoa korkeammiksi ja kuitupuulla 25 % matalammiksi; b) 50 % korkeammiksi ja kuitupuulla 50 % matalammiksi; c) tukkien hinnat oletettiin 25 % keskihintatasoa matalammiksi ja kuitupuun 25 % korkeammiksi.

Kulloinkin kyseessä ollutta harvennushakkuukertymää tai pystypuustoa hinnoitettaessa em. tavalla neljällä periaatteella määritellyistä keskihinnoista johdettiin järjestyksen ja leimikon tiheyden mukaiset yksilölliset kantohinnat Keski-Suomen Puuyhtymän viimeisimpien hinnoitteluohjeiden mukaisesti.

Taulukko 1 osoittaa alaharvennuksen ja harsinnan eroja arvotunnuksin.

Taulukko 1. Puuston ja harvennuspoistuman hakkuuarvot i'llä 46 v. ja 56 v. alaharvennuksessa ja harsinnassa. <sup>1)</sup>

Selitys	Hakkuuarvo, kantohinnoin					
	Tukit		Kuitupuun		Ainespuun yht.	
	yht. mk	mk/krl k-m <sup>3</sup>	yht. mk	mk/krl k-m <sup>3</sup>	yht. mk	mk/krl k-m <sup>3</sup>
<b>Alaharvennus</b>						
v. 1966						
Puusto ennen harv.	6203	116.8	7416	61.9	13619	78.8
Harvennuspoistuma	464	112.1	1489	55.2	1953	62.8
Puusto harv. jälkeen	5720	116.8	5760	62.1	11480	81.0
v. 1976						
Puusto ennen harv.	14485	121.6	6933	64.4	21418	94.4
Harvennuspoistuma	997	116.8	1836	61.2	2833	73.6
Puusto harv. jälkeen	13412	121.2	4977	64.0	18389	97.6
<b>Harsinta</b>						
v. 1966						
Puusto ennen harv.	6078	115.8	7742	61.9	13820	77.8
Harvennuspoistuma	3219	114.9	919	60.6	4138	95.8
Puusto harv. jälkeen	2859	116.8	6793	61.8	9652	71.8
v. 1976						
Puusto ennen harv.	10498	117.5	8171	63.8	18669	85.9
Harvennuspoistuma	3010	116.8	1140	61.2	4150	93.5
Puusto harv. jälkeen	7437	117.0	6993	63.9	14430	83.4

<sup>1)</sup> Hinnoituslähtökohtana ovat edellä olevassa asetelmassa esitetyt keskikantohinnat.

Molempien harvennustapojen puustojen arvot ennen harvennusta olivat lähes yhtä suuret. Harsintakoealoilla puuston arvo oli kuitenkin jonkin verran suurempi ja samalla kuitupuuvaltaisempi. Luvut osoittavat, että harsinnan hakkuupoistuman arvo oli v. 1966 n. 2,1-kertainen alaharvennukseen verrattuna ja vastaavasti v. 1976 vielä 1,5-kertainen, mikä johtuu harsintaharvennuksen suuresta tukkiosuudesta.

Eri harvennustapojen suhteellista edullisuutta tällä vain kymmenen vuoden aikavälillä voidaan verrata esimerkiksi sisäisen korkokannan menetelmällä. Oletetaan, että kyseisellä maalla ei ole metsätalouden ulkopuolista vaihtoehtoja käyttöä. Alkuinvestointi on tällöin kasvatusvaihtoehdon puuston hakkuuarvo ennen harvennusta v. 1966, tuloa saadaan saman vuoden harvennushakkuusta ja myös puuston hakkuuarvo ennen seuraavaa harvennusta v. 1976 katsotaan tuloksi (positiiviseksi eräksi).

Harsinta on sitä edullisempaa alaharvennukseen verrattuna, mitä korkeampi tukin kantohintataso on kuitupuuhun verrattuna. Keskikantohintatasolla on alaharvennuksen antama sisäinen korkokanta siis käenkaali-mustikkatyyppin sekametsikössä ikävälillä 46 v.—56 v. 94 % vastaavasta harsinnan sisäisestä korosta. Mikäli tukkien kantohintataso olisi 50 % korkeampi ja kuitupuun 50 % alempi (taulukko 2. rivi 2), olisi alaharvennuksen sisäinen korko 80 % harsinnan sisäisestä korosta.

Taulukko 2. Alaharvennuksen ja harsinnan sisäiset korot ajanjaksolta 1966—76 erilaisin kantohintaoletuksin. <sup>1)</sup>

Hinnoitusvaihtoehto	Sis. korko, %	
	Alaharv.	Harsinta
1. Keskikantohintataso (edellä oleva asetelma)	6.3	6.8
2. 1,25 x tukkien keskikantoh. taso ja 0,75 x kuitup. keskikantoh. taso	7.2	8.5
3. 1,50 x tukkien keskikantoh. taso ja 0,50 x kuitup. keskikantoh. taso	7.9	9.9
4. 0,75 x tukkien keskikantoh. taso ja 1,25 x kuitup. keskikantoh. taso (kuitenkin kuitup. kantoh. $\leq$ tukkien kantoh.)	5.4	5.5

<sup>1)</sup> Erilaiset vuotuiset hallinto- yms. yleismenot on jätetty pois laskelmasta.

Metsikön käsittelyn eri vaihtoehdot saavat helposti erilaisen edullisuusjärjestyksen sen mukaan kuinka pitkistä ja mitä kasvatusvaihetta koskevasta tarkasteluajanjak-

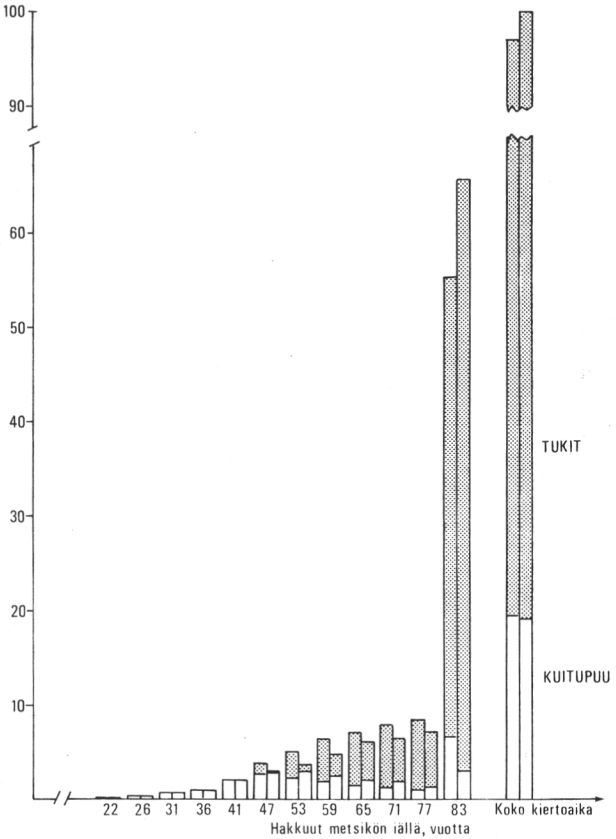
sosta on kysymys (ns. aikahorisontin ongelma). Vertailun vuoksi esitetäänkin eräitä aiempia tuloksia Järvi-Suomen puolukkatyyppin männikön kasvatuksen edullisuutta koskeneista kirjoittajan laskelmista. Kasvu- ja tuotossarjoina on laskelmissa käytetty Vuokilan tilapäiskoealoihin perustuvia tutkimustuloksia, niitä lievästi muunnellen. Laskelmissa käytettiin hakkuuvuoden 1967/68 kantohinta- ja kustannustasoa. Kantohinnat olivat Järvi-Suomen pitkän aikavälin trendiarvoja. Lähtökohtana oli paljas maa (ei katsottu nytkään kustannustekijäksi) ja laskelmat suoritettiin ikuisuuteen saakka ulottuvina. Osoittautui, että nykyarvo- eli diskonttausmenetelmää käytettäessä parhaan alaharvennusvaihtoehdon nykyarvo oli parhaan yläharvennusvaihtoehdon vastaavasta arvosta seuraavien prosenttien mukainen.

	Nykyarvomenetelmän laskentakorkokanta, %			
	2	3	4	5
Parhaan alaharv. vaihtoehdon nykyarvo (ennen veroja) %:na parhaan yläharv. vaihtoehdon nykyarvosta	102.7	97.1	96.0	97.1

VT-männiköissä siis yläharvennus on ainoastaan 3—5 %:n laskentakorkokantoja käytettäessä edullisempi kuin alaharvennus. Vertailun vuoksi mainittakoon, että sisäisen koron mukaan määritellen parhaiden ylä- ja alaharvennusvaihtoehtojen kriteeriarvot olivat käytännöllisesti katsoen samat (5,3 %). Jos kyseiset puolukkatyyppin edullisuuslaskelmat suoritettaisiin nimenomaan nykyisiä puunkorjuun palkkausperusteita soveltaen, osoittautuisi yläharvennus todennäköisesti vielä jonkin verran esitettyä edullisemmaksi suhteessa alaharvennukseen. Puolukkatyyppiä viljavammilla kasvupaikoilla yläharvennus lienee alaharvennusta edullisempi sellaisilla yrittäjillä, joiden laskentakorkokanta vaihtelee ehkä 1—2 prosenttiyksikköä korkeampien lukuarvojen välissä kuin puolukkatyyppin kyseessä ollen.

Kuvista 1—3 nähdään vielä graafisesti eräitä ylä- ja alaharvennusten keskeisimpiä kannattavuuteen vaikuttavia eroja.

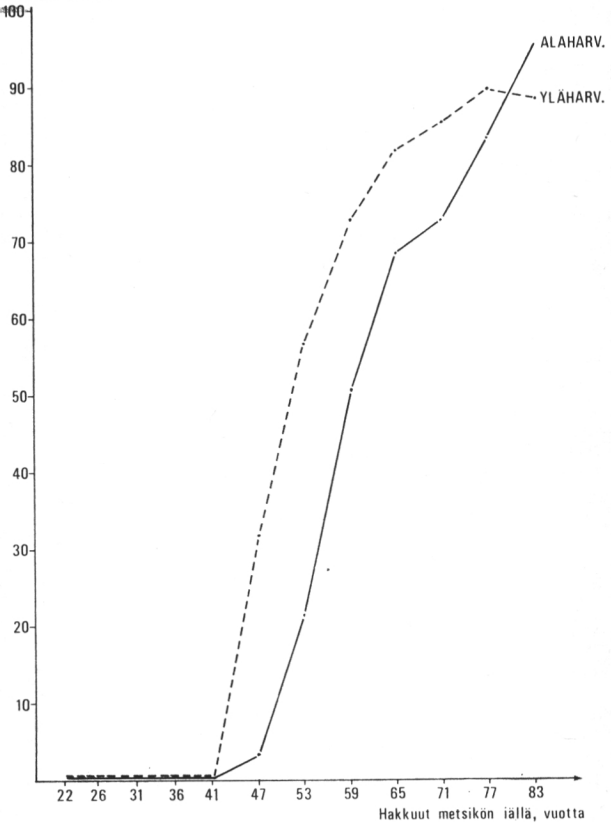
Hakkuupoistuman  
kantoraha-arvo  
suhteellisina  
yksikköinä



Kuva 1. Hakkuupoistuman suhteelliset kantoraha-arvot eri iänkohtina ylä- ja alaharventaen tapahtuvissa hakkuissa Järvi-Suomen puolukkatyyppin männiköissä.

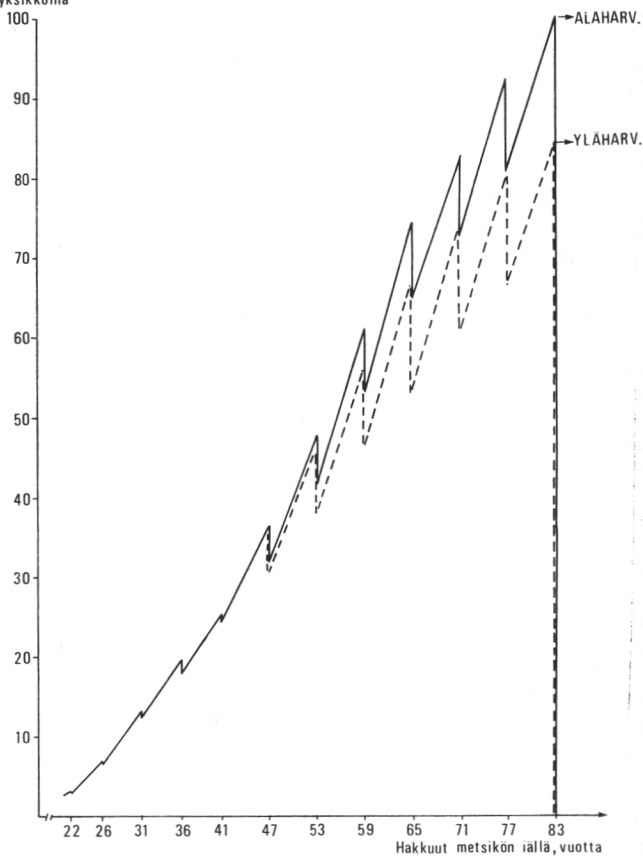
Vasemmanpuoleiset pylväät kuvaavat yläharvennusvaihtoehdon kantorahatuloja ja oikeanpuoleiset harvennuksen voimakkuusasteen suhteen samanlaisen alaharvennuksen kantorahatuloja. Kuvassa on alaharvennusvaihtoehdon hakkuutulojen summaa kiertoajalla merkitty 100:lla. Hakkuupoistumat on hinnoitettu tekstiosassa esitetyllä tavalla (1967/68 trendihinnot). Nykyään eivät näin usein toistuvat harvennukset olisi taloudellisesti tarkoituksenmukaisia, mutta ylä- ja alaharvennusten erot kuvasta käyvät ilmi.

Tukkipuun %-osuus  
hakuupestuman  
kantoraha-arvosta



Kuva 2. Tukkipuun arvo-osuus Järvi-Suomen puolukkatyyppin männikön ylä- ja alaharvennusten mukaisissa hakkuissa. Samat käsittelyvaihtoehdot ja samalla tavoin hinnoitettuina kuin kuvassa 1.

Puuston  
kantoraha-arvo  
suhteellisina  
yksikköinä



Kuva 3. Puuston suhteellisen hakkuuarvon (kantohinnoin) kehitys ylä- ja alaharventaen käsitellyissä Järvi-Suomen puolukkatyyppin männiköissä. Samat käsittelyvaihtoehdot ja samalla tavoin hinnoitettuina kuin kuvassa 1.

### KOHDE 3 Lapinjärvi, Metsäntutkimuslaitoksen Lapinjärven kokeilualueen Latokartanon tutkimusmetsä

Aihe: Luonnontaimistojen hyväksikäyttö.  
Esimerkkinä hyvän kasvupaikan haavikko.

Yrjö Vuokila

#### LUONNONTAIMISTOJEN HYVÄKSIKÄYTTÖ

Metsänviljely on saanut paljon hyvää aikaan. Sen yleistyessä on kuitenkin ilmennyt pyrkimystä vähätellä luontaisesti syntyneiden taimistojen merkitystä. Luonnontaimistoon pyritään tietoisesti vain kaikkein karuimmilla kasvupaikoilla.

Retkeilykohteessa ei käsitellä kuitenkaan luontaista uudistamista kokonaisuudessaan. Tarkoitus on tarkastella, miten kehittyvät eräät sellaiset taimistot, joita on totuttu pitämään ei-toivottuina, jopa usein vajaatuottoisina. Esimerkkinä on hyvällä kasvupaikalla kehittyvä haavikko (vrt. Yrjö Vuokila: Hyvän kasvupaikan haavikoiden kasvukyvystä. Folia For. 299).

Käytännössä joudutaan toistuvasti tilanteeseen, jolloin on päätettävä, kasvatetaanko luontaisesti syntynyttä haapavitikkaa vai korvataanko se (istuttaen) kuusella. Tässä päätäntätilanteessa ei ole oikea lähtökohta se, mitä nämä vaihtoehtoiset puulajit kasvavat ja tuottavat kiertoajan kuluessa. On kenties tapahtunut virhe, kun haapa on päästetty valta-asemaan, mutta virhettä korjattaessa täytyy olla varmuus siitä, ettei tehdä uutta virhettä.

Puhtaasti puuntuotannollisesti ajatellen päätäntätilanteessa on katsottava yksinomaan tulevaisuuteen ja kysyttävä: mitä ko. haavikko kasvaa tästä eteenpäin. Jos ongelma asetetaan näin, tulos voi olla yllättävä, kuten seuraava asetelma osoittaa.

Kiertoaika, v	Haavikon valtapituus päätäntähetkellä, m	
	5	10
	Keskim. vuotuinen kasvu, m <sup>3</sup> /ha/v k:neen	
30	10,4	12,2
35	10,8	12,3
40	11,0	12,2
45	11,0	12,0
50	10,9	11,7

Jos siis hyvän kasvupaikan haavikko on ehtinyt 5 m:n pituusvaiheeseen, se kasvaa tästä eteenpäin 35—50 v:n

kiertoaikaan mennessä n. 11 m<sup>3</sup> hehtaaria kohden. Jos valtapituus on päätantähetkellä 10 m, jatkossa on odotettavissa n. 12 m<sup>3</sup>:n hehtaarikohtainen kasvu. Nämä ovat keskikasvulukuja, joihin ei Suomessa päästä millään puulajilla paljaan maan metsittämisestä lähtien. Todettakoon lisäksi, että haapa kykenee hyvällä kasvupaikalla myös kiertoajan mittaisena aikana samaan keskikasvuun kuin kuusi.

