

FOLIA FORESTALIA 486

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1981

MATTI OIKARINEN JA
JUHANI PYYKKÖNEN

HARVENNUKSEN JA LANNOITUKSEN
VAIKUTUS TURVEKANKAAN HIESKOIVIKON
KEHITYKSEEN POHJANMAALLA

THE EFFECT OF THINNING AND
FERTILIZATION ON THE GROWTH
OF PUBESCENT BIRCH (*BETULA*
PUBESCENS) ON DRAINED MYRTILLUS
SPRUCE SWAMP IN OSTROBOTHNIA



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-Ahvonen
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 viisi 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 five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 486

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1981

Matti Oikarinen ja Juhani Pyykkönen

HARVENNUKSEN JA LANNOITUKSEN VAIKUTUS
TURVEKANKAAN HIESKOIVIKON KEHITYKSEEN
POHJANMAALLA

The effect of thinning and fertilization on the growth of
pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained
Myrtillus spruce swamp in Ostrobothnia

ODC 242:237.4:561:176.1 *Betula pubescens*
ISBN 951-40-0536-8
ISSN 0015-5543

OIKARINEN, M. & PYYKKÖNEN, J. 1981. Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus turvekankaan hieskoivikon kehitykseen Pohjanmaalla. Abstract: The effect of thinning and fertilization on the growth of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained Myrtillus spruce swamp in Ostrobothnia. Folia For. 486:1—15.

Aineiston muodostaa Pohjanmaalle rehevälle mustikkaturvekankaalle v. 1974 perustettu 30 koelan kestokoealasarja, joka mitattiin uudestaan 1979 puuston ollessa 43 vuotiasta.

Hieskoivikon tilavuus- ja pohjapinta-alan kasvu pienenevät tasaisesti harvennuksen voimakkuuden kasvaessa. Harvennus on parantanut pituuden kasvua. Läpimitan kasvu paranee tasaisesti harvennuksen voimakkuuden kasvaessa.

Vain tyypeä sisältävät lannoiteseokset ovat lisänneet kasvua, mikä lisäys parhaimmillaan on 3,4 m³/ha viiden vuoden mittausjakson aikana.

Harvennuskoe osoittaa, että turvemaan hieskoivikon ensiharvennuksessa poistuma voi käytännössä kohota 40 %:iin tilavuudesta, jolloin tosin syntyy 10 %:n kasvutappio seuraavan 5-vuotiskauden aikana. Jäävän puuston pohjapinta-ala on tällöin 12 m²/ha ja tilavuus 80 m³/ha. Harvennuksen aiheuttamat kasvutappiot ovat turvemailla huomattavasti pienemmät kuin kivennäismailla. Tämä vahvistaa sitä olettamusta, että vesitalous on hieskoivun kasvureaktioihin voimakkaasti vaikuttava tekijä.

Lannoituksella ei kokeessa voitu paljoa parantaa koivikon kasvua. Syväjuurinen koivu pystyy ilmeisesti hankkimaan tarvitsemansa kalin ja fosforin ohuen turvekerroksen alla olevasta kivennäismaasta.

The research material consists of a permanent experiment of 30 sample plots in Ostrobothnia on fertile drained Myrtillus spruce swamp. The experiment was established in 1974 and remeasured in 1979 when the age of the stand was 43 years.

The increment of volume and basal area of pubescent birch were found to be decreasing with the increasing heaviness of thinning. The thinning increased the hight growth and the growth of diameter.

Only the mixtures of fertilizers including nitrogen increased the tree increment and the increase was at the best 3,4 m³/ha during the measuring period of five years.

The thinning experiment indicates that the yield from the first thinning in a pubescent birch stand on drained Myrtillus spruce swamps can go up to 40 % of the volume, provided the loss of 10 % in growth during the following 5 year period is considered acceptable. The basal area of the remaining growing stock after such a thinning will be c. 12 m²/ha and the volume 80 m³/ha. The growth losses due to thinning on drained peatlands are noticeably smaller than those on mineral soils, which supports the hypothesis that water relations are one of the most important factors limiting the growth response of pubescent birch.

For the same reason the fertilization of pubescent birch stands on fertile sites cannot considerably improve the growth. Obviously the deep-rooted pubescent birch can take potassium and phosphate from the mineral soil beneath the thin layer of peat easier than the coniferous trees.

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	4
2. AINEISTO JA MENETELMÄT	6
3. TULOKSET	7
31. Yleistä	7
32. Pituuskasvu	7
33. Lämpimän kasvu	8
34. Pohjapinta-alan kasvu	9
35. Tilavuuskasvu	9
36. Lannoituksen ja harvennuksen yhdysvaikutus	10
37. Muotoluvun muutos	10
4. TULOSTEN TARKASTELU	11
5. TIIVISTELMÄ	13
KIRJALLISUUS	14

1. JOHDANTO

Lehtipuiden osuus Pohjois- ja Keski-Pohjanmaan metsien puuston tilavuudesta on kuudennen valtakunnan metsien inventoinnin mukaan 20,4—21,8 % ja kasvusta 27,3—28,0 % (Kuusela ja Salmi 1976). Lehtipuustosta suurin osa on koivua ja koivusta n. 80 % hieskoivua (*Betula pubescens* Ehrh.) (Ilvessaalo 1956). Saramäki (1981) arvioi hieskoivun suhteellisen osuuden kohonneen viime aikoina soiden laajojen ojitusten ja uudistusalojen muokkauksen seurauksena, sillä molemmat toimenpiteet edistävät hieskoivun luontaista leviämistä.

Hieskoivun sopeutumista veden vaivaille kasvupaikoille, luonnontilaisille ja ojitetuille soille sekä soistuville kankaille, osoittaa sen kyky tulla toimeen jopa hapetomalla kasvualustalla, jollaisella rauduskoivu, mänty ja kuusi kärsivät (Huikka-ri 1954). Kasvupaikan ravinteisuuden suhteen hieskoivu on kuitenkin vaateliias. Vallitsevana se esiintyy soilla, jotka ovat riittävän viljavia, joskin se menestyy yksittäisinä puina niukkaravinteisillakin kasvupaikoilla (Heikurainen 1959).

Hieskoivu parantaa metsämaan biologisia ominaisuuksia, mistä muutkin puulajit hyötyvät (Mikola 1966). Ojitetuilla soilla koivun suuren vedentarpeen vuoksi pohjaveden pinta alenee, jolloin ravinteiden vapautuminen nopeutuu maan ilmavuuden lisääntyessä. Koivun lehtikarikeruukkahduttaa rahkasammalkasvustoa ja edistää ruohojen ja heinien kasvua. Maan happamuus vähenee, koska lehtikarikkeiden pH on neulas- karikkeiden pH:ta korkeampi. Ravinteiden kierto on nopeampaa koivumetsissä kuin havumetsissä. Nämä seikat viittaavat Mikolan (1973) mukaan siihen, että koivumetsissä maan mikrobitoiminta on vilkkaampaa ja karikkeiden hajaantuminen, turpeen maatumisen ja ravinteiden mobiilisaatio nopeampaa kuin havumetsissä.

Huolimatta koivun hyvistä ominaisuuksista etenkin hieskoivu tuottaa metsätalou-

delle ongelmia valtaamalla hyväpohjaisia kasvupaikkoja, joilla muut puulajit tuottaisivat sitä paremmin. Saramäen (1977) tutkimusten mukaan hieskoivun tuotos on vain kaksikolmasosaa männyn tuotoksesta ojitetuilla turvemaidella 60 vuoden kiertoajalla. Keltikangas ja Seppälä (1977) päätyivät optimistisempaan käsitykseen ojitettujen soiden hieskoivikoiden kasvusta, joka heidän mukaansa vastaa männiköiden kasvua. Jos otetaan huomioon puutavaralajit ja niiden hintasuhteet, hieskoivu heikkona järeän puun tuottajana jää selvästi jälkeen rahallisessa tuotossa männystä ja etenkin kuusesta, joka on rehevillä kasvupaikoilla mäntyä tuottoisampi.

Turvemaiden suurten viljelykustannusten ja uudistamiongelmienvuoksi hieskoivun kasvattamista pidetään kuitenkin mielekkäänä vaihtoehtona, mikäli se täyttää tietyt ehdot. Keltikangas ja Seppälä (1977) ovat hieskoivikon kasvattamisen kannalla viljavilla ojitusalueilla, mikäli täysitiheä taimisto on ehtinyt syntyä. Saramäki (1977) asettaa kasvatuskelpoisuuden ehdoksi ruoho- ja mustikkaturvekan- kaalla koivun taimiston 15 vuoden iän tai sen, että taimistossa on yli 500 kehityskelpoista havupuutainta hehtaarilla.

