

FOLIA FORESTALIA 468

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1981

YRJÖ VUOKILA

NUOREN MÄNNIKÖN KASVUREAKTIO
ENSIHARVENNUKSEN JÄLKEEN

THE GROWTH REACTION OF
YOUNG PINE STANDS TO THE FIRST
COMMERCIAL THINNING



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Tuomas Heiramo
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja neljä luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and four strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 468

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1981

Yrjö Vuokila

NUOREN MÄNNIKÖN KASVUREAKTIO
ENSIHARVENNUKSEN JÄLKEEN

The growth reaction of young pine stands
to the first commercial thinning

ODC 526.2:242:181.65
ISBN 951-40-0513-9
ISSN 0015-5543

VUOKILA, Y. 1981. Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen. Summary: The growth reaction of young pine stands to the first thinning. *Folia For.* 468:1—13.

Aineisto käsittää 9 eteläsuomalaista kestokoetta (49 koelaa). Tutkimusmetsiköt ovat tyyppillisiä yliiheitä mäntynuoreikoita, jotka on harvennettu vasta keskimäärin 13—14 metrin valtapituusvaiheessa.

Kriittinen runkoluku mäntytiheikön harvennuksessa on 1500 kpl/ha, pohjapinta-ala 17—18 m²/ha ja runkotilavuus 100—110 m³/ha. Mikäli nämä puustopääomatatolimit alitetaan yliiheän mäntynuoreikon harvennuksessa, seurauksena on jonkinasteinen tilavuuskasvutappio.

Yliiheissä nuoreikoissa suositellaan nykyisin jätettäväksi — ajourat mukaan lukien — vain noin 1100 kpl/ha, mitä vastaava pohjapinta-ala on 14 m²/ha ja tilavuus 85 m³/ha. Näin voimakas harventaminen aiheuttaa noin 7 %:n tilavuuskasvutappion toimenpidettä seuraavana 7-vuotiskautena. Absoluuttinen tappio on kuitenkin enintään 5 m³/ha.

Lievän kasvutappion vastapainona on puuston tehokas elpyminen ja järeyskehityksen nopeutuminen. Kriittiseen pohjapinta-alaan nojautuva tiheikön ensiharvennus on välittömästi kannattamaton, usein jopa korjuukelvoton. Jäljelle jäävään runkolukuun perustuva käsittelyohje lisää harvennuskertymää keskimäärin 20 m³/ha.

Tutkimustulokset tukevat nykyisiä harvennusohjeita. Hoidettujen männiköiden pohjapinta-alavaatimus ensiharvennuksen jälkeen on kriittisellä tiheysalueella, mikä on liiketaloudellisesti edullista. Toisaalta myös nuorten mäntytiheiköiden edellisestä poikkeavat käsittelyohjeet, jotka perustuvat jäljelle jätettävään runkolukuun, ovat lievästä kasvutappiosta huolimatta hyvin perusteltuja.

The research material consists on 9 permanent experiments (49 sample plots) in young pine stands located in the southern part of Finland. The experimental stands were, by far overdense at the dominant height of 13—14 m, when the first thinning took place.

The critical number of trees after the first thinning in pine thickets is 1500 per ha, the basal area 17—18 m²/ha and the cubic volume 100—110 m³/ha. Below these critical values, the loss of some degree in volume increment is inevitable.

In pine thickets it is presently recommended to leave — incl. the skidding tracks — only 1100 trees per ha, which corresponds to 14 m²/ha and 85 m³/ha. A heavy thinning like that will bring about a loss of 7 % in the volume increment during the 7-year period after thinning. In absolute terms this is only 5 m³/ha, however.

As a compensation for this loss in increment the efficient recovery and the increased dimensional development of the growing stock must be evaluated. The heavier thinning gives an additional yield of 20 m³/ha, which is a economical necessity for the realization of the thinning operation in practice.

The results of the investigation support the present thinning directives. The recommendations for basal area after thinning are within the critical zone, which must be economically sound. On the other hand, the directives for young pine thickets, based on the number of trees after thinning, are — despite the minor increment loss — well grounded.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. TUTKIMUSAINEISTO	5
3. ENSIHARVENNUSKERTYMÄ	7
4. KASVATUSTIHEYDEN VAIKUTUS PUUSTON TILAVUUSKASVUUN	8
41. Tiheyden ilmaisutavat	8
42. Runkoluku	9
43. Pohjapinta-ala	10
44. Tilavuus	11
5. TIIVISTELMÄ	12
KIRJALLISUUS	13

1. JOHDANTO

Vaikka kiertoajan kuluessa suoritettavat harvennushakkuut muodostavatkin kokonaisuuden, niistä ensimmäistä voidaan ja on syytä tarkastella usein myös erikseen. Toisin kuin myöhemmät harvennukset, ensiharvennus kuuluu metsikön ns. hoitovaiheeseen (V u o k i l a 1980a, s. 185). Hoitovaiheessa toimenpiteen päätavoite on jäljelle jäävän puuston kehitysedellytysten parantaminen, josta syystä harvennuskertymän määrän ja arvonkin tulisi olla toissijainen, joskaan ei luonnollisesti vähämerkityksinen päämäärä.

Harvennukset — ja myös ensiharvennus — ovat puiden latvusten hoitoa, niiden mitasuhteiden säilyttämistä ja yhteyttämiskyvyn kehittämistä. Mitä voimakkaampi harvennus on, sitä paremmat edellytykset jäljelle jäävien puiden latvuksilla on säilyttää elinvoimaisuutensa.

Puuntuotannollisesti harvennuksissa on tärkeintä jäljelle jäävän puuston järeyttäminen. Puuntuotannon määrää voidaan harvennushakkuilla lisätä vain tietyissä erikoistapauksissa (ks. V u o k i l a 1980a, s. 92—96).

Harvennuksilla saattaa olla kuitenkin myös kielteisiä seurauksia. Liian voimakas harventaminen voi johtaa siihen, että luonnolliset tuhonaiheuttajat pääsevät yleistymään ja aiheuttamaan taloudellisia tappioita. Männiköissä ylivoimakkaan harvennuksen aiheuttama harva kasvatusasento vaikuttaa enemmän tai vähemmän kielteisesti kasvatettavan puuston tekniseen laatuun, etenkin oksikkuuteen. Ensiharvennus on tässä mielessä harvennuksista enimmän vaikuttava.

Vaikka harvennuksilla ei voida yleensä lisätä puuntuotannon määrää, niillä voidaan sitä hyvinkin huomattavasti alentaa, ellei kasvutappion vaaraa tiedosteta riittävästi toimenpidettä suunniteltaessa. Vähäinen kasvutappio voi tosin olla yleensä hyväksyttävä, kun otetaan huomioon harvennuksesta koituvat järeytymiset ja kertyneet harvennustulot.

Yleensä ei näitä etuja voida kuitenkaan hankkia puuston jatkokehityksen kustan-

nuksella. Harvennushakkuu olisi voitava suorittaa niin, ettei puuntuotannon määrä pitkällä tähtäyksellä pienene. Suomen metsien suurimpia heikkouksia on vajaapuustoisuus, liian usein toistuneista kasvatushakkuista aiheutunut, kasvuun ja tuotokseen kielteisesti vaikuttava tila. Harvennusten lukumäärä on tosin vähenemässä, mutta niiden voimakkuus lisääntymässä. Vajaapuustoisuuden ja sitä kautta vajaatuottoisuuden uhka on edelleen olemassa. Sitä ei saisi ainaakaan hoitotoimenpiteeksi tarkoitettulla ensiharvennuksella lisätä.

