

FOLIA FORESTALIA 450

METSÄNTUTKIMUSLAITOS • INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE • HELSINKI 1980

ANTTI ISOMÄKI JA
JARMO VÄISÄNEN

HARVENNUSTAVAN VAIKUTUS
KASVATETTAVAAN PUUSTOON
JA HARVENNUSKERTYMÄÄN

THINNING METHOD AND ITS INFLUENCE
ON THE REMAINING GROWING STOCK
AND ON THE THINNING YIELD

- 1979
- No 385 Hytönen-Kemiläinen, Riitta: Suomen sahatavaramarkkinat Länsi-Euroopassa vuosina 1950—1975 ja alueen sahatavaran kulutuksen ennustaminen.
Finland's West-European sawnwood markets 1950—1975, with an econometric model for forecasting the area's sawnwood consumption.
- No 386 Parviainen, Jari: Istuttamalla perustetun männikön, kuusikon, siperialaisen lehtikuusikon ja rauduskoivikon alkukehitys.
Early development of Scots pine, Norway spruce, Siberian larch and silver birch plantations.
- No 387 Teivainen, Terttu: Metsäpuiden taimien myyrätuhot metsänuudistusaloilla ja metsite-tyillä pelloilla Suomessa vuosina 1973—76.
Vole damage to forest tree seedlings in reforested areas and fields in Finland in the years 1973—76.
- No 388 Teivainen, Terttu, Jukola, Eeva-Liisa, Kaikusalo, Asko & Korhonen, Kyllikki: Vesi-myyrän, *Arvicola terrestris* (L.), aiheuttamat metsäpuiden taimien juuristotuhot vv. 1973—76 Suomessa.
Root damage of forest tree seedlings caused by water vole, *Arvicola terrestris* (L.), in the years 1973—76 in Finland.
- No 389 Kolari, Kimmo K.: Hivenravinteiden puute metsäpuilla ja männyn kasvuhäiriömiö Suomessa. Kirjallisuuskatsaus.
Micro-nutrient deficiency on forest trees and dieback of Scots pine in Finland. A review.
- No 390 Kaunisto, Seppo & Metsänen, Rauni: Turpeen muokkauksen ja lannoitteiden sijoitta-misen vaikutus männyn taimien juuriston kehitykseen tupasvillanevalla.
Effects of soil preparation and fertilizer placement on the root development of Scots pine on deep peat.
- No 391 Valtonen, Kari: Loppukäyttötiedot saha- ja puulevyteollisuuden markkinoinnissa.
End-use information for marketing in sawmill and wood-based panel industries.
- No 392 Isomäki, Antti: Kuusialikasvoksen vaikutus männikön kasvuun, tuotokseen ja tuottoon.
The effect of spruce undergrowth on the increment, yield and returns of a pine stand.
- No 393 Kurkela, Timo: *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* -sienen esiintyminen männyn karisteen yhteydessä.
Association of *Lophodermium seditiosum* Minter *et al.* with a needle cast epidemic on Scots pine.
- No 394 Rikala, Risto: Lannoitteiden levitystavan vaikutus koulittujen männyn ja kuusen taimien kehittymiseen taimitarhalla.
The effect of fertilizer spreading methods on the development of pine and spruce transplants in the nursery.
- No 395 Löytyniemi, Kari, Austarå, Øystein, Bejer, Broder & Ehnström, Bengt: Insect pests in forests of the Nordic Countries 1972—1976.
Tuhohyönteisten esiintyminen Pohjoismaiden metsissä 1972—1976.
- No 396 Silfverberg, Klaus: Männyn kasvuhäiriön ajoittuminen ja alkukehitys turvemaan boorin-puutosalueella.
Phenology and initial development of a growth disorder in Scots pine on boron deficient peatland.
- No 397 Talkamo, Tero: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat vuonna 1976 (1964—1973).
Removal and flow of commercial roundwood in Finland during 1976 (1964—1973) by districts.
- No 398 Lehto, Jaakko: Metsäalan koulutus metsäalan organisaatioiden arvioimana.
Forest education evaluated by forestry organizations.
- No 399 Jokinen, Katriina & Tamminen, Pekka: Tyvilahoisten kuusikoiden jälkeen istutetuissa männyn taimistoissa esiintyvät sienituhot Keski-Satakunnassa.
Fungal damage in young Scots pine stands replacing butt rot-infected Norway spruce stands in SW Finland.
- No 400 Metsänlannoitustutkimuksen tuloksia ja tehtäviä. Metsäntutkimuslaitoksen metsänlan-noitustutkimuksen seminaari 15. 2. 1979.
Results and tasks in forest fertilization research. Proceedings of the Finnish Forest Research Institute symposium on forest fertilization research 15. 2. 1979.
- No 401 Mielikäinen, Kari: Alaharvennusten vaikutus männikön tuotokseen ja arvoon.
The influence of low thinnings on the wood production and value of a pine stand.
- No 402 Sepponen, Pentti, Lähde, Erkki & Roiko-Jokela, Pentti: Metsäkasvillisuuden ja maan fyysikaalisten ominaisuuksien välisestä suhteesta Lapissa.
On the relationship of the forest vegetation and the soil physical properties in Finnish Lapland.
- No 403 Kanninen, Kaija, Uusvaara, Olli & Valonen, Paavo: Kokopuuraaka-aineen mittaus ja ominaisuudet.
Measuring and properties of whole tree raw-material.
- No 404 Kaunisto, Seppo: Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan met-sityksestä.
Preliminary results on afforestation of sod peat drying fields and peat cut-over areas.
- No 405 Sepponen, Pentti & Haapala, Heikki: Ojituksen vaikutuksesta turpeen kemiallisiin ominaisuuksiin.
On the effect of drainage on the chemical properties of peat.

FOLIA FORESTALIA 450

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1980

Antti Isomäki ja Jarmo Väisänen

HARVENNUSTAVAN VAIKUTUS KASVATETTAVAAN PUUSTOON
JA HARVENNUSKERTYMÄÄN

Thinning method and its influence on the remaining
growing stock and on the thinning yield

ODC 242:181.65:568
ISBN 951-40-0474-4
ISSN 0015-5543

ISOMÄKI, A. & VÄISÄNEN, J. 1980. Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään. Abstract: Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the thinning yield. *Folia For.* 450: 1—14.

Tutkimuksessa vertaillaan kahden harvennustavan, systemaattisen ja voimakkuudeltaan vastaavan valikoivan alaharvennuksen, vaikutuksia kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään. Harvennuksissa on poistettu joko 50 % tai 33 % puuston määrästä. Systemaattista harvennusta edustavat tässä tutkimuksessa rivi- ja käytäväharvennukset.

Systemaattinen harvennus ei vaikuta jäljelle jäävän puuston keskitunnuksiin. Alaharvennus kohottaa kasvatettavan puuston keskitilavuutta 10—30 %, keskiläpimittaa 5—14 % ja keskipituutta 2—7 %. Muutokset on laskettu puiden tilavuudelle painotettujen keskiarvojen perusteella.

Systemaattisessa harvennuksessa saadaan yleensä suurempi hakkukertymä kuin yhtä voimakkaassa alaharvennuksessa. Tämän tutkimuksen koeaineistojen mukaan ensiharvennuskertymä systemaattisissa harvennuksissa vaihteli rajoissa 31—121 m³/ha ja pohjapinta-alan mukaan yhtä vahvoissa alaharvennuksissa välillä 22—96 m³/ha. Systemaattisissa harvennuksissa poistettavat puut ovat keskimäärin kookkaampia kuin alaharvennuksissa. Puunkorjuun kannalta niissä on tämän lisäksi etuna poistettavien puiden pienempi lukumäärä ja helpompi saavutettavuus.

Koska systemaattisten harvennusten metsänhoidolliset vaikutukset ovat selvästi vähäisemmät kuin valikoivien harvennusten, on systemaattisen harvennuksen osuus rajoitettava kaikissa tapauksissa vähimpään mahdolliseen määrään. Käytettävissä oleva teknologia huomioon ottaen ensiharvennuksissa on perusteltua soveltaa nykyisen käytännön mukaisesti systemaattisen ja valikoivan harvennuksen yhdistelmää, jossa puut korjataan 30 m:n välein avatuilta, enintään 4 m leveiltä käytäviltä käsin. Tällöin systemaattinen harvennus edustaa noin kolmanesta ja valikoiva kahta kolmasosaa kertymän määrästä.

In this investigation the effects of two thinning methods, systematic strip thinning and selective low thinning, on the remaining growing stock and on the thinning yield of young spruce and pine stands are examined. In the thinnings studied, 33 and 50 % of the number of stems or basal area have been removed.

A strip thinning does not change the mean characteristics of the trees in the stand. As a result of selective low thinning, the weighted mean volume of the remaining trees is 10—30 %, the mean diameter 5—14 % and the mean height 2—7 % higher than before thinning.

In the first thinning, according to the present material, the systematic thinning method gave 31—121 m³/ha merchantable stem wood. The selective low thinning of equal strength, measured by the basal area, gave 22—96 m³/ha.