Tiettyyn voimakkuusrajaan saakka harvennuksilla ei ole vaikutusta puuston kiertoajan kokonaiskasvuun. Niiden merkitys on metsikön kasvun ohjaamisessa arvokkaimpiin puuyksilöihin ja harvennustulojen antaminen sen puuston osalta, joka menisi luonnonpoistumana joka tapauksessa hukkaan. Hieskoivun kasvatustiheys riippuu ratkaisevasti siitä, mitä puutavaralajeja päätehdäksessä halutaan saada. Keski- ja Pohjois-Pohjanmaalla vaneripuun kasvatusta tulee kysymykseen vain parhaimmilla kasvupaikoilla (Saramäki 1981). Hieskoivikko tuottaa lähinnä kuitu- ja polttopuuta. Saramäki suosittelee kasvatusohjeeksi taimiston harventamista 2 000—2 500 taimien hehtaaria kohtia. Ensiharvennuksessa,

n. 40 vuoden iällä, lähes kaikki rungot ovat hänen mukaansa saavuttaneet käyttöpuun mitat, jolloin runkoluku pudotetaan 800—1 000:een hehtaarilla, missä asennossa metsikkö saa kasvaa 50—60 vuoden ikään, päätehakkuuseen saakka (S a r a m ä k i 1977). Harvennettuun hieskoivikkoon tulee usein kuusialikasvos, mikäli siementävää puustoa on sopivalla etäisyydellä. Tämä on otettava huomioon metsikön käsittelyä suunniteltaessa (S e p p ä l ä ja K e l t i k a n g a s 1978).

Lannoituksen tarkoitus on nostaa puuston tuotosta maan ravinteisuutta tilapäisesti parantamalla. Tärkeimmät soiden lannoituksessa käytettävät ravinteet ovat typpi (N), fosfori (P) ja kalium (K). Typen puute on kasvua rajoittava tekijä niukkaravinteisilla soilla. Fosforin ja etenkin kaliumin puutetta esiintyy lähes kaikilla suotyypeillä ja sitä enemmän mitä paksumpi on turvekerros. Pääravinteiden lisäksi kasvit tarvitsevat pienehköjä määriä hivenravinteita. Otollisimpia turvemaiden lannoituskohteita ovat täysipuustoiset, elpymiskykyiset kasvatusmetsiköt sekä lähellä päätehakkua olevat metsiköt ravinteisuudeltaan keskinkertaisella tai hieman sitä paremmalla kasvu-alustalla. P a a v i l a i s e n (1979) mukaan turvekankaiden lannoitustarve on 83 kg kaliumia ja 44 kg fosforia hehtaarille sekä puolukkaturvekankaalla ja sitä huonommilla mailla lisäksi 100 kg typpeä hehtaarille.

Kangasmailla suorittamissaan lannoituskokeissa V i r o (1974) totesi tyypellä olevan selvimmän vaikutuksen koivun läpimitan kasvuun, vaikka kaliumillakin saatiin aikaan positiivinen reaktio. V i r o n käyttämät typpiannokset olivat 80 ja 160 kg/ha, joista ainoastaan suurempi annos antoi tilastollisesti merkitsevän kasvureaktion. Hieskoivun lannoitusreaktio oli selvästi voimakkaampi kuin rauduskoivun. Koivikon iän lisääntyessä lannoitusreaktio pieneni hitaasti.

J o n s s o n i n ja M ö l l e r i n (1976) männiköiden lannoitusta ja harvennusta

koskevat tutkimukset osoittavat, että täysitiheissä, muttei ylitieheissä metsiköissä pelkkä lannoitus antaa parhaan tuloksen. Sen sijaan ylitieheissä männiköissä harvennus parantaa lannoitusvaikutusta. Harvennus voi olla hyvinkin voimakas, 40—60 % pohjapinta-alasta, ilman että kokonaistuotos siitä sanottavasti pienenee tutkimusjakson aikana. Saman suuntaisia tuloksia lannoituksen ja harvennuksen yhdysvaikutuksesta on saanut Kanadassa Pinus banksiana-metsiköissä H e g y i (1974) ja mustakuusimetsiköissä W e e t m a n (1977).

Lannoituksen ja harvennuksen ajankohtaa koskeneessa tutkimuksessaan M ö l l e r ja P e t t e r s s o n (1980) osoittavat, että paras kasvureaktio saadaan aikaan suorittamalla lannoitus ja harvennus samaan aikaan.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää erään kestokokeen avulla lannoituksen ja harvennuksen vaikutusta mustikkaturvekankaan luontaisesti syntyneen hieskoivikon kasvuun ja tuotukseen. Tutkimuksen päähuomio on puuston tilavuuden ja sen osatekijöiden, pohjapinta-alan ja pituuden kasvussa. Eri läpimitta- ja pituustunukset antavat mahdollisuuden tarkastella myös eri latvuskerrosten ja läpimittaluokkien puiden kasvureaktioita. Lisäksi tarkastellaan muotoluvun muutosta.

Juhani Pyykkönen on Matti Oikarisen ohjaamana laatinut aineiston pohjalta laudaturtyön (käyttäen hyväksi Metsäntutkimuslaitoksen kokeen mittaustuloksia, laskentaohjelmia jne.). Tämän jälkeen Matti Oikarinen on lyhentäen muokannut laudaturtyön oheiseksi julkaisuksi.

Professori Yrjö Vuokila on tarkastanut käsikirjoituksen ja tehnyt huomioon otettuja korjauksia siihen. Professori Eero Paavilainen on myös lukenut käsikirjoituksen. Ashley Selby (B.Sc.) on tarkastanut tutkimuksen englanninkielisen osan. Aineiston ATK-käsittelyssä mh Mikko Kukkolan apu on ollut ratkaiseva. Maastotyöt on suoritettu tutkimusteknikko Kari Alatalon johdolla. Konekirjoitus on neiti Eija Kukin käsialaa ja kuvat on piirtänyt neiti Irene Isokangas.

Edellä mainituille samoin kuin kaikille muille tutkimuksen edistymiseen vaikuttaneille henkilöille esitämme parhaat kiitokset.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimusaineistona on 30 MML Jussi Saramäen Muhoksen tutkimusasemalta käsin vuonna 1974 Haapaveden Hattukankaalle Pohjois-Pohjanmaalle perustamaa lannoitusharvennuskoealaa, joiden sijainti on 64°04' pohjoista leveyttä ja 25°12' itäistä pituutta.

Alkuperäiseltä kasvupaikkatyypiltään tämä ensi kertaa v. 1936 ojitettu suo on ollut keskimäärin ruohoista saranevaa. Nykyisin koealue on rehevää mustikkaturvekangasta, jonka turpeen paksuus vaihtelee 0,2–0,6 m ja on keskimäärin 0,3 m. Koeala kuuluu Saramäen (1977) laatiman valtapituuteen 50 vuoden iällä perustuvan kasvupaikkaluokittelun mukaan pituusboniteettiin $H_{50} = 18$ m. Kukin 0,1 hehtaarin suuruinen koeala rajoittuu kahdelta sivulta ojiin, ja kahdella muulla sivulla koealaa reunustaa kuuden metrin levyinen vaippa. Sarkaleveys täydennys- ojituksen jälkeen vaihtelee 26,0 m:stä 39,5 m:iin.

Kokeen puusto on tasatiheää ja -kokoista, kokeen perustamishetkellä 1974 38-vuotiaista hieskoivikkoa. Puusto on kehittynyt ylitieänä, minkä vuoksi karstutuminen ja luonnonpoistuma on ollut runsasta. Kolmea koealaa (210, 211, 215) lukuun ottamatta koealueelle on v. 1971 koivikon alle istutettu kuusen taimia.

Kokeen perustamisen jälkeen syksyllä 1974 alue täydennysojitettiin vetämällä lisäojat vanhojen sarkojen keskelle. Samaan aikaan koealat harvennettiin ja lannoituskoealat saivat lannoituskäsitelynsä.

Koe käsittää neljä lannoitus- ja neljä harvennuskäsittelyä kahtena toistona. Ravinteina kokeessa käytettiin tyypeä, fosforia ja kaliumia seuraavan asettelman mukaisina hehtaarikohtaisina annoksina:

Taso Level	Ravinneannos Nutrient dose		
	N	P	K
0	—	—	—
1	—	52	62
2	46	21	25
3	46	21	40

Lannoitelajina levitettiin suometsien PK-lannosta 500 kg/ha vaihtoehdossa 1 ja 200 kg/ha vaihtoehdossa 2, raakafoosfaattia 144 kg/ha vaihtoehdossa 3, kalisuolaa 80 kg/ha vaihtoehdossa 3 sekä ureaa 100 kg/ha vaihtoehdoissa 2 ja 3. Lannoitus ulotettiin lannoituskoealan vaipan alueelle.

Jatkossa lannoitusvaihtoehdosta 1 käytetään nimitystä PK-lannoitus, vaihtoehdosta 2 vähäkaliuminen NPK-lannoitus ja vaihtoehdosta 3 runsaskaliuminen NPK-lannoitus.