Kuusikoiden — ja aivan erityisesti istutuskuusikoiden — ensiharvennuksen puuntuotannollisista seurauksista tiedetään varsin paljon (ks. mm. V u o k i l a 1975, 1980b). Tiedetään mm., että voimakaskaan ensiharvennus ei heikennä vaan pikemminkin lievästi kiihdyttää istutuskuusikon ja ilmeisesti myös alusta alkaen hoidetun luontaisesti syntyneen kuusikon valtapuiden pituuskasvua. Pohjapinta-alan ja tilavuuden kasvut pysyvät vähentymättöminä aina 40 %:n pohjapinta-alan poistumaan asti ensiharvennusta seuraavana 10-vuotiskautena. Myönteisenä tuloksena on puuston nopea järeytyminen, sitä nopeampi, mitä voimakkaammin puustoa harvennetaan. Harvennuksen voimakkuusasteen nuorena hoidetussa kuusikossa ratkaiseekin paikallisesti todettavissa oleva luonnontuhojen riski. Kaikki tekijät huomioon ottaen kuusikon ensiharvennuksessa voitaneen yleisesti poistaa ainakin kolmannes puuston pohjapinta-alasta ilman kielteisiä seurauksia ja puuston järeytymisen kautta sen arvon kehitystä jouduttaen. Näin voimakas ensiharvennus on myös biologisesti perusteltavissa. Se on tehokasta puiden latvusten hoitoa ja yleisen elinvoimaisuuden kehittämistä. Voimakkaasti latvuskatosta avaava ensiharvennus estää myös pelätyn ”kellari-ilmaston” (ks. esim. K a l e l a 1954) syntymisen kuusikossa ja ylläpitää täten maan biologista kuntoa.

Puulajit ovat biologisesti ja ekologisesti erilaisia. Niiden reaktiokyky harvennuksen jälkeen voi siksi olla hyvinkin vaihteleva.

Kuten edellä esitetystä käy ilmi, kuusi reagoi niin nopeasti ja tehokkaasti, että hehtaari-kohtaista kasvutappiota ei synny edes ylivoimakkaan ensiharvennuksen jälkeen. Koivu on heikosti reagoiva puulaji. *Koiviston* (1960, s. 5) mukaan nuoren koivikon valta-puiden sädekasvua ei harvennus juuri paranna. Harvennusten vaikutus alkaa näkyä vasta 30—40 vuoden ikäisissä metsiköissä. Johdonmukaisena päätelmänä on, että vasta 30—35 vuoden iältä alkaen on motivoitua lisätä harvennuksen voimakkuutta ja pidentää harvennusväliä. *Koiviston* (mt.) mukaan koivulajeista raudus reagoi absoluuttisesti voimakkaammin, mutta suhteellinen reaktio on molemmilla koivulajeilla yhtä suuri. Kaiken kaikkiaan koivulajeilla kasvutappion riski on voimakkaan ensiharvennuksen jälkeen suuri.

Koivu on — joskaan ei selvimmin — joka tapauksessa korostetusti pioneeri-puulaji (ks. *Sarvas* 1948, s. 67—78; *Kaléla* 1949, s. 14). Sen valovaatimukset, kasvurytmi ja todennäköisesti kasvureaktiokin ovat tälle ekologiselle puulajiryhmälle tyypillisiä. Kuusi on Suomen oloissa klimaks-puulaji, koivuun verrattuna valovaatimukseltaankin

asteikon toisessa laidassa. Luultavasti myös kuusen kasvureaktio on sen omalle ekologiselle ryhmälle luonteenomainen.

Mänty lienee luokiteltava *Kalélan* (1949, s. 31—32) asteikkoa käyttäen pre-klimaks-puulajiksi, joka on em. ääritapausten välimuoto. Sen uudistumisessa ja varhaisessa kasvunopeudessa on pioneeripuulajin piirteitä, mutta se on kuivilla kankailla selvä klimaks-vaiheen puulaji (*Kaléla* 1945, s. 12—13). Kuivien kankaiden kuusettamista *Kaléla* (mt.) pitää huomattavalta osin ”kulttuuriseurauksena”, hakkuutavoista johtuvana. On siis mahdollista, että mänty myös kasvureaktioltaan on koivan ja kuusen välimuoto. Jos näin on, voidaan teoreettisesti olettaa, ettei männyn kasvureaktio ole ensiharvennuksen jälkeen yhtä hyvä kuin kuusen, muttei niin heikkokkaan kuin koivun.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on edellä esitetyn hypoteesin alustava testaaminen. Tutkimusteema voidaan ilmaista myös seuraavasti: Kuinka voimakkaan ensiharvennuksen männikkö sietää ilman kasvua ja tuotostappiota?

2. TUTKIMUSAINEISTO

Metsäntutkimuslaitoksen puuntuotoksen tutkimussuunnan toimesta aloitettiin v. 1970 laajan kestokoe-verkon perustaminen männiköiden harventamiseen liittyvien ongelmien selvittämiseksi. Kokeiden perustaminen on 1980-luvun alkaessa suoritettu loppuun. Varhaisimmista kokeista alkaa olla käytettävissä ensimmäisiä tuloksia.

Koska kiertoaika on metsätaloudessa pitkä ja koska haluttiin jouduttaa tulosten valmistumista, kokeita perustettiin yksityiskohtaisen (Harkas-) suunnitelman mukaisesti eri kehitysvaiheissa oleviin metsiköihin. Tarkan metsikkövalinnan avulla eri kehitysvaiheita edustavat kokeet pyrittiin kytkemään yhteen mahdollisimman kiinteästi kehityssarjaksi. Näin menetellen koko kiertoaikaa koskevia tuloksia odotetaan saavutettavan parissa vuosikymmenessä.

Mainitusta aineistosta on tähän tutkimukseen valittu kokeet, joita perustettaessa (12—15 m:n valtapuusvaiheessa) tapahtunut käsittely on ollut ensiharvennusta ja joista on tähän mennessä käytettävissä harvennusta seuraavaa jaksoa koskevia mittaustuloksia. Kaikki mukana olevat kokeet ovat maan eteläpuolisista. Etelä-Suomen kokeet ovat vanhimpia ja tarjoavat siitä syystä ensimmäisen mahdollisuuden esitellä tutkimustuloksia.

Tutkimusaineisto käsittää 9 kestokoeetta ja niissä 52 koealaa. Koska 3 koealaa on lannoitettu, varsinainen tutkimusaineisto sisältää 49 koealaa. Metsiköistä on 7 kylvään ja 2 luontaisesti syntyneitä. Yksityiskohtaiset tiedot eri kokeista käyvät ilmi taulukosta 1.

Kokeista pääosa (6) sijaitsee puolukkatyyppiä vastaavalla kasvupaikalla ($H_{100} = 24$) (ks. *Vuokila* ja *Väliaho* 1980, s. 24). Loput (3 koeetta) ovat mustikkatyybiltä ($H_{100} = 27$ m). Aineisto vastaa siten verraten hyvin Etelä-Suomen mäntykasvupaikkojen keskiarvoa.

Kahta koeetta (8 ja 51) lukuun ottamatta kysymyksessä on ollut käytännössä tyypillinen myöhästynyt ensiharvennus. Harvennusten ajankohta on tosin ollut suurin piirtein nykysuositusten mukainen (12—15 m:n valtapuusvaihe), mutta harvennusta edeltänyt runkoluku on ollut — mainittuja poikkeuksia lukuun ottamatta — keskimäärin selvästi suurempi kuin mitä nykyisin pidetään järkevänä. Tutkimuksen tulokset onkin tulkittava ennen muuta metsänhoidollisesti selvästi myöhästyneen ensiharvennuksen vaikutuksia ilmentäviksi. 1980-lukua ajatellen tämä on käytännössä yksinomaan myönteistä. Keskeinen kysymys nykyisiä liian pitkään ylitiehinä kasvaneita metsiköitä harvennettaessa on se, kuinka voimakkaasti niitä voidaan harventaa aiheuttamatta kasvutappiota.