Nämä tosiasiat panevat miettimään, kun toisaalta tiedetään, kuinka ongelmallista on puulajin vaihdos haavasta kuuseksi hyvällä kasvupaikalla. Se on teknisesti vaikea ja kallis tehtävä.

Haapa on vain esimerkki. Vastaavia tapauksia löytyy muitakin. Kenties mielenkiintoisimpia ovat ne laskelmat, joita on tehty puolukkatyyppin kuusikon kasvukyvyistä, jos sekin hoidetaan taimistovaiheesta alkaen (Yrjö Vuokila: Puolukkatyyppi kuusen kasvupaikkana. *Folia For.* 324).

Laskelmat ovat osoittaneet, että jos puolukkatyyppin kuusentaimisto on saavuttanut 5 m:n valtapituuden ja jos se tässä vaiheessa harvennetaan voimakkaasti, se kasvaa tästä eteenpäin 90—100 v:n kiertoajalla ainakin saman verran kuin männikkö, joka istutetaan sen tilalle, oman yhtä pitkän kiertoaikansa kuluessa. Syynä tähän on se, että kuusella on tuossa vaiheessa hidas, niukkasvuinen taimistokausi takanapäin ja kasvu ripeässä nousussa. Männyn taimiston on käytävä ensin tuo sama alkuvaihe läpi ennen kuin se pääsee kuromaan umpeen kuusen saavuttamaa etumatkaa.

Myös hieskoivua koskevissa tutkimuksissa, joita ovat suorittaneet Saramäki, Seppälä ja Keltikangas, on päädytty toisista lähtökohdista aivan vastaavaan tulokseen. Tällöin on oletettu, että koivulla on tulevaisuudessa menekkiä. Sama edellytys koskee luonnollisesti myös haavikotapausta. Haavan osalta on edellytyksenä myös puuston terveys. Kun liikutaan hyvillä kasvupaikoilla ja kun kiertoaikana pidetään korkeintaan 50 v, lahovikaisuuden vaara on vähäisimmillään.

Kaiken kaikkiaan on todettava, että kun luonnontaimisto on tavalla tai toisella syntynyt ja ehtinyt muuttaman metrin pituuteen, on sen edelleenkasvattaminen aina vakavan harkinnan arvoinen vaihtoehto. Näin on etenkin pienmetsätaloudessa, missä puulajin vaihtaminen on toistuvasti nykyomistajan näkökulmasta kohtuuttoman suuri investointi.

Tärkeää on kuitenkin se, että kun edelleenkasvattamisesta on tehty päätös, metsikköä hoidetaan normaalein kasvatushakkuin.

## LUONNONTAIMISTOJEN HYVÄKSIKÄYTTÖ LIIKETALOUDELLISENA KYSYMYKSENÄ

Taloudellisten päätösten perustana on nykytilanne ja odotettavissa olevat taloudellisten ympäristömuuttujien kehitystrendit sekä päätöksentekijän vaikutettavissa olevat asiat. Näistä perusteista on lähdettävä metsikön käsittelyssäkin. Joudutaan harkitsemaan, onko olemassa-oleva "kone", metsikkö, käyttökelpoinen vai olisiko se korvattava uudella.

Tämä retkeilykohde edustaa sellaista puulajia, jota harvoin tietoisesti hankitaan uudistusaloille. Pidetäänpä sitä usein ei-toivottuna "rikkaruohona" silloinkin kun se on päässyt uudistusosalalle luontaisesti tulemaan. Tämä koeala on perustettu v. 1950 ja tarkoituksena on ollut alkuaan tutkia voimakasta alaharvennusta v. 1930 luontaisesti syntyneessä haavikossa. Tuolloisessa 20-vuotiaassa haavikossa metsänomistajalla voidaan katsoa olleen esim. seuraavat metsikön käsittelyn päävaihtoehdot:

1. Nuori haavikko raivataan pois ja tilalle istutetaan kuusen taimikko.
2. Haavikkoa kasvatetaan sen kiertoajan loppuun. Istutetaan haapasuojuspuuston alle kuusen taimikko.

Näiden vaihtoehtojen liiketaloudellisen edullisuuden vertailu suoritetaan tässä seuraavasti.

**Vaihtoehto 1**, haavikko raivataan ja istutetaan tilalle kuusta. Laskelmista jätettiin pois varsinaiset hallintoyms. yleismenot.

**Metsänhoitomenojen** hinnoituksen perusvaihtoehto:

Haavikon raivaus ja kantokäsittely 393 mk/ha. Suorit. heti 20 v:n iällä.

Kuusen istutus (2+2-v. taimet, 1800 kpl/ha) 1310 mk/ha. Suorit. heti.

Uudelleen osaksi syntyvän haapavesakon poisto 155 mk/ha. Suorit. 8 v:n kuluttua.

Lisäksi jokaisen metsänhoitomenon annettiin vaihdella kunkin tuonnempana esitettävän hakkuupoistuman hinnoitusvaihtoehdon puitteissa siten, että metsänhoitomenot olivat 0.50, 0.75, 1.25 tai 1.50 kertaa perusvaihtoehdon meno. Kun raakapuun hinnoitusvaihtoehtoja oli 6 kpl, kertyi raakapuun hinnoituksen ja metsänhoitomenojen vaihtoehtojen yhdistelmiä yhteensä 30. Lisäksi tuli 10 vaihtoehtoa, joissa metsänhoitomenojen em. vaihtelun lisäksi oli kaksi erilaista haapatukkien laho-  
vikaisuusoletusta.

Alueelle istutettavan kuusikon tuotos määritettiin ruot-

salaisesta tutkimuksesta (Harry Eriksson: Granens produktion i Sverige, Skogshögskolan 1976). Tuotossarja edellyttää Etelä-Ruotsissa boniteettia, jolla istutuskuusikko saavuttaa 100 vuodessa 32 m:n valtapituuden. Tuotomääriä puutavaralajeittain laskettaessa Erikssonilta saatu runkolukusarja jaettiin puutavaralajeihin Laasasenahon ja Sevolan tutkimuksen mukaisesti (Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 74.3). Kuusikon hakkuupoistumaa hinnoitettaessa olivat ns. keskihintatason vaihtoehdossa kantohinnat: kuusitukkipuu 111 mk/krl k-m<sup>3</sup> ja kuusikuitupuu 62 mk/krl k-m<sup>3</sup>. Puutavaralajeittaisista kantohintatasoista muodostettiin vielä viisi muuta vaihtoehtoa taulukosta 1 ilmenevällä tavalla. Kaikista kuudesta hintatasosta johdettiin kutakin harvennuskeritymää vastaavat yksilölliset kantohinnat järeyden ja leimikon tiheyden huomioon ottaen.

Ensimmäinen kuusisukupolven pätehakkuu oletettiin tapahtuvaksi 64 vuoden kuluttua eli 68-vuotiaana. Sitteen seuraa samanlaisia istutuskuusikoiden sukupolvia ikuisuuteen saakka. Sinne saakka ulottuvat tulot ja menot diskontattiin laskelman O-ajankohtaan, jossa haapataimikko oli 20-vuotias.

**Vaihtoehto 2**, haavikkoa kasvatetaan sen kiertoajan loppuun ja istutetaan kuusen taimet haapasuojuspuuston alle.

**Metsänhoitomenot:** Haapataimikossa 20-vuotiaana suoritettu harvennustyö hinnoitettiin käypien taksojen mukaisesti ja oli kustannukseltaan 160 mk/ha. Kuusen taimet oletettiin istutetuiksi haavikon alle välittömästi 42-vuoden iässä tapahtuvan väljennyshakkuun jälkeen. Kustannukset: kuusen istutus (2+2 v. taimia 1800 kpl/ha) 1310 mk/ha ja kaadettujen haapojen kantokäsittely 81 mk/ha. Kaikkien metsänhoitomien suhteen muodostettiin neljä muuta vaihtoehtoa, edellä vaihtoehdossa 1 esitetyillä kertoimilla.

Haavikon hakkuumäärät näkyvät seuraavasta asetelmasta (oletettu pätehakkuu 60-vuotiaana).

Metsikön ikä v.	Hakkuupoistuma krl k-m <sup>3</sup> /ha	
	Tukit	Kuitupuu
20	—	0,9
25	—	17,2
30	—	25,2
35	2,3	39,5
39	4,3	33,1
42	7,9	31,5
60	285,0	51,0

Ikävuosien 20—42 hakkuumäärät perustuvat koalamit-  
tauksiin. Viimeinen harvennus on suoritettu v. 1972,  
siis puuston ollessa 42-vuotiasta. Pystypuuston viimeinen  
mittaus tapahtui syksyllä 1977, jolloin ei suoritettu  
harvennusta. Tuon mittauksen ja aiemman kehityksen  
perusteella arvioitiin puuston kehitys ikävuosille 42—60.

Keskikantohintatasona käytettiin haapatukeilla 125 mk/  
krl k-m<sup>3</sup> ja kuitupuulla 40 mk/krl k-m<sup>3</sup> sekä vastaavilla  
kuusiainespuiilla edellä mainittuja 111 mk/krl k-m<sup>3</sup> ja  
62 mk/krl k-m<sup>3</sup>. Nytkin muodostettiin molempien puu-  
lajien puutavaralajeista viisi muuta kantohintatasovaih-  
toehtoa. Metsänhoitomeno/raakapuun hinnoitusvaihto-  
ehtoja oli siis kolmekymmentä.

Kun lahovikaisuus uhkaa haavikoita vieläkin pahemmin  
kuusikoita, tutkittiin myös seuraavien vaihtoehtoisten  
oletusten vaikutusta esitetyn kahden kasvatusvaihto-  
ehdon keskinäiseen edullisuuteen:

- a) edellä esitetyistä tukkipuukertymistä on lahovikaista  
ja vain kuitupuun hinnalla kaupaksi käyvää:

	Haavikon ikä v.			
	35	39	42	60
Hakkuupoistuman tukkien				
kuutiomääristä lahovikaista, %	10	15	20	40

- b) Kaikki tukkirungot ovat kokonaan (100 %) lahovi-  
kaisia ja menevät kuitupuun hinnalla.

Laskelmat suoritettiin vain edellisessä kappaleessa mai-  
nittuja puutavaralajeittaisia keskikantohintoja käyttäen,  
kuitenkin taaskin järeyden ja leimikon tiheyden huo-  
mioonottaen. Myös metsänhoitomenojen tasosta oli viisi  
em. vaihtoehtoa. — Haapasuojuspuuston alle istutetun  
kuusen taimikon oletettiin jäävän jälkeen Erikssonin ke-  
hityssarjasta siten, että kaikki hakkuut viivästyivät kah-  
dellatoista vuodella.

Nykyarvomenetelmällä suoritettujen edullisuuslaskelmat  
osoittavat, että haavikon säilyttämisellä alkava puunkas-  
vatusketju oli kaikilla laskelmissa käytetyillä korkokan-  
noilla 1—10 edullisempi kuin haavikon hävittämisellä  
alkava vaihtoehto 1. Poikkeuksen teki vain sellaiseen  
raakapuun hinnoitukseen perustuva vaihtoehto, jossa  
kaikki haapatukit olivat niin lahovikaisia, että kelpasivat  
vain kuitupuuksi. Tällöinkin haavikon hävittämisellä al-  
kava vaihtoehto oli edullisempi vain laskentakorkokan-  
toja 1, 2 ja 3 käytettäessä. Niitä suurempia korkokantoja  
sovellettaessa haavan kasvattamisella alkava vaihtoehto  
oli vielä haavan näinkin voimakasta lahovikaisuutta  
edellytettäessä edullisempi. Huomattakoon, että näissä  
laskelmissa kuudessa ei katsottu lainkaan esiintyvän la-

hovicaisuutta; ainakaan sen ei oletettu aiheuttavan tukeista kuitupuuhun siirtymistä eikä ylipäätään hinnan alennuksia.

Edellä mainitut päätulokset käyvät ilmi taulukoista 1 ja 2. Niistä nähdään myös, että haavan hävityksellä alkava tuotantoketju on sitä vähemmän epäedullinen haavan kasvatuksella alkavaan ketjuun verrattuna, a) mitä matalampi on yrittäjän laskentakorkokanta; b) mitä alhaisempi on metsänhoitokustannusten taso; c) mitä lahovikaisemmaksi haapapuuston voi edellyttää kehittyvän suhteessa kuusipuustoon ja mitä korkeampi etenkin kuusipaperipuun hinta on suhteessa haapa-ainespuun hintaan. Vähäisessä määrin samaan suuntaan vaikuttaa myös ylipäänsä kantohintatason nousu.

Taulukko 1. Haavan hävittämällä ja kuusen istuttamisella alkavan ikuisen puunkasvatusketjun nykyarvo (diskonttausarvo) %:na haavan edelleen kasvatamisella alkavan ja kuusen viljelyllä myöhemmin jatkuvan ketjun vastaavasta nykyarvosta.

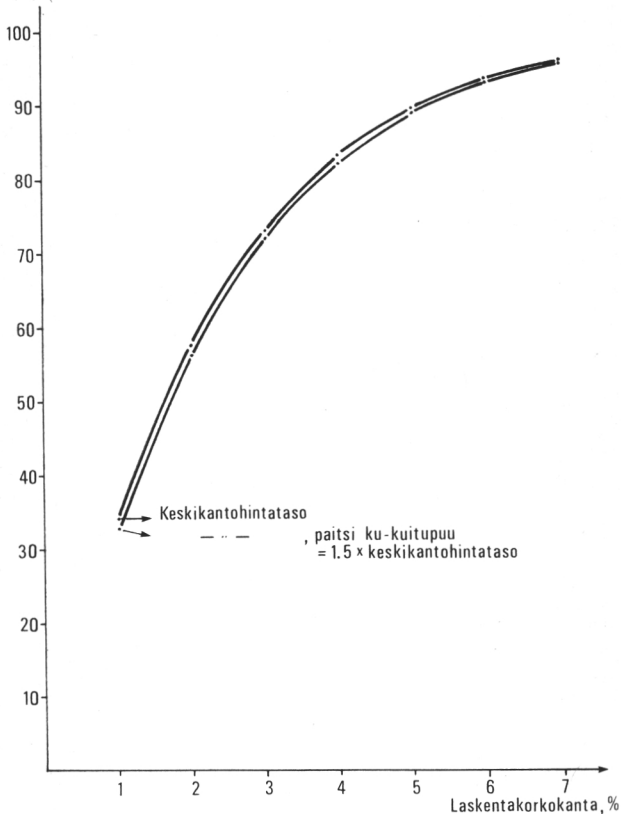
Laskentakorkokannan ja kantohintojen vaihtoehdot	%:na, kun metsänhoitomenojen kustannustaso on suhteellisesti				
	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
<b>Laskentakorkok. 3 %</b>					
1. Keskikantohintataso	70,0	68,5	66,9	65,3	63,7
2. 1,50 x ..	70,7	69,7	68,6	67,6	66,5
3. 1,25 x ..	70,7	69,5	68,3	67,0	65,8
4. 0,75 x ..	68,8	66,7	64,6	62,4	60,2
5. 0,50 x ..	67,4	64,3	61,1	57,7	54,1
6. Ku-tukit ja haapa-ainesp. keskikantoh., ku-kuitup. 1,50 x keskikantoh.	73,7	72,2	70,7	69,2	67,7
<b>Laskentakorkok. 4 %</b>					
1. Keskikantohintataso	57,9	55,3	52,6	49,9	47,1
2. 1,50 x keskikantoh. taso	59,2	57,5	55,7	54,0	52,2
3. 1,25 x ..	59,0	56,9	54,8	52,7	50,5
4. 0,75 x ..	56,1	52,6	48,9	45,1	41,2
5. 0,50 x ..	53,5	48,1	42,4	36,3	29,9
6. Ku-tukit ja haapa-ainesp. keskikantoh., ku-kuitup. 1,50 x keskikantoh.	62,0	59,5	56,9	54,3	51,6
<b>Laskentakorkok. 5 %</b>					
1. Keskikantohintataso	45,8	41,8	37,6	33,2	28,8
2. 1,50 x keskikantoh. taso	48,0	45,3	42,6	39,9	37,1
3. 1,25 x ..	47,4	44,2	40,9	37,6	34,1
4. 0,75 x ..	43,1	37,6	31,8	25,7	19,4
5. 0,50 x ..	38,7	30,1	20,8	10,8	0,0
6. Ku-tukit ja haapa-ainesp. keskikantoh., ku-kuitup. 1,50 x keskikantoh.	50,0	46,1	42,0	37,8	33,4

Kuvasta 1 näkyy, millä tavoin haavan kasvatuksesta alkavassa puunkasvatusketjussa haavasta saatavien kantarahatulojen nykyarvon %-osuus koko ikuisen puunkasvatusketjun kantarahatulojen nykyarvosta riippuu diskonttauslaskelmien korkokannasta. Kuvasta 2 taas näkyy retkeilyn aikana muissakin kohteissa esille tulevan Eriks-sonin tuotossarjan perusteella laskettu kuusikon kasvatuksen sisäinen korko raakapuun kantohintatason ja viljelymenojen kustannustason funktiona.