Harvennuspoistumat prosentteina ennen harvennusta vallinneesta puuston tilavuus-, pohjapinta-ala- ja runkolokutasosta käyvät ilmi seuraavasta asetelmasta:

Taso Level	Harvennuspoistuma-% Thinning, %		
	V	G	N
A	9 (6,1—11,9)	9 (6,3—11,8)	12 (8,0—16,4)
B	12 (7,7—13,4)	13 (8,6—13,6)	21 (16,9—27,5)
C	27 (20,4—31,2)	28 (22,0—33,5)	43 (31,2—49,2)
D	41 (36,4—45,4)	43 (39,7—47,6)	61 (57,8—66,2)

Harvennusvaihtoehdoista lievimmässä (A) puita poistettiin vain ojalinjoilta. Muilla harvennustasoilla puita poistettiin alaharvennusta noudattaen myös koealojen sisällä eri voimakkuuksien. Harvennusvaihtoehdoissa A ja B voidaan puhua lievistä, vaihtoehdossa C keskinkertaisesta ja vaihtoehdossa D voimakkaasta harvennuksesta.

Perusmittaus suoritettiin syksyn 1974 ja kevään 1975 kuluessa. Rinnankorkeusläpimittojen mittaamisen yhteydessä puut numeroitiin pysyvästi. Koepuiden lukumäärä saatiin kestokoealojen perustamisohjeissa (Vuolo 1975) olleesta taulukosta puulajin, pohjapinta-alan ja koealan runkoluvun perusteella. Saman ohjeen mukaisesti koepuut valittiin systemaattisesti siten, että keskiläpimittaa suurempia koepuita tuli kaksikolmasosaa ja pienempiä yksikolmasosaa koepuiden lukumäärästä. Koepuiden pituus mitattiin desimetrin tarkkuudella. Läpimitat mitattiin rinnankorkeudelta (1,3 m), yli 7,6 m pitkistä puista 6,0 m:n korkeudelta sekä 2,5 %:n, 10 %:n, 30 %:n ja 50 %:n suhteellisilta korkeuksilta. Kaikki läpimitat mitattiin kahdesta toisistaan vastaan kohtisuorasta suunnasta millimetrin tarkkuudella. Laskelmissa käytettiin niiden keskiarvoa.

Koealoittaiset tunnuksset laskettiin Metsäntutkimuslaitoksen koealojen peruslaskentaohjelmistolla (Heinonen 1979). Läpimita ja pituus- sekä tilavuustunnuksset laskettiin erikseen kokonaispuustolle, harvennuksessa poistuvalla ja jäävällä puustolle. Kasvu laskettiin vuosien 1979 ja 1974 mittaustulosten erotuksena.

Laskettua aineistoa analysoitiin Metsäntutkimuslaitoksen varianssianalysohjelmistolla. Perustamishetken kokonaispuuston tilavuuden, pohjapinta-alan ja valtapituuden osalta suoritettiin varianssianalyysi koealojen välisten erojen testaamiseksi. Tilastollisesti merkitseviä eroja ei löytynyt. Tämän perusteella eri koealojen puuston kehitys katsottiin niin tasaiseksi, että lannoituksen ja harvennuksen aiheuttamia kasvureaktioita tutkittaessa varianssianalyysi on paras menetelmä ilman lähtötasokorjauksia (ks. myös Lips 1979).

Varianssianalyysin lisäksi verrattiin koealojen keskiarvoja Tukeyn ja Scheffén testeillä. Tämän jälkeen tarkasteltiin eri toimenpiteiden aiheuttamia reaktioita puustotunnuksen keskiarvojen perusteella ja etsittiin loogisia syy- ja seuraussuhteita tällä tasolla.

3. TULOKSET

31. Yleistä

Tutkimuksessa tarkastellaan puuston pitiuuden, läpimitan, pohjapinta-alan ja tilavuuden kasvuja sekä muotoluvun muutosta mittaussjakson aikana. Tutkimusjakson lyhyiden (5 v) vuoksi puutavaralaji- tai järeysjakauman muutokset on jätetty tarkastelun ulkopuolelle.

32. Pituuskasvu

Kuva 1 osoittaa aritmeettisen keskipituuden ja valtapituuden kasvun keskimäärin lisääntyvän harvennuksen voimistuessa. Tilastollisesti merkitseviä erot eivät kuitenkaan ole. Keskipituuden kasvu on suurin keskinkertaisessa harvennuksessa (C), jossa se on 25 % suurempi kuin lievässä käsitte-

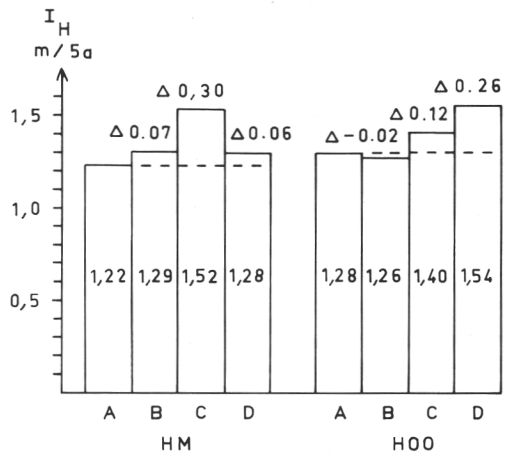
lyssä (A). Muiden vaihtoehtojen väliset erot ovat niin pieniä, että ne mahtuvat virherajoihin.

Valtapituuden kasvu lisääntyy sitä enemmän mitä voimakkaampi on harvennus. Voimakkaan harvennuksen jälkeisenä 5-vuotisjaksona valtapituus on kasvanut yli 20 % enemmän kuin lievässä harvennuksessa. Valtapuusto hyötyy siten voimakkaista harvennuksista muuta puustoa enemmän.

Lannoitusvaihtoehtojen vaikutukset pituustunnuksiin käyvät ilmi kuvasta 2. Keskipituus on hieman lisääntynyt PK-lannoituksen seurauksena. Suurin lisäys, 18 %, on kuitenkin koaloilla, jotka ovat saaneet NPK-lannoituksen pienemmällä kaliumannoksella. Kaliummäärän lisääminen näyttää pienentäneen keskipituuden kasvun lannoittamattomien koalojen tasolle. Valtapituus on hyötynyt nimenomaan typpilannoituksesta, sillä PK-lannoituksella ei ole

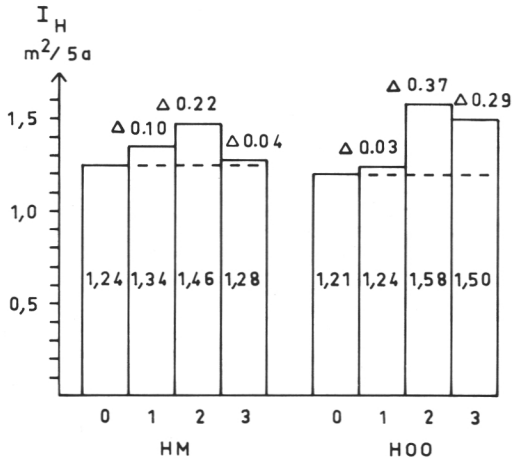
Lyhenteet — Abbreviations:

- V = metsikön tilavuus, m³/ha
volume of the stand
- G = metsikön pohjapinta-ala, m²/ha
basal area of the stand
- DM = metsikön keskiläpimitta, cm
mean diameter of the stand
- DOO = metsikön valtaläpimitta, cm
dominant diameter of the stand
- HM = metsikön keskipituus, m
mean height of the stand
- HOO = metsikön valtapituus, m
dominant height of the stand
- N = metsikön runkoluku, kpl/ha
number of stems per ha
- $f = \frac{V}{G \cdot HM}$ = metsikön muotoluku
form factor
- I_V = metsikön puuston tilavuuden kasvu,
m³/ha/5 a
volume increment of the 5-year period after treatment
- I_G = metsikön pohjapinta-alan kasvu, m²/ha/5 a
basal area increment of the 5-year period after treatment
- I_D = metsikön läpimitan kasvu, cm/5 a
diameter increment of the 5-year period after treatment
- I_H = metsikön pitiuuden kasvu, m/5 a
height increment of the 5-year period after treatment



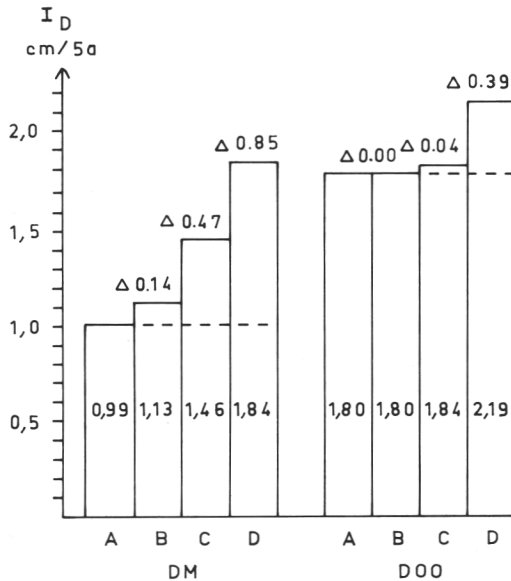
Kuva 1. Vaihtelevan voimakkaan harvennuksen vaikutus keski- (HM) ja valtapitiuuden (HOO) toimenpidettä seuraavan 5-vuotisjakson kasvuun sekä erot (Δ) vertailuryhmään A. Koodien selitykset vieressä.