Taulukko 1. Yleistiedot kokeista niiden perustamisvaiheessa.

Table 1. General information on the research material at the beginning of the experiments.

Koe n:o	Koaloja kpl	Sijainti	Kasvu-paikka-luokka	Lähtö-tiheys kpl/ha	Ikä v	Valtapiuus m	Tiheys harven-nuksen jälkeen kpl/ha	Tutkimusjakson pituus v
Exp. no.	Number of sample plots	Location	Site class H_{100}	Initial number of stems	Age years	Dominant height m	Number of stems after thinning	Length of the observation period years
8	4	Keuruu	24	1560—1720	40	12,5—13,1	1170—1720	8
27	4	Heinävesi	24	2960—3250	37	12,0—12,8	1090—3110	7
28	4	Pieksämäki	24	2480—2680	40	13,3—14,9	872—2472	8
32	9	Ruokolahti	24	2590—3810	39	12,0—13,2	1090—3260	8
35	4	Liperi	24	2480—2900	45	13,2—14,1	950—2900	4
51	4	Sonkajärvi	24	1450—1540	45	13,2—13,5	570—1460	7
25	4	Puumala	27	2000—2300	38	13,1—13,8	720—2070	5
26	8	Leivonmäki	27	1808—2024	41	14,1—15,5	904—2024	8
39	8	Vieremä	27	2056—2496	36	13,7—14,8	888—2488	7

Kokeissa on jätetty aina jokin tai jotkin koalat harventamatta vertailumahdollisuuden säilyttämiseksi luontaisesti korkeimpaan saavutettavissa olevaan kasvutason. Ensiharvennuskäsittely asteikko on toisaalta ollut laaja ja ylittänyt selvästi ne rajat, joita käytännössä pidetään järkevinä. Kuten myöhemmin esitettävistä tuloksista käy ilmi, nimenomaan ylivoimakkaiden käsittelyiden tutkimuksellinen merkitys on ratkaisevan tärkeä. Suuresta luontaisesta vaihtelusta johtuen äärimmäiskäsittelyt antavat korvaamatonta tukea kulloinkin tarkasteltavana olevaan ilmiöön liittyvän kehitystrendin luotettavaan selvittämiseen. Pienistä kasvatustiheysten eroista aiheutuvat kasvuvaikutukset peittyvät yleensä luontaiseen vaihteluun.

Tutkimusaineistossa kasvatustiheyden vaihtelu on seuraavan asetelman mukainen:

Puustotunnus Growing stock characteristic	Vaihteluväli Variation range
Runkoluku, kpl/ha Number of stems	570—3260
Pohjapinta-ala, m ² /ha Basal area	9,7—28,2
Tilavuus, m ³ /ha Cubic volume	54—189

Vaihtelualan alaraja edustaa nuoren metsikön kasvatustiheydenä selvää vajaatuottoisuutta, yläraja taas metsänhoidollisesti pitkällä tähtäyksellä kielteistä jatkokehitystä. Optimitiheyden on pakko jäädä aineiston vaihtelualan rajoihin, tarkasteltiinpa sitä metsänkasvatuksen miltä näkökulmalta tahansa.

Havaintojakson pituus on keskimäärin 7 vuotta. Kasvatustiheyden useimmille vaihtoehdoille tarkastelujakso on riittävän pitkä ilmentämään puuston koko kasvureaktiota harvennuksen jälkeen. Kaikkein voimakkaimmissa käsittelyvaihtoehdoissa reaktio saattaa olla kuitenkin vielä kesken. Aineistosta saataneen siis tältä osin pikemminkin vähättelevä kuin liioittelevä käsitys kasvureaktiosta ensiharvennuksen jälkeen.

Vain kolmeen kokeeseen sisältyy toistoja, niihinkin vain kaksi. Muut kokeet käsittävät yhden koalan

kutakin neljää käsittelyvaihtoehtoa. Toistojen vähäisyys tekee epätarkoituksenmukaiseksi tilastomatematiikan menetelmien soveltamisen vaihtoehtoisten käsittelyiden välisten kasvureaktioerojen merkitsevyyden selvittämiseksi. Vain äärimmäiskäsittely voi tällaisessa aineistossa osoittautua muista merkitsevästi poikkeavaksi. Laskelmien tuloksilla ei olisi käytännöllistä merkitystä. Taustatekijänä on metsiköiden välinen ja niiden sisäinen suuri vaihtelu, mistä antaa käsityksen kokeiden perustamisvaiheen puustojen lähtötiheyden ja -valtapiisuuden tarkastelu (ks. taulukko 1). Kysymyksessä ovat kuitenkin tasaisimmat metsiköt, jotka on kyetty talousmetsistä löytämään. Aineiston regressioanalyttinen käsittely ei liioin ole nyt kysymyksessä olevassa tutkimustehtävässä kiistatta todistusvoimainen. Selityksenä on tämän tutkimuksen aikaisempiin selvityksiin nojautuva hypoteesi (ks. esim. Vuokila 1975), jonka mukaan metsikön hehtaariohtainen tilavuuskasvu säilyy pitkään muuttumattomana puustopääoman pienentyessä, ts. harvennuksen voimistuessa, ja vasta tietystä kriittisestä tiheydestä lähtien puustopääoman vähennys alkaa merkitä kasvatustapaa. Vapaa regressiomalli ei kykene yleensä moitteettomasti tasoitamaan tällaista aineistoa. Tarvitaan pakotteita, jotka paljolta perustuvat henkilökohtaiseen harkintaan ja ainakin aineiston graafiseen tasoitukseen kokeiltavien muuttujien funktiona.

Näistä syistä on pidetty perusteltuna esittää tutkimustulokset vain graafisesti tasoitettuina. Tämä tekee mahdolliseksi aineiston ominaispiirteiden huomioonottamisen. Toisaalta tältä pohjalta lähtien ei voida esittää arviota tutkimustulosten luotettavuudesta. Kuten edellä esitetystä on käynyt ilmi, tämä on kuitenkin vain näennäinen heikkous. Tämän parempaa varmuutta ei tutkimusaineiston tässä vaiheessa saada vaihtoehtoisilla tarkastelumenetelmilläkään.

Graafisessa tarkastelussa kokeet on yhdistetty niin, että jokainen 49 koalasta on itsenäinen havaintoyksikkö. Tältä pohjalta lähtien on laskettu tiheysluokittain keskiarvoja, jotka on tasoitettu graafisesti. Tasoituksessa on kullekin keskiarvopisteelle annettu painoa sen mukaan, kuinka moneen havaintoon se perustuu. Tasoituksen periaatteiden havainnollistamiseksi apupisteet on merkitty piirrookseen.

3. ENSIHARVENNUSKERTYMÄ

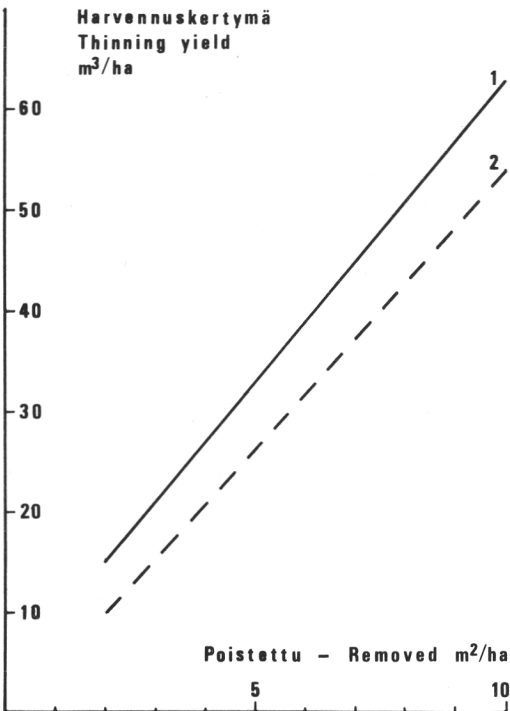
Ensiharvennus on ennen muuta hoitotoimenpide. Harvennuskertymän ja välittömien hakkuutulojen tulisi tästä syystä olla toisijainen näkökohta toimenpidettä suunniteltaessa ja sen kannattavuutta harkittaessa.