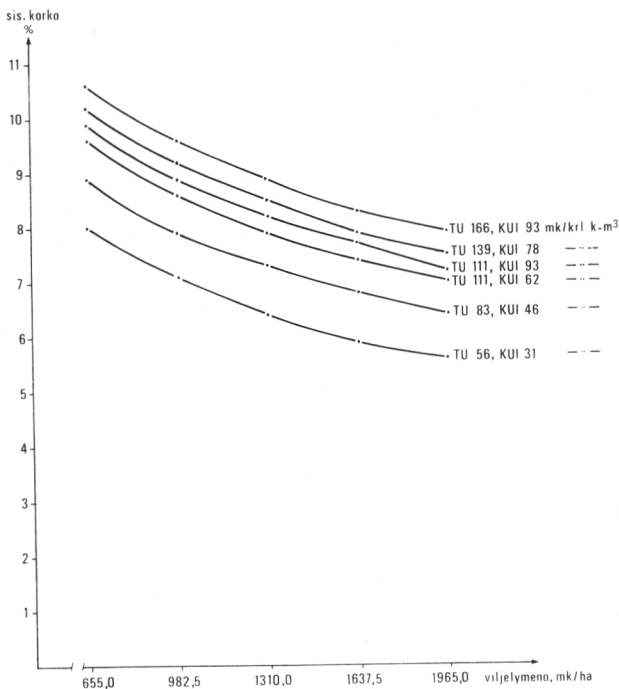
Taulukko 2. Haavan hävittämisellä ja kuusen istuttamisella alkavan ikuisen puunkasvatusketjun nykyarvo %:na haavan edelleen kasvattamisella alkavan ja kuusen viljelyllä myöhemmin jatkuvan ketjun vastaavasta nykyarvosta. Haapa-ainespuussa oletetaan tehtäväksi kaksi erilaista lahovikaisuusalennusta.

Lahovikaisuus- ja laskentakorkokantavaihtoehdot	%:na, kun metsänhoitomenojen kustannustaso on suhteellisesti				
	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50
<b>Keskikantohintataso</b>					
a) Lahovikaisuus osittaista, iän mukana lisääntyvää					
Laskentakorkokanta:					
2 %	92.8	92.0	91.2	90.4	89.5
3 %	82.0	80.4	78.7	77.0	75.2
4 %	68.7	65.8	62.8	59.7	56.5
5 %	54.5	49.8	45.0	39.9	34.7
6 %	40.1	33.2	25.9	18.3	10.3
b) Kaikki tukit lahovikaisia, menevät kuitupuuksi					
2 %	118.8	118.1	117.4	116.7	115.9
3 %	113.5	111.8	110.0	108.2	106.3
4 %	99.2	95.7	92.0	88.2	84.1
5 %	79.5	73.4	66.9	60.0	52.7
6 %	58.0	48.5	38.4	27.4	15.6

Haapa, %:na  
nykyarvosta



Kuva 1. Haavasta saatavien kantorahatulojen nykyarvon osuus haavan kasvatuksella alkavan ikuisen puuntuotantoketjun kantorahatulojen nykyarvosummasta kahta eri hinnoitusvaihtoehtoa käyttäen. Kaikissa muissa hinnoitusvaihtoehdoissa ovat osuudet = kesikantohintatason vaihtoehdossa.



Kuva 2. Paljaan maan metsityksestä alkavan kuusen viljelyn sisäinen korkokanta eri kantohinta- ja viljelymenoletuksin. Laskelmat on suoritettu tekstiosassa selostettua Eriksson'in tuotossarjaa käyttäen. Päätehakkuuikä on siis 68 v. ja hakkuiden väli 64 v. (4-vuotiset taimet). Metsänhoidon menoja on vain viljelystä. Sisäistä korkoa laskettaessa ei ole otettu ylipäättäänkään huomioon muita menoja, lähinnä hallinto- yms. yleismenoja, vaan laskelmat on suoritettu eräänlaisella kateperiaatteella. Piirroksen oikeassa reunassa olevat luvut tarkoittavat kunkin käyrän laskelmissa käytettyjä tukkien ja kuitupuiden kantohintoja.

## KOHDE 4 Lapinjärvi, Metsäntutkimuslaitoksen Lapinjärven kokeilualueen Latokartanon tutkimusmetsä

### Aihe: Koneellisen puunkorjuun aiheuttamat ajovauriot

Antti Isomäki

## KONEELLISEN PUUNKORJUUN AIHEUTTAMAT PUUNTUOTANNOLLISET HAITAT

Puunkorjuu edustaa näyttävintä ja työvaltaisinta vaihetta puuntuotannon toimenpideketjussa. Vastuu sen suunnittelusta ja toteutuksesta samoin kuin sitä koskeva kustannuslaskenta on yleensä rajattu erilleen muista metsätalouden toiminnoista. Tämä on osaltaan ollut vaikuttamassa siihen, että puunkorjuun koneellistamiseen ja sen muuhunkin kehittämiseen liittyvissä ratkaisuissa huomio on lähes yksinomaan kiinnitetty sen aiheuttamiin välittömiin pääoma- ja työvoimakustannuksiin. Vähemmälle huomiolle on jätetty monet puuntuotantoon liittyvät ilmiöt, jotka myös saavat alkunsa puunkorjuukalustoa ja -menetelmää koskevista valinnoista, mutta jotka antavat oman palautteensa piilevästi — usein vasta pitkien aikojen kuluttua.

Puunkorjuun koneellistamisen alkuaikoina koneiden aiheuttamia puuntuotannollisia haittoja arvioitaessa huomio kiinnittyi erityisesti kasvamaan jätettävälle puustolle aiheutettuihin vaurioihin.

Mekaaniset vauriot aiheuttavat aniharvoin puun kuoleman, mutta vauriokohta ei enää koskaan palaudu entiselleen. Irronneen kuoren tilalle ei kasva uutta kuorta, eikä kuoren alta paljastunut kasvusolukko enää koskaan pysty tuottamaan uutta puuainetta. Tämä mekaanisen vaurion paikallinen vaikutus jää kuitenkin puun käyttöarvoa alentavana tekijänä yleensä vähäiseksi.

Taloudelliselta merkitykseltään tuntuvampi haitta aiheutuu siitä, että mekaaniset vauriot alentavat puiden yleistä elinvoimaisuutta ja näin aiheuttavat puiden kasvun heikkenemistä. Varsinkin juurien katkeaminen alentaa puiden ravinnonottokykyä, mutta myös runkovauriot — jopa pelkkä kuoren irtoaminenkin — aiheuttaa ympäristössään puun kuivumista, mikä puolestaan vaikeuttaa puussa tapahtuvia, kasvun kannalta välttämättömiä nestevirtauksia. Elinvoiman heikkeneminen alentaa myös puiden kykyä vastustaa hyönteisten aiheuttamia tuhoja. Kuten tunnettua, lehtipuut ja havupuistammekin erityisesti kuusi saavat lähes poikkeuksetta lahovian me-

kaanisen vaurion jäljiltä. Sitä vastoin mänty torjuu tehokkaasti vaurioiden kautta puuhun pyrkivät lahottajat. Tästä syystä männyn kohdalla lahoamisriski puunkorjuun aiheuttamien vaurioiden yhteydessä ei ole kovin merkityksellinen.

Puussa esiintyvän lahon taloudellinen merkitys saattaa muodostua kasvutappioon verrattuna huomattavan suureksi. Lahon saastuttamaan puuhun kohdistetaan nimittäin raaka-aineena yleensä samat tuotantopanokset kuin terveeseenkin puuhun — ellei vähän enemmänkin. Puutavaran teko ja kuljetus maksavat saman verran riippumatta siitä, onko puu tervettä vai lahoa. Samoin puuden varastointi ja tehdaskäsittely tulevat puuta jalostavalle yritykselle maksamaan lahon puun osalta vähintään yhtä paljon kuin vastaavan määrän osalta tervettä puuta.

Terveen ja lahon puun ero teollisuuden raaka-aineena ilmenee vasta jalostussaannossa. Lahon aiheuttamat taloudelliset tappiot eivät siten rajoitu kantorahatulosten alentumiseen, vaan ne ulottuvat piilevinä huomattavasti pidemmälle keräten painolastikseen monia vastikkeettomia kustannuseriä.

Vaurioiden merkitys erityisesti lahon aiheuttajina on metsätaloudessa otettu jo tietyssä määrin huomioon. Harvennuseleimien puunkorjuun suunnitteluun ja kuljetustyön suorittamiseen on viime vuosien aikana erityisesti paneuduttu. Ajovaurioiden määrää on kyetty rajoittamaan ennen muuta kuljettajien koulutuksen, kuljetuksen ajankohdan valinnan ja ajourien suunnittelun avulla.

Tämä edistyminen on kuitenkin osittain tapahtunut metsikön puuntuotantokykyä alentamalla, sillä ajourien suunnittelun yhteydessä vaurioitumiselle alttiit puut on nykyisin totuttu poistamaan kokonaan. Näin ollaan pääsemässä yhdestä pahasta, mutta samalla ollaan saamassa tilalle toinen. Ajourien levantäminen ja oikominen merkitsevät nimittäin aikaisempaan käytäntöön verrattuna systemaattisen harventamisen lisääntymistä ja tämä puolestaan metsikön puuntuotantokyvyn alenemistä.

Ajourien avaamisella alennetaan metsikön puuntuotantokykyä poistamalla puuyksilöitä, jotka puhtaasti metsänhoidollisin perustein leimattaessa olisi jätetty kasvamaan. Tämä korostuu erityisesti silloin, kun harvennuseleimikoiden korjuusuunnitelmat tehdään vasta metsänhoidollisen leimauksen jälkeen. Tämä on omiaan lisäämään sitä kasvutilan menetystä, minkä ajourat kasvatusmetsissä aiheuttavat. Paljon metsänhoidollisesti myönteistä saa-

taisiin epäilemättä aikaan, jos ajourat suunniteltaisiin ennen leimausta ja tällöinkin yhteistoiminnassa metsänhoidosta vastaavien henkilöiden kanssa.

Eräs koneelliseen puunkorjuuseen liittyvä haitta muodostuu välillisesti siitä, että kalliit koneet korkeilla pääomakustannuksillaan asettavat korjuutyömaan suunnitellulle vaatimuksia, jotka saattavat olla ristiriidassa parhaiden puuntuotantoperiaatteiden kanssa. Metsätalous on joutunut konekustannusten painostamana siirtymään suurpiirteisiin, metsäluontoa monessa suhteessa ruhjoviin toimintamalleihin. Tämä ilmenee ns. käsittelykynnyksen kohoamisena.

Koneiden kannattava käyttö edellyttää työkohteelta yleensä sitä suurempaa kokoa mitä kalliimmasta koneesta on kysymys. Tämä on vaikuttamassa siihen, että metsikkökohtaisesta puuston käsittelystä ollaan laajasti siirtymässä koneita enemmän suosivaan metsäntasaukseen, jolla tarkoitetaan rinnakkaisten metsikkökuvioiden sulauttamista yhteen puuntuotantoa ohjaavien metsänkäsittelyjen avulla.

Käsittelykynnys ilmenee myös kiireellisten mutta koneiden käytön kannalta liian pienten työkohteiden jättämisenä odottamaan suurempia operaatioita. Nykyisin ei esimerkiksi enää useinkaan kannata poimia yksittäisiä tuulen kaatamia tai muuten vaurioituneita puita. Samasta syystä harvennusten välistä aikaa pyritään jatkamaan mahdollisimman pitkäksi, jotta harvennuskertymät puolestaan muodostuisivat koneiden taloudellisen käytön kannalta riittäviksi. Nykyisin on vakavasti harjittu jopa siirtymistä harvennuksista vapaisiin metsänkasvatusmuotoihin.

Kalliiden erikoiskoneiden taloudellinen käyttö edellyttää myös niiden ympärivuotista työskentelyä. Kesäaikainen puunkorjuu lisää harvennusemetsissä jäävän puuston vaurioitumisvaaraa. Metsässä säilytettävä kuoripäällinen puutavara aiheuttaa kasvatettavalle puustolle hyönteistuhovaaran ja myös itse korjattava puutavara on kesäaikana altis saamaan hyönteisten ja sienien aiheuttamia vaurioita.

Rationaalinen korjuukoneiden käyttö edellyttää myös mahdollisimman vähän puutavaralajeja. Mm. tästä syystä jo metsän uudistamisen yhteydessä suositaan toimenpiteitä, jotka tähtäävät yhden puulajin metsiköiden kasvattamiseen. Nämä monokulttuurit ovat saaneet varsinkin luonnonsuojelujärjestöjen taholta kielteistä arvostelua.

Pelkästään puuntuotannon kannalta niissä on kielteistä se, että ne ovat alttiimpia laajoille metsätuhoille kuin sekametsät. On myös oletettavaa, että sekametsässä puut

pystyvät käyttämään kasvualustan paremmin hyväkseen kuin yhden puulajin metsässä, jossa vierekkäiset puut kasvattavat lajilleen ominaisella tavalla juuristonsa samaan vyöhykkeeseen kun taas sekametsissä puiden juuristot asettuvat kerroksittain ja näin saavat enemmän kasvutilaa.

Puunkorjuun koneellistamista on usein jo sellaisenaan pidetty myös puunkorjuun rationalisointina — varsinkin kun koneellistamisella tavallisesti on pystytty kohottamaan työn tuottavuutta. Mikäli koneellistamisen yhteydessä on kyetty vielä alentamaan puunkorjuun välittömiä kustannuksia, on toimenpide yleensä jo ammattimiestenkin piirissä ilman enempää kritiikkiä luokiteltu rationalisoinniksi. Näin tulkittu rationalisointi on leimannut puunkorjuun alalla tapahtunutta kehitystä jo parin vuosikymmenen ajan. Se sisältää kuitenkin todelliselle, kokonaisvaltaiselle rationalisoinnille vieraita piirteitä.

Puunkorjuukoneita ja -menetelmiä valittaessa päätöksentekijöiden tulee tuntea vastuunsa laajemmin kuin mihin puunkorjuun tavanomainen kustannuslaskenta ulottuu. Vasta, kun he ottavat huomioon ratkaisujensa välittömät ja välilliset vaikutukset puuntuotantoon, metsien terveydentilaan ja virkistyskäyttöön sekä työntekijöiden työolosuhteisiin ja yhteiskunnallisiin ilmiöihin, vasta silloin he ovat nähneet vastuunsa koko laajuuden ja vasta näiden kaikkien seikkojen huomioonottamisen jälkeen he voivat arvioida hyväksymiensä ratkaisujen todellisen merkityksen rationalisoinnin kannalta. Näin tulkittuna voitaisiin myös rationalisointi nostaa käsitteenä siitä alennustilasta, mihin se kansan kritiikin edessä on — usein syystäkin — joutunut.

## TIETOJA HAVAINTOKOHTEESTA

Metsikkö harvennettu talvella 1973—74. Maastokuljetus suoritettu kevättalvella 1974. Kuljetuskoneena käytetty keskiraskasta, nivelohjattua, kantavaa metsätraktoria, jossa ei ole ollut telavarustusta. Myöhemmin metsiköstä on kerätty traktoria apuna käyttäen tuulen kaatamia puita.

### PUUSTO

Puustotunnus	Ennen harv.	Harvennus-kertymä	Jäävä puusto	Terve puusto	Vaurioitunut puusto
Runkoluku, kpl/ha	695	239	456	246	210
Pohjap.ala, m <sup>2</sup> /ha	33	8	25	13	12
Tilavuus, kuorell. runkopuuta, m <sup>3</sup> /ha	366	86	280	148	132

## KASVAMAAN JÄTETYN PUUSTON VAURIOT

Vaurion sijainti puussa	Lukumäärä kpl/ha	Vauriotunnusten keskiarvo	
		Suurin leveys, cm	Pinta-ala, cm <sup>2</sup>
Runko	133	14	342
Juurenniska	29	15*	540*
Juuristo	211	11*	343*
Kaikki vauriot	373	13	364

\*) = katkenneet juuret eivät ole näissä luvuissa mukana

## MAAPERÄLLE AIHEUTUNEET VAURIOT

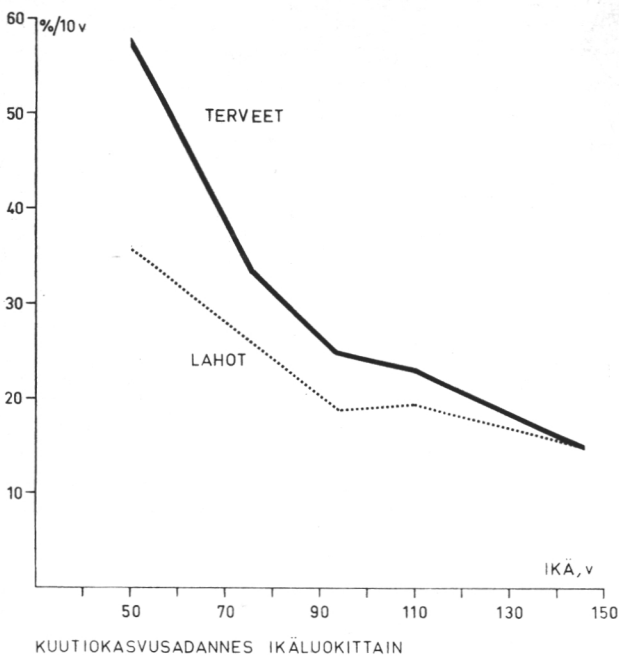
Ajourien määrä	Ajouran syvyys, cm			Ajouria yhteensä
	alle 10 cm	10—25 cm	yli 25 cm	
m/ha	790	376	718	1884
%	42	20	38	100

T. Kallio

## TYVILAHO — ETELÄSUOMALAISTEN KUUSIKOIDEN KIUUSA

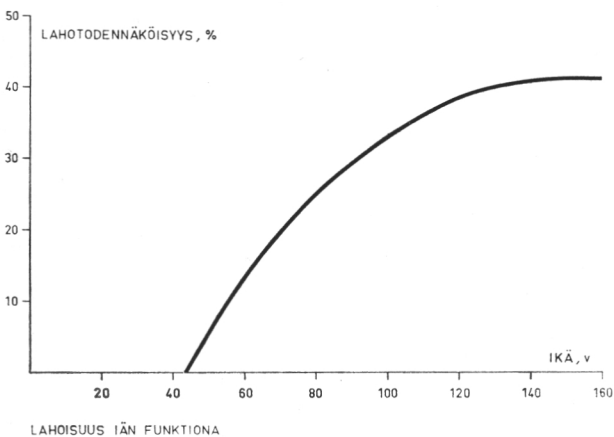
Tyvilaho on ennen kaikkea toisen puusukupolven tai vielä kauemmin kuusen hallussa olleiden hyvillä metsämailla kasvavien kuusien tauti. Tämä tauti vaivaa erityisesti istutuskuusikoita. Ahvenanmaalta on hiljattain valmistuneen tutkimuksen tulosten perusteella tietoja kuusen tyvilahosta. Siellä oli hakkuukypsistä kuusista tyvilahoisia kolmannes. Tukkipuun osuus väheni lahon vuoksi 21,5 %, järeimmissä läpimittaluokissa 27 %. Kun tukkipuun hintaa merkittiin 100, sulfiittipuun 59 ja sulfaattipuun 53, väheni kantoarvo 10,3 %. Kantoarvon suhteellinen aleneminen suureni metsätyypin parantuessa. Uudistuskypsyttä lähenevissä metsiköissä kantoarvo aleni eniten. Lahoissa rungoissa kapeneminen oli suurempi kuin terveissä. Kasvu oli terveillä puilla suurempi kuin lahoilla (kuva 1). Tyvilahoisuus lisääntyi iän mukana, se kasvoi myös puiden läpimitan suuressa (kuva 2).