Fig. 1. The effect of thinning intensity on the increment of mean (HM) and dominant (HOO) height during the 5-year period after treatment and the differences (Δ) from the control (A). Abbreviations beside.



Kuva 2. Vaihtelevan lannoituksen vaikutus keski- (HM) ja valtapituuden (HOO) toimenpidettä seuraavan 5-vuotijakson kasvuun sekä erot (Δ) vertailuryhmään 0. Koodin selitykset sivulla 7.

Fig. 2. The effect of varying fertilization on the increment of mean (HM) and dominant (HOO) height during the 5-year period after treatment and the differences (Δ) from the control (0). Abbreviations p. 7.



Kuva 3. Vaihtelevan voimakkaan harvennuksen vaikutus keski- (DM) ja valtaläpimitan (DOO) toimenpidettä seuraavan 5-vuotijakson kasvuun sekä erot (Δ) vertailuryhmään A. Koodien selitykset sivulla 7.

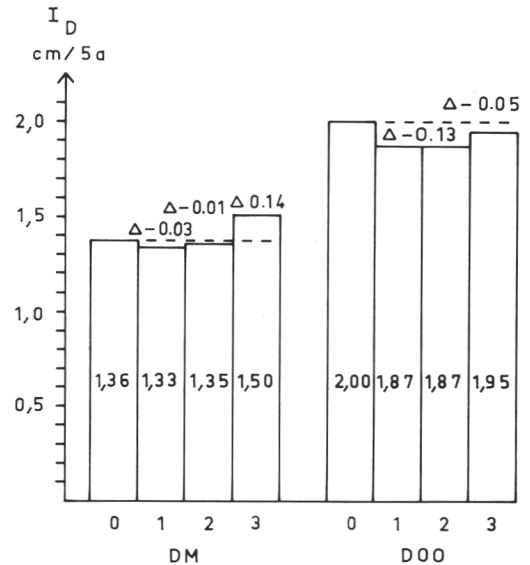
Fig. 3. The effect of thinning intensity on the increment of mean (DM) and dominant (DOO) diameter during the 5-year period after treatment and the differences (Δ) from the control (A). Abbreviations p. 7.

ollut vaikutusta, valtapituuden pituuskasvuun. Valtapituuden kasvua NPK-lannoksen vähäkaliuminen vaihtoehto on lisännyt 31 % ja runsaskaliuminen vaihtoehto 25 %. Erot eivät ole kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä.

33. Läpimitan kasvu

Keskiläpimitta kuvaa puuston järeyskehitystä. Kuvasta 3 näkyvästi keskiläpimitan kasvun suureneminen harvennuksen voimakkuuden kasvaessa. Keskinertainen harvennus on lisännyt keskiläpimitan kasvua 47 % ja voimakas harvennus peräti 85 % vertailuryhmään A nähden. Erot ovat erittäin merkitseviä (riski $\leq 0,1$ %). Valtaläpimitan kehitykseen harvennuksella on vähän vaikutusta. Keskinertainenkaan harvennus ei ole vaikuttanut valtaläpimitan kasvuun, voimakas harvennus on kuitenkin sitä lisännyt 22 %. Tilastollisesti ero on merkitsevä 5 %:n tasolla.

Keskiläpimitan ja valtaläpimitan reagointi eri lannoituskäsitteilyihin on samansuuntai-



Kuva 4. Vaihtelevan lannoituksen vaikutus keski- (DM) ja valtaläpimitan (DOO) toimenpidettä seuraavan 5-vuotijakson kasvuun sekä erot (Δ) vertailuryhmään 0. Koodien selitykset sivulla 7.

Fig. 4. The effect of varying fertilization on the increment of mean (DM) and dominant (DOO) diameter during the 5-year period after treatment and the differences (Δ) from the control (0). Abbreviations p. 7.

nen (kuva 4). PK-lannoitus ja vähäkaliuminen NPK-lannoitus eivät ole vaikuttaneet keskiläpimitan kasvuun ja valtaläpimitan kasvua ne ovat pienentäneet noin 7 %. Sen sijaan kaliumin lisääminen vaihtoehto 2:n 25 kg:sta vaihtoehto 3:n 40 kg:aan hehtaarelle näyttää suurentaneen keskiläpimitan kasvua noin 10 %. Valtaläpimitan kasvu kaliumin lisääminen on nostanut lannoittamattoman koealan tasolle. Erot eivät ole merkittäviä.

34. Pohjapinta-alan kasvu

Pohjapinta-alan kasvut kokeen eri käsittelyryhmissä on esitetty kuvassa 5. Pohjapinta-alan kasvu pienenee harvennuksen voimakkuuden kasvaessa. Seuraavasta asetelmasta ilmenee harvennuksen voimakkuuden mukaisten ryhmien suhteellinen kasvu, kun vaihtoehto A merkitään luvulla 100.

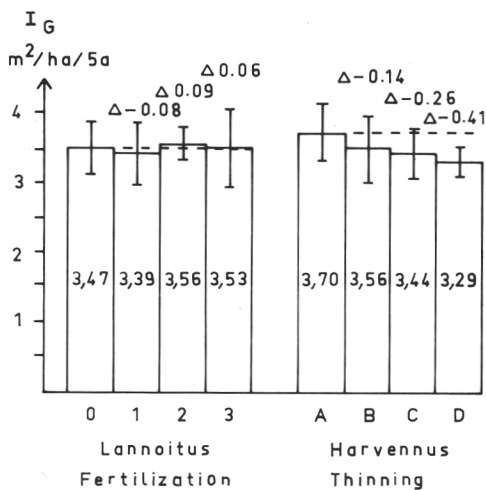
Harvennuskoodi Thinning code	ppa:n poistuma % Basal area removal %	Suhteellinen ppa:n kasvu The relative increment of basal area
A	9	100
B	13	96
C	28	93
D	43	89

Lukujen mukaan hieskoivu kykenee pitämään pohjapinta-alan kasvun korkeana huolimatta voimakkaistakin harvennuksista. Vaikka pohjapinta-alasta poistetaan lähes puolet, pohjapinta-alan kasvu pienenee vain 10 % ensimmäisenä 5-vuotiskautena. Voimakkaasti harvennetun metsikön pohjapinta-alan kasvuprosentti on tällöin siis yli 40 % lievimmän harvennetun koealan vastaavaa kasvuprosenttia suurempi. Vaihtelevien harvennusten aiheuttamat pohjapinta-alan kasvuerot eivät ole tilastollisesti merkittäviä.

Lannoitus ei ole vaikuttanut merkittävästi pohjapinta-alan kasvuun.

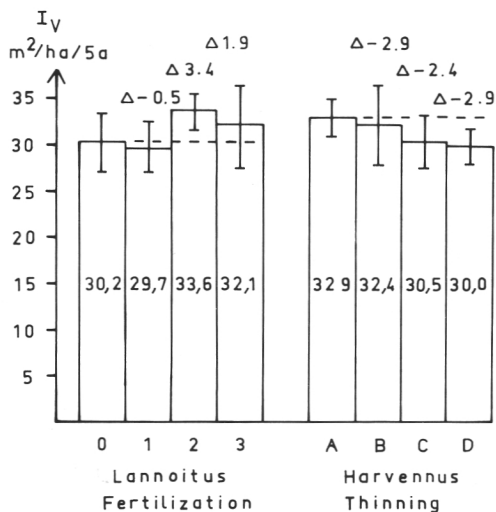
35. Tilavuuskasvu

Puuston tilavuus on tärkein tarkastelu-kohte eri toimenpiteiden vaikutuksia tutkittaessa. Näin on etenkin silloin, kun kasvatetaan vain kuitu- tai polttopuuta, eikä tukki- ja kuitupuun välistä arvokynnystä ole. Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus tilavuuskasvuun ilmenee kuvasta 6.



Kuva 5. 5-vuotisjakson pohjapinta-alan kasvu ryhmiteltynä lannoituksen ja harvennuksen mukaan sekä erot (Δ) vertailuryhmiin. Janat ilmaisevat keskiarvon luotettavuusvälin 5 %:n riskillä. Koodien selitykset sivulla 7.

Fig. 5. The 5-year increment of basal area after fertilization and thinning and the differences (Δ) from the control levels. The segments of the lines indicate confidence limits of the means with 5 % risk. Abbreviations p. 7.



Kuva 6. 5-vuotisjakson tilavuuskasvu eri lannoitus- ja harvennusvaihtoehtoin ryhmiteltynä sekä erot vertailuryhmiin (Δ). Janat ilmaisevat keskiarvon luotettavuusvälin 5 %:n riskillä. Koodien selitykset sivulla 7.