Käytännössä kuitenkin myös ensiharvennuksen odotetaan muodostuvan välittömästi kannattavaksi. Tämä on eräs syy, miksi tämänkin tutkimuksen aineisto koostuu pääasiassa sellaisista metsiköistä, joissa ensiharvennus olisi tullut suorittaa metsänhoidollisiin ja puuntuotannollisiin perusteisiin toimitaessa jo selvästi aikaisemmin. Muunlaisia metsiköitä ei ole kuitenkaan 1970-luvun alussa löytynyt. Tilanne on tuskin nykyhetken mennessä parantunut, kun muistetaan,

että harvennushakkuiden määrä on 1970-luvun lopulla pudonnut jyrkästi aikaisempaan verrattuna. Juuri ensiharvennukset jäävät ennen muita suorittamatta. Kysymys on osaksi harvennuskertymän pienuudesta, osaksi korjuun teknisistä vaikeuksista.

Käsillä olevan tutkimuksen aineistosta saadaan lisätietoa siitä, kuinka paljon runkopuuta kertyy vaihtelevan voimakkaissa ensiharvennuksissa 12—15 m:n valtapituiden omaavissa, ylitiheissä männiköissä. Tuloksia havainnollistaa kuva 1.

Kuvan mukaan ensiharvennuksissa saadaan seuraavat määrät runkopuuta hehtaarilta:



Kuva 1. Vaihtelevan voimakkaissa harvennuksissa keskimäärin poistetut runkopuumäärät tämän tutkimuksen (1) ja Vuokilan varhemman tutkimuksen (1976) aineiston (2) mukaan.

Fig. 1. Yield in thinnings of varying degree based on the present (1) and an earlier (2) research material of Vuokila (1976).

Poistettu pohjapinta-ala m²/ha	Vastaava runkopuun tilavuus m³/ha
2	15
3	21
4	27
5	33
6	39
7	45
8	51
9	57
10	63

Yksityismetsätaloudessa sovellettavien männiköiden harvennusmallien mukaan (Mietola 1978, s. 145—146) ensiharvennuksessa tulisi poistettavaksi 7—8 m²/ha. Vastaavaa poistumaa edellyttävät myös Vuokilan ja Väliähön (1980, s. 32) viljelymänniköiden harvennusmallit. Tämän tutkimuksen aineiston mukaan myös 6 m²:n poistuma tulee käytännössä usein kysymykseen.

Pohjapinta-alan poistuman ollessa 6—8 m²/ha kertyy runkopuuta tämän tutkimuksen aineiston mukaan keskimäärin 40—50 m³/ha. Nämä ovat huippulukuja ja voivat toteutua vain maan eteläpuoliskossa, sielläkin kaikkein tasaisimmissa männiköissä vähintään puolukkatyyppiä edustavilla kasvupaikoilla. Siihen ainakin viittovat Vuokilan (1976, s. 11) varhemman tutkimuksen tulokset, jotka nojautuvat koko maan kattavaan ja tästä syystä paremmin keski-

määräisiä talousmetsiä vastaavaan aineistoon. Viimeksi mainitun tutkimuksen mukaan männikön ensiharvennuskertymä olisi keskimäärin 30—40 m³/ha, ts. 10 m³/ha pienempi kuin tämän tutkimuksen aineistosta lasketut vastaavat arvot. Karuilla kasvupaikoilla kertymä jää vielä tätäkin selvästi pienemmäksi.

Parhaimmillaankin ensiharvennus on mm. kertymän pienuuden vuoksi heikommin kannattava kuin myöhemmät harvennukset. Mitä karummalle kasvupaikalle ja mitä pohjoisemmaksi siirrytään, sitä enemmän ensiharvennus on luonteeltaan hoitotoimenpide, jonka tuotot eivät ylitä kustannuksia tai jäävät niitä pienemmiksi. Etelä-Suomessa ja etenkin puolukka-tyypillä ja sitä paremmilla kasvupaikoilla männikön ensiharvennus on kuitenkin yleensä välittömästi kannattava hoitotoimenpide. Ensiharvennuksen hoito-merkitys on kuitenkin niin suuri, ettei sitä voida jättää suorittamatta, vaikka tuotot eivät täysin vastaisikaan kustannuksia. Si-

joitus jää joka tapauksessa aina pieneksi suhteessa parantuneen jatkokehityksen kautta saavutettaviin lisääntyviin tuottoihin.

Ensiharvennuksen kustannuksiin vaikuttaa kertymän määrän ohella ratkaisevasti poistettavien puiden pieni koko. Harvennuspuiden keskikoko on valtakunnallisen aineiston mukaan (V u o k i l a 1976, s. 10) 24—27 l ja parhaassakin tapauksessa 40 l, kun poistetaan 6—8 m²/ha. Tämän tutkimuksen aineistosta laskettu harvennuspuiden keskikoko on vastaavin perustein noin 40 l, mikä tukee sitä olettamusta, että aineisto on sekä kertymän määrän että rakenteen puolesta keskimääräisestä poikkeavaa. Se on ollut tutkimuksen päätarkoituksen, harvennuskokeen kannalta välttämätöntäkin. On kuitenkin todettava, että ensiharvennuksessa poistettavien puiden keskikoko voi olla 50—60 l, jos metsikkö on taimistovaiheesta alkaen hoidettu asettamalla se jo varhain asentoon 2000 kpl/ha tai vähemmän.

4. KASVATUSTIHEYDEN VAIKUTUS PUUSTON TILAVUUSKASVUUN

41. Tiheyden ilmaisutavat

Metsikön tiheyttä kuvataan suomalaisissa harvennusohjeissa kahden puustotunnuksen, runkoluvun ja pohjapinta-alan avulla. Runkoluku on ainoa kysymyksen tuleva tiheystunnus taimistojen ja pohjapinta-ala varttuneiden metsiköiden harvennuksissa. Ensiharvennustapauksissa on katsottu kuitenkin välttämättömäksi käyttää ohjeena rinnan jäljelle jäävää runkolukua ja pohjapinta-alaa (ks. Runkoluku... 1979, V u o k i l a 1980 a, s. 188).

Runkoluvun käyttöä pohjapinta-alan ohella pidetään tarpeellisena erityisesti ns. myöhästyneissä ensiharvennuksissa, joita tämän tutkimuksen aineisto lähinnä käsittää. Harvennusmallien pohjapinta-alanormien noudattaminen johtaa tällaisissa tapauksissa yleensä siihen, että kasvamaan jää liian suuri runkoluku. Käytännössä tämä onkin vienyt siihen, että runkoluvusta annetut ohjeet ovat ensiharvennuksissa muuttuneet ratkaiseviksi ja pohjapinta-ala siirtynyt

taka-alalle. Mitä hoidetumpia metsiköt ovat alusta alkaen, sitä paremmiksi muodostuvat runkoluvun mahdollisuudet pohjapinta-alaan verrattuna.