The trees removed in strip thinnings are larger on an average, than those cut in the selective low thinning. In addition to this, the advantage of strip thinning from the point of view of mechanization is the easy accessibility of the trees to be removed by the machines.

The silvicultural effect of strip thinning is negligible. Consequently, at least in the first thinnings, it is advisable to use a combination of strip and selective methods. Strips — 4 m wide skidding tracks — should be opened at 30 m intervals. In this way, the systematic element of thinning is about one third and the selective element two thirds of the thinning yield.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. TUTKIMUSAINEISTO	5
3. TUTKIMUKSEN TULOKSET	7
31. Jäävä puusto	7
311. Runkopuun tilavuus	7
312. Pituus	8
313. Läpimitta	9
32. Poistuma	9
321. Kertymän määrä	9
322. Poistuman rakenne	11
4. TULOSTEN TARKASTELUA	12
KIRJALLISUUS	14

1. JOHDANTO

Eräs keino edistää harvennuspuun korjuun koneistamista on tinkiä tai kokonaan luopua puukohtaisesta harvennusvalinnasta. Tähän on käytännön metsätaloudessa osin mentykin. Yleisimmin käytetty puunkorjuumenetelmä edellyttää avattaviksi vähintään 4 m:n levyiset ajourat 30 m:n välein (M i e t o l a 1978). Tällöin ajouria varten poistetaan systemaattisesti noin 10 % metsikön koko puustosta (I s o m ä k i 1976).

Kun ajourien avaamisella ei haluta alentaa tavoitteeksi asetettua hehtaarikohtaista puuston määrää harvennuksen jälkeen, ei myöskään ajourien välisissä vyöhykkeissä voida suorittaa täysimääräistä valikoivaa harvennusta. Yksityismetsiä varten laadituissa harvennusohjeissa edellytetään, että harvennuksen jälkeen jää ns. ajouravarana ylimääräistä pohjapinta-alaa 2 m²/ha (M i e t o l a 1978).

Suomessa on siis jo osittain luovuttu metsänhoidollisesti puhdasoppisesta valikoivan harvennuksen periaatteesta. Tilalle on tullut sen ja systemaattisen harvennuksen yhdistelmä, puolisystemaattinen harvennus, jossa systemaattista harvennusta edustaa ajourien avaaminen, ja valikoivaa harvennusta toteutetaan ainoastaan ajourien välimaastossa.

Ainakin em. mielessä systemaattinen harvennustapa on tullut jäädäkseen suomalaiseen metsätalouteen. Sen osuus harvennushakkuissa tulee huomattavasti kasvamaan. Tähän suuntaan vaikuttavat mm. muutokset metsätyön organisoinnissa. Työvoimasta ajoittain esiintyvän puutteen ja palkkakustannusten voimakkaan nousun vuoksi metsätöiden rationalisoinnissa nähdään ainoana realistisena kehittämissuuntana metsätöiden koneistaminen ja tuottavuuden kaikinpuolinen kohottaminen. Yhä useampi työvaihe korvataan ajan mittaan konetyöllä tai jätetään kokonaan suorittamatta.

Yhä konevaltaisempiin korjuumenetelmiin pyrittäessä lisääntyy paine ajouravälin pienentämiseen. Koneistamisen kannalta ihanteellisena harvennustapana voidaan pitää täyssystemaattisia rivi- ja käytäväharven-

nuksia, jotka toteutetaan pelkästään linjamaisia käytäviä avaamalla. Noudattamalla tällaista harvennustapaa kasvatushakkuille luotaisiin lähes avohakkuuta vastaavat olosuhteet, mikä poistaisi niiden koneellistamisen hankalimmat esteet.

Täyssystemaattisissa harvennuksissa voidaan käyttää yksinkertaisempia ja tehokkaampia koneita kuin valikoivissa harvennuksissa. Myös jäävän puuston vaurioitumisriski on niissä vähäisempi kuin valikoivissa harvennuksissa. Lisäksi täyssystemaattisen harvennustyön suunnittelussa saadaan merkittävä kustannussäästö, kun puukohtainen leimaus jää pois.

Vaikka täyssystemaattiset harvennustavat vielä tällä hetkellä tuntuvat epärealistisilta Suomen olosuhteita ajatellen, on nämäkin syytä ottaa eräänä rationalisointikeinona vakavasti huomioon. Suomen metsäteollisuuden kustannustaso on toisen maailmansodan jälkeen noussut nopeammin kuin eräissä kilpailijamaissa ja sen kannattavuus on ollut selvästi aleneva 1960-luvun puolivälistä lähtien (P a l o 1979, S e p p ä l ä ym. 1980). Tästä syystä myös puuntuotannon kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä on tarkasteltava ennakkoluulottomasti. Mainittakoon lisäksi, että täyssystemaattisia harvennuksia käytetään jo tällä hetkellä mm. Australian, Uuden Seelannin, USA:n etelävaltioiden, Etelä-Amerikan ja Keski-Euroopan istutusmetsissä.

Tässä tutkimuksessa tarkoitetaan systemaattisilla harvennuksilla rivi- ja käytäväharvennuksia, joissa yksilövalinta tapahtuu pelkästään puiden sijainnin mukaan. Niissä ei siis oteta lainkaan huomioon puiden taksatorisia tunnuksia eikä muitakaan puukohtaiseen kasvuun vaikuttavia tekijöitä. Valikoivalla harvennuksella tämän tutkimuksen yhteydessä tarkoitetaan nimenomaan valikoivaa alaharvennusta, jossa harvennuspoistuma valitaan yksilökohtaisesti niin, että jäävät puut muodostavat sijainniltaan, kasvuvylyltään ja laatuominaisuuksiltaan parhaan mahdollisen kokonaisuuden. Tätä har-

vennustapaa noudatettaessa pääpaino on metsänhoidollisilla näkökohdilla. Systemaattisissa harvennuksissa sitä vastoin otetaan korostetusti huomioon puunkorjuun vaatimukset.

Tässä tutkimuksessa pyritään käytännöl-

lisiin esimerkein toteamaan, missä määrin nämä vaihtoehdot harvennustavat vaikuttavat kasvamaan jätettävän puuston sekä harvennuskertymän määrään ja rakenteeseen.

2. TUTKIMUSAINEISTO

Tutkimus perustuu seitsemään metsikkökokeeseen, jotka Metsäntutkimuslaitoksen puuntuotoksen tutkimussuunta on perustanut vuosien 1975—78 aikana Etelä-Suomeen. Kokeilla pyritään vertailemaan valikoivien ja systemaattisten harvennusten puuntuotannon vaikutuksia. Esiteltävät tutkimustulokset perustuvat näiden kokeiden ensimittauksiin.

Seitsemän koetta, joista kolme edustaa riviharvennuksia ja neljä käytäväharvennuksia, sisältävät yhteensä 45 erillistä koealaa seuraavan asetelman mukaisesti:

Kokeen n:o	Paikkakunta	Puulaji	Koealojen lukumäärä kpl
102	Multia	Kuusi	4
105	Ähtäri	Mänty	8
106	Kuortane	Mänty	7
107	Asikkala	Kuusi	12
108	Suomusjärvi	Mänty	6
147	Karkkila	Kuusi	4
164	Sievi	Mänty	4

Koealojen yhteispinta-ala on 5,1 ha. Mitattuja puita niillä oli yhteensä 16 294 kpl.

Kokeissa 105, 106 ja 107 on useita täys- ja puolisytemaattisesti harvennettuja koealoja. Samalla tavalla käsitellyt koealat yhdistettiin kokeittain, joten näidenkin kokeiden tuloksissa esiintyy vain yksi täys- ja yksi puolisytemaattista käsitteilyä kuvaava luku.

Tutkimusmetsiköt ovat yhden puulajin muodostamia mahdollisimman tasarakenteisia viljelymetsiköitä. Ne eivät siis edusta tämän hetken, eivätkä tulevaisuudensa keskimääräisiä talousmetsiä vaan niiden parhaimmista.

Koemetsiköitä koskevat tärkeimmät tiedot käyvät ilmi seuraavasta tarkastelusta:

Riviharvennuskoe 102 (Multia)

Metsätyyppi	MT
Puulaji	Kuusi
Ikä	41 vuotta
Alkupuuston	
— runkoluku	2767 kpl/ha
— pohjapinta-ala	38,1 m ² /ha
— tilavuus	232,0 m ³ /ha
— keskiläpimitta	14,6 cm
— keskipituus	13,4 m

Käsitteilyvaihtoehdot:

1. Täyssytemaattinen riviharvennus, jossa poistettu joka toinen rivi.
2. Puolisystemaattinen riviharvennus, jossa poistettu joka neljäs rivi kokonaan ja näiden reunariveistä valikoivaa alaharvennusta noudattaen puolet runkoluvusta.
3. Valikoiva alaharvennus, jossa poistettu puolet runkoluvusta.
4. Valikoiva alaharvennus, jossa poistettu puolet pohjapinta-alasta.