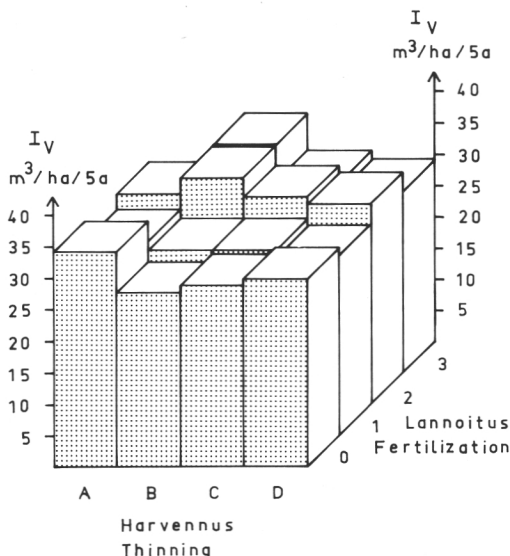
Fig. 6. The 5-year volume increment after fertilization and thinning and the differences (Δ) from the control levels. The segments of the lines indicate confidence limits of the means with 5 % risk. Abbreviations p. 7.

Koemetsikön käsittelyä seuranneen 5-vuotijakson absoluuttinen kasvu on pienentynyt keskinkertaisen harvennuksen seurauksena 2,4 m³/ha ja voimakkaan harvennuksen jälkeen 2,9 m³/ha. Erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Harvennuksen voimakkuuden mukainen suhteellinen kasvu selviää seuraavasta asetelmasta:

Harvennuskoodi Thinning code	Tilavuuspoistuma-% Volume removal %	Suhteellinen tilavuuskasvu The relative increment of volume
A	9	100
B	12	98
C	27	93
D	41	91

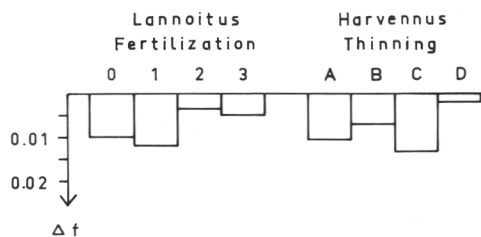
Voimakas harvennus on vähentänyt tilavuuskasvua 9 % ja keskinkertainen 7 %. Harvennuksessa jääneen puuston tilavuusyksikkö on kuitenkin tuottanut keskinkertaisesti harvennetussa metsikössä 20 % ja voimakkaasti harvennetussa 40 % enemmän puuta kuin lievästi harvennetussa.

Lannoitus ei ole vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi tutkittavan turvekankaan hieskoivikon tilavuuskasvuun. Tilavuuskasvu on tosin keskimäärin suurentunut NPK-lannoituksella. Pienimmän annoksen (25 kg/



Kuva 7. Harvennuksen ja lannoituksen yhdysvaikutus. Koodien selitykset sivulla 7.

Fig. 7. The interaction of thinning and fertilization on volume increment. Abbreviations p. 7.



Kuva 8. Muotoluvun muutos lannoituksen ja harvennuksen seurauksena. Koodien selitykset sivulla 7.
Fig. 8. The change of form factor due to fertilization and thinning. Abbreviations p. 7.

ha) kaliumia sisältänyt lannoitusvaihtoehto antoi parhaan kasvureaktion, 3,4 m³/ha viiden vuoden mittausjakson aikana. Sen sijaan kaliumannoksen nostaminen 40 kg:aan hehtaaria kohti pienensi kasvua 1,5 m³/ha vähäkaliumiseen NPK-lannoitukseen nähden. PK-lannoituksella ei ole vaikutusta tilavuuskasvuun. Tilastollisesti PK-lannoituksen ja vähäkaliumisen vaihtoehdon välinen ero on suuntaa antava (riski 10 %). Lannoittamattomaan verrattuna vähäkaliuminen NPK-lannoitus on lisännyt tilavuuskasvua 11 % ja runsaskaliuminen vaihtoehto 6 %.

36. Harvennuksen ja lannoituksen yhdysvaikutus

Yhdysvaikutus ei osoittautunut tilastollisesti merkitseväksi, mutta kuvasta 7 voidaan kuitenkin päätellä yhdysvaikutusta keskimäärin olleen. Lannoitus näyttää lisänneen tilavuuskasvua eniten suurimman puustopääoman säilyttäneillä, ts. lievästi harvennetuilla koealoilla. Harvennusvaihtoehto B, jossa pieniä puita poistettiin ojalinjojen lisäksi jonkin verran varsinaiselta koealalta, on kuvan mukaan lisännyt typpilannoituksen johdosta tilavuuskasvuun eniten. Päätelmien teko yhdysvaikutuksesta on toistojen vähyyden vuoksi kuitenkin epävarmaa.

37. Muotoluvun muutos

Koepuiden pätkittäinen kuutiointi tekee mahdolliseksi muotoluvun muutoksen tar-

kastelun. Muotoluku laskettiin kaavalla

$$f = \frac{V}{G \cdot HM}$$

Kaikkien koelajien muotolukujen keskiarvo oli perustamishetkellä 0,518. Kuvasta 8 ilmenee muotoluvun keskimääräinen muutos lannoituksen ja harvennuksen suhteen.

Tilastollisesti muotoluvun muutokset

eivät ole suuren hajonnan vuoksi merkitseviä. Kasvua lisänneet NPK-lannoitukset ovat hidastaneet muotoluvun luontaista, iän mukana tapahtuvaa huononemista keskimäärin noin 1 %:n verran viiden vuoden tarkastelujaksona. Harvennuksen voimistuessa muotoluvun heikkeneminen näyttäisi hidastuvan, mutta suuren vaihtelun vuoksi johtopäätösten teko on epävarmaa.

4. TULOSTEN TARKASTELU

Tutkimus on tietävästi ensimmäinen kestokoealoihin perustuva selvitys hieskoivun lannoitus-harvennusreaktioista. Sen antamia tuloksia on mielenkiintoista verrata aikaisempiin tutkimustuloksiin. Lisäksi tutkimus antaa viitteitä erilaisten käsittelyjen vaikutuksesta hieskoivikon kasvuun ja tuotokseen, mistä on olemassa sangen vähän tutkimuksiin perustuvaa tietoa.

Kuvasta 1 todetaan harvennuksen lisänneen käsittelyä seuraavan 5 vuoden jakson keski- ja valtapituuden kasvua parhaassa tapauksessa jopa 25 %. Samansuuntaisen, joskaan ei yhtä voimakkaan pituuskasvureaktion on Vuokila (1975, 1980) todennut nuorissa istutuskusikoissa. Myös Brantseg (1969) ja Vestjorden (1971) ovat Norjassa todenneet harvennuksen parantavan havupuun metsikön pituuskasvua, samoin Ruotsissa Eriksson (1965). Kirjallisuudessa on tosin esimerkkejä sellaisistakin tutkimustuloksista, joiden mukaan harvennus ei vaikuta puuston pituuskehitykseen (esim. Bryndum 1974, Petterson 1955, Fries 1964) tai vaikutus on jopa kielteinen (Jack 1971). Kielteistä reaktiota koskevat tulokset ovat kuitenkin peräisin oloista, jotka eivät ole rinnastettavissa Suomen talousmetsiin.

Erittäin voimakas vaikutus harvennuksella on keskiläpimitan kasvuun. Tämä vaikutus on sitä suurempi mitä voimakkaammasta käsittelystä on kysymys. Valtaläpimitan kasvuun on selvästi vaikuttanut ainoastaan vahvin harvennuskäsittely (kuva 3). Tämä merkinnee sitä, että vaikka lieväkin harvennus voi parantaa jäljelle

jäävien pienten ja keskikokoisten puiden läpimitan kasvua, valtapuiden asema on niin hallitseva, että ainoastaan voimakas käsittely näkyy niiden läpimitan kasvussa.

Mekaanisen runkomuototeorian mukaan metsikön harvetessa ja tuulensuojan siten vähentyessä puu joutuu vahvistamaan tyveään pystyssä pysyäkseen (ks. Larsson 1963, Nyysönen 1952, Vuokila 1970). Kaatumisvaara pienee näin runkomuodon huonontumisen kustannuksella. Jos tarkastellaan muotoluvun muutosta tähän tutkimukseen kuuluvan koemetsikön harvennusten yhteydessä (kuva 8), tulos on kuitenkin se, että vahvimmin käsitellyn puuston muotoluku näyttää niukasti parantuneen harventamattomaan verrattuna. Kenties syynä on koemetsikön suojainen asema, sillä sitä ympäröivät järeää metsää kasvavat hiukan korkeammalla olevat metsäkuviot. Koeruudut ovat lisäksi niin pieniä, että tiheyden runkomuotoon kohdistuvan vaikutuksen täytyy niiden puitteissa olla poikkeuksellisen pieni.