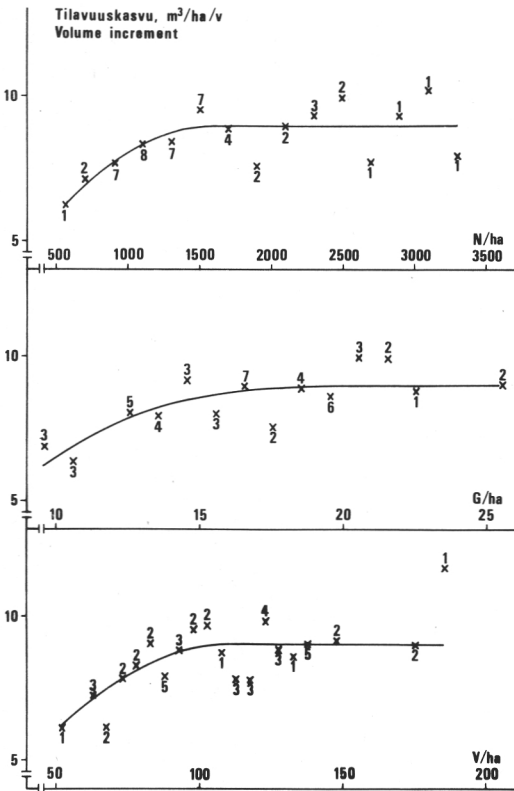
Tämän tutkimuksen keskeinen tehtävä on edellä mainitusta syystä tarkastella, miten runkoluvun tai pohjapinta-alan avulla ilmaistu kasvatustiheys vaikuttaa nuoren männikön tilavuuskasvuun hehtaaria kohden. Erityisesti pyritään löytämään se runkolukuna ja pohjapinta-alana ilmaistu kriittinen tiheys, jonka alapuolella tilavuuskasvu alkaa pienentyä. Koska metsänkasvatuksessa kuitenkin puuston tilavuus on tärkein puuntuotannollinen tunnus, esitetään tilavuuskasvua koskevat tiedot myös tilavuusmittoina ilmaistun tiheyden funktiona.

Kasvatustiheyden vaikutusta puuston tilavuuskasvuun koskevat päätulokset käyvät ilmi kuvasta 2. Tilavuuskasvu esitetään siinä ensiharvennuksen jälkeen jääneen runkoluvun, runkotilavuuden ja pohjapinta-alan funktiona. Kuvaan on merkitty tiheysluokitteiset osakeskiarvot, joihin graafinen käsiva-

rainen tasoitus perustuu. Osakeskiarvon vieressä oleva numero osoittaa, kuinka moneen tilavuuskasvuhavaintoon se perustuu. Tasoitusviivat osoittavat, että tutkimusmetsiköiden korkein keskimääräinen tilavuuskasvu keskimäärin 7-vuotisen tutkimusjakson vuotta kohden on ollut tasan $9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{v}$ kuoriin.

42. Runkoluku

Runkolukuina ilmaistun kasvatustiheyden vaihtelualue on tämän tutkimuksen aineistossa 570—3260 kpl/ha. Yli 2000 kpl/ha käsittävät kasvatustiheydet tarkoittavat koekiden perustamisvaiheessa käsittelemättömmiksi jääneitä vertailukoaloja, kun taas



Kuva 2. Männikön tilavuuskasvun riippuvuus puuston runkoluvusta (N), tilavuudesta (V) ja pohjapinta-alasta (G) keskimäärin 7-vuotiskautena ensiharvennuksen jälkeen.

Fig. 2. The dependence of volume increment on the number of trees (N), cubic volume (V) and basal area (G) during the 7-year period after the first commercial thinning in pine stands.

tätä harva-asentoisemmat koealat ovat tuoloin vaihtelevan voimakkaasti käsiteltyjä tapauksia.

Käytettävissä olleen aineiston mukaan hehtaariohtainen tilavuuskasvu ei pienene, vaikka poistetaan enemmän kuin puolet tiheimmän puuston runkoluvusta. Kriittinen tiheysalue tilavuuskasvun kannalta on 1500 kpl/ha. Mikäli runkoluku pudotetaan selvästi tämän alapuolelle, syntyy kasvutappiota. Kasvutappio on seuraavan asetelman mukainen:

Runkoluku kpl/ha Number of stems	Tilavuuskasvu- tappio Loss in volume increment %
600	29
700	23
800	18
900	14
1000	11
1100	7
1200	5
1300	3
1400	2

Asetelman lukuja tulkittaessa on muistettava, että tutkimusaineisto koostuu nyky-metsille tosin tyypillisistä, mutta metsänhoidollisesti selvästi myöhästyneistä ensiharvennustapauksista. Tutkimusmetsiköissä on taimiston harvennus ollut aikanaan nykymitapuun mukaan liian lievä, mistä puuston järeysrakenne ja latvusten mittasuhteet ovat kärsineet. Puuston reaktiokyky ei ole yhtä hyvä kuin alusta alkaen tarkoituksenmukaisesti hoidetussa metsikössä, missä selvästi edellä esitettyä pienempi runkoluku takaa maksimikasvun.

Ylitiheyden mäntynuoreikkojen (valtapituus 12 + m) harvennusohjeena on mustikka- ja puolukkatyyppillä nykyisin 1300—1200 kpl/ha (Runkoluku... 1979). Tämä tarkoittaa tiheyttä ajourien välissä. Urat mukaan lukien kasvatustiheydeksi hehtaaria kohden tulee noin 1100 kpl/ha. Näin harvasta kasvatustiheydestä aiheutuu tämän tutkimuksen mukaan noin 7 %:n tilavuuskasvutappio harvennusta seuraavana 7-vuotiskautena. Vastaava absoluuttinen menetys on 4—5 m^3/ha . Oletettavasti kasvutappio ei tästä enää olennaisesti suurene, ei ainakaan kasvatustiheydestä aiheutuen. Ajourat voivat välittömästi tai välillisesti tosin pitkitää kasvutappiota synnyttävää aikaa. Ajo-

uria ei nyt kysymyksessä olevaan tutkimusaineistoon sisälly.

Esitetty tutkimustulos herättää kysymyksen, olisiko nykyisiä harvennusohjeita ylitteiden mäntynuoreikkojen osalta muutettava, jotta välttyttäisiin tilavuuskasvutappioilta. Saadaanko todetun 4—5 m³:n kasvutappion vastapainoksi sellaista hyötyä, joka on taloudellisesti tätä merkityksellisempää? Tähän voidaan vastata myönteisesti.

Jos ensiharvennus suoritetaan ylitteissä nuoreissa männikössä 400 kpl/ha lievempänä kuin nykyohjeet edellyttävät, toimenpide muuttuu yleensä välittömästi kannattamattomaksi. Kun sovelletaan selväpiirteistä alaharvennusta, nuo 400 kpl/ha ovat poistuman järeintä osaa, josta harvennuskertymän käyttöpuumäärä lähinnä kertyy. Ilman niitä kertymä voi olla nyky menetelmin teknisestikin korjuukelvoton. Käytännössä lievää kasvutappiota aiheuttava harvennuksen voimakkuus on siten käsittelyn perusehto.

Käsittelyn lieventäminen sellaiseksi, että saavutetaan korkein mahdollinen tilavuuskasvu, johtaa vääjäämättömästi siihen, että joudutaan suorittamaan suhteellisen lyhyen ajan kuluttua toinen harvennus, joka oikeastaan vastaa alusta alkaen hoidetun puuston ensiharvennusta ja joka sekun on ekonomisesti välittömästi heikosti kannattava. Ensimmäinen harvennus on tässä tapauksessa luonnehdittava myöhästyneeksi taimiston harvennuksiksi, vaikka taimistovaihe on jo ajat sitten ohitettu. Lyhyin väliajoin toistetut harvennukset eivät sovellu nykyiseen hakkuusysteemiin. Käytännössä sitä tuskin voidaan toteuttaa. Näin ollen metsikkö joutuu olemaan jatkuvasti ylitteänä, joka iän myötä lisää luonnontuhojen vaaraa.