Eräässä satakuntalaisessa istutuskuusikossa oli 45 vuoden iällä 15 % runkoluvusta lahoja, 60 vuotiaana lahoprocentti oli 30. Lahon aiheuttama välitön tappio oli tällöin kevättalven 1977 hintatason mukaan 3200 mk/ha. Välillisen vahingon arvioidaan olevan vähintään yh-



KUUTIOKASVUSADANNES IKÄLUOKITTAIN

Kuva 1.



LAHOISUUS IÄN FUNKTIONA

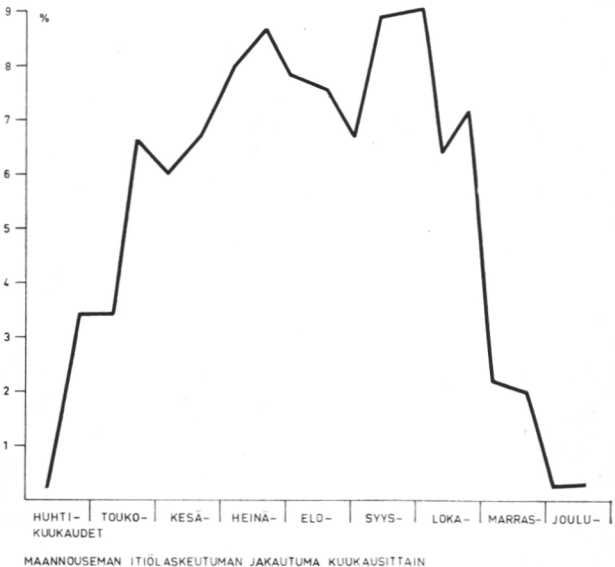
Kuva 2.

täsuuren. Retkeilyn kohteena olevassa metsikössä on kaksi tyvilahon torjuntakoetta. Sen vuoksi tiedetään tämän metsikön kuusista olevan 60 % tyvilahoisia. Mahdollisen päätehakuun välitön tappio lienee tällä hetkellä 5000—6000 mk/ha. Välillisen vahingon arviointi on vaikeata mm. sen vuoksi, ettei tiedetä miten tämä met-

sikkö pitäisi hakkuun jälkeen uudistaa. Esim. männyn istutus johtaa aukkoiseen taimistoon sen vuoksi, että juurikäpäsieni (= maannousemasieni) tappaa jo alle 10-vuotiaita männyn taimia. Mäntyjen kuoleminen jatkuu yksittäin tai ryhmittäin usein koko kiertoajan. Alue on siten pysyvästi vajaatuottoinen. Tälle paikalle mahdollisesti istutettava kuusikko olisi aikanaan vielä lahovikaisempi kuin nyt paikalla kasvava.

Kuusen tyvilahosta voidaan tavallisesti eristää joukko sieniä ja bakteereita. Tavallisin mikrobi on juurikäpä. Ahvenanmaalla se tavattiin kannon korkeudelta 46 % lahoja puita. Mesisientä oli vastaavasti 16 %. Eteläisten piirimetsälautakuntien alueella suoritettussa kuusikoiden lahoinventoinnissa todettiin 49 %:ssa lahoja puita juurikäpä ja 7 %:ssa mesisieni. Nyt esiteltävässä metsikössä juurikäpäsieni esiintyy 53 %:ssa lahoja puita. Edellä mainitun kahden sienen lisäksi punertuva verinahkasieni on tavallinen kuusen tyvilahossa kasvava sieni. Mikrobijoukon esiintyminen tyvilahossa aiheuttaa sen, että yhteen sieneen kohdistuvat torjuntatoimenpiteet, olivatpa ne mitä tahansa, tuskin tulevat pitkällä aikavälillä sarottavasti vähentämään kuusen tyvilahoa.

Juurikäävän paikallinen itiötuotanto alkaa pari viikkoa sen jälkeen kun lämpötila on kohonnut nollan yläpuolelle ja loppuu pari viikkoa sen jälkeen kun lämpötila on laskenut pakkasen puolelle (kuva 3). Itiöitä kulkee



Kuva 3.

ilmavirtausten mukana muutamien satojen kilometrien etäisyydelle itiölähteestä. Itiöitä laskeutuu ilmasta mm. kantojen kaatopinnoille ja sieni kasvaa sitä kautta juuristoihin ja edelleen juurien kosketuskohtien ja yhteenkasvettumien kautta toisiin puihin. Sieni iskeytyy myös mm. puunkorjuun yhteydessä syntyneisiin vaurioihin. Snappertunassa todettiin eräässä metsikössä juurikäävän iskeytyneen 47 %:iin vaurioista. Itiötuotannon vuodenaikojen mukaisesta jakaantumasta johtuen kesäaikaiset hakkuut ja niihin liittyvä puunkorjuu on tyvilahoisuutta ajatellen paljon vaarallisempaa kuin talvella suoritettu korjuu. Ympärivuotisen puunkorjuun seuraukset näkyvät käytännön metsätaloudessa vasta muutaman vuosikymmenen kuluttua korjuusta.

Sekametsä on yleensä terveempi kuin yhden puulajin muodostama tasaikäinen metsikkö. Kulutuksen on todettu rajoittavan tyvilahon esiintymistä. Lehtipuusekoitus lienee erityisen toivottavaa metsien terveyttä ajatellen. Englannissa juurikäävän aiheuttamat tuhot ovat suhteellisesti paljon merkityksellisempiä kuin meillä. Forestry Commission määrää harvennusemetsiköissään käytettäväksi sikäläisen tri J. Rishbeth:in kehittämää torjuntamenetelmää, jossa *Phlebia gigantea* -niminen sieni ympätään välittömästi puun kaatamisen jälkeen kannon kaatopintaan. Näin estetään juurikäävän leviäminen kantojen kaatopintojen kautta. Paljaaksihakkuiden jälkeen englantilaiset nostavat alueen kannot ja istuttavat uuden metsän vasta sen jälkeen. Tämä on osoittautunut parhaaksi juurikäävän torjuntakeinoksi. Meillä ei ole pahimmilla maannousema-alueilla muita torjuntakeinoja kuin englantilaisten kehittämät ja käyttämät. Voimme jossakin määrin lieventää tuhoja suosimalla lehtipuusekoitusta, välttämällä kesäaikaista puunkorjuuta ja mahdollisesti myös kulottamalla metsiä. Metsän kylvö on metsien terveyden kannalta suositeltavampaa kuin istutus. Terveitä metsiköitä voidaan varjella tyvilaholta käsittelemällä kesäaikaisten hakkuiden jäljeltä kantojen kaatopinnat *P. gigantealla*. Tyvilahoisia puita emme pysty parantamaan.

Kuusen tyvilaho aiheuttaa pysyvää vajaatuottoisuutta. Lahovikaisten metsiköiden edelleen kasvattaminen ei aina ole tarkoituksenmukaista. Käsitykseni mukaan retkeilykohteena olevan metsikön puuston edelleen kasvattaminen ei ole taloudellisesti kannattavaa.

## KOHDE 5 Lapinjärvi, Metsäntutkimuslaitoksen Lapinjärven kokeilualueen Latokartanon tutkimusmetsä

Aihe: Harvennusmetsien puunkorjuumenetelmien ja koneiden esittely

Pertti Harstela

### HARVENNUSMETSIIEN PUUNKORJUUMENETELMÄT

Harvennusten puunkorjuuta kehitetään monella linjalla alkaen kevyistä laitteista ja päätyen monitoimikoneisiin ja kokopuuhaketuksen. Riukuasteisten metsien hyväksikäytön tutkimusta lukuunottamatta ei mihinkään ”paniikkikehittämiseen” ole aihetta, koska harvennuskertymä alkaa merkittävästi lisääntyä vasta 90-luvulla. Koneellistamisen ongelmat voidaan pelkistää seuraaviin kysymyksiin: kuinka kone pääsee puun luokse tai puut saadaan koneen luokse aiheuttamatta aukkoisuutta ja vaurioita jäljelle jäävään puustoon, kuinka pieniä puita voidaan käsitellä rationaalisesti ja kuinka työn ergonomiset haitat eliminoidaan. Seuraavassa esitellään joitakin korjuuketjuja esimerkkeinä eri kehityslinjoista. Esittelyssä on pitäydytty vain valikoivassa harvennuksessa. Tuotos- ja kustannusluvut perustuvat osittain tilastoihin ja tutkimuksiin, osittain ovat arvioita. Ne edustavat pääasiassa 2. harvennuskerran olosuhteita, eivätkä esittelytyömaata.

#### I. ESIJUONTO HEVOSELLA + KUORMATRAKTORIKULJETUS

(n. 5 m kuitupuu hakattu LEKA-menetelmällä)

— AJOURAVÄLI: 30—100 m, AJOURAN LEVEYS: 3,5—4,5 m

— PUUSTON VAURIOITUMINEN: vähäistä

— TUOTTAVUUS: hakkuu 1,3—1,5 m<sup>3</sup>/h, esijuonto 4—7 m<sup>3</sup>/h, kuljetus 8—13 m<sup>3</sup>/h

— SUHTEELLISET KUSTANNUKSET:

(LEKA-hakkuu = 100)

○ ajouraväli 30 m: 100 + 14 + 45 = 159

○ ajouraväli 100 m: 100 + 37 + 41 = 178

— ERGONOMIA: Hakkuun energian kulutus ++  
(nykyisiin menetelmiin verrattuna)

Hakkuun tukielinkeuhkorvitus ++

Hakkuun vaihtelevuus +

Esijuonnon kuormittavuus ++

h = käyttötunti tai työmatunti

Hevosta on pidetty jo aikansa eläneenä metsätyössä. Toisaalta on esitetty, että hevosia tulisi suosia, koska niiden käyttö vähentää maatalouden ylituotanto-ongelmia, vähentää ulkomaisen energian ja koneiden tuontia, säästää nuoria metsiä vaurioilta sekä lisää työllisyyttä. Toisaalta hevoskuljetusta on sanottu liian raskaaksi työntekijälle ja kustannuksiltaan kalliiksi (muussa kuin hankintatoiminnassa). Tässä kohteessa esitellään esimerkki siitä kuinka laitekehittelyllä työ on saatu keveäksi, ja valitsemalla työkohteeksi esijuonto tuottavuus verraten suureksi muihin esijuontovaihtoehtoihin verrattuna. Yleisin esijuontoväline tällä hetkellä on vintturi, jonka tuotos suurelta osin on riippuvainen juontajan kävelynopeudesta. Hevosjuonnossa ihmisen kävelynopeus voidaan ylittää, koska juontolaite on suunniteltu sellaiseksi, että ajomies voi olla kyidissä.

## II. ESIJUONTO VINTTURILLA + KUORMA-TRAKTORIKULJETUS

(n. 5-m kuitupuu hakattu LEKA-menetelmällä)

- a) erillisvintturijuonto
- b) maataloustraktorivintturijuonto
- c) juonto kuormatraktoriin asennetulla vintturilla

Vaihtoehto a:

- AJOURAVÄLI: 30—60 m, AJOURAN LEVEYS: 3,5—4,5 m
- PUUSTON VAURIOITUMINEN: vähäistä tai kohtalaista
- TUOTTAVUUS: hakkuu 1,3—1,5 m<sup>3</sup>/h, esijuonto 2—6 m<sup>3</sup>/h, kuljetus 8—12 m<sup>3</sup>/h
- SUHTEELLISET KUSTANNUKSET
  - ajouraväli 30 m: 100 + 15 + 45 = 160
  - ajouraväli 60 m: 100 + 32 + 41 = 173
- ERGONOMIA: Hakkuun energian kulutus ++  
 Hakkuun tukielinkuormitus ++  
 Hakkuun vaihtelevuus +  
 Esijuonnon kuormittavuus —  
 (lumiolosuhteissa)

Vintturin käyttö on tähän asti rajoittunut palsttien varten hakkuun yhteydessä tukkien ja ylijäreiden pölkkyjen juontoon. Viime aikoina on kehitetty korjuumenetelmiä, jotka perustuvat kuitupuun palstalle tekoon ja esijuontoon. Traktorisovitteisen vintturin rinnalle on Metlassa kehitelty kevytvintturi, joka on vastaavia ruotsalaisia ja amerikkalaisia vinttureita kevyempi, halvempi ja toimivampi. Vintturijuonnon etuna on se, että voidaan käyttää suurta ajouraväliä, mutta puuston vaurioi-

tuminen on usein ollut verraten suurta. Kevytvintturilla voidaan kuitenkin taakkaa ohjata aikaisempaa paremmin sitä varten kehitetyllä taittopyörällä.

### III. ESIJUONTO "PITKÄLLÄ PUOMILLA" + KUORMATRAKTORIKULJETUS

(n. 5-m kuitupuu hakattu LEKA-menetelmällä)

a) esijuonto esikasauskoneella

b) esijuonto + kuormaus liukupuomikuormaimella

Vaihtoehto a:

— AJOURAVÄLI: 25—35 m, AJOURAN LEVEYS: 3,5—4,5 m

— PUUSTON VAURIOITUMINEN: vähäistä (tai kohtalaista)

— TUOTTAVUUS: hakkuu 1,3—1,5 m<sup>3</sup>/h, esijuonto 10—15 m<sup>3</sup>/h, kuljetus 9—13 m<sup>3</sup>/h

— SUHTEELLISET KUSTANNUKSET:

$$100 + 12 + 44 = 156$$

— ERGONOMIA: Hakkuun energian kulutus + +  
Hakkuun tukielin kuormitus + +  
Hakkuun vaihtelevuus +  
Esijuonnon kuormittavuus + +

Kuitupuun esijuonnossa pitkälle ulottuvat kuormaimet tai kasauskoneet ovat tällä hetkellä halvin menetelmä, mutta niitä käytettäessä on sovellettava verraten kapeaa ajouraväliä. Kuormatraktorin kuormaimen liitettävillä liukupuomeilla tai teleskooppeilla saavutetaan tällä hetkellä n. 10 m ulottuvuus. Maksimiulottuvuutena voidaan pitää 12—13 m. Erillisellä kasauskoneella päästään n. 15 m ulottuvuuteen ja verraten suuriin vetonopeuksiin, mutta se on organisatorisesti liukupuomikuormaimia hankalampi vaihtoehto, koska tarvitaan korjuuketjun kolmen osan ohjelmointia. LEKA-hakkuuseen perustuvat pitkän rankatavaran menetelmät lienevät tällä hetkellä kustannuksiltaan edullisimmat menetelmät 2. ja 3. harvennuskerran metsiköissä.