Pohjapinta-alan ja tilavuuden kasvut pienenevät harvennuksen voimakkuuden kasvaessa (kuvat 5 ja 6). Tulos on yhdenmukainen Saramäen (1977) hieskoivua ja Friesin (1964) rauduskoivua koskevien tulosten kanssa. Myös Vuokilan (1962) mukaan koivikon ja männikön tilavuuskasvu pienenee harvennuksen vaikutuksesta. Varsinkin koivikon tilavuuskasvun pieneminen on hänen mukaansa voimakasta, vahvimman käsittelyn jälkeen 20 %:n luokkaa. Vähennys on likimain kaksinkertainen tämän tutkimuksen tuloksiin verrat-

tuna. Vuokilan aineisto on kangasmaan OMT-tyypiltä. Mainittakoon tässä yhteydessä, että toistaiseksi julkaisematomat mittaustulokset Ylikiimingin rauduskoivikon kangasmaan kestokoealoilta ovat hyvin samansuuntaiset Vuokilan (mt.) tulosten kanssa. Hieskoivikko turvelustalle hyvin sopeutuvana pystyy kivennäismaan koivikkoa tehokkaammin hyödyntämään vapautuvan kasvutilan harvennuksen jälkeen.

Tutkimuksen tulosten mukaan turvemaiden hieskoivikoiden käsittelyssä voidaan käyttää voimakasta harvennusta suhteellisen pienin kasvutappioiden. Ensiharvennuksessa puuston pohjapinta-alasta ja tilavuudesta voidaan poistaa 40 % alle 10 %:n kasvutappioiden välittömästi harvennuksen jälkeen. Saramäki (1977) pitää kuitenkin 40 %:n harvennuspoistumaa liian suurena ja perustelee tätä laskennallisen kokonaistuotoksen liian suurella pienemisellä. Hän onkin käyttänyt 30 %:n harvennuspoistumaa laatiessaan hieskoivikoiden kasvu- ja tuotostaulukoita. Keltikangas ja Seppälä (1977) ovat tutkissaan hieskoivun kasvatuksen taloudellisuutta päätyneet kannoista arvioitujen poistumien ja koeleimausten perusteella noin 25 %:n tilavuuspoistuman käyttöön laskelmissaan.

Tämä tutkimuksen tulos lähenee kivennäismaiden havupuumetsiköiden harvennuskokeista saatua käsitystä, jonka mukaan nuorien talousmetsien puustopääoma voi vaihdella varsin väljissä rajoissa aiheuttamatta sanottavia menetyksiä tulevan kasvun suhteen (esim. Vuokila 1980). Turvemaiden hieskoivikoiden hoidossa voidaan siten lähteä siitä, että kasvatustavoitteesta riippumatta voidaan suositella myös parhaimmilla boniteeteillä vain yhtä voimakasta harvennusta kiertoajan kuluessa, mikä huomattavasti parantaa etenkin hiesainespuun kasvatuksen taloudellisuutta. Kuitenkin tällä toimenpiteellä saavutetaan harvennusten tavanomaiset edut: luonnonpoistuman eliminoiminen, aikaiset hakkuutulot, kasvun keskittyminen jäljelle jäävän puustoon, hyvä järeyskehitys jne. Myös hieskoivikoiden puuston vajaatuottoisuusrajaa voitaisiin nykyisestä alentaa.

Korostettakoon, että esitetty kannanotto koskee turvemaita ja että kivennäismailla tilanne on toinen. Selitys on todennäköi-

sesti koivun, ja erikoisesti hieskoivun, suokon, tuhlaileva veden käyttö. Tietyn ravinteisuuskyvyn yläpuolella koivun kasvun minimitekijät eivät ole ravinteet vaan vesi (Keltikangas ja Seppälä 1977). Kuivilla kangasmailla veden puute rajoittaa koivun kasvua ja hidastaa esim. harvennuksen jälkeen vapautuvan kasvutilan täystehoista käyttöönottoa. Turvemaiden sijaan ei ole puutetta vedestä, vaan pikemminkin sitä on liikaa, mistä on etua runsaasti vettä haihduttamaan kykenevälle ja samalla vähähappista maaperää sietävälle hieskoivulle (Huikari 1954). Tämä selittää sen, miksi turvemaiden hieskoivikoiden kehitys suhteessa saman kasvupaikan männikköön on niin ratkaisevasti parempi kuin kivennäismaiden kasvututkimukset antavat aihetta olettaa (Saramäki 1981, Keltikangas, Seppälä 1977). Samaan viittaa mainittujen tutkijoiden havainto, että hieskoivu reagoi hyvin vähän, jos ollenkaan, suotyypin ravinteisuuden parantumiseen rehevillä soilla. Myös kivennäismailla on rauduskoivun suhteen Oikarinen (1980) kiinnittänyt huomiota samaan asiaan.

Koivu on tyypillinen pioneeripuulaji, joka metsittää muiden lehtipuiden kanssa kilvan tavalla tai toisella aukeaksi joutuneen maan. Sen kehitys nuoruusvaiheessa on erittäin ripeää havupuihin verrattuna. Toisaalta tiedetään, että koivikossa, päinvastoin kuin havupuilla (Viro 1974), lannoitusvaikutus on todettavissa jo lannoitusvuonna. Loogisesti nuoren koivikon harvennusreaktionkin pitäisi olla nopea ja voimakas. Odotuksia lisää vielä sekin, että koivu uusii joka kasvukausi lehtensä, joten sen valmius käyttää vapautuvat ravinteet ja kasvutila hyväkseen on havupuita selvästi parempi. Koivu saa käyttämänsä runsaan veden mukana runsaasti myös ravinteita, jotka eivät siten muodostu ongelmaksi hyvillä kasvupaikoilla. Sen sijaan tuhlaileva veden käyttö on kasvua rajoittava tekijä kangasmailla (Kramer ym. 1960). Tällä on oma vaikutuksensa puulaji- ja sekametsikköproblemaatiikkaan sekä koivun lannoituskysymyksen, jota tarkastellaan seuraavaksi.

Hieskoivun lannoitusreaktio on käytetyillä lannoitteilla ja annoksilla heikko, eikä vaikutusta ole minkään tutkitun puustotunnuksen osalta todettu tässä tutkimuksessa tilastollisesti merkitseväksi. Selvin myöntei-

nen lannoitusvaikutus on pituuskasvussa. Tehokkain on vähäkaliuminen NPK-lannoitus, joka on lisännyt keskipituuden kasvua 18 % ja valtapituuden 31 %. Lannoituksen vaikutus läpimittoihin ja pohjapinta-alaan on erittäin pieni. NPK-lannoitus on lisännyt tilavuuskasvua, mutta PK-lannoitus ei. Lannoituksen aiheuttama tilavuuskasvun lisäys on siten koitunut rungon ylempään osan hyväksi, mitä käsitystä muotoluvussa tapahtuneet muutokset tukevat. Lannoituksen ja harvennuksen yhdysvaikutus on tyyppillinen: täystiheän puuston lannoitusvaikutus on paras (ks. myös Sarämäki 1980, Jonsson ja Möller 1976).

Tämän tutkimuksen tulokset vahvistavat Viron (1974) toteaman koivun heikon lannoitusreaktion. Jonsson ja Möller (1976) osoittavat tutkimuksessaan koivun lannoitusreaktion olevan 160 kg:n typpiannoksella vain 35 % männyn vastavasta. Lisäksi lannoitusvaikutus on lyhytaikainen ja riippuu voimakkaasti metsikön lannoitusta edeltäneestä ravinnetilasta. Rosvall (1980) arvioi koivun lannoitusvaikutuksen olevan n. 50 % männyn reaktiosta. Lisäksi hän toteaa lannoitusreaktion heikkenevän parhailla boniteeteilla tuoreuden ja pintakasvillisuuden lisääntymisen myötä. Sama vaikutus on kostealla, hyvin maatuneella turvealustalla. Tämän kokeen kasvupaikka on suhteellisen hyvä sijoittuen mustikka- ja ruohoturvekankaan välimaille. Turve on hyvin maatunutta ja aluskasvillisuus runsasta ja rehevää. Vaikka kokeessa käytetty typpiannos, 100 kg/ha ureaa, on vaatimaton nykyisiin suosituksiin nähden, on hyvin todennäköistä, että tässä tapauk-

nessa typpiannoksen lisääminen ei olisi ratkaisevasti lisännyt koivun kasvua.