Mitä voimakkaampi harvennus on, sitä nopeammin puusto järeyyty ja sitä lyhyempi on kiertoaika. Nykysuosituksen mukainen voimakas ensiharvennus antaa ylitteiden supistamille latvuksille tilaisuuden nopeaan kehitykseen ja sitä kautta tehokkaaseen järeytymiseen. Itse asiassa se, että tilavuuskasvutappiota syntyy nykysuosituksen mukaisen harvennuksen jälkeen, on osoitus puiden latvusten huonosta kunnosta. Vastaava runkoluku alusta alkaen hoidetussa tapauksessa takaa korkeimman mahdollisen kasvun. On perusteltua väittää, että maksimikasvun takaava runkoluku on tästä syystä metsänhoidollisesti tehoton ja että sillä voi olla pitkän päälle huomattavasti nyt todettua

kasvutappiota suurempi kielteinen merkitys. Tukkipuun tuotokseen havaitulla kasvutappiolla ei ole merkitystä.

Tilavuuskasvu on vain yksi harvennuksen merkityksen kriteeri. Nykysuosituksen mukainen ylitteän männikön ensiharvennus on epäilyksettä liiketaloudellisesti suositeltavampi kuin maksimikasvun takaava toimenpide.

43. Pohjapinta-ala

Kuten runkoluvun, myös pohjapinta-alan avulla ilmaistu kasvutustiheys johtaa varsin laajan vaihtelualan puitteissa korkeimman mahdolliseen tilavuuskasvuun (kuva 2). Tilavuuskasvun kannalta kriittinen pohjapinta-ala on 17—18 m²/ha. Kasvutustiheyden alentaminen aiheuttaa siis tämän vaiheen jälkeen jonkinasteisen kasvutappion. Kasvun heikkeneminen on tosin varsin verokaista. Runkoluvun yhteydessä todettu, nykyharvennusohjeista aiheutuva 7 %:n kasvutappio syntyy, kun harvennuksen jälkeen jätetään noin 14 m²/ha. Runkoluku 1100 kpl/ha ja pohjapinta-ala 14 m²/ha vastaavat siten nyt kysymyksessä olevassa metsikköaineistossa suurin piirtein toisiaan. Eri kasvutustiheyksillä kasvutappio on seuraava:

Pohjapinta-ala <i>Basal area</i> m ² /ha	Tilavuuskasvutappio <i>Loss in volume increment</i> %
16	3
15	5
14	7
13	10
12	16
11	21
10	28

Voimassa olevat harvennusmallit (Miettola 1978, Vuokila ja Väliaho 1980) edellyttävät jätettäväksi harvennuksen jälkeen 16—18 m²/ha, jos puuston valtipuus on 13—14 m. Tämä on alusta alkaen hoidettuja metsiköitä koskeva suositus, jota ei ylitteissä nuoreiķoissa voida noudattaa, kuten edellä (s. 10) on todettu. Tässä tutkimuksessa saavutettu tulos (kriittinen pohjapinta-ala 17—18 m²/ha) tukee joka tapauksessa voimassa olevia harvennusmalleja. Puustotunnuksista näet pohjapinta-ala on se, joka lähinnä säätelee hehtaarikoh-

taista tilavuuskasvua ja joka siis on maksimitilavuuskasvua tavoiteltaessa suurin piirtein vakio, metsikön varhemmasta käsittelystä ja muusta historiasta riippumaton. Tämän rajan alittaminen johtanee siten myös alusta alkaen hoidetuissa metsiköissä jonkinasteiseen tilavuuskasvutappioon.

Mielenkiintoisen vertailukohteen edellä esitetyille päätelmille tarjoavat Vuokilaan (1975) istutuskuusikoiden ensiharvennuksen puuntuotannollisia vaikutuksia koskevat tutkimustulokset. Niiden mukaan noin 15 m:n valtapituusvaiheessa suoritettussa istutuskuusikon ensiharvennuksessa pohjapinta-ala voidaan laskea 17—18 m²:iin hehtaaria kohden ilman kasvatappioita. Tutkimus ei tosin anna mahdollisuutta päätellä, olisiko vielä tätäkin voimakkaampi ensiharvennus ollut mahdollinen. Koska poistuma on tässä tapauksessa jo 40 % pohjapinta-alasta, luonnontuhojen riski olisi käsittelyn voimistuessa kuitenkin ollut liian suuri.

Tutkimustulokset eivät vahvista sitä johdannossa (s. 5) esitettyä, usein toistettua olettamusta, että männikön harventamisessa olisi edettävä varovaisemmin kuin kuusikossa.

Vaikka männyn ja kuusen välillä on selviä biologisia eroja, ne eivät näytä vaikuttavan ainakaan puuntuotannon määrään tavalla, joka edellyttäisi erilaista ensiharvennuskäsittelyä. Jos näiden puulajien kasvatustiheysvaatimukset poikkeaisivat toisistaan, eron olettaisi tulleen esille edellä suoritettussa vertailussa, joka on perustunut toisaalta alusta alkaen hoidettuihin istutuskuusikoihin ja toisaalta ylitiheinä kehittyneisiin männiköihin. Jos männikkö näin rinnastaen kykenee maksimitilavuuskasvuun samalla puustopääomalla kuin kuusikko, sitä varmempaa on, että männikkö pystyy siihen silloinkin, kun se on alusta alkaen hoidettu.

Voimassa olevissa harvennussmalleissa ovat harvennusta (Mietola 1978) koskevat pohjapinta-alan suositukset varsin samanlaiset männylle ja kuuselle. Tätä on pidettävä esillä olevan tutkimuksen tulosten perusteella oikeaan osuneena.

Eräissä ruotsalaisissa harvennussmalleissa (esim. Skogstyrelsen 1969, s. 290—297) männikön pohjapinta-alavaatimus on jossain määrin pienempi kuin luontaisesti syntyneen kuusikon vastaavissa pituusboniteettiluokissa. Istutuskuusikon puustopääomanormit ovat kuitenkin muita korkeammat.

Ruotsissa ovat puustopääomavaatimukset yleensä pienemmät kuin Suomessa. Niinpä Skogstyrelsenin tapauksessa korkein sallittu männikön puustopääoma harvennuksen jälkeen on 13—14 m:n valtapituusvaiheessa 15—17 m²/ha ja alin 12—14 m²/ha. Lukupareista ensimmäinen vastannee suomalaista harvennussuosittelusta (17—18 m²/ha) ja jälkimmäinen ns. lainvalvonnallista rajaa, jonka alapuolella yksityismetsälakia koskevat rangaistustoimenpiteet tulevat kysymykseen. Näin rinnastaen ko. ruotsalaiset harvennusohjeet edellyttävät 1,5—2 m²/ha pienempiä puustopääomia kuin suomalaiset. Ruotsalaisten ohjeiden kielteisiä puolia ovat selvät kasvatappiot ja heikentynyt tekninen laatu. Myönteistä on nopeutuva järeyskehitys.

Kaiken kaikkiaan mäntyä koskevat kotimaiset, pohjapinta-alaan perustuvat harvennusohjeet ovat yleisesti ottaen hyvin perusteltuja. Ne takaavat korkeimman mahdollisen kasvun ja laadunkin säilymisen siinä määrin kuin se on normaalissa metsätaloudessa mahdollista. Laadun myönteinen kehitys on asetettava äärimmilleen viedyn järeyskehityksen edelle. Nuorten mäntytiheikköjen harventamisessa on kuitenkin paikallaan noudattaa runkoluvusta annettuja ohjeita, jotka merkitsevät pohjapinta-alan pienenemistä jopa niin, että ns. lainvalvonnallinen raja alitetaan.