Riviharvennuskoe 106 (Kuortane)

Metsätyyppi	VT (lannoitettu)
Puulaji	Mänty
Ikä	26 vuotta
Alkupuuston	
— runkoluku	3805 kpl/ha
— pohjapinta-ala	33,5 m ² /ha
— tilavuus	202,1 m ³ /ha
— keskiläpimitta	11,4 cm
— keskipituus	10,8 m

Kokeen seitsemästä koealasta on neljä harvennettu täyssytemaattisesti poistamalla 1—4 rinnakaista puuriviä ja jättämällä käytävien välille vastaava määrä puurivejä käsittelemättä. Kun puurivien väli oli tarkasti 1,0 m, saatiin eri koealoille 2—5 m leveitä käytäviä. Yhdistämällä täyssytemaattisesti harvennetut koealat saatiin seuraavat käsitteilyvaihtoehdot:

1. Täyssytemaattinen riviharvennus, jossa poistettu puolet runkoluvusta.
2. Puolisystemaattinen riviharvennus, jossa poistettu 1/3 koealan puuriveistä sekä väliin jääviltä riveiltä valikoivasti 1/6 niiden runkoluvusta.
3. Valikoiva alaharvennus, jossa poistettu puolet runkoluvusta.
4. Valikoiva alaharvennus, jossa poistettu puolet pohjapinta-alasta.

Riviharvennuskoe 108 (Suomusjärvi)

Metsätyyppi	MT
Puulaji	Mänty
Ikä	24 vuotta
Alkupuuston	
— runkoluku	2378 kpl/ha
— pohjapinta-ala	26,4 m ² /ha
— tilavuus	127,0 m ³ /ha
— keskiläpimitta	12,9 cm
— keskipituus	9,6 m

Käsittelyvaihtoehdot:

1. Täyssistemaattinen riviharvennus, jossa poistettu joka kolmas rivi.
2. Puolisistemaattinen riviharvennus, jossa poistettu joka kuudes rivi kokonaan. Muista riveistä poistettu valikoivaa alaharvennusta noudattaen 1/5 runkoluvusta. Kokonaispoistuma noin 1/3 runkoluvusta.
3. Valikoiva alaharvennus, jossa poistettu kolmannes runkoluvusta.
4. Valikoiva alaharvennus, jossa poistettu kolmannes pohjapinta-alasta.

Käytäväharvennuskoe 105 (Ähtäri)

Metsätyyppi	VT
Puulaji	Mänty
Ikä	30 vuotta
Alkupuuston	
— runkoluku	1741 kpl/ha
— pohjapinta-ala	27,4 m ² /ha
— tilavuus	154,0 m ³ /ha
— keskiläpimitta	11,6 cm
— keskipituus	10,4 m

Yhdistämällä neljä täyssistemaattisesti harvennettua ja kolme puolisistemaattisesti harvennettua koelaa keskenään saatiin seuraavat käsittelyvaihtoehdot:

1. Täyssistemaattinen käytäväharvennus, jossa käytävien leveys vaihtelee 1—5 m. Käytävien väliin jätetty kullakin koelalla kaksi kertaa leveämmät sarat käsittelemättä, joten harvennuspoistuma edustaa kolmannesta koelalan kokonaispuustosta.
2. Puolisistemaattinen käytäväharvennus, jossa 1/6 puuston pohjapinta-alasta poistettu täyssistemaattisesti ja 1/6 valikoivaa alaharvennusta noudattaen.
3. Valikoiva alaharvennus, jossa poistettu kolmannes puuston pohjapinta-alasta.

Tämä koemetsikkö vaurioitui myrskyssä vuonna 1978 niin, että sen seuranta lopetettiin.

Käytäväharvennuskoe 107 (Asikkala)

Metsätyyppi	OMT
Puulaji	Kuusi
Ikä	38 vuotta
Alkupuuston	
— runkoluku	3382 kpl/ha
— pohjapinta-ala	42,6 m ² /ha
— tilavuus	282,0 m ³ /ha
— keskiläpimitta	16,6 cm
— keskipituus	13,6 m

Kaikkiaan 12 koelasta yksi on jätetty käsittelemättä, viidellä koelalla on toteutettu täyssistemaattinen ja neljällä puolisistemaattinen harvennus. Toteutuksessa on noudatettu samoja periaatteita kuin kokeen 105 yhteydessä. Valikoivan alaharvennuksen koaloja on kaksi, joista toisella on poistettu 1/3 runkoluvusta ja toisella 1/3 pohjapinta-alasta.

Käytäväharvennuskoe 147 (Karkkila)

Metsätyyppi	OMT
Puulaji	Kuusi
Ikä	34 vuotta
Alkupuuston	
— runkoluku	2750 kpl/ha
— pohjapinta-ala	31,6 m ² /ha
— tilavuus	196,4 m ³ /ha
— keskiläpimitta	14,2 cm
— keskipituus	12,8 m

Kokeen neljä koelaa on käsitelty seuraavasti:

1. Täyssistemaattinen käytäväharvennus, jossa poistettu puolet koelapuustosta avaamalla 5 m:n levyisiä käytäviä.
2. Puolisistemaattinen käytäväharvennus, jossa 1/3 koelapuustosta poistettu täyssistemaattisesti avaamalla 5 m:n levyisiä käytäviä. Näiden välisiltä 10 m leveiltä saroilta poistettu valikoivaa alaharvennusta noudattaen 1/6 runkoluvusta.
3. Valikoiva alaharvennus, jossa poistettu kolmannes runkoluvusta.
4. Valikoiva alaharvennus, jossa poistettu kolmannes pohjapinta-alasta.

Käytäväharvennuskoe 164 (Sievi)

Metsätyyppi	VT
Puulaji	Mänty
Ikä	40 vuotta
Alkupuuston	
— runkoluku	1900 kpl/ha
— pohjapinta-ala	20,4 m ² /ha
— tilavuus	119,4 m ³ /ha
— keskiläpimitta	12,7 cm
— keskipituus	11,5 m

Yksi kokeen neljästä koelasta on käsittelemätön vertailukoelaa. Muilla koaloilla toteutettu seuraavat harvennukset:

1. Täyssistemaattinen käytäväharvennus, jossa puustosta poistettu 1/3 avaamalla 3,34 m:n levyisiä käytäviä. Näiden väliin jätettiin 6,66 m:n levyiset metsikkösarat täysin käsittelemättä.
2. Puolisistemaattinen käytäväharvennus, jossa 1/6 puustosta poistettu täyssistemaattisesti avaamalla 3,34 m:n levyisiä käytäviä. Näiden väliin jätetyiltä 16,66 m:n metsikkösaroilta poistettu 1/6 pohjapinta-alasta valikoivaa alaharvennusta noudattaen.
3. Valikoiva alaharvennus, jossa poistettu kolmannes puuston pohjapinta-alasta.

Harvennuspoistumaksi on siis valittu joko kolmannes tai puolet koelalan alkupuustosta kokeen perustamishetkellä. Koejärjestelyssä ovat keskeisinä tunnuksina olleet kunkin koelalan alkupuustot kokeiden perustamishetkellä. Käytännön toiminnassa sitä vastoin korostuu harvennuksen jälkeinen puustopääoma.

Valikoiva alaharvennus on toteutettu silmävaraisesti. Kullekin koelalle on pyritty jättämään kasvukyvyltään ja teknisiltä ominaisuuksiltaan parhaat puuyksilöt niin, että tarjolla olevat kasvutekijät voitaisiin käyttää mahdollisimman tasapainoisesti ja täysimääräisesti puuntuotannossa hyväksi.

Puolisystemaattisiin harvennuksiin kuuluu eriasteisia yhdistelmiä valikoivasta alaharvennuksesta ja täyssystemaattisesta harvennuksesta. Vain muutamissa kokeissa nämä molemmat harvennuskomponentit ovat nimen mukaisesti keskenään tasapainossa.

Systemaattiset harvennukset on koejärjestelyissä to-

teutettu korostetun kaavamaisesti. Käytännössä käytäväharvennus ei vaadi yhtä jäykkää linjausta kuin mitä koeolosuhteissa on noudatettu. Sitä vastoin riviharvennuksissa poistettavat puut on määriteltävä yhtä joustamattomasti kuin näiden kokeiden yhteydessä on tehty.

3. TUTKIMUKSEN TULOKSET

31. Jäävä puusto

Harvennuksen jälkeen metsikköön jäävää puustoa kuvataan suhdeluvuin. Vertailuarvona (100) on kunkin koealan alkupuusto ennen harvennusta. Taulukoissa esiintyvät absoluuttiset luvut ovat koekohtaisia tilavuudella painotettuja keskiarvoja. Muut taulukoiden luvut ovat siis suhdelukuja, jotka kuvaavat kunkin harvennustavan vaikutusta ko. puustotunnukseen. Suhdeluvut on laskettu jäävien puiden tilavuudella painotettujen keskiarvojen mukaan.