### IV. KULJETUS PIENTRAKTORILLA

(n. 2 tai 3 m kuitupuu kasattu ajouran varteen)

— AJOURAVÄLI: 10—20 m, AJOURAN LEVEYS: 2,5—3,0 m

— PUUSTON VAURIOITUMINEN: vähäistä tai kohtalaista (lumettomaan aikaan kuusikossa kapealla ajouravälillä juurivauriot yleisiä)

— TUOTTAVUUS: hakkuu 1,1—1,3 m<sup>3</sup>/h, kuljetus 5—7 m<sup>3</sup>/h

— SUHTEELLISET KUSTANNUKSET:

$$119 + 51 = 170$$

— ERGONOMIA:

Hakkuun energian kulutus	+
Hakkuun tukielinkuormitus	+
verrattuna suureen ajouraväliin	—
verrattuna palstalle tekoon	
Hakkuun vaihtelevuus	+ (+)
Kuljetuksen heilunta-altistus	± helpossa maastossa

Pientraktorien käytöstä on puhuttu paljon etenkin siksi, että ne vaativat vähän palstatiepinta-alaa. Niiden käyttöönotto kuitenkin merkinnee lisäkustannuksia, koska hyvin varustettujen pientraktoreiden hinta on verraten suuri, mutta suorituskyky selvästi varsinaisia metsätraktoreita alhaisempi. Luotettavaa näyttöä pientraktoreiden tuotoksista ja kustannuksista ei vielä kuitenkaan ole. Pientraktoreiden käyttö rajoittunee I ja II maastoluokkaan. Lyhyen (2 tai 3 m) kuitupuun teko ajouran varteen lienee tällä hetkellä halvin menetelmä ensiharvennuksissa. Ergonomisten ja puun tuotannollisten etujensa vuoksi pientraktori on kilpailukykyinen vaihto-ehto ensiharvennuksissa hyvissä maasto-oloissa, joissa kannettavien pölkkyjen koko on pieni.

V. MONITOIMIKONEET

- (Esijuonto +) prosessorikäsittelevä (vars. prosessori tai kuormatr. prosessori, miel. useita puita kerrallaan käsittelevä)
- Prosesori (pitkälle ulottuvalla kuormaimella varustettu)
- Pientraktoriharvesteri
- Harvesteri (pitkälle ulottuvalla puomilla varustettu)

Vaihtoehto a:

— AJOURAVÄLI: 25—80 m, AJOURAN LEVEYS: 4—5 m

— PUUSTON VAURIOITUMINEN: kohtalaista

— TUOTTAVUUS: hakkuu 3—5 m<sup>3</sup>/h, (esijuonto 2—8 m<sup>3</sup>/h), prosessointi 5—7 m<sup>3</sup>/h

198

— ERGONOMIA: hakkuun energian kulutus + (+) (yli 50 cm lumessa kuormittavaa)

Vaihtoehto c:

— AJOURAVÄLI: 25—35 m, AJOURAN LEVEYS: 3—4,5 m

- PUUSTON VAURIOITUMINEN: kohtalaista (tai suurta) (juurivaurioiden riski suuri lumetto-  
maan aikaan)
- ERGONOMIA: heilunta-altistus  $\pm$  helpoissa  
maasto-oloissa

Harvennushakkuisiin on prototyyppiasteella tai jo sarja-  
valmistuksessa tarjolla useita monitoimikonevaihtoehtoja.  
Kun monitoimikoneet ovat kannattavia avohakkuillakin  
verraten pienellä marginaalilla ihmistyövaltaisiin mene-  
telmiin verrattuna, ei ole odotettavaa, että ainakaan yhtä  
puuta kerrallaan käsittelevät monitoimikoneet olisivat  
vielä kannattavia nuorissa harvennusmetsissä. Koneen tu-  
lee pystyä käsittelemään useita puita kerrallaan ja olla  
silti riittävän halpa. Luotettavia tuotos- ja kustannustieto-  
ja ei kuitenkaan vielä ole käytettävissä, joten monitoimi-  
koneiden tämän hetkisen taloudellisuuden lopullinen en-  
nustaminen on ennen aikaista. Toisaalta koneiden kehiti-  
tely on pitkäjänteistä toimintaa, jossa päätöksiä ei voi-  
dakaan tehdä tämän päivän kustannusten perusteella.  
Tähänastisten kokemusten mukaan prosessorit vaurioit-  
tavat jäävää puustoa verraten paljon (tässä suhteessa  
FINKO-1 on edeltäjiään parempi) ja, jos käytetään  
suurta ajouraväliä, on ongelmana puiden sijoittamistilan  
vähäisyys ajouran varressa. Lähivuosina ei välitöntä ko-  
neellistamistarvetta harvennuksissa ole, koska työvoima-  
pulan sijasta vallitsee työttömyys ja avohakkuiden ko-  
neellistaminen, joka on vasta aluillaan, lienee taloudel-  
lisempaa.

## VI. KOKOPUUHAKETUS

- a.) siirtelykaato kaatokahvoilla varustetulla sahalla  
(+ esijuonto) (+ kuljetus) + haketus (+ kul-  
jetus)
- b.) kaato-kasauskone (+ kuljetus) + haketus (+  
kuljetus)

Vaihtoehto a:

- AJOURAVÄLI: 25—80 m, AJOURAN LE-  
VEYS: 4—5 m
- PUUSTON VAURIOITUMINEN: kohtalaista  
tai vähäistä
- TUOTTAVUUS: hakkuu 2—4 m<sup>3</sup>/h, esijuonto  
2—8 m<sup>3</sup>/h, haketus + kuljetus 7—11 m<sup>3</sup>/h
- SUHTEELLISET KUSTANNUKSET:
  - Ajouraväli 25 m : 38 + 20 + 48 = 106
  - Ajouraväli 80 m : 38 + 42 + 48 = 128
- ERGONOMIA: hakkuun energian kulutus +

(+) (poikkeuksena paksu lumi )  
hakkuun tukielinkuormitus ++  
palstahaketuksen heilunta-altistus (+) (verrat-  
tuna välivarastohaketukseen  
palstahaketuksen vaihtelevuus +

Pienten puiden joukkokäsittelyperiaate toteutuu parhaiten kokopuuhaketuksessa. Lisäksi näin saadaan käyttöön raaka-ainereservejä. Kokopuuhaketuksen käyttöä teollisuudessa ovat toistaiseksi rajoittaneet raaka-aineen ominaisuuksiin liittyvät käyttötekniset vaikeudet. Hyvänä puolena kokopuuhaketuksessa on vielä hyönteistuhoriskin väheneminen, mutta huonona puolena ravinteiden kulkeutuminen metsiköstä, jota voidaan vähentää hakettamalla puut palstalla ja kehittämällä neulaset ja pienet oksat palstalle jättäviä menetelmiä.

Metsikön kokonaistuoton optimointilaskelmia varten tarvitaan vielä paljon tutkimuksia. Tällä hetkellä metsikön tulevan tuotoksen kannalta parhaat korjuumenetelmät aiheuttavat vähintään 10 % lisän korjuukustannuksiin, ensiharvennuksissa ehkä yli 20 % lisän.

Aihe: Luonnontaimistojen harvennus

Yrjö Vuokila

LUONNONTAIMISTOJEN HARVENNUKSEN  
PUUNTUOTANNOLLINEN MERKITYS

Retkeilykohteessa on taimistonkäsittelykoe, joka perustettiin syksyllä 1972. Syksyllä 1977, 5 vuotta kokeen perustamisen jälkeen, suoritettiin uusi mittaus, joka antaa alustavia tietoja käsittelyn vaikutuksesta. Kokeeseen sisältyvät seuraavat kasvatustiheydet:

- luonnontilainen (3100—3500 kpl/ha)
- 2200 kpl/ha
- 1600 „
- 1000 „
- 600 „

Kokeeseen kuuluu 2 toistoa, joista toisen valtapituus oli koetta perustettaessa n. 5 m ja toisen n. 7 m. Ensiksi mainitun toiston alueella suoritettiin keväällä 1974 lannoitus, jossa annettiin 500 kg/ha oulunsalpietaria.

Oheinen kuva 1 havainnollistaa puuston kuutiomäärää syksyllä 1977, ts. 5 vuoden kuluttua käsittelystä.

Luonnontilaisen puuston kuutiomäärä on korkein, kun otetaan huomioon kaikenkokoiset puut. Ero suhteessa asentoon 2200 kpl/ha vastaa suurin piirtein sitä kuutiomäärää, mikä vm. käsittelyssä on lyöty maahan koetta perustettaessa.

Asento 2200 kpl/ha on johtanut korkeimpaan mahdolliseen kuutiomäärään, olipa kysymys rinnankorkeudelta 8, 10 tai 12 cm:n puista. Ei ole syytä olettaa, että tulevaisuudessa tilanne muuttuisi huonompaan päin.

Asento 1600 kpl/ha on merkinnyt toistaiseksi lievää tuotostappiota, kun huomioon ei oteta käsittelyssä maahan lyötyä puuta. Merkille pantavaa on kuitenkin, että rinnankorkeudelta yli 12 cm:n puiden kuutiomäärä on korkein mahdollinen.

Asennot 1000 kpl/ha ja 600 kpl/ha ovat odotetusti merkinneet selvää kasvutappiota. Näidenkin asentojen kohdalla on kuitenkin yli 12 cm:n puiden kuutiomäärä sama kuin tiheimmissä asennoissa.

Lannoituksesta on kulunut vasta 4 vuotta, mutta jo nyt on kasvun selvä paraneminen todettavissa. Vaikka päätelmä on luonnollisesti vielä kovin epävarma, näyttää

siltä, että käsittelemätöntä taimistoa ei kannata lannoittaa.

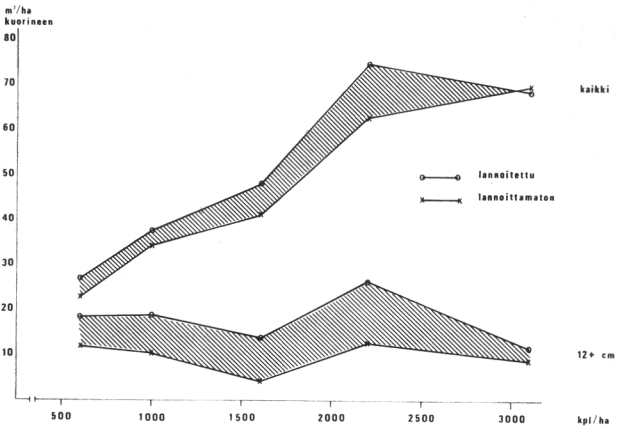
Kokeen perusteella on toistaiseksi mahdotonta tehdä pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Sallittaneen sen sijaan periaatepohdiskelu siitä, minkälaisin näkökohdin erilaisia alkutiheyksiä voidaan perustella käytännössä (vrt. kuva 2).

- **Luonnontilainen taimisto** ja siihen liittyvä harvennusvapaa metsätalous merkitsevät sitä, että 20—30 % tuotetusta puusta kuolee, järeän puuston tuotos on pienin mahdollinen ja hakkuutulot saadaan vasta kiertoajan päätyttyä. Jos omaksutaan harvennusvapaa metsätalous, hakkuumäärät on pudotettava pitkiksi ajoiksi puoleen nykyisestä. Harvennusvapaa metsätalous on Suomessa ilmeisestikin kansantaloudellinen mahdottomuus.
- **Alkutiheys 3000 kpl/ha** on taimiston varhaisessa kehitysvaiheessa metsänhoidollisesti täysin hyväksyttävä lähtökohta. Jos halutaan turvata pitkällä tähtäyksellä korkea tuotos, on tiheyttä kuitenkin vähennettävä jo n. 5 m:n pituusvaiheessa. Harvennuspuu joudutaan kaatamaan maahan, sillä tuskinpa näin pientä puuta kyetään koskaan kannattavasti korjaamaan.
- **Alkutiheys 2500 kpl/ha** on luonnollisesti niinkään aluksi ja varsin pitkäänkin täysin perusteltavissa. Jos taimiston käsittelyssä päädytään tällaiseen suositukseen, on metsikköön tultava seuraavan kerran viimeistään 10 m:n valtapituusvaiheessa, jotta puiden latvukset pysyisivät kunnossa. Koneellistuvan puunkorjuun aikakaudella on tähän kehitysvaiheeseen sattuva harvennus mahdollisimman ongelmallinen. Kysymykseen tulee vain haketusharvennus, mihin liittyy suuri vaurioitumisriski.
- **Alkutiheys 2000 kpl/ha** on nykyisin käytännössä ja erityisesti hyvillä kasvupaikoilla yleisesti sovellettu. Tällöin on lähtökohtana se, että taimiston hoito saadaan suoritetuksi yhdellä kerralla ja pienimmin mahdollisin kustannuksin. Lisäksi on huomattava, että jos lähtiheys on 2000 kpl/ha, ensiharvennus voi siirtyä kuusella jopa 15 m:n, männyllä kenties 12—13 m:n valtapituusvaiheeseen. Tällainen harvennus voidaan koneellistaa kannattavasti. Sitä varten lienee mahdollista kehittää myös sellaisia koneellistamisratkaisuja, jotka yhdessä perusteellisen työvoima-

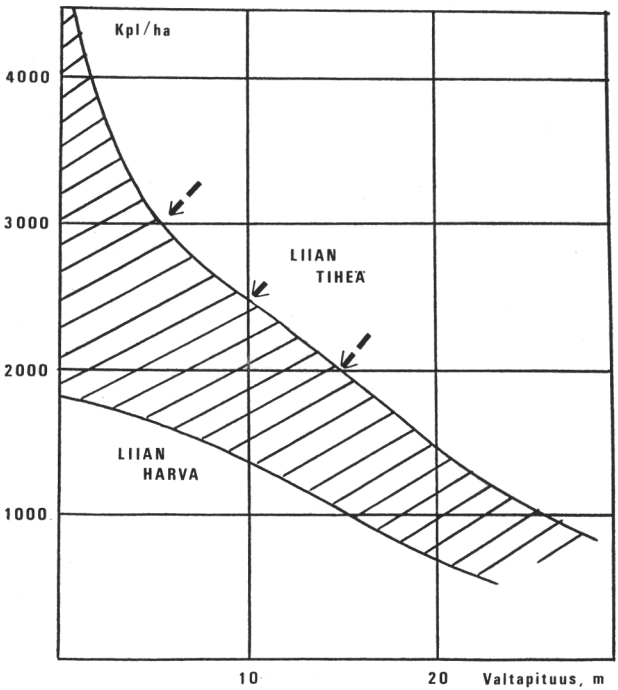
koulutuksen kanssa takaavat vauriottoman puunkorjuun. Tähän alkutiheyteen liittyy 2—3 harvennusta kiertoajan kuluessa.

- Alkutiheys 1500 kpl/ha takaa kuivien kankaiden männiköissä maksimaalin kuutiokasvun ja käyttöpuun tuotoksen. Sitä voidaan tuoreillakin kankailla pitää tiheytenä, joka on varsin tyydyttävä, ellei siihen liity liiallista aukkoisuutta ja ryhmittäisyyttä. Männiköissä ensiharvennus on ajankohtainen n. 15 m:n valtapituusvaiheessa, kuusikoissa merkittävästi myöhemmin. Koneellisen puunkorjuun kannalta tämä alkutiheys on sikäli edullinen, että puustovaurioiden riski on edelliseen alkutiheyteen verrattuna selvästi pienentynyt. Alkutiheyteen 1500 kpl/ha liittyy 1—2 harvennusta kiertoajan kuluessa.
- Alkutiheys 1000 kpl/ha on jo siinä määrin harva, että se johtaa jonkinasteiseen käyttöpuun tuotostappioon. Menetyks voi olla 10 %:n suuruusluokkaa. Tukkipuun osalta asento johtaa kuitenkin maksimaaliin tuotokseen. Itse asiassa asento 1000 kpl/ha on sellainen, että sillä tuotetaan vain tukkipuukokoa olevia puuyksilöitä. Siinä ainoassa harvennuksessa, joka on tarpeen, poistettavat puut ovat teoriassa kaikki pienikokoisia tukkipuita. Koneellistamisen kannalta 1000 kpl/ha olisi siinä mielessä ihannealkutiheys, että se eliminoisi sen hankalan ensiharvennuksen, johon tätä tiheämmät asennot johtavat. Tässä alkutiheydessä on kielteisintä teknisen laadun kehitys. On selvää, että tuotetut rungot eivät ilmaa karsimista olisi laatusahatavaraa tuottavia.
- Alkutiheys 600 kpl/ha vaikuttaa järjettömältä, ja järjettömänä käsittelynä se kokeisiin sisältyykin. Täysin järjetön se ei kuitenkaan ole, sillä päätehakkuuseen mennessä siitä kehittyi vielä ylitiheä metsikkö. Ylitiheyttä korostaa alkuvaiheen harvuudesta johtuva latvusten laajentuminen. Asento johtanee 20—30 %:n tappioon käyttöpuun tuotoksessa. Kiertoaika on kuitenkin ennätyksellisen lyhyt.

Kaiken kaikkiaan taimiston käsittelyssä voidaan perustella monenlaista alkutiheyttä. Kaikki riippuu metsänomistajan puuntuotannollisista tavoitteista ja siitä toimenpiteiden ketjusta, johon hän on tulevaisuudessa valmis sitoutumaan. Nykyinen suositus 2000—1500 kpl/ha pyrkii olemaan kompromissi, joka tyydyttää mahdollisimman laajoa metsänomistajapiirejä.



Kuva 1. Lannoituksen vaikutus puuntuotantoon.



Kuva 2. Suositeltava kasvatustiheys.