PK-lannoitus ei parantanut kasvua, vaikka havupuilla vastaavissa tapauksissa on saatu hyviä tuloksia. Sitäpaitsi kaliumannoksen suurentaminen on vaikuttanut päinvastoin kuin mihin tutkimukset havupuilla viittaavat (esim. Paavilainen ja Simpanen 1975). Mahdollisesti hieskoivu syvä- ja runsasjuurisena sekä vetisiin olosuhteisiin sopeutuvana (Heikurainen 1958) on saanut tarvitsemansa kalin ja fosforin keskimäärin 30 cm turvekerroksen alla olevasta kivennäismaasta. Toinen asiaan vaikuttava seikka voi olla se, että koemetsikkö on lievästi viettävällä turvekankaalla, jonka turvekerros on aikojen kuluessa saanut ylempään sijaitsevien kangasmaiden valuvesien mukana runsaasti kyseisiä ravinteita. Lisäksi paikoitellen alikasvoskuusissa esiintyvät vakavat kasvuhäiriöt viittaavat ravinnetasapainohäiriöihin, mikä voi vaikuttaa myös päällyskoivikon kehitykseen, vaikka siinä ei huomattakaan sanottavia kasvuhäiriön oireita (Silfverberg 1980, Paarlahti ym. 1971, Veijalainen 1976).

Joka tapauksessa tämän tutkimuksen lannoitusta koskeva osa viittaa siihen suuntaan, että ravinteisten turvemaiden hieskoivikoiden kasvua ei lannoituksella voida paljoakaan parantaa. Lisäksi syväjuurinen koivu näyttää pystyvän tyydyttämään ohuturpeisilla soilla kalin ja fosforin tarpeensa havupuita paremmin. Tämä seikka vaatii lisätutkimuksia, sillä jos se pitää paikkansa, se asettaa hieskoivun suopuuna ja erikoisesti sekapuuna suolla aivan uuteen valoon.

5. TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen tarkoitus on selvittää harvennuksen ja lannoituksen vaikutusta hieskoivikon kasvuun. Tutkimusaineiston muodostaa Haapavedellä Pohjois-Pohjanmaalla rehevällä mustikkaturvekankaalla sijaitseva kestokoealasarja. Koe perustettiin 1974, jolloin hieskoivikon ikä oli 38 vuotta, ja se mitattiin uudestaan 1979, viiden kasvukauden kuluttua. Faktorikokeen muodossa

alueelle on sijoitettu neljä harvennus- ja neljä lannoitusvaihtoehtoa:

Harvennus- taso <i>Thinning level</i>	Poistuma-% tilavuudesta <i>Volume removal %</i>	Lannoitus- taso <i>Fertilization level</i>	Ravinneannos		
			N	P	K
			kg/ha		
A	9	0	—	—	—
B	12	1	—	52	62
C	27	2	46	21	25
D	41	3	46	21	40

Harvennusvaihtoehdoista lievimmässä puita poistettiin ainoastaan ojalinjoilta, kun taas muilla tasoilla harvennettiin alaharvennuksen periaatteella myös ojalinjojen välistä.

Hieskoivikon tilavuuden ja pohjapinta-alan kasvut hehtaaria kohden pienenevät harvennuksen voimakkuuden kasvaessa. Vahvimman, 40 %:n harvennuksen (D) jälkeisenä 5-vuotiskautena ne ovat olleet n. 10 % vertailutasoa (A) pienemmät. Harvennus on parantanut aritmeettisen keskipituuden kasvua eniten harvennustasolla C (25 %:n poistuma). Valtapituuden kasvu on ollut suurin harvennustasolla D, jolloin se on ollut 20 % vertailutasoa (A) suurempi. Keskiläpimitan kasvu on parantunut tasaisesti harvennuksen voimakkuuden kasvaessa ja ollut suurimmillaan, vaihtoehdossa D, 85 % vertailutasoa parempi. Valtaläpimitan kasvuun on näkyvästi vaikuttanut ainoastaan vahva harvennus (D), joka on lisännyt kasvua 22 %.

Vain tyypeä sisältävät lannoiteseokset ovat lisänneet kasvua. Vähäkaliuminen NPK-lannoitus (lannoitustaso 2) on antanut parhaan kasvureaktion. Tilavuuskasvun lisäys on ollut 10 %, mikä vastaa 3,4 m³/ha viiden vuoden mittausjakson aikana. Pohjapinta-alan kasvuun lannoituksella on ollut vain vähän vaikutusta. Keski- ja valtaläpimitaan lannoitus on vaikuttanut myös vähän, mutta keskipituus on lisääntynyt 18 % ja valtapituus 31 % lannoitustasolla

2. Ilmeisesti lannoitusvaikutus on siten kohdistunut ylempään rungonosan hyväksi, mitä päätelmää myös muotoluvun tarkastelu tukee.

Harvennuskoee osoittaa, että turvemaan hieskoivikon ensiharvennuksessa poistuma voi kohota jopa 40 %:iin puuston tilavuudesta, jos hyväksytään 10 %:n kasvutappio harvennusta seuraavana 5-vuotiskautena. Jäävän puuston pohjapinta-ala on tällöin n. 12 m²/ha ja tilavuus n. 80 m³/ha. Kun harvennus suoritetaan näin voimakkaana, yksi harvennus kiertoaikaa kohti riittää, mikä parantaa harvennuksen taloudellisuutta. Harvennuksen aiheuttamat kasvutappiot ovat turvemailla huomattavasti pienemmät kuin kivennäismailla, mikä vahvistaa sitä olettamusta, että vesitalous on eräs hieskovun kasvureaktioita voimakkaimmin rajoittava tekijä.

Lannoituksella ei samasta syystä voida paljoa parantaa hyvien kasvupaikkojen koivikoiden kasvua. Odottamatonta on, että PK-lannoituksella ei tässä tutkimuksessa saatu minkäänlaista reaktiota aikaan. Syväjuurinen koivu pystyy ilmeisesti hankkimaan tarvitsemansa kalin ja fosforin ohuen turverkerroksen alla olevasta kivennäismaasta havupuita paremmin. Jatkotutkimuksilla on selvitettävä, missä suhteessa nämä oletukset, jotka saattavat hieskoivun suopuuna ja sekapuuna suolla aivan uuteen valoon, pitävät paikkansa.

KIRJALLISUUS

- BRANTSEG, A. 1969. Furu sønnafjells. Produksjonstabeller. Medd. Norske Skogforsøksv. 94.
- BRYNDUM, H. 1974. Rødgranhugstforsøget på Ravnholt. Summary: A thinning experiment in Norway spruce at Ravnholt forest estate. Det Forstl. Forsøgsv. i Danmark bd. XXXIV, h. 1.
- ERIKSSON, H. 1965. Studier över höjdtillväxten hos tall och gran i södra Sverige. Licentiatavhandling i skogsuppskattning. Skogshögskolan. Stockholm.
- FRIES, J. 1964. Värbjörkens produktion i Svealand och södra Sverige. Stud. For. Suec. 14.
- HEGYI, F. 1974. Growth response evaluation of fertilizer trials in jack-pine-drydm field trials. Proceedings of a workshop on forest fertilization in Canada, s. 33—38.
- HEIKURAINEN, L. 1958. Sekametsiköiden juuristoista ojitetulla suolla. Acta For. Fenn. 67 (2).
- 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Acta For. Fenn. 69 (1).
- HEINONEN, J. 1979. Koalojen peruslaskentaohjelmisto. Metsäntutkimuslaitoksen mittauspäivät 1979. Konekirjoite.
- HUIKARI, O. 1954. Experiments on the effect of anaerobic media upon birch, pine and spruce seedlings. Seloste: Kokeita kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimiin. Commun. Inst. For. Fenn. 42 (5).
- ILVESSALO, Y. 1956. Suomen metsät vuosista 1921—24 vuosiin 1951—53. Kolmen valtakunnan metsien inventointiin perustuva tutkimus. Commun. Inst. For. Fenn. 47 (1).
- JACK, W.H. 1971. The influence of tree spacing on Sitka spruce growth. Irish For. 28,1.
- JONSSON, S. & MÖLLER, G. 1976. Björkens reaktion på kvävegödsling. Föreningen Skogsträdsförädling. Inst. för skogsförädling. Årsbok 1975.
- 1976. Gödslings- och gallringseffekter i överslutna tallbestånd. Föreningen skogsträdsförädling,