Poistuman osuutta ilmaiseva sarake taulukoissa osoittaa kuinka voimakas harvennus on ollut. Tulokset on ryhmitelty tämän mukaan. Kokeissa 102, 106 ja 147 on poistettu puolet puuston pohjapinta-alasta tai runkoluvusta ja muissa kokeissa kolmannes. Merkintä RH tarkoittaa riviharvennusta, KH käytäväharvennusta.

311. Runkopuun tilavuus

Runkopuun tilavuudet on laskettu kunkin puun rinnankorkeusläpimitan perusteella käyttäen hyväksi kaatokoepuista mitattuja pituus- ja kapenemistietoja.

Poistettaessa metsiköstä puita täysin systemaattisesti pitäisi alkupuuston, poistuman ja jäävän puuston olla — ainakin tasaisissa metsissä — rakenteeltaan täysin samanlaisia. Taulukossa 1 pitäisi siis täyssystemaattisen harvennuksen jälkeistä puustoa kuvaavassa sarakkeessa jokaisen luvun olla 100. Näinkin tasaisissa metsiköissä ja tarkoin valvotuissa korjuuolosuhteissa on tuloksena kuitenkin ollut $\pm 2-3$ %:n vaihteluita runkojen keskitilavuudessa. Käytännön talousmetsissä vastaava ero olisi todennäköisesti vähintään 5 %:n luokkaa. Lisäksi on muistettava talousmetsien usein vaikeat maasto-olosuhteet, jotka estävät harvennuskäytävien täysin systemaattisen sijoittelun. Vaihtelu voi tästäkin syystä yhä suureta.

Puolisystemaattinen harvennus lisää tämän tutkimuksen mukaan jäävien puiden keskikokoa 5—12 %, kun poistetaan 1/3 runkoluvusta tai pohjapinta-alasta. Poistuman ollessa 1/2 runkoluvusta tai pohjapinta-alasta vastaava lisäys käsitellyssä aineistossa on ollut enintään 3 %. Tämä tasoero ei kuitenkaan ilmennä valikoivan harvennuksen voimakkuuden vaikutusta, sillä molemmissa koealaryhmissä valikoiva harvennus on kohdistettu puustoon yhtä voimakkaana.

Taulukko 1. Harvennuksen jälkeen jäävien runkojen suhteelliset keskitilavuudet.

Kokeen n:o ja harvennusmenetelmä	Puulaji	Poistuman osuus, %	Alkupuusto		Täyssyst.	Puolisyst.	Valikoiva alaharvennus	
			dm ³ /runko	%			N	G
102 RH	kuusi	50	113,4	100	100	102	114	112
106 RH	mänty	50	67,4	100	102	103	115	129
147 KH	kuusi	50	109,7	100	97	100	125	115
108 RH	mänty	33	68,2	100	99	105	108	126
105 KH	mänty	33	65,6	100	101	109	—	117
107 KH	kuusi	33	165,3	100	100	107	113	127
164 KH	mänty	33	80,6	100	102	112	—	112

Valikoiva alaharvennus on koeolosuhteissa lisännyt jäävien puiden keskikokoa 10—30 %. Käytännön alaharvennuksissa lisäys saattaa olla tätäkin suurempi, sillä tyypillisissä talousmetsissä puiden väliset kokoerot ovat huomattavasti suuremmat kuin nyt tutkituissa koemetsiköissä. Tosin ajourien avaaminen osaltaan lieventää niiden välisten kaistojen valikoivaa ensiharvennusta, kun huomattava osa harvennuskertymästä joudutaan ottamaan systemaattisesti ajourien avaamisen yhteydessä.

Mikäli suhdelukujen laskennassa olisi käytetty tilavuudella painotettujen keskiarvojen sijasta aritmeettisiä keskiarvoja, olisivat erot käsittelyjen välillä numeraalisesti huomattavasti suurempia kuin taulukoissa nyt esitettävät luvut. Esimerkiksi kokeen 106 (taulukko 1) osalla valikoivan harvennuksen jälkeinen puusto olisi aritmeettiselta keskitilavuudeltaan 23 % alkupuustoa suurempi, kun harvennus on toteutettu runkoluvun mukaan ja 53 % suurempi, kun on harvennettu puolet pohjapinta-alasta. Vastaavat luvut taulukon mukaan ovat 15 % ja 29 %.

Kasvamaan jäävien puiden käyttöpuutilavuudet (taulukko 2) ovat luonnollisesti hyvin samanlaiset kuin edellä esitetyt runkojen kokonaistilavuudet. Ainoastaan valikoivien harvennusten ja osin puolisytemaattisten harvennusten kohdalla on nähtävissä 1—2 prosenttiyksikköä suurempia arvoja kuin taulukossa 1. Erot selittyvät pienten puiden suhteellisesti suuremmalla hukkapuun osuudella.

Systemaattinen harventaminen on kaiken kaikkiaan hyvin omintakeinen puuston käsittelytyyppi. Se ei heikennä harsinnan tapaan puuston rakennetta, muttei toisaalta

sitä alaharvennuksen kaltaisesti parannaakaan. Puolisystemaattinen harvennus on vain astetta parempi kuin täyssystemaattinen. Jäljelle jäävien puiden keskikoon tarkastelu jo osoittaa, etteivät systemaattiset harvennukset ole samassa määrin metsänhoidollisia kuin alaharvennus. Systemaattista harventamista voidaan näin ollen perustella vain puunkorjuuteknisin ja välittömin kustannusnäkökohdin.

312. Pituus

Taulukossa 3 on esitetty tulokset pituuden osalta. Kyseiset tulokset on laskettu, kuten kaikissa muissakin taulukoissa, kokonaistilavuudella painotetuista keskiarvoista.

Vaikka puuston tilavuutta koskevissa tuloksissa oli havaittavissa muutaman prosentin poikkeama täyssystemaattisen harvennuksen jälkeisen puuston "oletusarvosta" 100, ei pituuden osalla tällaista vaihtelua esiinny. Täyssystemaattinen harvennus ei siten ole vaikuttanut jäljelle jäävän puuston pituusrakenteeseen. Puolisystemaattisen harvennuksenkin vaikutus on tämän työn mukaan enintään 3 %.

Varsin vähän suurentaa puuston keskipituutta myös valikoiva alaharvennus. Esim. kokeessa 106 (poistettu 50 % runkoluvusta) keskipituus lisääntyi alaharvennuksen seurauksena vain 2 %. Absoluuttisesti tämä on noin 20 cm. Tosin koe on entisen taimitarhan pohjalle istutettu männikkö, jonka kehitys todennäköisesti on ollut niin tasaista kuin se Suomen olosuhteissa yleensä on mahdollista. Keskimäärin valikoiva alaharvennus on lisännyt puuston keskipituutta 5—6 %.

Taulukko 2. Harvennuksen jälkeen kasvamaan jäävien puiden keskimääräiset suhteelliset käyttöpuutilavuudet. Läpimitan raja-arvona 6,0 cm kuoren päältä.

Kokeen n:o ja harvennusmenetelmä	Puu-laji	Poistuman osuus, %	Alkupuusto		Täys-syst.	Puoli-syst. % alkupuustosta	Valikoiva alaharvennus	
			dm ³ /runko	%			N	G
102 RH	kuusi	50	108,3	100	100	102	114	113
106 RH	mänty	50	62,0	100	102	103	118	132
147 KH	kuusi	50	104,5	100	97	100	126	116
108 RH	mänty	33	64,1	100	99	106	109	129
105 KH	mänty	33	60,4	100	101	110	—	120
107 KH	kuusi	33	160,3	100	100	107	114	128
164 KH	mänty	33	75,7	100	102	114	—	114

Taulukko 3. Harvennuksen jälkeen metsikköön jäävien puiden suhteelliset keskipituudet.

Kokeen n:o ja harven- nusme- netelmä	Puu- laji	Pois- tuman osuus, %	Alkupuusto		Täys- syst.	Puoli- syst. % alkupuustosta	Valikoiva alaharvennus	
			dm	%			N	G
102 RH	kuusi	50	130,6	100	100	101	105	105
106 RH	mänty	50	108,0	100	100	100	102	104
147 KH	kuusi	50	127,7	100	100	101	108	104
108 RH	mänty	33	96,1	100	100	101	102	106
105 KH	mänty	33	103,8	100	100	102	—	104
107 KH	kuusi	33	136,3	100	100	103	105	107
164 KH	mänty	33	115,1	100	100	103	—	103

Myös keskipituuden tarkastelu osoittaa, ettei täyssysteemaattinen harvennus muuta hehtaarikohtaisia puustotunnuksia, eikä puolisysteemaattinenkaan sanottavasti. Vertauksen vuoksi voidaan todeta, että ns. harshintaharvennus alentaa puuston valtapituutta Vuokilan (1977, s. 9—10) mukaan ensi kerralla noin 70 cm ja kiertoajan kuluessa kaikkiaan 2—3 m.