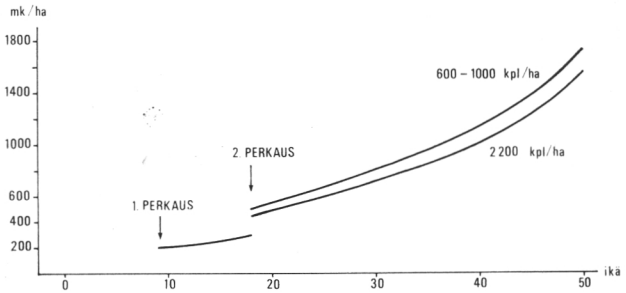
## TAIMISTON HARVENNUKSET PUUN- KASVATUKSEN KUSTANNUSTEKIJÄNÄ

Seuraavassa tarkastellaan ainoastaan taimistovaiheen aiheuttamien kustannusten kehitystä ajan suhteen. Kyseinen koejärjestely on siksi uusi, että sen pohjalta ei voida tarkastella puuston tulevaa kehitystä, joten tuotosta koskevia laskelmia ei esitetä tässä yhteydessä. Kyseessä oleva männyntaimisto on syntynyt luontaisesti v. 1954 kulon jälkeen. Vuonna 1963 on suoritettu ensimmäinen taimiston perkaus. Tämänhetkisiin väljyyksiin taimisto on harvennettu v. 1972.

Koska taimiston ensimmäisessä perkauksessa poistetusta puun määrästä ei ollut käytettävissä tarkkaa tietoa, on harvennus jouduttu arvioimaan. On oletettu, että ensimmäisessä harvennuksessa on poistettu pääasiassa lehtipuita n. 10000 kpl/ha. Poistettujen puiden kannonkorkeusläpimitta on ollut 2—4 cm. Tämän harvennuksen kustannukseksi nykyhinnoilla saadaan noin 205 mk/ha. Arvio on tehty taimiston syntyvän ja kasvu- paikan perusteella ja se vastannee kyseiselle kasvu- paikalle tyypillistä keskimääräistä taimiston perkausta. Ennen toista harvennusta alueella on ollut n. 4500 tainta hehtaarilla. Tämän käsittelyn kustannukset muodostuivat seuraavan asetelman mukaisiksi, kun poistuma on pääosin havupuuta ja kannonkorkeusläpimitta yli 4 cm.

Kasvatustiheys kpl/ha	Poistettu kpl/ha	Kustannus mk/ha
2200	alle 2500	152
1600	2501—3000	165
1000 } 600 }	3501—4000	203

Suurimman ja pienimmän kasvatustiheyden ero on 1600 kpl/ha. Kasvatustiheyden erona sitä on pidettävä suurena, mutta perkauksessa poistettuna määränä se ei ole suuri. Perkauksen urakkahinnoittelu on sellainen, että kyseinen poistettavien taimien määrän vaihtelun vaikutus on pieni, ainoastaan 51 mk/ha. Tämä johtuu siitä, että perkauksen aiheuttama kustannus ei kasva samassa suhteessa kuin poistettavien taimien lukumäärä. Tiheässä taimistossa poistettavalta puulta toiselle siirtyminen lyhenee ja raivaussahalla työskenneltäessä yhdellä sahan liikkeellä voidaan poistaa useitakin taimia. Esimerkiksi yli 10000 kpl/ha:lla sisältävä taimisto voidaan harventaa mihin tahansa tässä käytetyistä kasvatustiheyksistä perkauskustannuksen muuttumatta.



Kuva 1. Luonnontaimiston perkauskustannuksen kehitys korkoa korolle laskien 4 %:n mukaan.

Kuvassa 1 on esitetty tässä metsikössä toteutettujen taimiston perkausten kustannukset korkoa korolle laskien metsikön 50 vuoden ikään saakka. Laskentakorkokantana on ollut 4 %. Perkauksen suoritushetkellä 18 vuoden iällä käsittelyjen ero on ollut siis 51 mk/ha. 50 vuoden iällä ero on kasvanut 179 markaksi eli yli kolminkertaiseksi. Eroa voidaan pitää kuitenkin varsin merkityksettömänä, vastaahan se ainoastaan noin kahta kiintokuutiometriä ainespuuta.

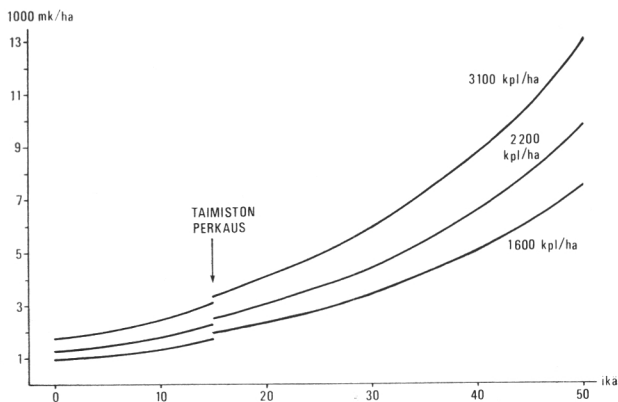
Näyttää siltä, että taimiston perkauskustannuksilla ei ole merkitystä tarkasteltaessa luonnontaimikon eri kasvatus- tiheyksien edullisuutta. Eri kasvatus- tiheyksien edullisuus ratkeakin vasta harvennus- ja päätehakkuiden tuotosten perusteella. Tällöin vaikuttavia tekijöitä ovat tuotetun puun määrä ja laatu sekä hakkuutulojen ajoittuminen. Vaikka kyseessä onkin ensisijaisesti luonnontaimiston käsittelykohde, esitetään seuraavassa myös istutustaimistoja koskevia laskelmia.

Istuttamalla perustetussa taimistossa kustannukset aiheutuvat kiertoajan alussa. Näin ollen istutuskustannusten merkitys kiertoajan loppupuolella on erittäin huomattava. Seuraavassa verrataan erilaisten istutustiheyksien perustamiskustannusten kehitystä. Käytetyt tiheydet ja kustannukset ovat:

Istutustiheys kpl/ha	Kustannus mk/ha
3100	1742
2200	1281
1600	964

Kuvassa 2 on esitetty kyseisten perustamiskustannusten kehittyminen metsikön 50 vuoden ikään saakka. Laskentakorkokantana on ollut 4 %. Kaikissa vaihtoehdois-

sa on oletettu suoritettavan taimiston perkaus 15 vuoden iällä. Tämän perkauksen kustannukset ovat kaikilla istutustiheyksillä yhtä suuret.



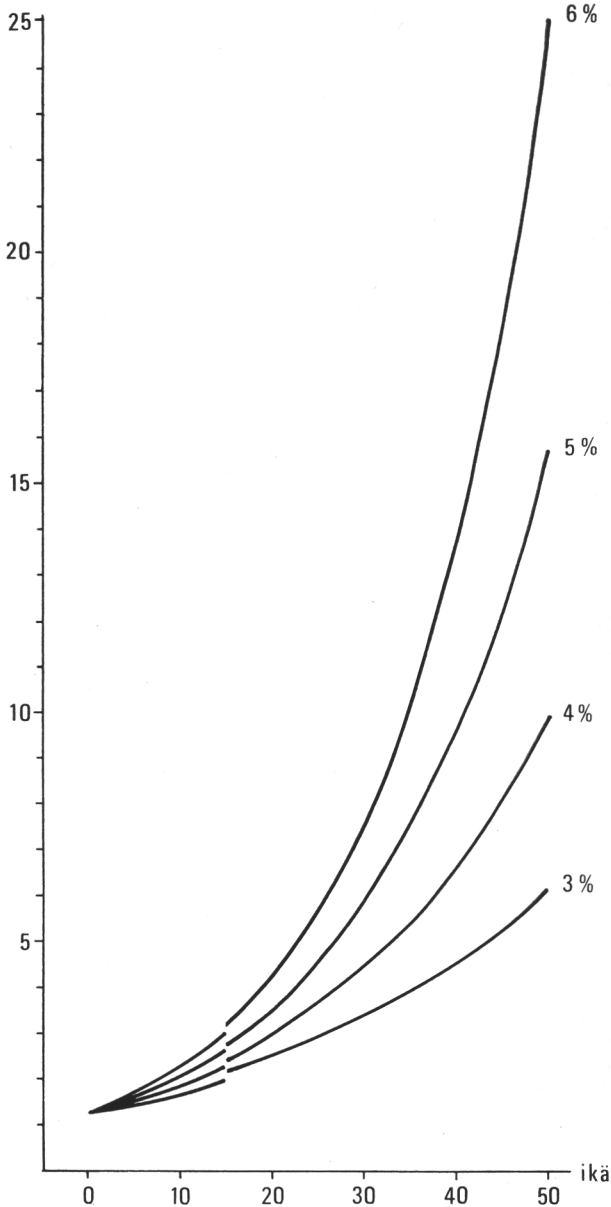
Kuva 2. Vaihtoehtoisten istutuskustannusten kehitys korkoa korolle laskien 4 %:n mukaan.

On varsin todennäköistä, että perustamistiheys 1600 kpl/ha vaatisi täydennysviljelyn. Perustamistiheysten 1600 kpl/ha ja 2200 kpl/ha kustannusten ero 8 vuoden iällä on 434 mk. Kyseisellä hetkellä suoritettu täydennysviljely saisi maksaa siis 434 mk, tai muutoin ylitetään perustamistiheyden 2200 kpl/ha kustannustaso, ja menetetään perustamisvaiheessa pienemmällä taimimäärällä saavutettu säästö. Metsikön saavuttaessa 50 vuoden iän on tämä 434 mk kasvanut 2253 markaksi, mikä vastaa noin 29 kiintokuutiometriä ainespuuta kyseisenä ajankohtana. Kahden ääritiheyden, siis 1600 kpl/ha ja 3100 kpl/ha, välinen kustannusero 50 vuoden iällä on 5529 mk/ha, mikä vastaa noin 72 kiintokuutiometriä ainespuuta. Istutustaimistoissa eri kasvustiheysten kustannuserot ovatkin moninkertaisia luonnontaimistojen vastaaviin eroihin verrattuna.

Kaikissa edellä olevissa laskelmissa on laskentakorkokantana ollut 4 %. Kuva 3 havainnollistaa korkokannan valinnan merkitystä. Kysymyksessä on istutustaimikko, jonka perustamistiheys on ollut 2200 kpl/ha. Taimiston perkaus on suoritettu 15 vuoden iässä. Perustamis- ja perkauskustannukset on prolongoitu eri korkokantoja käyttäen metsikön 50 vuoden ikään saakka.

Havaitaan, että laskentakorkokannan merkitys on huomattava. Ei ole lainkaan yhdentekevää millaisen korko-

1000 mk/ha



Kuva 3. Laskentakorkokannan vaikutus istutuskustannuksen kehitykseen. Istutustiheys 2200 kpl/ha.

vaatimuksen metsänviljelyinvestoinnin tekijä asettaa investoinnilleen.

Yksi metsikön kasvatus- ja perustamistiheyteen vaikuttavista tekijöistä on tuotetun puuaineen laatu. Harvan kasvatusasennon etuihin on laskettava puuston voimakas järeytyminen. Haitallisena piirteenä on sahatavaran kohdalla koettu oksien koon kasvaminen. Toinen sahatavaran lujutta heikentävä tekijä on puuaineen alentunut tiheys. Tämän on todettu pienentävän myös sellun saantoa. Kasvatustiheyden valinta ei ole mitenkään yksiselitteinen tapahtuma. Laatuvaatimusten tiukentuessa ja täsmentyessä saattaa tuloksena olla, että jo kasvatustiheyttä valittaessa ratkaistaan samalla tuotetaanko kuituvai tukkipuuta.

# KOHDE 7 Heinola, Kymi Kymmene Oy:n Nynäsin tutkimusmetsän Evätmäen palsta

## Aihe: Ensiharvennus metsänkasvatuskysymyksenä

Yrjö Vuokila

### ENSIHARVENNUS METSÄNKASVATUSKYSYMYKSENÄ

Retkeilykohteessa sijaitsee 12 koealan harvennuskoe. Koe kuuluu osana 32 koealaa käsittävään aineistoon, jonka perusteella on ilmestynyt tutkimus "Nuoren istutuskusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana (Folia For. 247). Kasvupaikka on mustikkatyyppiä.

Koe sisältää seuraavien neljän käsittelyn kolme toistoa:

käsittely 0 = luonnontilainen

käsittely 1 = puuston pohjapinta-ala 90 % maksimista

käsittely 2 = puuston pohjapinta-ala 75 % maksimista

käsittely 3 = puuston pohjapinta-ala 60 % maksimista

Koe perustettiin syksyllä 1961, jolloin — 40 v:n iällä ja 13—15 m:n valtapituusvaiheessa — tapahtui ensimmäinen harvennus. V. 1966 syksyllä suoritettiin toinen, edellistä huomattavasti lievempi käsittely, jolloin pyrittiin vain palauttamaan puustopääoma yllä esitetyille suhteellisille tasoille. Syksyllä 1973 tapahtui kolmas harvennus. Tämän viimeksi mainitun harvennuksen vaikutuksesta ei ole toistaiseksi tietoa. Käsittelyn seuraavassa 12-vuotiskautta 1961—1973, johon siis sisältyy koetta perustettaessa suoritettu selväpiirteinen puustopääomaporrostus ja 5 vuotta myöhemmin tapahtunut toinen lievä käsittely.

Nynäsin tutkimusalueen kaikkien koealojen (32 kpl) keskiarvona on voitu todeta, että ensiharvennusta seuraavana 12-vuotiskautena valtapituus on lisääntynyt enemmän kahden voimakkaimman käsittelyn seurauksena. Käsittelyiden väliset erot eivät ole kuitenkaan olleet kovin suuria. Puuston pohjapinta-alan kasvu ja yli 6 cm:n käyttöpuun tuotos ovat taas olleet käsittelyn voimakkuudesta riippumattomia. Nyt tarkasteltavana olevassa kokeessa tulos on ollut jonkin verran tästä keskiarvosta poikkeava.

Kuten oheinen piirros osoittaa, pohjapinta-alan kasvu on ollut voimakkaimman käsittelyn jälkeen 8 % pienempi ja yli 6 cm:n käyttöpuun tuotos 9 % vähäisempi kuin luonnontilaisessa puustossa. Jos otetaan kuitenkin

huomioon myös ensiharvennuksessa poistetut määrät, voimakkain käsittely on ollut tuottoisin.

Siirtymä tukkipuukokoon on tässä kokeessa ollut erittäin voimakas. Kuten oheinen piirros osoittaa, yli 17 cm:n tukkipuun tuotos on ko. 12-vuotiskautena ollut voimakaimman käsittelyn jälkeen lähes kaksinkertainen luonnontilaiseen vaihtoehtoon verrattuna. Kaksi voimakkainta käsittelyä ovat olleet tässä mielessä likimain samanarvoisia. Voimakkaat harvennukset ovat siten merkinneet nopeaa järeytymistä, millä täytyy olla huomattava liiketaloudellinen merkitys.

Nynäsin kokeet osoittavat, että nuoren metsikön harvennus on tärkeä puuntuotannollinen elvytystoimenpide. Lisäksi voidaan väittää, että varovaisen näpertelevä harvennus, jota kokeissa edustaa lievin käsittelyaste, ei voi olla järkevä. Metsikköön jää sen seurauksena "laiskaa" pääomaa, joka ei siis tuota mitään. Ylitiheys vaikuttaa toisaalta kielteisesti latvusten kehitykseen, mikä heikentää kasvu- ja tuotoskykyä jatkossa. Näpertelevä harvennus on myös puunkorjuun kustannuksia ajatellen huono vaihtoehto.

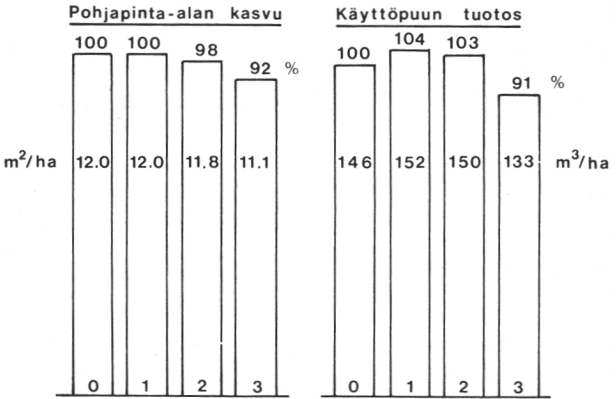
Nuorta metsikköä, joka on istutettu tai jo varhaisessa taimistovaiheessa hoidettu, voidaan harventaa varsin voimakkaasti. Käsittelyn voimakkuutta rajoittanee ensiharvennusemetsiköissä loppujen lopuksi luonnontuhojen riski. Yleensä ollaan sitä mieltä, että esim. myrskytuhojen riskin vuoksi ei harvennuksessa saisi poistaa enempää kuin kolmannes puuston pohjapinta-alasta. Tällainen käsittely osuu nyt kysymyksessä olevien kokeiden kahden voimakkaimman käsittelyn keskiväliin.

Kolmanneksen poistaminen esim. 15 m:n valtapituusvaiheessa merkitsee n. 50 m<sup>3</sup>:n harvennuskertymää hehtaarilta, jos metsikköä on taimistovaiheesta alkaen hoidettu. Se merkitsee hyvin kannattavaa harvennusta myös välittömästi. Tosin Nynäsin kokeet viittovat siihen suuntaan, että pitkällä tähtäyksellä 12—13 m:n valtapituusvaihe olisi sopivampi. Rungas kertymä merkitsee edelleen sitä, että koneellistamisen varsinaiseksi ongelmaksi ensiharvennuksen yhteydessä jää puustovaurioiden torjuminen. Vaurioita ajatellen olemme nyt todellisessa ongelmametsikössä.