- Inst. för skogsförbättring. Årsbok 1976.
- KELTIKANGAS, M. & SEPPÄLÄ, K. 1977. Ojitusalueiden hieskoivikoiden kasvatusta taloudellisena vaihtoehtona. *Silva Fenn.* 11 (1).
- KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T.T. 1960. *Physiology of trees.* New York. Toronto, London.
- KUUSELA, K. & SALMINEN, S. 1976. Pohjois-Karjalan metsävarat vuosina 1973—74, Etelä-Pohjanmaan, Vaasan ja Keski-Pohjanmaan vuonna 1974 sekä Kainuun ja Pohjois-Pohjanmaan vuonna 1975. *Folia For.* 274.
- LARSON, P.R. 1963. Stem form development of Forest Trees. *For. Sci., Monogr.* 5.
- MIKOLA, P. 1966. Koivun vaikutus metsämaan biologisiin ominaisuuksiin. Selostus tutkimuksesta 1962—1965. 17 s. Moniste. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos.
- 1973. Koivu suopuuna. *Suo* 1973 (1).
- MÖLLER, G. & PETTERSSON, F. 1980. Samspel-effekter mellan gödsling och gallring. *Information* 1979/1980 nro 2. Inst. för skogsförbättring.
- NYSSÖNEN, A. 1952. Puiden kasvusta ja sen määrittämisestä harsintamännikössä. *Commun. Inst. For. Fenn.* 40 (4).
- 1954. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. *Acta For. Fenn.* 60 (4).
- OIKARINEN, M. 1980. Viljelykoivikon, -kuusikon ja -männikön kasvusta ja tuotoksesta. Metsäntutkimuslaitos. Muhoksen tutkimusaseman tiedonantoja 21:16—28.
- PAARLAHTI, K., REINIKAINEN, A. & VEIJALAINEN, H. 1971. Nutritional diagnosis of Scots pine stands by needle and peat analysis. *Seloste: Maa- ja neulasanalyysi turvemaiden männiköiden ravitsemustilan määrittämisestä.* *Commun. Inst. For. Fenn.* 74 (5).
- PAAVILAINEN, E. 1979. Metsänlannoitusopas. Helsinki.
- SIMPANEN, J. 1975. Tutkimuksia typpilannoituksen tarpeesta Pohjois-Suomen ojitetuilla rämeillä. *Commun. Inst. For. Fenn.* 86 (4).
- PETTERSON, H. 1955. Barrskogens volymproduktion. *Medd. Stat. Skogsf. anst., Band 45, nr 1 A.*
- ROSVALL, O. 1980. Prognosfunktioner för beräkning av gödslingseffekter. *Föreningen Skogsträsförädling, Inst. för skogsförbättring. Årsbok 1979.*
- SARAMÄKI, J. 1977. Ojitetujen turvemaiden hieskoivikoiden kehitys Kainuussa ja Pohjanmaalla. *Commun. Inst. For. Fenn.* 91 (2).
- 1980. Typpilannoituksen vaikutus männyn runkokuotoon ja kasvuun. *Metsänarvioimistieteen opinnäytetyö maatalous- ja metsätieteiden lisensiaatin tutkintoa varten.*
- 1981. Hieskoivikoiden kasvu ja kasvatusta Pohjanmaalla ja Kainuussa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 3.*
- SEPPÄLÄ, K. & KELTIKANGAS, M. 1978. Alikasvostaimistot Pohjanmaan ojitusalueiden heiskoivikoissa. *Suo* 29, 1978 (1).
- SILFVERBERG, K. 1980. Kuusen kasvuhäiriö ja hiverravinteet. *Folia For.* 432.
- VEIJALAINEN, H. 1976. Kasvuhäiriöistä ja niiden syistä metsäojitusalueilla. *Suo* 26, 1975 (5).
- VESTJORDET, E. 1971. Avstandsreglering på forynghesfeltet. *Norsk Skogbr.* 6, s. 152—153.
- VIRO, P.J. 1974. Fertilization of birch. *Selostus: Koivun lannoitus.* *Commun. Inst. For. Fenn.* 81 (4).
- VUOKILA, Y. 1962. The effect of thinnings on the yield of pine and birch stands. *Commun. Inst. For. Fenn.* 55 (12).
- 1970. Harsintaperiaate kasvatushakkuissa. *Acta For. Fenn.* 110.
- 1975. Nuoren istutuskuusikon harvennus puuntuotannollisena ongelmana. *Folia For.* 247.
- 1980. Metsänkasvatuksen perusteet ja menetelmät. WSOY. Porvoo.
- VUOLO, T. 1975. Kestokoealojen perustamisohjeet. Konekirjoite. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken (Muhoksen) tutkimusasema.
- WEETMAN, G.F. 1974. Ten-year growth Response of Black Spruce to Thinning and Fertilization Treatments. *Canad. J. For. Res.* 5 (1975):302—309.

ODC 242:237.4:561:176.1 *Betula pubescens*
ISBN 951-40-0536-8
ISSN 0015-5543

OIKARINEN, M. & PYYKKÖNEN, J. 1981. Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus turvekankaan hieskoivikon kehitykseen Pohjanmaalla. Abstract: The effect of thinning and fertilization on the growth of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained Myrtilus swamp in Ostrobothnia. Folia For. 486:1—15.

Based on 30 factorial sample plots it is concluded that the drain of the first thinning of pubescent birch on drained peatland can exceed 40 % of the volume with 10 % loss of growth. One thinning per rotation is thus enough on fertile peatlands, which again improves the economy of the thinning.

Fertilization increased the growth of pubescent birch 3,4 m³/ha in five years. It is obvious that on fertile sites the growth of pubescent birch is not limited by nutrients but mainly by water relations.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Muhos Research Station, SF-91500 Muhos, Finland.

ODC 242:237.4:561:176.1 *Betula pubescens*
ISBN 951-40-0536-8
ISSN 0015-5543

OIKARINEN, M. & PYYKKÖNEN, J. 1981. Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus turvekankaan hieskoivikon kehitykseen Pohjanmaalla. Abstract: The effect of thinning and fertilization on the growth of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained Myrtilus swamp in Ostrobothnia. Folia For. 486:1—15.

Based on 30 factorial sample plots it is concluded that the drain of the first thinning of pubescent birch on drained peatland can exceed 40 % of the volume with 10 % loss of growth. One thinning per rotation is thus enough on fertile peatlands, which again improves the economy of the thinning.

Fertilization increased the growth of pubescent birch 3,4 m³/ha in five years. It is obvious that on fertile sites the growth of pubescent birch is not limited by nutrients but mainly by water relations.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Muhos Research Station, SF-91500 Muhos, Finland.

Tilaan 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



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

Ojajoen koelasema
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
c/o Joensuu University
PL 111
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

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

- 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, mitaustarkkuuteen 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 of the first commercial thinning.
- No 469 Rummukainen, Ukko & Voipio, Pekka: Ahavan tuhot kuusentaimissa Suomenjoen taimitarhalla keväällä 1978.
Winter wind damage on Norway spruce seedlings at Suomenjoki 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.
- No 471 Eeronheimo, Olli: Metsähakkeen hankinta ja käyttö metsäteollisuudessa. Tilanne keväällä 1980.
Delivery and use of forest chips in forest industry. Situation in spring 1980.
- No 472 Nisula, Pentti: Herbisidilaitteilla varustettu raivaussaha voimajohtojen johtoaukeiden raivauksessa.
Use of a clearing saw equipped with a herbicide device in the clearing of power grid lines.
- No 473 Saastamoinen, Olli & Sievänen, Tuija: Keravan ja Rovaniemen lähimetsien ulkoilukäytön ajallinen vaihtelu.
Time patterns of recreation in urban forests in two Finnish towns.
- No 474 Sirén, Matti: Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa.
Stand damage in thinning operations.
- No 475 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1980.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1980.
- No 476 Jalkanen, Risto: Harmaakariste männyllä. Kirjallisuuskatsaus.
Lophodermella sulcigena on pines. A literature review.
- No 477 Veijalainen, Heikki: Hivenlannoituksen vaikutus istutusmännikön kehitykseen turvemaalla.
Long-term responses of Scots pine to micronutrient fertilization on acid peat soil.
- No 478 Kellomäki, Seppo & Tuimala, Aili: Puuston tiheyden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä.
Effect of stand density on branchiness of young Scots pines.
- No 479 Saramäki, Jussi & Valtanen, Eila: Toistuvan typpilannoituksen vaikutus nuoren metsikön rakenteeseen ja kehitykseen.
The effect of repeated nitrogen fertilization on the structure and development of the young pine and spruce stands.
- No 480 Hovila, Pekka: TT 1000 TU ja TT 1000 TS kokopuuhaakurit.
TT 1000 TU and TT 1000 TS whole-tree chippers.
- No 481 Moilanen, Mikko & Issakainen, Jorma: Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus kuusen ja koivun uudistumiseen eräillä Kainuun vaara-alueen paksuturpeisilla soilla.
Effect of fertilization and soil preparation on the regeneration of birch and spruce on thick peat soils in Kainuu.
- No 482 Lipas, Erkki: Faktoriaalisen lannoituskokeen tulosten tulkinta.
Interpretation of the results from factorial fertilization experiments.
- No 483 Salminen, Sakari: Vuosien 1971—75 valtakunnallisia metsävaratietoja karttamuodossa.
A cartographic presentation of forest resources in Finland 1971—75.
- No 484 Aarne, Martti: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat 1979.
Removals and flows of commercial roundwood in Finland in 1979 by districts.
- No 485 Kurkela, Timo: Versosyöpä (*Gremmeniella abietina*) riukuasteen männiköissä.
Cancer and die-back of Scots pine at precommercial stage caused by *Gremmeniella abietina*.
- No 486 Oikarinen, Matti & Pyykkönen, Juhani: Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus turvekankaan hieskoivikon kehitykseen Pohjanmaalla.
The effect of thinning and fertilization on the growth of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained Myrtilus spruce swamp in Ostrobothnia.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomisteita 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.