313. Läpimitta

Täyssysteemaattisen käsittelyn jälkeisen puuston ± 1 %:n (runsaan millimetrin) vaihtelua suhteessa alkupuustoon ei voida pitää merkitseväenä. Puolisysteemaattinen harvennus on lisännyt puuston keskiläpimittaa 1—6 %, keskimäärin 4 %. Runkoluvun mukaan toteutettu lievempi (1/3) alaharvennus lisäsi keskiläpimittaa 5—8 %, voimakkaampi (1/2) 6—12 %. Pohjapinta-alan mukaan toteutettu lievempi alaharvennus (1/3) kohotti keskiläpimittaa 6—13 % ja vahvin alaharvennus (1/2 pohjapinta-alasta) 7—14 %.

Tulos on odotetun mukainen. Alaharvennuksessa poistetaan pääsääntöisesti puuston

pienimpiä yksilöitä, jolloin kasvamaan jäävä puusto luonnollisesti keskiarvotunnuksiltaan järehtyy.

Puolisysteemaattisissa harvennuksissa valikoiva alaharvennus on toteutettu aina runkoluvun mukaisesti. Kun poistosuhde näissä tapauksissa on vielä ollut pieni, keskimäärin 22,7 % alkupuuston runkoluvusta, ei tällä harvennustavalla ole koeolosuhteissa voitu vaikuttaa jäävän puuston rakenteeseen yhtä tehokkaasti kuin puhtailla valikoivilla harvennuksilla.

32. Poistuma

321. Kertymän määrä

Taulukossa 5 on esitetty eri menetelmin saatu harvennuskertymä. Kertymään on sisällytetty kaikki läpimitaltaan yli 6,0 cm kuoren päältä oleva runkopuu. Voimakkaimpien harvennusten (1/2 puustosta) antama kertymä on ollut varsin suuri. On kyseenalaista, voidaanko yksityismetsälain nykyisen tulkinnan puitteissa ja luonnontuhoriski huomioon ottaen näin vahvaa käsit-

Taulukko 4. Harvennuksen jälkeen metsikköön jäävien puiden suhteelliset keskiläpimitat.

Kokeen n:o ja harven- nusme- netelmä	Puu- laji	Pois- tuman osuus, %	Alkupuusto		Täys- syst.	Puoli- syst. % alkupuustosta	Valikoiva alaharvennus	
			cm	%			N	G
102 RH	kuusi	50	14,6	100	100	101	106	107
106 RH	mänty	50	11,4	100	101	101	107	114
147 KH	kuusi	50	14,2	100	99	101	112	107
108 RH	mänty	33	12,9	100	100	103	105	113
105 KH	mänty	33	11,6	100	101	105	—	109
107 KH	kuusi	33	16,6	100	100	104	108	114
164 KH	mänty	33	12,7	100	101	106	—	106

Taulukko 5. Harvennustavan vaikutus kuorelliseen käyttöpuukertymään.

Kokeen n:o ja harven- nusme- netelmä	Puu- laji	Pois- tuman osuus, %	Kokeen alku- puusto, m ³ /ha	Täys- syst.	Puoli- syst.	Valikoiva alaharvennus	
						N	G
102 RH	kuusi	50	232,0	121	79	69	96
106 RH	mänty	50	202,1	81	91	56	91
147 KH	kuusi	50	196,4	87	82	46	82
108 RH	mänty	33	127,0	31	24	15	—
105 KH	mänty	33	154,0	57	35	—	38
107 KH	kuusi	33	282,0	86	56	30	80
164 KH	mänty	33	119,4	35	44	—	22

telyä hyväksyä käytännössä. Kolmanneksen pohjapinta-alasta poistava harvennus on kuitenkin normaali käytännössä esiintyvä voimakkuusaste.

Täyssystemaattisen 50 %:n ensiharvennuksen antama kertymä on ollut tiheissä, runsaspuustoisissa kuusikoissa (kokeet 102 ja 147) 87—121 m³/ha käyttöpuuta. Vastaavan voimakkaassa puolisystemaattisessa harvennuksessa, kun voimakkuus ilmaistaan harvennuspoistuman osuutena runkoluvusta, kertymä on ollut noin 80 m³/ha. Valikoivassa alaharvennuksessa on käyttöpuuta saatu 46—69 m³/ha, kun on poistettu 50 % runkoluvusta, ja 82—96 m³/ha, kun poistuma on ollut 50 % pohjapinta-alasta. Kuusikoista saatuja kertymiä tarkasteltaessa on lisäksi muistettava, että kysymys on ollut jonkin verran myöhästyneistä ensiharvennuksista (keskipituus noin 13 m).

Erittäin tiheässä (42,6 m²/ha) istutuskusikossa, jota edustaa koe 107, kolmanneksen poistava täyssystemaattinen harvennus on antanut 86 m³/ha käyttöpuuta. Vastaava kolmanneksen poisto pohjapinta-alasta alaharvennusperiaatteella on antanut 80 m³/ha. Sitä vastoin kolmanneksen poisto runkoluvusta on johtanut vain 30 m³:n käyttöpuun kertymään hehtaarilla. Tässä näkyy puuston ylitiheys, joka merkitsee lukumääräisesti runsasta pienpuustoa.

Aineiston männiköt ovat olleet kauttaaltaan pienikokoisempaa puustoa kuin kuusikot. Niiden keskipituus on vaihdellut ensiharvennushetkellä rajoissa 9,6—11,5 m. Tästä syystä harvennuskertymät ovat olleet niissä selvästi pienempiä kuin kuusikoissa, täyssystemaattisella menetelmällä kolmannes poistettaessa 30—57 m³/ha ja vastaavalla valikoivalla alaharvennuksella 22—38

m³/ha.

Kokeessa 106 kertymä on ollut 81—91 m³/ha harvennuksissa, joissa on poistettu 50 % pohjapinta-alasta. Tässä kokeessa valikoiva, 50 % runkoluvusta poistava alaharvennus on tuottanut 56 m³:n kertymän hehtaaria kohden. Saman kokeen yhteydessä valikoiva alaharvennus, jossa on poistettu puolet pohjapinta-alasta, on antanut odotuksen vastaisesti suuremman harvennuskertymän kuin vastaava täyssystemaattisesti käsitelty koeala. Osittain tämä johtuu puuston epätasaisuudesta eri koealojen välillä. Valikoivasti harvennetulla koealalla oli nimittäin noin 12 % runsaampi puusto ennen harvennusta kuin täyssystemaattisesti käsitellyillä koealoilla keskimäärin. Lisäksi tämän kokeen osalla valikoivassa alaharvennuksessa on pienten puiden lisäksi poistettu runsaasti vallitsevan latvuskerroksen puita.

Tämä viittaa siihen, että toteutettaessa valikoivaa alaharvennusta ja pyrittäessä suureen pohjapinta-alan tai tilavuuden mukaiseen poistumaan, leimauksessa ei aina voida loppuun saakka noudattaa alaharvennuksen periaatetta, vaan valinta kohdistuu leimauksen edistyessä yhä useammin vallitsevan latvuskerroksen puihin.

V u o k i l a (1976) on päätellyt eri puolilla maata sijaitsevien metsiköiden koeleimaukseen perustuen, että ensiharvennuksessa saadaan yleensä 40—60 m³/ha runkopuuta, mistä 35—45 m³/ha on käyttöpuuta. Kolmanneksen pohjapinta-alasta poistava ensiharvennus on tämän tutkimuksen koemetsiköissä antanut 22—80 m³:n käyttöpuun kertymän hehtaaria kohden. Edellisen lukuparin osoittama vaihtelualue on huomattavasti pienempi kuin jälkimmäisen, mutta keskimäärin arviot ovat samaa suuruusluokkaa.

Männiköissä kertymä on ollut selvästi pienempi kuin kuusikoissa. Tosin vertailtava oleva kuusikkokoe edustaa äärimmäistä tapausta. Tässä ylitieheässä, hoitamattomassa istutuskuusikossa (runkoluku noin 3400 kpl/ha, pohjapinta-ala 42,6 m²/ha, keskipituus 13,6 m), kolmanneksen poisto pohjapinta-alasta johtaa 80 m³/ha:n harvennuskertymään.

Kun ensiharvennuskertymä on rajoissa 22—80 m³/ha, kysymys on puunkorjuuteknisesti hyvin vaihtelevista tapauksista. Kertymän ollessa yli 40 m³/ha korjuu muodostuneen kannattavaksi harvennustavasta riippumatta. Kun kertymä on alle 30 m³/ha, korjuun kustannusten kannalta olisi ilmeisen edullista, jos voitaisiin soveltaa täyssysteemaattista harvennustapaa. Kuitenkin juuri näissä tapauksissa metsänhoidolliset edellytykset täyssysteemaattisen harvennuksen soveltamiseen puuttuvat. Metsikkö vaatisi puukohtaista hoitoa, mutta systeemaattinen harvennus — etenkin käytävä- tai riviharvennus — eivät sitä tarjoa.