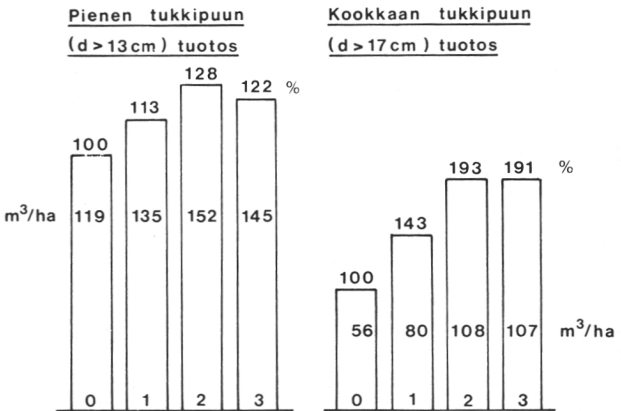
Ensiharvennus koetaan nykyisin metsäammattimiesten keskuudessa todellisena suurongelmana. Metsäammattimies ajattelee melkoisella pelolla niitä aikoja vuosituhanen lopulla, jolloin laajat nykytaimistot varttuvat ensiharvennusvaiheeseen.

Pelko on turha, kun ongelma nyt tiedostetaan. Kannattavan ensiharvennuksen edellytykset luodaan tai menetetään jo taimistovaiheessa. Mikäli taimistot jätetään

hoitamatta tai selvästi ylitiheiksi, ensiharvennus on suoritettava sellaisessa kehitysvaiheessa, että siitä muodostuu kannattamaton. Koneaikakaudella se on myös kasvatetavalle puustolle vaarallinen. Riittävän voimakas taimiston käsittely takaa sen, että ensiharvennus voidaan lykätä niin pitkälle, että se tästä syystä on jo suhteellisen kiitollinen puunkorjuukohde. Alusta alkaen hoidettu metsikkö tekee mahdolliseksi myös niin voimakkaan käsittelyn, että kertymään voi olla tyytyväinen jokainen osapuoli.



Kuva 1. Pohjapinta-alan ja käyttöpuun (6+cm) tuotos ensiharvennusta seuraavana 12-vuotiskautena.



Kuva 2. Tukkipuun tuotos ensiharvennusta seuraavana 12-vuotiskautena.

## LIIKETALOUDELLISIA NÄKÖKOHTIA ISTUTUSKUUSIKON HARVENNUKSESTA

Tarkasteltavana oleva metsikkö on perustettu istuttamalla v. 1926. Istutus tapahtui käyttäen kookkaita taimia tiheähkön koivuverhoppuuston alle. Taimia käytettiin 3100 kpl/ha, mitä on nykyisen käytännön mukaan pidettävä liian suurena perustamistiheytenä. Taimimäärä on kuitenkin taannut riittävän tiheyden taimiston myöhempää kehitystä varten. Täydennysviljelyn tarvetta ei ole ollut, vaikka hyvästä kasvupaikasta johtuva taimikuolleisuus on ollutkin melkoinen. Koivuverhoppuustosta oli käytettävissä siksi puutteellisia tietoja, että tässä yhteydessä esitettävistä laskelmista verhoppuusto on jätetty kokonaan pois. Laskelmissa lähdetäänkin paljaan maan metsityksestä.

Kaikki laskelmissa käytetyt hinnat ovat hakkuuvuoden 1976—77 rahan arvossa. Perustamiskustannus muodostuu taimen hinnasta, työkustannuksesta, sosiaali- ja työnjohtokustannuksesta, kulkemiskorvauksesta ja istutusalun raivauskustannuksesta. Perustamiskustannukseksi on taimitiheydellä 3100 kpl/ha saatu 2120 mk/ha. Taimiston perkauksen kustannukseksi 10 vuotta istuttamisen jälkeen on saatu 205 mk/ha.

Puuston hakkuuarvojen laskennassa käytetyt kantohinnat perustuvat Metsäntutkimuslaitoksen matemaattisen osaston aineistoihin. Hakkuuvuosittaiset puutavaralajeittaiset kantohinnat on hakkuuvuodesta 1955—56 alkaen muunnettu hakkuuvuoden 1976—77 rahan arvoon. Saa-duilla kantohinnoilla laskettiin puutavaralajeittain suoraivainen trendi hakkuuvuodesta 1955—56 hakkuuvuoteen 1976—77. Puustoja hinnoiteltaessa otettiin huomioon puuston järeydestä ja leimikon tiheydestä johtuva ainespuun yksikköhinnan vaihtelu.

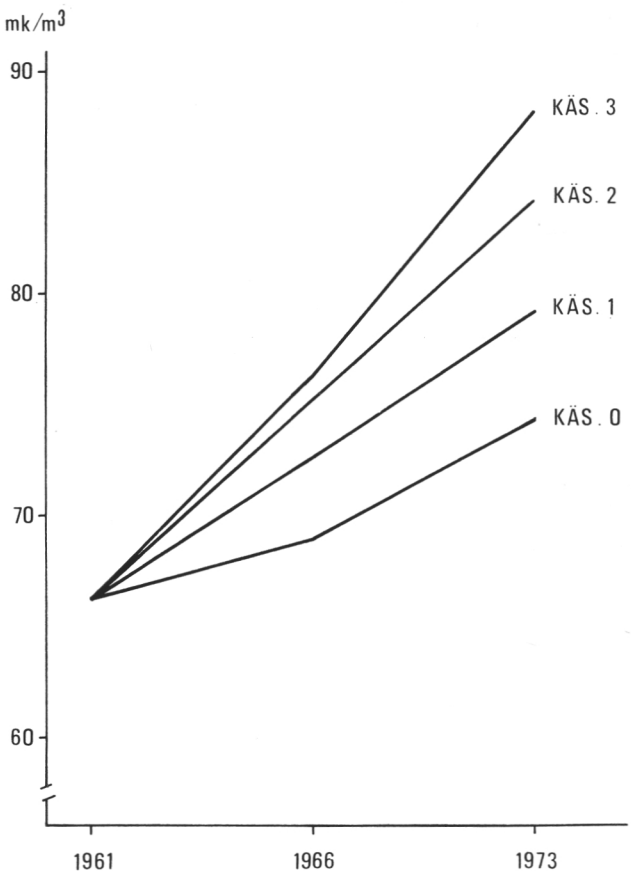
Hehtaariohtaisista hakkuuarvoista päästiin eri käsittelyvaihtoehtojen ainespuun yksikköhintoihin jakamalla eri ajankohtien hakkuuarvot vastaavilla ainespuun kuutiomäärillä.

Taulukossa 1 on esitetty ainespuun yksikköhinnan kehitys eri käsittelyvaihtoehtoisissa eri ajankohtina. Kysymyksessä ovat kussakin tapauksessa kokonaispuustolle eli puustolle ennen harvennusta lasketut yksikköhinnat.

Taulukko 1. Ainespuun yksikköhinnat mk/m<sup>3</sup>

Vuosi	Käsittelyvoimakkuus			
	0	1	2	3
1961	66,68	68,45	67,91	66,15
1966	69,19	74,87	76,87	76,22
1973	74,56	81,40	85,85	88,13

Kokeen perustamishetkellä vuonna 1961 kaikkien käsittelyvaihtoehtojen puuston rakenne on ollut hyvin samankaltainen. Tämä ilmenee yksikköhinnoistakin, jotka ovat miltei samansuuruiset. Ainespuun yksikköhinnan kehitys riippuu puuston järeytymisestä puutavaralajien sisällä ja toisaalta runkojen järeytymisestä kuitupuusta tukkipuuksi. Vuonna 1973 ovat yksikköhinnat jo selvästi erilaiset eri käsittelyillä. Voimakkaimmassa käsittelyssä yksikköhinnan kohoaminen on ollut suurinta. Vahvimman harvennuksen ja luonnontilaisen puuston yksikköhintoihin on 12 vuoden aikana tullut eroa 14 mk/m<sup>3</sup>. Yksikköhintojen kehitys on esitetty myös kuvassa 1.



Kuva 1. Ainespuun yksikköhinnan kehitys eri käsittelyvaihtoehtoissa. Vuoden 1961 arvot asetettu samaksi kaikissa käsittelyvaihtoehtoissa.

Puuston arvokasvulla tarkoitetaan puuston hakkuuarvon lisäystä ajankohdasta toiseen. Arvokasvu muodostuu metsikön puuston kuutiokasvusta ja järeytymisestä sekä näiden yhdysvaikutuksesta. Taulukossa 2 on esitetty eri käsittelyvaihtoehtojen markkamääräiset arvokasvut tarkastelujaksolla.

Taulukko 2. Absoluutiset arvokasvut mk/ha. (kanto-hinnoin)

Jakso	Käsittelyvoimakkuus			
	0	1	2	3
1961—66	4786	5936	6467	5761
1967—73	7300	8276	8627	8064

Käsittely 2, eli vahva harvennus, on antanut tarkasteltavana 12 vuoden jaksona suurimman arvokasvun. Luonnontilaisen vaihtoehdon arvokasvu on selvästi pienin. Arvokasvuprosentti osoittaa, kuinka monta prosenttia puuston hakkuuarvo kasvaa vuotta kohden. Arvokasvuprosentti muodostuu kuutiokasvuprosentista, laatukasvuprosentista ja näiden yhdysvaikutuksesta. Yhdysvaikutus on kuitenkin siksi vähäinen, että yleensä se esitetään laatukasvuprosentin yhteydessä.

Taulukko 3. Alkupuuston arvokasvu-% ja sen osatekijät  
Jakso 1961—66

	Käsittelyvoimakkuus			
	0	1	2	3
Arvokasvu-% yht.	8,2	9,7	11,5	12,5
Kuutiokasvu-%	7,3	7,9	8,9	9,5
Laatukasvu-%	0,9	1,8	2,6	3,0

Jakso 1967—73

	Käsittelyvoimakkuus			
	0	1	2	3
Arvokasvu-% yht.	5,9	6,3	7,0	7,9
Kuutiokasvu-%	4,8	5,0	5,5	5,8
Laatukasvu-%	1,1	1,3	1,5	2,1

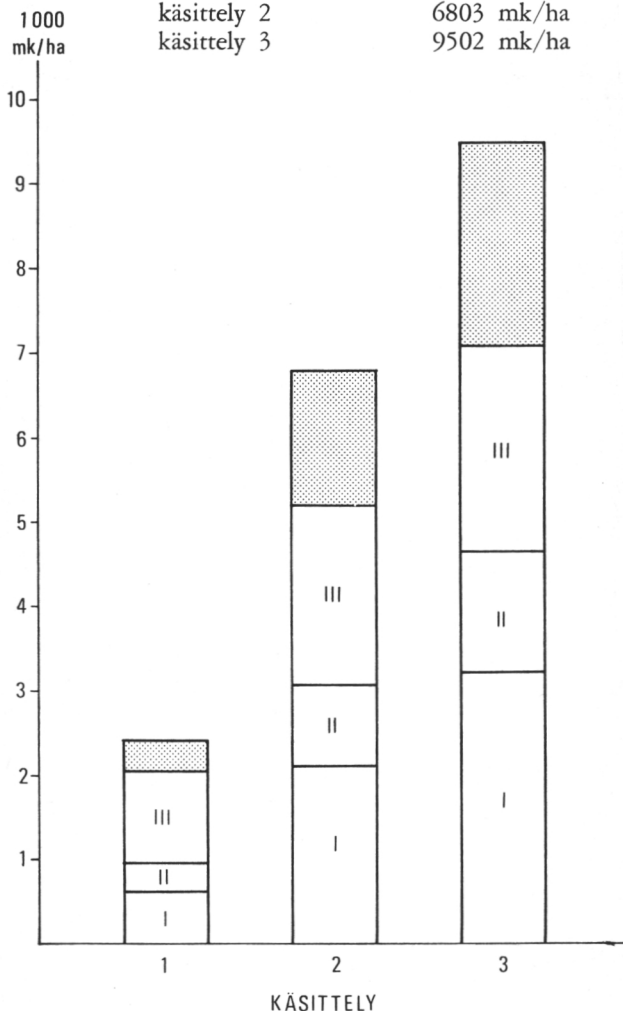
Voimakkaimman käsittelyn arvokasvuprosentit ovat selvästi korkeimmat kummallakin tarkastelujaksolla, vaikka absoluuttisissa arvokasvuissa k.o. käsittely hävisikin lievemmillä käsittelyillä. Tämä selittyy sillä, että voimakkaimmassa käsittelyssä tarkastelujaksojen alkupuuston hakkuuarvo on ollut selvästi muita alhaisempi.

Tähänastisten kolmen harvennushakkuun hakkuutulot ovat olleet seuraavanlaiset:

käsittely 1	2049 mk/ha
käsittely 2	5207 mk/ha
käsittely 3	7088 mk/ha

Kun ensimmäisen ja toisen harvennuksen hakkuutuloille lasketaan korkoa 4 %:n mukaan, päästään oheisen asetelman lukuihin.

käsittely 1	2425 mk/ha
käsittely 2	6803 mk/ha
käsittely 3	9502 mk/ha



Kuva 2. Eri harvennuksissa saadut hakkuutulot (varjostamaton) ja hakkuutulojen korot korkoa korolle laskien 4 %:n mukaan (varjostettu). 12-vuotiskausi ensimmäisestä harvennuksesta alkaen.

Luvut osoittavat selvästi, että jo ensimmäisissä harvennuksissa on kysymys merkittävistä rahasummista. Kuvassa 2 on esitetty harvennustulojen kehitys tarkasteltavana olevan 12 vuoden jakson aikana. Jo näinkin lyhyen jakson puitteissa hakkuutulolle laskettu korko on merkittävän tekijä. Voimakkaimmissa käsittelyissä onkin pystytty nopeuttamaan metsään sidotun pääoman kiertoa huomattavasti.

Eri käsittelyvaihtoehtojen kannattavuusprosentit eli sisäiset korkokannat on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Eri käsittelyvaihtoehtojen kannattavuusprosentit.

Jakso	Käsittelyvoimakkuus			
	0	1	2	3
1961—73	6,8	7,5	8,5	9,4
1926—73	5,0	5,3	5,6	5,5

Jakson 1961—73 kannattavuusprosentit ilmaisevat alkupuuston (puuston v. 1961 ennen harvennusta) kannattavuuden eri käsittelyvaihtoehtoilla. Voimakkaimman käsittelyn sisäinen korko osoittautuu tällöin korkeimmaksi. Kun tarkastelu ulotetaan kiertoajan alkuun saakka, eli mukaan otetaan metsikön perustamisen ja taimikon hoidon kustannukset, käsittelyn 2 sisäinen korko on suurin. Kustannusten sisällyttäminen laskelmaan on pienentänyt vaihtoehtojen välisiä eroja huomattavasti.

Jos oletetaan, että nykyisiin puustoihin olisi päästy istutustiheydellä 2500 kpl/ha ja muilta osin käsittelyt olisivat samat, olisivat käsittelyvaihtoehdot 2 ja 3 keskenään yhtä edullisia tarkasteluhetkellä. Alentuneet perustamiskustannukset ovat kohottaneet sisäistä korkokantaa n. 0,5 prosenttiyksikköä.

Taulukko 5. Eri harvennusvoimakkuuksien edullisuus, kun perustamistiheys on 2500 kpl/ha.

Jakso	Käsittelyvoimakkuus			
	0	1	2	3
1962—73	5,4	5,8	6,0	6,0

Kiertoajan alkuun sijoittuvilla kustannuksilla on keskeinen vaikutus puun kasvatuksen edullisuuteen. Perustamiskustannusten merkitys on sitä suurempi mitä pidemmistä kiertoajoista on kysymys.

Metsikön nykyiseen ikään mennessä voimakkaimmat käsittelyt ovat osoittautuneet selvästi edullisimmiksi. Siitä, miten ero jatkossa kehittyy, ei vielä voida esittää tuloksia, mutta luultavasti voimakkaimmilla harvennuskäsittelyillä puuston järeytyminen on siksi nopeaa, että näin voidaan päästä normaalia lyhyempiin kiertoaikoihin.

Aihe: Käsittelyn vaikutus puuston järeymiseen ja uudistamiskypsyyteen

Yrjö Vuokila

## KÄSITTELYN VAIKUTUS PUUSTON JÄREYTYMISEEN

Kasvatushakkuin voidaan vain poikkeustapauksissa vai-  
kuttaa kuutiokasvuun hehtaaria kohden. Kasvatushak-  
kuiden päätarkoituksena onkin korkeimman mahdoli-  
sen hehtaariohtaisen kuutiokasvun ohjaaminen niihin  
puuyksilöihin, joita on pidettävä metsänomistajan kan-  
nalta tuottoisimpina. Kun alaharvennuksissa poistetaan  
lähinnä keskimääräistä pienempiä puuyksilöitä, saavat  
kookkaimmat puut entistä paremmat järeytymisedelly-  
tykset.

Käsittelyn vaikutusta puuston järeymiseen voidaan  
yksinkertaisesti käsitellä siltä pohjalta, miten se suh-  
tautuu kiertoajoista annettuihin nykysuosituksiin. Ret-  
keilykohde valaisee erinomaisesti tätä kysymystä.

Yksityismetsälain mukaan nuorta kasvuisaa metsää ei  
saa käsitellä uudistushakkuin. Uudistamiskypsyyden ar-  
vosteluperusteeksi on otettu puuston ikä ja sen keski-  
läpimitta. Tällä hetkellä uudistaminen sallitaan seuraav-  
in edellytyksin.