44. Tilavuus

Nuoren mäntytiheikön harvennuksessa 13—14 m:n valtapituusvaiheessa puuston kriittinen tilavuus harvennuksen jälkeen on 100—110 m³/ha (kuva 2). Mikäli puustopääomaa tästä alennetaan, syntyy tilavuuskasvatappiota seuraavasti:

Tilavuus Cubic volume m ³ /ha	Tilavuuskasvatappio Loss in volume increment %
90	4
80	9
70	16
60	24
50	33

Runkolukuun pohjautuvan nykyharvennusohjeen mukainen 7 %:n tilavuuskasvatappio tutkitun 7-vuotiskauden aikana syntyy puustopääomalla 85 m³/ha. Se vastaa

siten runkolukua 1100 kpl/ha ja pohjapinta-alaa 14 m²/ha harvennuksen jälkeisenä puustotunnuksena.

Kun ensiharvennuksessa noudatetaan runkoluvusta annettuja ohjeita pohjapinta-alan asemesta, harvennuskertymä lisääntyy noin 20 m³/ha. Alaharvennusperiaatetta noudattaessa tämä on kertymän järein osa, josta saadaan arvokkainta käyttöpuuta. Se on lähes puolet poistumasta ja yli puolet sen käyttöpuusta. On selvää, että pohjapinta-

alasta annettujen normien mukainen harvennus olisi välittömästi kannattamaton ja vain ihmistyövoimalla korjuukelpoinen. Runkoluvusta annettuja harvennusohjeita noudatettaessa syntyy tosin 4—5 m³:n kasvutappio hehtaaria kohden, mutta toisaalta saadaan 20 m³/ha teollisuuden käyttöön ja sitä vastaava kantorahatulo omistajalle puuston varhaisessa kehitysvaiheessa. Ekonomiselta kannalta vähäinen kasvutappio on mitä ilmeisimmin merkityksetön.

5. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen päätavoitteena on selvittää, miten ylitieheä mäntynuoreikko reagoi vaihtelevan voimakkaisiin ensiharvennuksiin (ks. taulukko 1, s. 6). Ylitieheys johtuu metsikön taimistovaiheessa suoritetun harvennuksen lievydestä ja ensiharvennuksen lykkääntymisestä tämä huomioon ottaen liian myöhäiseen ajankohtaan, tässä tutkimuksessa keskimäärin 13—14 m:n valtapituusvaiheeseen. Ylitieheydestä puiden latvukset ovat supistuneet siinä määrin, että on perusteltua olettaa harvennusta seuraavan kasvureaktion heikentyneen.

Tutkimusmetsiköt ovat siten tyypillisiä ensiharvennuskohteita nyky-Suomessa. Tutkimusteknisistä syistä koemetsiköt lienevät kuitenkin keskimääräistä tasaisempia, mikä seikka vaikuttaa lähinnä harvennuskertymän määrään.

Tutkimuksessa tarkastellaan puuston tilavuuskasvua ensiharvennuksen jälkeisenä kautena, jonka pituus on keskimäärin 7 vuotta. Tarkastelujakson lyhyys ei tee täyttä oikeutta voimakkaimmille käsittelyvaihtoehdoille, jotka eivät kuitenkaan ole käytännölliseltä kannalta kiinnostavia, mutta joilla on suuri tutkimuksellinen merkitys. Erityisesti pyritään löytämään ns. kriittinen kasvustiheys, josta alkaen puustopääoman pienentäminen aiheuttaa tilavuuskasvutappiota. Kasvustiheys ilmaistaan runkolukuna, pohjapinta-alana ja runkotilavuutena hehtaaria kohden.

Kriittinen runkoluku harvennuksen jälkeen on 1500 kpl/ha, pohjapinta-ala 17—18 m²/ha ja tilavuus 100—110 m³/ha (ks. kuva 2, s. 9). Mikäli siis nämä arvot alitetaan,

seuraa jonkinasteinen tilavuuskasvutappio.

Kriittisistä arvoista pohjapinta-alaa koskeva luku 17—18 m²/ha pitää yhtä voimassa olevien harvennusmallien kanssa (Mieto-la 1978, Vuokila ja Väliaho 1980). Näin on siitä huolimatta, että ko. mallit edellyttävät taimiston varhaista ja voimakasta harvennusta. Tämä tukee sitä käsitystä, että korkeimpaan mahdolliseen tilavuuskasvuun pyrittäessä paras tapa ilmaista kasvustiheys on pohjapinta-ala hehtaaria kohden, joka on väljissä rajoissa riippumaton metsikön varhemmasta historiasta ja käsittelystä. Lisäksi voidaan päätellä, että voimassa olevat harvennusohjeet ovat pohjapinta-alan osalta oikeaan osuneita.

Ylitieheydestä kärsineissä nuorissa metsiköissä voimassa olevien harvennusmallien pohjapinta-alasuosituksia ei kuitenkaan sovelleta. Ylitieheydestä taantuneen järeyskehityksen vuoksi jäljelle jäisi metsänhoidollisesti arvioiden liian suuri runkoluku, tämän tutkimuksen mukaan keskimäärin 1500 kpl/ha. Näin suuri runkoluku tosin tarvittaisiin korkeimman mahdollisen tilavuuskasvun ylläpitämiseksi, mutta puuston jatkokehityksen kannalta välttämätön latvusten elpyminen jäisi liian vähäiseksi ja puuston järeyskehitys sitä kautta jatkuvasti heikentyneeksi. Lisäksi harvennuksesta tulisi yleensä niin lievä, että se olisi taloudellisesti kannattamaton, usein jopa korjuukelvoton.

Ylitieheiden mäntynuoreikkojen ensiharvennuksessa (valtapituus 12 + m) suositellaan nykyisin jätettäväksi 1300—1200 kpl/ha (Runkoluku vaikuttaa... 1979). Tämä tarkoittaa kasvustiheyttä ajourien vä-

lissä. Kun ajourat otetaan huomioon normaalisuosituksen mukaisina (4 m:n urat 30 m:n välein), kasvatustiheydeksi tulee noin 1100 kpl/ha. Vastaava pohjapinta-ala on tämän tutkimuksen aineiston mukaan 14 m²/ha ja runkotilavuus 85 m³/ha.

Runkolukuun perustuva, voimassa oleva harvennusohje merkitsee noin 7 %:n tilavuuskasvutappiota ensiharvennusta seuraavana 7-vuotiskautena. Absoluuttisesti tämä vastaa 4—5 m³/ha. Tappio ei kohonne keskimäärin yli 5 m³/ha, vaikka kasvureaktio olisi vielä tässä vaiheessa kesken. Tämä kasvutappio on asetettava sen hyödyn rinnalle, mitä toimenpide mahdollisesti aiheuttaa.

Edellä todettiin jo se, että maksimikasvuun johtava kasvatustiheys on nyt kysymyksessä olevassa ensiharvennustapauksessa metsänhoidollisesti tehon ja että se pitkän päälle heikentää puuston järeyden kehitystä. Tämä on omiaan lykkäämään harvennustuloja kauemmaksi ja pidentämään kiertoaika. Välitöntä merkitystä on sillä, että runkoluvun alentaminen 1500:sta 1100:aan lisää harvennuskertymää noin 20 m³/ha. Tämä lisää tekee ensiharvennuksen välittömästi kan-

nattavaksi, koska se on kertymän järeintä, arvokkainta osaa.

Tutkimus tukee kaiken kaikkiaan nykyisiä harvennusohjeita. Se osoittaa, että pohjapinta-alaan perustuvat yleisohjeet ovat ensiharvennuksen osalta kohdallaan. Toisaalta ylitteiden mäntynuoreikkojen runkolukuun perustuvat ohjeet johtavat niin vähäiseen tilavuuskasvutappioon, että toimenpiteestä koituvan hyödyn voidaan arvioida olevan sitä merkittävästi suurempi.