Kertymän määrän perusteella arvostellen täyssysteemaattinen harvennus näyttää tarjoavan lievän edun valikoivaan alaharvennukseen verrattuna. Kun alaharvennuskertymään avataan ajourat, ensiharvennus muodostuu nyt ja tulevaisuudessa yleensä puolisyysteemaattiseksi harvennukseksi, jossa noin kolmannes kertymästä tulee ajourilta systeemaattisesti ja kaksi kolmannesta valikoivasti ajourien välisestä maastosta. Tämän suurempaan systeemaattiseen harvennukseen osuuteen tuskin on aihettakaan.

322. Poistuman rakenne

Taulukko 6 esittää poistuman rakennetta kokeittain. Taulukosta ilmenevät käytettyjen harvennusmenetelmien poistumasta seuraavat tiedot:

1. Suurimman poistetun puun rinnankorkeusläpimita (mm)
2. Poistettujen puiden kokonaistilavuudella painotettu keskiläpimita (mm)
3. Em. keskiläpimittojen hajonta (mm)
4. Poistettujen puiden määrä (kpl/ha)

Suurimmat poistetut puut ovat yleensä olleet odotetusti täys- ja puolisyysteemaattisissa harvennuksissa. Kokeessa 102 on poistuman

suurin puu kuitenkin leimattu valikoivassa alaharvennuksessa. Muutoinkin tutkimuksessa on käynyt ilmi, että myös alaharvennuksessa täytyy usein poistaa vallitsevan latvuserroksen puita. Tämä on mielenkiintoinen seikka harvennuseksperttien mitoituksen kannalta. Periaatteessa pitäisi siis molemmissa menetelmissä käyttää tässä suhteessa yhtä järeitä koneita.

Valikoivissa harvennuksissa poistettavien suurien puiden vähyys näkyy selvästi keskiarvo- ja lukumääräsarakeista. Täys- ja puolisyysteemaattisissa menetelmissä poistettavien puiden rinnankorkeusläpimitat ovat selvästi suurempia ja poistettavien puiden lukumäärät pienempiä kuin yhtä vahvoissa va-

Taulukko 6. Poistuman rakenne kokeittain (sarakkeiden selitykset viereisellä palstalla).

Kokeen n:o	Harvennusmenetelmä	Max. d _{1,3} mm	\bar{x} d _{1,3} mm	S d _{1,3} mm	Kpl/ha
102	TS	183	141,2	26,8	1480
102	PS	208	145,2	28,4	990
102	VH-N	206	129,9	26,5	1380
102	VH-G	263	135,4	30,6	1760
105	TS	181	120,7	25,5	1244
105	PS	165	99,6	22,5	1586
105	VH-G	149	94,9	20,2	1760
106	TS	224	111,6	23,4	1902
106	PS	188	115,6	24,8	1975
106	VH-N	153	89,2	18,2	2450
106	VH-G	176	108,7	22,9	2080
107	TS	297	163,8	25,9	1053
107	PS	298	144,3	34,3	1480
107	VH-N	139	91,1	18,8	1700
107	VH-G	184	117,8	25,8	2300
108	TS	179	134,8	23,5	588
108	PS	163	123,9	23,0	624
108	VH-N	163	90,5	19,0	840
108	VH-G	162	107,7	20,7	1902
147	TS	201	142,1	29,0	1420
147	PS	248	144,6	32,0	1336
147	VH-N	211	122,3	27,1	2050
147	VH-G	206	113,7	24,5	1290
164	TS	178	125,5	26,7	630
164	PS	173	115,0	23,7	960
164	VH-G	163	102,2	21,0	750

Lyhenteet:

- TS = täyssysteemaattinen
 PS = puolisyysteemaattinen
 VH = valikoiva
 N = poistuma, % runkoluvusta
 G = poistuma, % pohjapinta-alasta

likoivissa alaharvennuksissa.

Poistettavien puiden rinnankorkeusläpimitan hajonta on täys- ja puolisystemaattisissa menetelmissä suurempi kuin valikoivissa alaharvennuksissa. Tämä johtuu siitä, että ensin mainituissa menetelmissä poistetaan puita tasaisesti jokaisesta läpimittaluokasta, kun taas valikoivissa harvennuksissa pääosa poistumasta saadaan pienistä läpimittaluokista.

Täyssystemaattisessa harvennuksessa käsitellään jopa useita satoja runkoja vähemmän hehtaaria kohti laskettuna kuin yhtä vahvoissa valikoivissa harvennuksissa. Jos hakkuu suoritettaisiin puut yksitellen käsittelevällä monitoimikoneella, olisi se tästäkin syystä huomattavasti halvempi toteuttaa systemaattisissa kuin valikoivissa harvennuksissa. Tämä hyöty luonnollisesti mene-

tään myöhempien hakkuiden yhteydessä.

Täyssystemaattisen harvennustavan etuna ei siis ensisijaisesti ole kertymän määrä — vaikka sekin yleensä muodostuu suuremmaksi kuin valikoivassa alaharvennuksessa — vaan kertymän rakenne ja helppo käsiteltävyys. Nimenomaan nuoren metsikön täyssystemaattisen ensiharvennuskertymän rakenteessa on tosin epäedullista poistettavien puiden koon suuri vaihtelu, mutta etuna niiden keskimäärin suurempi koko valikoivaan alaharvennukseen verrattuna. Kun puut voidaan lisäksi korjata järjestelmällisesti koneen välittömästi läheisyydestä, kustannukset ovat selvästi pienemmät kuin valikoivassa alaharvennuksessa, missä kertymä koostuu yksittäisistä puista runsaan kymmenen metrin levyiseltä vyöhykkeeltä ajouran molemmin puolin.

4. TULOSTEN TARKASTELUA

Rivi- ja käytäväharvennukset kaavamaisesti toteutettuina eivät muuta metsikön keskimääräisiä puustotunnuksia. Jäljelle jäävien puiden keskiläpimitta, keskipituus ja keskitilavuus säilyvät harvennusta edeltäneissä arvoissa. Nämä ns. täyssystemaattiset harvennukset kohdistuvat yhtä voimakkaana puuston kaikkiin rakenneosiin.

Tutkituissa koemetsiköissä alaharvennus puolestaan kohotti käsittelyn voimakkuudesta ja puuston rakenteesta riippuen runkojen keskiläpimittaa 5—14 %, keskipituutta 2—7 % ja keskitilavuutta 10—30 %. Puolisystemaattinen menetelmä, johon liittyy sekä systemaattista puiden poistoa että valikoivaa alaharvennusta, kohottaa jäljelle jäävien runkojen keskitilavuutta sitä enemmän, mitä suurempi osa poistetuista puista valitaan yksilöllisesti.

Lukuja tarkasteltaessa on otettava huomioon, että ne on laskettu runkojen tilavuudella painotettujen keskiarvojen perusteella. Lisäksi koemetsiköt edustavat poikkeuksellisen tasarakenteisia viljelymetsiköitä, joissa korostetunkaan yksipuolisilla valintaharvennuksilla ei voida vaikuttaa kovin radikaalisti puustoa kuvaaviin keskitunnuksiin. Kun vielä koemetsiköissä on harvennuksen voi-

makuudeksi käytännönvastaisesti määritetty kaavamaisesti joko 33 % tai 50 % puuston määrästä, ei tutkimuksessa esitettyjä lukuja ole syytä varauksettomasti käyttää kuvaamaan harvennusten käytännöllisiä vaikutuksia puuston ja harvennuskertymän rakenteeseen.

Kun täyssystemaattinen harvennus ei heikennä puustotunnuksia, voitaisiin ehkä katsoa, että se on metsänhoidollisesti hyväksyttävä. Tunnettua on (ks. V u o k i l a 1977), että esim. harsintaharvennus pienentää selvästi jäljelle jäävän puuston runkojen keskokoa ja on ainakin tältä kannalta katsottuna täyssystemaattista harvennusta selvästi kielteisempi.

Puuston keskiarvotunnuksen muuttumattomuus täyssystemaattisen harvennuksen jälkeen voidaan kuitenkin ymmärtää myös niin, että käsittely on metsänhoidollisesti merkityksetön. Tämä onkin oikeampi tulkinta. Täyssystemaattisissa harvennuksissa tietoisesti luovutaan luonnonpoistuman talteenotosta käytävien välisiltä vyöhykkeiltä sekä puuntuotannon keskittämistä lajitetaan ja laadultaan parhaisiin puuyksilöihin (I s o m ä k i 1980). Käytäväharvennus antaa parantuneet edellytykset vain aukkoa

reunustaville puille. Näiden takana käytävien välisillä saroilla puuston tiheys on harvennuksen jälkeen yhtä suuri kuin ennen sitä. Systemaattisessa harvennuksessa poistetaan myös runsain määrin kehityskelpoisia puita ja suositaan samassa määrin kehityskelvottomia.