	Ikä, v	Keskiläpimitta, cm
Etelä-Suomi, Kuusi, OMT	80	26
Etelä-Suomi, Kuusi, MT	90	25

Järeysnormit on saatu luontaisesti syntyneiden kuusikoi-  
den kehitystä kuvaavista tutkimuksista.

Retkeilykohteen voimakkaimmin käsiteltyjen koealojen  
puustojen keskiläpimitta oli v. 1974 suoritetun mittauk-  
sen yhteydessä yksityismetsälain tulkinnan edellyttämä  
26 cm. Mittaushetkellä puuston ikä oli vain 48 v. Toi-  
seksi voimakkaimman käsittelyn mukainen keskiläpi-  
mitta oli samanaikaisesti 22,8 cm. Varovaisen arvion  
mukaan tämän käsittelyn alainen puusto saavuttaa 26  
cm:n keskiläpimitan n. 58 v:n iällä.

Vastaavasti voidaan arvioida, että retkeilykohteessa 7  
sijaitseva MT:n istutuskuusikko saavuttaa yksityismetsä-  
lain tulkinnan vaatiman järeysasteen 68—76 v:n iällä.  
Kokeet viittovat siihen suuntaan, että alusta alkaen puus-  
toa hoitaen — joko istuttaen tai luonnontaimistoissa

varhain voimakkaasti harventaen — saadaan järeyskehitys siinä määrin nopeutumaan, että tämänhetkisten järeysnormien mukainen uudistamiskypsyyks tulee n. 20 v aikaisemmin kuin mitä kiertoaikasuositukset edellyttävät. On syntymässä vissi ristiriita suositusten kahden osatekijän välillä.

Kiertoaikaa ei voida kuitenkaan määritellä yksinomaan järeytymisen perusteella. Kiertoaikasuositusten on nojaututtava myös liiketaloudellisiin laskelmiin, joista retkeilykohteessa on eri esitys.

Jouko Hämäläinen

## KÄSITTELYN VAIKUTUS JÄREYTYVÄN PUUSTON TUOTTOON JA LIIKE- TALOUDELLISEEN HAKKUUKYPSYYSIKÄÄN

Kohteen koalat on perustettu v. 1962 36-vuotiaaseen käenkaalimustikkatyypin viljelykuusikkoon. Koaloilla suoritettiin tuolloin voimakkuudeltaan erilaisia alaharvennuksia ja osa koaloista jätettiin vertailun vuoksi luonnontilaan. Harvennuksen voimakkuusasteet olivat tuolloisen käsityksen mukaiset lievä, vahva ja erittäin vahva. Koaloilla suoritettiin mittaukset ja harvennukset jälleen vuosina 1967 ja 1974, siis metsikön ollessa 41- ja vastaavasti 48-vuotias. Hakkuupoistumien (kuusta) arvot ja %-osuudet puuston arvosta kohteen 2 selostuksessa esitetyn keskikantohintatasoperiaatteen mukaisesti hinnoitettuina, siis myös korjuukustannukset ja järeiden huomioonottaen, näkyvät seuraavasta asetelmasta.

Harvennuksen voimakkuus	Hakkuupoistuma					
	1962		1967		1974	
	arvo mk	%	arvo mk	%	arvo mk	%
Lievä	368	3.1	640	3.3	657	2.2
Vahva	2282	20.3	365	2.2	845	2.9
Eritt. vahva	3277	28.6	1500	9.6	2518	9.9

Selväpiirteisesti on hakkuun voimakkuuseroista voitu pitää kiinni vain v. 1962 suoritettussa harvennuksessa. Myöhemmin tämä olisi edellyttänyt harvennusajankoh- tien eriaikaistamista harvennuksen voimakkuuden mukaan. Tulosten voidaan siis katsoa kuvastavan erityisesti v. 1962 suoritettujen harvennusten vaikutuksia.

Seuraavaan asetelmaan on laskettu sisäiset korot kullekin käsittelyvaihtoehdolle ajalta 1962—1974. Puuston hakkuuarvo ennen käsittelyä v. 1962 on tällöin perusinvestointi, harvennustulot v. 1962 ja 1967 sekä puuston hakkuuarvo ennen harvennuksia v. 1974 ovat positiivisia eriä.

Käsittely- ja  
hinnoitusvaihtoehdot

Sis. korko, % Arvokasvu-%

	v. 1962—74 (ikä 36→48 v)	v. 1962—67 (ikä 36→41 v)	v. 1968—74 (ikä 42→48 v)
<b>Luonnontilaisena</b>			
1. Keskihintataso	8.6	11.1	7.0
2. 1,25 x tukkien keskikantoh. taso ja 0,75 x kuitup. „	10.1	13.5	7.8
3. 1.50 x tukkien keskikantoh. taso ja 0.50 x kuitup. „	11.2	16.2	8.6
4. 0,75 x tukkien keskikantoh. taso ja 1.25 x kuitup. „	7.2	8.9	6.1
<b>Lievä harv.</b>			
1. ks. kohtaa "luonnontilaisena"	8.2	10.8	6.6
2. „	9.2	12.3	7.3
3. „	10.1	13.7	7.8
4. „	7.2	9.3	5.9
<b>Vahva harv.</b>			
1. ks. kohtaa "luonnontilaisena"	10.4	12.9	8.5
2. „	12.2	15.7	9.6
3. „	14.0	18.6	10.6
4. „	8.6	10.4	7.3
<b>Erittäin vahva harv.</b>			
1. ks kohtaa "luonnontilaisena"	10.9	13.6	8.9
2. „	12.3	15.7	9.8
3. „	13.4	17.6	10.4
4. „	9.5	11.6	7.9

Puuston säilyttäminen luonnontilaisena (hakkaamattomana) po. kahtentoista vuotena on siis antanut korkeamman sisäisen koron kuin perin lievää alaharvennusta sovellettaessa. Harvennuksen voimakkuuden kasvaessa myös sisäinen korko suurenee. Poikkeuksellisesti on vahvan harvennuksen sisäinen korko suurempi kuin erittäin vahvan harvennuksen sellaisissa olosuhteissa, joissa tukkien suhteellinen hinta kuitupuuhun nähden on kolminkertainen keskikantohintaoletukseen eli likimain nykyiseen tasoon verrattuna. Ilmeisesti erittäin vahvassa alaharvennuksessa hakataan "kullanarvoisia" tukkipuuaihioita. Tähän viittaa se, että erittäin vahvassa harvennuksessa on arvokasvu-% etenkin v. 1962—67 selvästi pienempi kuin vahvassa harvennuksessa juuri sanotunlaisten hintasuhteiden vallitessa.

Metsikön taloudellisen hakkuukypsyysien määrittämisen

avulla pyritään saamaan selville, missä jo olemassaolevan metsikön kehitysvaiheessa sen päätehakkuu pitäisi suorittaa, jotta metsänomistajan (yrittäjän) taloudelliset tavoitteet saavutettaisiin. Hakkuukypsyyksiän eli päätehakkuuian määrittäminen on siis metsikön kasvatuksen edullisuuden määrittämisen osaongelma. Kuitenkin erittäin tärkeä sellainen, koska metsikön kehityksen loppuvaiheessa kysymys on puustoon sitoutuvan suuren pääoman tuotantoon edelleen sitomisesta tai sen vapauttamisesta.

Näyttäjäprosentin käyttö hakkuukypsyyksiän määrittämiseen perustuu seuraavaan ajatukseen: nykyisen puuston päätehakkuuta on edullista lykätä tuonnemmaksi niin kauan kuin kiertoajan jatkamisesta yhdellä aikayksiköllä (esim. vuodella) saatava puuston hakkuuarvon lisäys on suurempi kuin metsikön paljaaksihakkuutulosta sekä paljaan maan metsittämisestä alkavan ikuisen tulo-menosarjan nykyarvon annuiteetti. Tuo annuiteetti eli yhtä suuri vuotuiserä on yhtä kuin em. ikuisuuteen ulottuvien tulojen ja menojen nykyarvojen erotus kerrottuna yrittäjän korkovaatimuksella eli laskentakorkokannalla. Ikuisuuteen saakka ulottuvien tulojen ja menojen nykyarvosumma ilmaistaan usein muodossa: nykymetsikön hakkuuarvo + maan (tuotto)arvo. Tällöin viimeksi mainittu tarkoittaa kaikkia nykypuuston hakkuun jälkeisestä metsityksestä alkavien ikuisuuteen ulottuvien tulo- ja menovirtojen nykyarvojen erotusta.

Eri voimakkuusastein käsiteltyjen puustojen hakkuuarvot lähinnä 48 v:n iällä harvennuksen jälkeen määriteltiin mm. edellisessä asetelmassa esitettyjä hintavaihtoehtoja käyttäen. Eri harvennustapojen vaihtoehtoisilla tavoilla hinnoitettuja puuston hakkuuarvon sarjoja jatkettiin siten kunkin vaihtoehdon arvokasvuprosentin aiemman kehityksen perusteella käyttäen apuna myös kohteessa 3 esitettyä ruotsalaisen Erikssonin koko kiertoaikaa koskevaa kuusikon kasvu- ja tuotossarjaa. Myös maan arvot laskettiin eri korkokannoin vastaavia kantohintoja käyttäen kuin puustojen hakkuuarvot. Metsänhoitomenot oletettiin tällöin kuitenkin kaikissa maanarvon laskentavaihtoehdoissa perustason (kerroin 1.00) mukaisiksi. Hakkuukypsyyttä määritettäessä (näyttäjäprosenttia laskettaessa) lisättiin puuston hakkuuarvoon nimenomaan sellainen maan tuottoarvo, joka saatiin käyttämällä diskonttauksissa hakkuukypsyyden määrittämisessä kulloinkin sovellettavaa yrittäjän laskentakorkokantaa.

Näyttäjäprosentin avulla määritetty hakkuukypsyyksiä eri kasvatus- ja hinnoitusvaihtoehdoissa näkyy taulukosta 1.

Taulukko 1. Retkeilykohteen 8 käenkaali-mustikkatyypin kuusi-  
kon hakkuukypsyyssikä näyttäjäprosentin avulla  
määritettynä.

Käsittely- ja hinnoitus- vaihtoehdot	Hakkuukypsyyssikä, vuotta, kun laskentakorkokanta on			
	3 %	4 %	5 %	6 %
<b>Luonnontilaisena</b>				
1. Keskikantohintataso	58	53	49	47
2. 1.25 x tukkien keskikantoh.taso ja 0.75 x kuitup. „	58	54	51	48
3. 1.50 x tukkien keskikantoh.taso ja 0.50 x kuitup. „	58	55	52	50
4. 0.75 x tukkien keskikantoh.taso ja 1.25 x kuitup. „	56	51	47	44
<b>Lievä harv.</b>				
1. ks. kohtaa "luonnontilaisena"	55	51	49	46
2. „	56	52	49	47
3. „	56	53	50	48
4. „	53	49	46	44
<b>Vahva harv.</b>				
1. ks. kohtaa "luonnontilaisena"	59	56	53	50
2. „	60	57	54	51
3. „	60	57	54	52
4. „	56	53	51	48
<b>Eritt. vahva harv.</b>				
1. ks. kohtaa "luonnontilaisena"	63	58	54	51
2. „	66	61	57	54
3. „	69	64	59	55
4. „	59	55	51	49

Taulukon luvut osoittavat, että liiketaloudellinen hakkuukypsyyssikä on sanoisiko yllättävän alhainen. Näin on etenkin luonnontilaisina pidetyillä ja lievästi harvennetuilla koealoilla. Mitä vahvemmin harvennuksin metsikköä on aiemmin käsitelty, sitä pidempään sitä kannattaa edelleen kasvattaa. Hakkuukypsyyssikäerot eri laskentakorkokantoja saman harvennuskäsittelyn puitteissa käytettäessä sekä toisaalta eri harvennuskäsittelyjen välillä samaa laskentakorkokantaa sovellettaessa, eivät yleensä ole suuria. Olosuhteissa, joissa tukkien kantohintataso lähestyy kuitupuun kantohintatasoa, hakkuukypsyyssikä laskee melkoisesti viimeaikojen keskikantohintatasoa vastaaviin olosuhteisiin verrattuna. Vähemmän sen sijaan vaikuttaa keskikantohintatasolta tapahtuva tukkien suhteellisen hinnan nousu kuitupuuhun verrattuna.

Taulukon 1 tuloksia ei suinkaan ole tulkittava siten, että etenkin 48 v:n ikään saakka luonnontilaisina säilytetyt tai lievästi harvennetut metsiköt olisi uudistettava taulukon 1 osoittamina iänkohtina. Viitteen toiseen keinoon, jolla hakkuukypsyysikää voidaan liiketaloudellisin perustein nostaa, antavat taulukosta näkyvät vahvan ja erittäin vahvan harvennuksen vastaavat luvut. Esimerkiksi 48 v:n iässä suoritettu verraten voimakas väljennys-hakkuu nostaisi ainakin luonnontilaisen ja lievän harvennuksen vaihtoehtojen näyttäjäprosentin arvoja ja taulukosta 1 näkyviä vastaavia hakkuukypsyysikäiä.

Aihe: Metsänviljelyn merkitys

Yrjö Vuokila

METSÄNVILJELYN PUUNTUOTANNOLLINEN  
MERKITYS

Retkeilykohdetta kutsutaan Eklundin kuusikoksi. Se on kunnianosoitus miehelle, joka perusti tämän Nynäsin alueen ensimmäisen istutuskuusikon v. 1917, samana vuonna, jolloin Metsäntutkimuslaitosta koskeva perustamispäätös hyväksyttiin.

Metsikkö osoittaa, mihin metsänkasvatuksessa on itsenäisyyden aikana eräissä tapauksissa päästy. Eklundin kuusikko on tähän mennessä tuottanut 650 m<sup>3</sup>/ha kuorellista runkokuusta. Se merkitsee vuotta kohden n. 10,5 m<sup>3</sup>/ha kuorineen ja n. 9 m<sup>3</sup>/ha kuoretta.

Maan eteläosaa ajatellen Eklundin kuusikko ei ole kuitenkaan huippuesimerkki. Lähellä päätöstä oleva viljelymetsiköiden kasvu- ja tuotostutkimus on osoittanut, että pellolle perustettu viljelykuusikko kykenee parhaimmillaan saavuttamaan pituusboniteetin 33 m, mikä tarkoittaa sitä, että sen valtapituus on 100 v:n iällä 33 m. Eklundin kuusikko osoittanee pikemminkin sen, mitä onnistunut viljelykuusikko suomalaisella peltomaalla maan eteläosassa keskimäärin kasvaa. Tämän osoittavat seuraavat pituusboniteettien 33 ja 30 keskikasvuluvut, jotka ovat ruotsalaista alkuperää.

	Pituusboniteetti, m	
	30	33
Kuusikon keskikasvu	10,0	12,0 m <sup>3</sup> /ha/v k:neen

Eklundin kuusikko ei ole muilta osinkaan täysin huipputasoa. Perustamistiheys oli aikanaan n. 5000 kpl/ha. Metsikkö sai kehittyä nuoruutensa ylitieänä lukuisista lievista käsittelyistä huolimatta.

Käsittelyn liiallinen varovaisuus näkyy tänä päivänä siinä, ettei metsikön järeysaste ole paras mahdollinen. Metsikön tuhoalttius on niinikään suuri, mistä kertovat viimeisyksyisen myrskyn jäljiltä lukuisat kannot. Lahovikaisuus on jatkuvasti lisääntymässä. Nämä samat ongelmat tulevat esille nykyisissä varttuneissa istutuskuusikoissa yleisestikin.

Niin korkeita kuin edellä esitetyt kasvuluvat ovatkin, on pakko kuitenkin todeta, ettei metsänviljely loppujen lopuksi ole mikään ihmemenetelmä. Se on tietenkin korvaamaton vajaatuottoisten alueiden ja peltojen metsittämisessä, mutta luontaista uudistamista se ei voi kokonaan syrjäyttää. Tähänastiset tutkimukset viittovat siihen suuntaan, että esim. luontaisesti syntynyt kuusentaimisto kykenee — jos se saatetaan jo varhain istutusmetsikköä vastaavaan asentoon — likimain yhtä korkeaan kuutiokasvuun kuin istutuskuusikko. Ero voinee parhaimmillaankin olla 10 %:n suuruusluokkaa metsänviljelyn hyväksi. Tämän etumatkan aiheuttaa istutusmetsikön nopea ja tasainen alkukehitys. Luontaisesti syntynyt kuusentaimisto on aina syntyessään epätasainen ja aukkoinen. Männiköissä ei metsänviljelyllä ole saavutettavissa kasvunlisäystä. Kaikki tähänastiset tutkimukset tukevat sitä käsitystä, että varhain ja voimakkaasti harvennettu männyn luonnontaimisto kykenee samaan kuutiokasvuun kuin istutusmännikkö. Kylvömänniköltä tuskin odotetaan parempaa tulosta kuin luontaisesti syntyneeltä.

Metsänviljelyllä on pysyvä asema Suomen metsätaloudessa. Näin on varsinkin hyvillä kasvupaikoilla. Luontaisen uudistamisen edellytykset ovat maassamme kuitenkin niin hyvät, ettei niitä voida jättää käyttämättä hyödyksi.









### Norcar-harvennustraktori

Konetehdas Norcar  
66530 Koivulahti

### Makeri-harvesteri

Ky M. Laine  
Hiuknummentie 23  
26660 Rauma 66





Radio-ohjattu vintturi kasauslaitteena

Orion-Yhtymä Oy  
Normet  
74510 Peltosalmi

Normet-kasauslaite