Tutkimus ei tue kuitenkaan sitä johdannossa esitettyä olettamusta, että männikön ja kuusikon kasvureaktiot poikkeavat — mm. puulajien erilaisten valovaatimusten vuoksi — toisistaan. Kriittinen pohjapinta-ala ensiharvennuksen jälkeen on nyt kysymyksessä olevan aineiston perusteella arvoitellen molemmilla puulajeilla sama. On kuitenkin todennäköistä, että männikössä tämä merkitsee — mm. kasvupaikkaeroista johtuen — pienempää suhteellista poistumaa ja heikommin kannattavaa ensiharvennusta kuin kuusikossa. Puulajien luotettava vertailu edellyttäisi kuitenkin paremmin keskenään vertailukelpoisia aineistoja kuin mitä nyt on ollut käytettävissä.

KIRJALLISUUS

- KALELA, E. 1945. Suomen metsien puulajidynamiikka. Deutsches Referat: Holzartendynamik in den finnischen Wäldern. Terra 1: 1—19.
- 1949. Ecological character of tree species and its relation to silviculture. Selostus: Ekologiset puulajiryhmät ja metsänhoito. Folia For. 57.1:1—35.
- 1954. Kuusikoiden kasvutuksesta. Metsälehti 7 (18.2.1954).
- KOIVISTO, P. 1960. Om tillväxtskillnader mellan värt- och glasbjörkbestånd. Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift, Häfte 1: 1—6.
- MIETOLA, T. 1978. Harvennusmetsien käsittely. Tapion taskukirja, 18 s. 144—149.
- Runkoluku vaikuttaa nyt ensiharvennusleimikoiden harvennusmalleihin. 1979. Metsälehti 22, s. 4.
- SARVAS, R. 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Summary: A research on the regeneration of birch in South-Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 35.4: 1—91.
- Skogsstyrelsen 1969. Beståndsvård och produktionsekonomi. Stockholm-Karlshamn. 349 s.
- VUOKILA, Y. 1975. Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana. Summary: Thinning of young spruce plantations as a problem of timber production. Folia For. 247.
- 1976. Ensiharvennuskertymä. Summary: Yield from the first thinning. Folia For. 264: 1—12.
- 1980a. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY. Porvoo. 256 s.
- 1980b. Kasvatustiheyden vaikutus istutuskuusikon kasvuun ja tuotokseen. Summary: The dependence of growth and yield on the density of spruce plantations in Finland. Folia For. 448:1—15.
- & VÄLIAHO, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden kasvatustallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 99.2: 1—271.

ODC 562.2:242:181.65
ISBN 951-40-0513-9
ISSN 0015-5543

VUOKILA, Y. 1981. Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen. Summary: The growth reaction of young pine stands to the first thinning. Folia For. 468:1—13.

Based on 9 experiments (49 sample plots) it is concluded that the critical number of trees after the thinning of young pine thickets is 1500 per ha, basal area 17—18 m²/ha and cubic volume 100—110 m³/ha. Below these values a growth loss is unavoidable.

The present directives for pine thickets in Finland bring about a loss of 7 % (in all 5 m³/ha) in the 7-year volume increment after thinning. Despite this loss, these directives are well grounded. They lead to a better economy than the directives based on maximum volume increment.

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

ODC 562.2:242:181.65
ISBN 951-40-0513-9
ISSN 0015-5543

VUOKILA, Y. 1981. Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen. Summary: The growth reaction of young pine stands to the first thinning. Folia For. 468:1—13.

Based on 9 experiments (49 sample plots) it is concluded that the critical number of trees after the thinning of young pine thickets is 1500 per ha, basal area 17—18 m²/ha and cubic volume 100—110 m³/ha. Below these values a growth loss is unavoidable.

The present directives for pine thickets in Finland bring about a loss of 7 % (in all 5 m³/ha) in the 7-year volume increment after thinning. Despite this loss, these directives are well grounded. They lead to a better economy than the directives based on maximum volume increment.

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

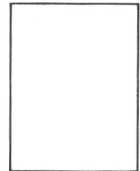
Tilaa kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please, send me following publications (add numbers of the publications on the backside of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND



Folia Forestalia _____

Communications Instituti Forestalis Fenniae _____

Huonautuksia & tiedusteluja
Remarks & calls for information

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoeasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

Ojajoen koeasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* c/o Joensuun korkeakoulu
PL 111
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

Ruotsinkylän jalostuskoeasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

- 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 tuotokseen.
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 varhaiskehitys.
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.

- No 455 Salminen, Marja-Liisa: Kuormatraktorin kuljettajan kuormittumisen arviointi psykofysiologisilla menetelmillä.
Evaluation of the strain on the forwarder driver with the help of some psychophysiological methods.
- No 456 Raitio, Hannu: Pääravinne-annoituksen vaikutus männyn neulasten rakenteeseen ja ravinnepitoisuuksiin ojitetulla lyhytkorsinevalla.
Effect of macronutrient fertilization on the structure and nutrient content of pine needles on a drained short sedge bog.
- No 457 Huttunen, Terho: Suomen piensahat 1980.
Small sawmills in Finland, 1980.
- No 458 Kärkkäinen, Matti & Salmi, Juhani: Länsi-Uudenmaan rannikon mäntytukkien ominaisuudet eräällä sahalaiteksella.
Properties of pine logs in a coastal sawmill in southern Finland.
- No 459 Kärkkäinen, Matti: Polttopuun rasiinkaadon ja muiden kuivausmenetelmien perusteet.
Foundations of leaf-seasoning and other drying methods of fuelwood.
- No 460 Metsätalastollinen vuosikirja 1980.
Yearbook of Forest Statistics, 1980.
- No 461 Raulo, Jyrki & Lähde, Erkki: Rauduskoivun kylvökokeita Lapissa.
Sowing experiments with *Betula pendula* in Finnish Lapland.
- No 462 Raulo, Jyrki & Rikala, Risto: Istutettujen männyn, kuusen ja rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä viljelyalalla.
Initial development of Scots pine, Norway spruce and silver birch seedlings planted on a forestation site prepared in different ways.
- No 463 Hyppönen, Mikko: Eräiden metsikönkasvatusvaihtoehtojen edullisuus metsähallituksen Pohjois-Suomen metsissä.
Profitability of some stand growing alternatives in the State forests of northern Finland.
- No 464 Harstela, Pertti & Piirainen, Kimmo: Esitutkimus PIKA 75 harvesterin automaatioasteen vaikutuksista tuotokseen, mittauksen tarkkuuteen ja kuljettajan kuormittumiseen.
Output, accuracy of measuring and strain of the driver at three automation levels of PIKA 75 harvester. A pilot study.
- No 465 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1978—80.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1978—80.
- No 466 Harstela, Pertti & Tervo, Leo: Pitkän puutavaran esijuonto vinttureilla ja hevosella.
Bunching of timber by winches and horse.
- No 467 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: KOPO palahakejärjestelmä.
KOPO block chip system.
- No 468 Vuokila, Yrjö: Nuoren männikön kasvureaktio ensiharvennuksen jälkeen.
The growth reaction of young pine stands to the first commercial thinning.
- No 469 Rummukainen, Ukko & Voipio, Pekka: Ahavan tuhot kuusentaimissa Suonenjoen taimitarhalla keväällä 1978.
Winter wind damage on Norway spruce seedlings at Suonenjoki seedling nursery in spring 1978.
- No 470 Hallaksela, Anna-Maija & Nevalainen, Seppo: Juurikäävän torjunta urealla kuusenkannoissa.
Control of root rot fungus (*Heterobasidion annosum*) by treating Norway spruce stumps with urea.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomoniesteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.
Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.