Käytävien takia merkittävä osa kasvupaikasta jää harvennuksen jälkeen pidemmäksi tai lyhyemmäksi ajaksi vajaatuottoiseen tilaan. Mitä leveämpiä ovat käytävät, sitä suurempi on vajaatuottoisuuden aste. Myös käytävien välisessä maastossa syntyy vajaatuottoisuutta, mikä aiheutuu kasvutilan puutteesta ja ilmenee puuston järeyskehityksen taantumisenä. Kaiken kaikkiaan täysystemaattinen harvennus on puhtaasti puunkorjuun näkökohdista lähtevä käsittelymenetelmä, joka vaikuttaa kielteisesti puuston jatkekehitykseen suhteessa normaaliin valikoivaan alaharvennukseseen.

Puunkorjuussa harvennuksen systemaattisuudesta on etua. Harvennuskertymä on rivi- ja käytäväharvennuksessa yleensä hieman suurempi kuin valikoivassa alaharvennuksessa, jos molemmissa tapauksissa poistetaan yhtä suuri osa puuston pohjapinta-alasta. Yksistään harvennusmäärän lisääntymisellä ei systemaattista harvennusta voida kuitenkaan perustella.

Käsittelyn systemaattisuus merkitsee lähinnä sitä, että poistettavat puut ovat keskimäärin kookkaampia kuin valikoivassa alaharvennuksessa ja että ne ovat konein helposti saavutettavissa. Tosin poistettavien puiden kokonaisvaihtelu on systemaattisessa harvennuksessa suurin mahdollinen, mikä on kustannuksia lisäävä piirre. Kaiken kaikkiaan korjuukustannukset muodostuvat epäilemättä selvästi pienemmiksi, jos puut ovat koneen välittömässä tuntumassa eivätkä hajallaan koko metsikkökuviolla kuten valikoivassa harvennuksessa.

Käsillä olevassa tutkimuksessa on todettu, että myös alaharvennuksessa poistetaan puuston kookkaimpia yksilöitä. Eräässä kokeessa kookkain poistettu puu oli juuri

alaharvennuskoealalla. Tämä merkitsee käytännössä sitä, että molemmissa harvennusten menetelmissä tarvitaan yhtä raskasta ja suorituskykyistä konetta, mikäli kaikki harvennuspuu pyritään korjaamaan samanaikaisesti. Tämä on katsottava ainakin välillisesti systemaattisten harvennusten eduksi.

Jos ensiharvennuksessa oletetaan poistettavan kolmannes puuston pohjapinta-alasta, kuten on normaalisti mahdollista, kertymä on tämän tutkimuksen mukaan männiköissä 22—40 m³/ha käyttöpuuta. Suurimmillaan, hyvän kasvupaikan ylitieheässä istutuskuusikossa myöhästyneen ensiharvennuksen kertymä voi olla 80 m³/ha, jos poistetaan kolmannes pohjapinta-alasta.

Alle 30 m³:n kertymän antava ensiharvennus lienee vieraalla työvoimalla teetettynä ja todelliset kustannukset huomioon ottaen välittömästi kannattamaton puunkorjuukohde. Välitöntä kannattavuutta ei tulisi tällaisissa tapauksissa kuitenkaan vaatia. Kysymyksessä on tavallisesti harvennus, johon täyssystemaattinen poisto kaikin huonoimmin sopii. Ensiharvennuksessa yksilövalinnalla saatava puuntuotannollinen hyöty on niin suuri, että se monin verroin korvaa siitä aiheutuvat lisäkustannukset.

Ainakaan tämän tutkimuksen aineiston kaltaisissa ensiharvennusemetsiköissä täyssystemaattisen harvennuksen tarjoamat edut eivät ole niin suuria, että ne voisivat olla ratkaisevia harvennustapaa valittaessa. Toisaalta valikoivaa alaharvennusta ei voida nuorena metsikössä suorittaa ilman ajouria. Käytännössä ensiharvennus ei tulevaisuudessa tulekaan enää olemaan täysvalikoivaa, vaan ajourat tuovat siihen merkittävän systemaattisen piirteen. Tämänhetkinen suositus, 4 m:n ajourat 30 m:n välein, on todennäköisesti hyvin perusteltu, koska näin menetellen kolmannes poistumasta hakataan systemaattisesti ja kaksi kolmannesta valikoivasti. Ensiharvennus saa tällöin selvästi metsänhoidollisen luonteen, ja puunkorjuulle tarjotaan sen vaatimat minimiedellytykset.

KIRJALLISUUS

- ISOMÄKI, A. 1976. Ajourat puunkorjuun piilokustannuksena. *Metsä ja Puu* n:o 2: 9—11.
- 1980. Harvennuksen hinta ja hyöty. *Metsä ja Puu* n:o 2: 10—12.
- MIETOLA, T. 1978. Harvennuskasvatusta käsittelevä. *Tapion taskukirja 18*, uudistettu painos. 144—149.
- PALO, A. 1979. Metsäteollisuuden kannattavuus ja kantohintojen kehitys Pohjois- ja Etelä-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitos, metsäekonomian tutkimusosasto. Käsikirjoitus*. 1—142.
- SEPPÄLÄ, H., KUULUVAINEN, J. & SEPPÄLÄ, R. 1980. Suomen metsäsektori tienhaarassa. *Folia For.* 434: 1—122.
- VUOKILA, Y. 1976. Ensiharvennuskertymä. Summary: Yield from the first thinning. *Folia For.* 264: 1—12.
- 1977. Harsintaharvennus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä. Summary: Selective thinning from above as a factor of growth and yield. *Folia For.* 298: 1—17.

ODC 242:181.65:568
ISBN 951-40-0474-4
ISSN 0015-5543

ISOMÄKI, A. & VÄISÄNEN, J. 1980. Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään. Abstract: Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the thinning yield. *Folia For.* 450: 1—14.

In the pine and spruce stands examined the mean value of the tree diameter was 5—14 %, height 2—7 % and volume 10—30 % higher after selective low thinning than before it.

The selective low thinning gave 22—96 m³/ha merchantable stem wood and the same heavy strip thinning 31—121 m³/ha. A strip thinning increases the mean size of the trees to be removed in comparison with the low thinning.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 242:181.65:568
ISBN 951-40-0474-4
ISSN 0015-5543

ISOMÄKI, A. & VÄISÄNEN, J. 1980. Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään. Abstract: Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the thinning yield. *Folia For.* 450: 1—14.

In the pine and spruce stands examined the mean value of the tree diameter was 5—14 %, height 2—7 % and volume 10—30 % higher after selective low thinning than before it.

The selective low thinning gave 22—96 m³/ha merchantable stem wood and the same heavy strip thinning 31—121 m³/ha. A strip thinning increases the mean size of the trees to be removed in comparison with the low thinning.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 242:181.65:568
ISBN 951-40-0474-4
ISSN 0015-5543

ISOMÄKI, A. & VÄISÄNEN, J. 1980. Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään. Abstract: Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the thinning yield. *Folia For.* 450: 1—14.

In the pine and spruce stands examined the mean value of the tree diameter was 5—14 %, height 2—7 % and volume 10—30 % higher after selective low thinning than before it.

The selective low thinning gave 22—96 m³/ha merchantable stem wood and the same heavy strip thinning 31—121 m³/ha. A strip thinning increases the mean size of the trees to be removed in comparison with the low thinning.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 242:181.65:568
ISBN 951-40-0474-4
ISSN 0015-5543

ISOMÄKI, A. & VÄISÄNEN, J. 1980. Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon ja harvennuskertymään. Abstract: Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the thinning yield. *Folia For.* 450: 1—14.

In the pine and spruce stands examined the mean value of the tree diameter was 5—14 %, height 2—7 % and volume 10—30 % higher after selective low thinning than before it.

The selective low thinning gave 22—96 m³/ha merchantable stem wood and the same heavy strip thinning 31—121 m³/ha. A strip thinning increases the mean size of the trees to be removed in comparison with the low thinning.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.



- No 406 Elovirta, Pertti: Metsätyövoiman allापपस्यव्य 1969—1977.
Permanence of forest labour in Finland 1969—1977.
- No 407 Tiihonen, Paavo: Kasvun vaihtelu valtakunnan metsien 6. inventoinnin aineiston perusteella.
Variation in tree growth in Finland based on the 6th National Forest Inventory.
- No 408 Lilja, Arja: Koivun siemenen sienet ja niiden patogeenisuus.
Fungi on birch seeds and their pathogenicity.
- No 409 Kallio, Tauno & Häkkinen, Risto: Juurikäävän (*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.) ja *Phlebia gigantea* (Fr.) Donk vaikutus pelloille istutettujen kuusen, männyn, tervalepän ja rauduskoivun taimien pituuskasvuun ja elossapysymiseen.
Effect of *Heterobasidion annosum* and *Phlebia gigantea* infection on the height growth and survival rate of *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* and *Betula pendula* seedlings planted on old fields.
- No 410 Kärkkäinen, Matti: Kuitupuun kiintomittaus kourakasoissa.
Measurement of solid volume of pulpwood grapple heaps.
- No 411 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1977—79.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1977—79.
- No 412 Raitio, Hannu: Boorin putteesta aiheutuva männyn kasvuhäiriö metsitetyllä suopelolla. Oireiden kuvaus ja tulkinta.
Growth disturbances of Scots pine caused by boron deficiency on an afforested abandoned peatland field. Description and interpretation of symptoms.
- No 413 Kellomäki, Seppo & Salmi, Juhani: Koivuvaneritukkien kuoren määrä.
Bark quantity of birch logs.
- No 414 Paavilainen, Eero: Jatkolannoitus runsastyyppisillä rämeillä. Ennakkotuloksia.
Refertilization on nitrogen-rich pine swamps. Preliminary results.
- No 415 Teivainen, Terttu: Eräiden viljeltyjen pajujen kelpaavuus peltomyyrälle (*Microtus agrestis* L.) ruokintakokeiden mukaan.
Palatability of some cultivated willows to field voles (*Microtus agrestis* L.) in feeding trials.
- No 416 Velling, Pirkko: Puuaineen tiheys kahdessa rauduskoivun jälkeläiskokeessa.
Wood density in two *Betula pendula* Roth progeny trials.
- No 417 Mattila, Eero: Kangasmaiden luppometsien ominaisuuksia Suomen poronhoitoalueella 1976—1978.
Characteristics of the mineral soil forests with arboreal lichens (*Alectoria*, *Bryoria* and *Usnea* spp.) in the Finnish reindeer management area, 1976—1978.
- 1980 No 418 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: Harvesting fuel chips with the Pallari swath harvester.
Polttopuun korjuu Pallarin leikkuuhakurilla.
- No 419 Kinnunen, Kaarlo & Lemmetyinen, Markku: Paakkukoon vaikutus männyn taimien alkukehitykseen.
Initial development of containerized pine seedlings as affected by the size of earth ball.
- No 420 Keipi, Kari & Laakkonen, Olavi: Päätehakkuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja.
Profitability comparisons of urea fertilization in old stands.
- No 421 Lipas, Erkki & Levula, Teuvo: Urealannoitus eri vuodenaikoina.
Urea fertilization at different times of the year.
- No 422 Weissenberg, Kim, von & Kurkela, Timo (Eds.): Proceedings of the meeting of the IUFRO Working Party S2.05—05, Resistance in pines to *Melampsora pinitorqua*, June 1979, Suonenjoki, Finland.
IUFRO:n työryhmän S2.05—05, Versoruosteenkestävyys männyssä, kesäkuussa 1979 Suonenjoella pidetyn kokouksen esitelmät.
- No 423 Kylmänen, Pekka: Ennakkotuloksia nuorissa männyn siemenviljelyksissä syntyvän Pohjois-Suomi x Etelä-Suomi -kaukoristeytysiemenen käyttömahdollisuuksista.
Preliminary results concerning usability of North Finland x South Finland hybrid seed born in young Scots pine seed orchards.
- No 424 Sievänen, Risto: A preliminary simulation model for annual photosynthetic production and growth in a short rotation plantation.
Alustava lyhytkiertoviljelmän vuotuisen fotosynteesin tuotoksen ja kasvun simulointimalli.
- No 425 Kohmo, Ilkka: Metsiköiden kasvuprosentti Suomessa vuosina 1971—1976.
Increment percentage of forest stands in Finland 1971—1976.
- No 426 Rautiainen, Olavi & Räsänen, Pentti K.: Männyn ja kuusen viljelytaimikoiden kehitys Itä-Savossa 1968—1976.
Development of Scots pine and Norway spruce plantations in Itä-Savo in 1968—1976.
- No 427 Tiihonen, Paavo: ATK-karttamenetelmän kokeilu työkohteiden etsinnässä Pohjois-Savossa 1976—1978.
Experimenting with the ADP-map method for locating working sites in northern Savo, East Finland, 1976—1978.
- No 428 Ryytänen, Leena: Männyn siemenen varastointi ja vanheneminen.
Storage of Scots pine seed and seed ageing.
- No 429 Raivonen, Marjut & Leikola, Matti: Hakkuutähteiden poistamisen vaikutus istutettujen kuusen taimien alkukehitykseen.
The influence of the removal of logging waste on the initial development of planted Norway spruce seedlings.

Luettelo jatkuu 4. kansisivulla

- No 430 Metsätilastollinen vuosikirja 1979.
Yearbook of Forest Statistics 1979.
- No 431 Kyttälä, Timo: Puuston vaurioituminen harvennushakkuissa. — Kirjallisuustarkastelu.
Stand damage during thinnings. — Literature review.
- No 432 Silfverberg, Klaus: Kuusen kasvuhäiriö ja hivenravinteet.
Micronutritional growth disorder in Norway spruce.
- No 433 Hakkilä, Pentti & Wójcik, Tomasz: Thinning young pine stands with the Makeri tractor in Poland.
Makeri pientraktori nuoren männikön harvennuksessa Puolassa.
Próba zastosowania ciągnika Makeri do pozyskiwania drewna w trzebieżach drzewostanów sosnowych w Polsce.
- No 434 Seppälä, Heikki, Kuuluvainen, Jari & Seppälä, Risto: Suomen metsäsektori tienhaarassa.
Tutkimus Suomen metsäsektorin kehityksestä ja tulevaisuuden vaihtoehtoista.
The Finnish forest sector at a cross road.
- No 435 Julkaisut 1979. Metsäntutkimuslaitos.
Abstracts of publications, 1979. The Finnish Forest Research Institute.
- No 436 Mattila, Eero & Kujala, Matti: Utsjoen, Inarin ja Enontekiön metsävarat 1978.
Forest resources of Utsjoki, Inari and Enontekiö, North Finland, in 1978.
- No 437 Kurvinen, Pekka & Harstela, Pertti: Haketustyön ergonomia ja työn järjestely.
Ergonomics and work organizing of chipping work.
- No 438 Nisula, Pentti: Neulasten pitolujuuden mittari.
Needle retention gauge.
- No 439 Nisula, Pentti: Tutkimuksia kantoherbisidin levittämisestä raivaussahalla.
Studies on stump herbicide spraying using a brush saw.
- No 440 Nisula Pentti: Näkökohtia polttohakkeen kuivaamisesta.
Aspects of the drying of fuel chips.
- No 441 Kujala, Matti: Runkopuun kuorellisen tilavuuskasvun laskentamenetelmä.
A calculation method for measuring the volume growth over bark of stemwood.
- No 442 Päivinen, Risto: Puiden läpimittajakauman estimointi ja siihen perustuva puustotun-
nusten laskenta.
On the estimation of the stem-diameter distribution and stand characteristics.
- No 443 Veijalainen, Heikki: Eräiden hivenlannoitteiden käyttökelpoisuus suometsien lannoit-
uksessa. Neulasanalyysiin perustuva tarkastelu.
Usability of some micronutrient fertilizers in peatland forests. Report basing on
needle analysis.
- No 444 Tervonen, Markku & Issakainen, Jorma: Sarkaleveyden ja lannoituksen vaikutus män-
nyn sädekasvun elpymiseen ohutturpeisella piensararämeellä.
Effect of ditch spacing and fertilization on the revival of radial growth of Scots
pine on shallow-peated small sedge bog.
- No 445 Huuri, Olavi: Juurten hienfosfaattikäsitteilyn vaikutus männyn ja kuusen istutus-
taimien alkukehitykseen kivennäismailla.
Effect of milled rock phosphate root coating on the initial development of Scots
pine and Norway spruce transplants on mineral soils.
- No 446 Kuusela, Kullervo & Salminen, Sakari: Ahvenanmaan maakunnan ja maan yhdeksän
eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueen metsävarat 1977—1979.
Forest resources in the Province of Ahvenanmaa and the nine southernmost Forestry
Board Districts in Finland 1977—1979.
- No 447 Uusvaara, Olli: Pelkkahakkureilla tehdyn hakkeen ja sahatavaran pinnan laatu.
Quality of chips and surface of sawn timber made by chipper headrigs.
- No 448 Vuokila, Yrjö: Kasvatustiheyden vaikutus istutuskuusikon kasvuun ja tuotukseen.
The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland.
- No 449 Kinnunen, Kaarlo & Mäki-Kojola, Sakari: Männyn luontaisesta uudistumisesta Pohjois-
Satakunnassa.
Natural regeneration of Scots pine in western Finland.
- No 450 Isomäki, Antti & Väisänen, Jarmo: Harvennustavan vaikutus kasvatettavaan puustoon
ja harvennuskertymään.
Thinning method and its influence on the remaining growing stock and on the
thinning yield.
- No 451 Varmola, Martti: Männyn istutustaimistojen ulkoinen laatu.
The external quality of pine plantations.
- No 452 Roiko-Jokela, Pentti: Maaston korkeus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä Pohjois-
Suomessa.
The effect of altitude on the forest yield in northern Finland.
- No 453 Pohtila, Eljas & Timonen, Mauri: Suojametsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhais-
kehitys.
Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish
Lapland.
- No 454 Gustavsen, Hans Gustav: Talousmetsien kasvupaikkaluokittelu valtapituuden avulla.
Site index curves for conifer stands in Finland.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, p. 17 341.
Merkintä ODC tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää.