



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI

748

Jukka Aarnio

VOIMAPERÄISTÄMISEN VAIKUTUS METSÄLÖN
PUUNTUOTANNON YKSITYISTALOUDELLISEEN
KANNATTAVUUTEEN

Intensive timber growing and profitability in private forestry

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

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

Puhelin: (90) 857 051
Phone:

Telex: 121286 metla sf
Telefax: (90) 625 308

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Eljas Pohtila
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittajat <i>Editors</i>	Seppo Oja Tommi Salonen

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 kymmenellä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetöimintää varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallista 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 ten 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 748

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1990

Jukka Aarnio

VOIMAPERÄISTÄMISEN VAIKUTUS METSÄLÖN PUUNTUOTANNON
YKSITYISTALOUDELLISEEN KANNATTAVUUTEEN

Intensive timber growing and profitability in private forestry

Approved on 16.2.1990

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
11. Puuntuotannon voimaperäistäminen	3
12. Tutkimustehtävä	5
2. METSÄLÖN PUUNTUOTANTOVAIHTOEHDOT JA NIIDEN EDULLISUUDEN MÄÄRITTÄMINEN	6
3. TUTKIMUSAINEISTO	8
31. Metsälöaineisto	8
32. Kasvun ennusteet	8
33. Tuotosten hinnoitteluperusteet	9
34. Kustannukset	10
35. Rahoitus	11
4. TULOKSET	13
41. Voimaperäisen puunkasvatuksen erillisvaikutukset	13
42. Katteiden nykyarvot	15
5. TULOSTEN TARKASTELU	17
KIRJALLISUUS — REFERENCES	20
SUMMARY	21
LIITTEET — APPENDICES	23

Aarnio, J. 1990. Voimaperäistämisen vaikutus metsälön puuntuotannon yksityistaloudelliseen kannattavuuteen. Summary: Intensive timber growing and profitability in private forestry. *Folia Forestalia* 748. 29 p.

Tutkimuksessa tarkastellaan voimaperäistämisen vaikutuksia kannattavuuteen eteläsuomalaisia yksityismetsiä edustavalla esimerkkimetsälöllä (35,6 ha). Puuston kasvu ja kehitys arvioitiin erillistutkimuksista saatujen mallien avulla metsikkökuviottain (22 kpl). Yksikköhinnat ja -kustannukset määritettiin voimassa olevan metsänparannuslain 1. rahoitusvyöhykkeelle.

Metsälöä kasvatettiin kahdella voimaperäisyystasolla. Tavanomaisessa vaihtoehdossa toteutettiin pelkästään lainsäädännön edellyttämät välttämättömät metsänhoitotyöt. Voimaperäisessä vaihtoehdossa noudatettiin investointipolitiikkaa, joka nykyisen metsänparannuslainsäädännön rahoitustuella on mahdollista toteuttaa. Metsänparannushankkeet rahoitettiin vaihtoehtoisesti valtion metsänparannusvaroin tai metsänomistajan omin varoin. Voimaperäistämisen ja rahoitustavan vaikutusta kannattavuuteen tarkasteltiin kateanalyysillä (nykyarvot).

Puunkasvatuksen voimaperäistäminen lisäsi vuotuisia hakkuumahdollisuuksia keskimäärin 10 %:lla. Tämän sekä puun laadun paranemisen (karsinta) johdosta kantorahatulot lisääntyivät runsaalla 10 %:lla. Kateperiaatteella lasketut nykyarvot verojen jälkeen osoittivat voimaperäisen kasvatusvaihtoehdon 10—19 %-yksikköä kannattavammaksi kuin tavanomaisen puunkasvatuksen. Metsänparannusvaroin toteutettu voimaperäistäminen antoi yksityismetsänomistajalle 2—3 %-yksikköä paremman katteen nykyarvon kuin omarahoitusvaihtoehto.

Keywords: forest improvement, intensive timber growing, forest holding, present net value.
ODC 65+24+67

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Department of Forest Economics, PL 37, SF-00381 Helsinki, Finland.

The profitability of usual and intensive timber growing alternatives are compared based on representative non-industrial private forest holding in southern Finland. The unit prices and costs are equal to those realized first financing zone of the Forest Improvement Law.

In the standard timber growing cases only the necessary silvicultural works carried out. Intensive growing cases kept to the investment policy eligible for aid under the present forest improvement legislation, which means very intensive timber growing. Investment projects was financed either by the state (aid and loan) or by the the forest owner. The profitability of the timber growing and financing alternatives are presented by incremental contribution profits (net present values).

The intensive timber growing increased the annual allowable cut by about 10 % while the quality of timber was improved by pruning. The intensive growing alternative gave c. 10 % more incomes from timber sales than the standard growing alternative.

The present net values of the contribution profits showed the intensive alternative to be 10—15 % more profitable than the standard one. The growing alternative financed by forest improvement funds was always the most profitable timber growing alternative for the private forest owner.

ISBN 951-40-1095-7
ISSN 0015-5543

Helsinki 1990. Valtion painatuskeskus

1. Johdanto

11. Puuntuotannon voimaperäistäminen

Lähinnä yksityismetsissä tapahtuvan metsänparannustoiminnan lisäämiseksi 1960-luvulla laadittiin useita voimaperäisyydeltään eristeisiä metsätalouden kehittämissuunnitelmia, jotka olivat perusteiltaan lähinnä biologis-teknisiä. Ohjelmien pääperiaatteet olivat puuntuotannon kestävyys ja pitkäjänteisyys. Julkisen vallan metsätaloudelle asettamat tavoitteet olivat sitävastoin yleensä taloudellisia ja sosiaalisia. Kehittämissuunnitelmien avulla julkinen valta pyrki edistämään koko kansantaloudelle asetettuja tavoitteita.

Ensimmäisenä 1960-luvulla laadittiin HKLN-ohjelma, jossa esitettiin metsänviljelyn ja ojitustoiminnan huomattavaa lisäämistä (Heikurainen ym. 1960). Kahden vuoden kuluttua edellisestä tehtiin uusi ns. Teho-ohjelma, jossa metsäalan asiantuntijaryhmä ehdotti lisäystä metsänviljelyyn, ojitukseen ja taimikonhoitoon. 1960-luvun alkupuolella laadittiin vielä MERA I-ohjelma (1964) sekä ns. laajennettu Teho-ohjelma. MERA II-ohjelmassa (1966) lisättiin vielä huomattavasti eri työmuotojen tavoitteita, mutta MERA III-ohjelmassa (1969) muiden metsänparannusten paitsi metsäteiden rakentamisen osalta tavoitelukuja jo supistettiin. 1960-luvun lopulla Talousneuvoston toimeksiannosta selvitettiin vielä metsä- ja puutalouden tuotantomahdollisuuksia vuosiksi 1970—2015 kolmen vaihtoehdoisen panosohjelman (perus, maksimi ja minimi) perusteella (Ervasti ym. 1970).

MERA-ohjelmat ja edellä mainitut muut metsätalouden kehittämissuunnitelmat olivat luonteeltaan erilaisia. HKLN-ohjelma ja Teho-ohjelmat perustuivat metsävarojen inventointeihin ja metsien kehittymismahdollisuuksia koskeviin tutkimuksiin. MERA-ohjelmien tavoitteena oli lisäksi löytää rahoitusmahdollisuudet puuntuotannon lisäämiselle.

Talousneuvoston toimeksiannosta valmistui vuonna 1985 ”Metsä 2000 -ohjelma”, jossa esitetään huomattavaa puunkasvatuksen voimaperäistämistä verrattuna 1980-luvun alkupuolella toteutuneeseen tasoon. Voimaperäistämistä esitetään erityisesti yksityismetsis-

sä tapahtuvaan puunkasvatukseen kuten aikaisemmissakin kehittämissuunnitelmissa.

Julkinen valta pyrkii metsänparannusvarojen avulla ohjaamaan yksityisten metsänomistajien investointikäyttäytymistä siten, että kansantaloudelle asetettuja tavoitteita voitaisiin edistää. Varsinaisina päätöksentekijöinä puuntuotannossa toimivat kuitenkin yksityiset metsätalouden harjoittajat, jotka pyrkivät kohottamaan omien tavoitteidensa saavutusastetta puunkasvatusta voimaperäistämällä. Keinoina voivat tällöin olla lähinnä metsänviljely, lannoitus, metsäteiden rakentaminen ja ojitus. Voimaperäistämisen vaikutukset konkretisoituvat tulevaisuudessa metsänomistajalle puun määrässä, laadussa ja saatavuudessa sekä puunkasvatuksen kustannustasossa.

Puunkasvatuksen kustannukset jaetaan töiden luonteen perusteella kahteen erään. Metsänhoitomenot koostuvat lähinnä uudistamisvaiheeseen liittyvistä töistä. Perusparannus- eli metsänparannusmenot vastaavasti muodostuvat erilaisten voimaperäistämistoimenpiteiden toteuttamisesta. Viime vuosina nämä kustannuserät yhdessä ovat olleet yksityismetsien osalta vähän yli 700 milj. markkaa vuodessa. Kokonaiskustannuksista metsänparannusmenojen osuus on ollut hieman vajaa puolet.

Nykyinen metsänparannuslaki astui voimaan toukokuun alussa 1987. Uusina työlajeina metsänparannuslakiin sisältyivät metsäojituksen kunnostus, pystypuiden karsinta ja kulotus. Aikaisemmat työläjit, metsäojitus, luontaisen uudistamisen edistäminen, metsänviljely, taimikonhoito ja metsäteiden rakentaminen, säilyivät myös uudessa metsänparannuslaissa. Valtio antaa rahoitustukea metsänparannuslain piiriin kuuluville töille, mutta niiden toteuttaminen on yksityiselle metsänomistajalle vapaaehtoista. Yksityismetsälain (412/67) piiriin eli uudistamisvaiheeseen liittyvät työt kuuluvat sitä vastoin metsänomistajien itsensä rahoitettaviksi. Metsänparannusvaroja myönnetään ainoastaan työlajeihin, joiden avulla on mahdollista kohottaa puuntuotosta.

Metsänparannusinvestointien edullisuus-

vertailuissa on ollut vallitsevana metsiköittäinen analyysi. Metsikkökohtainen tarkastelutapa vastaa kuitenkin vain harvoin todellista päätöksentekotilannetta esim. maatilametsäillä tai muissa metsätalousyrityksissä (Keipi 1972). Metsälötarkastelussa tulee keskeiseksi kysymykseksi: vaikuttavatko puuntuotantoon tehdyt investoinnit koko metsälön hakkuu- ja hoitosuunnitelmiin? Metsäekonomisessa kirjallisuudessa metsikkö- ja metsälötason analyysin välistä yhteyttä ei ole täysin tyydyttävästi ratkaistu, vaan ongelma on usein väistetty ns. normaalimetsä-käsitteen avulla (Paredes & Brodie 1989). Sen sijaan Johanssonin & Löfgrenin (1985) ns. lineaarisen metsän mallissa metsikön optimaalinen hakkuupäätös ei riipu metsälön ikäkaumasta, kun yksikkökustannukset ja -hinnat ovat vakiot riippumatta hakkuumääristä.

Yksityismetsänomistajan puuntuotantopäätökset koskevat toisaalta pelkästään yksittäistä metsikköä mutta toisaalta niillä on vaikutusta myös koko metsälön hakkuu- ja hoitosuunnitelmiin. Jokainen yksittäinen metsikkö voidaan käsitellä metsänomistajan tavoitteiden mukaan. Jos hänen tavoitteensa on voiton maksimointi, niin silloin metsikköä käsitellään tämän edullisuuskriteerin mukaisesti. Jos kaikkia metsiköitä käsitellään tällä kriteerillä, niin metsälön antama taloudellinen hyöty on suurin mahdollinen (Clutter ym. 1983). Metsälötason tarkastelussa otetaan kuitenkin huomioon myös muita tavoitteita ja rajoituksia. Tällöin metsälökohtainen hakkuu- ja hoitosuunnitelma ei enää vastaa metsikkökohtaista voiton maksimoinnin tavoitetta. Yksittäisen metsikön optimistrategiasta voidaan siis joutua luopumaan siirryttäessä metsikkötasolta metsälötasolle. Tämä merkitsee erillisten metsiköiden sisällyttämistä koko metsälön rajoituksia ja tavoitteita käsitteleväksi kokonaisoptimointitehtäväksi.

Metsätalouden suunnittelussa sovelletaan usein ns. kestävyuden periaatetta, mikä merkitsee, että metsälötasolla pyritään metsällisten operaatioiden tasaisuuteen. Vuositaitaisten hakkuiden tai tulojen tasoittaminen metsälötasolla merkitsee siten poikkeamista taloudellisesti tehokkaimmasta (metsikkötason rajoitteettomasta) strategiasta ja samalla metsänomistajan metsikkötasolla määritettyjen hyötyjen vähenemistä (Clutter ym. 1983). Buongiorno & Gilless (1987) ovat tarkastelleet erilaisten hakkuupolitiikkojen vaikutusta metsälön nykyarvoon lineaarisen ohjelmoin-

nin avulla erilaisten rajoitteiden vallitessa. ”Vapaa hakkuupolitiikka” tuotti korkeimman nykyarvon, mutta tämä käsittelyvaihtoehto oli useimmiten lainvastainen ja myös metsänomistajan tavoitteita (esim. tasaisuusvaatimus) vastaamaton. Buongiorno & Gilless (1987) totesivat metsälön hakkuu- ja hoitosuunnitelman riippuvan ratkaisevasti metsälön lähtötilanteesta sekä metsänomistajan tavoitefunktioista.

Nykyisten hakkuumäärien kasvattaminen puuntuotantoon tehtyjen investointien tulevaisuudessa odotettavissa olevan kasvunlisyksen johdosta tunnetaan ”hakkuusuunnitevaikutuksena” (allowable cut effect eli ACE). Sekä ”hakkuusuunnitevaikutukseen” että siihen perustuvaan tuottojen lisäykseen vaikuttaa merkittävästi olemassa oleva hakkuukypsä puusto (Hyde 1980). ACE-efektin huomioon ottaminen kannattavuuslaskelmissa saattaa kuitenkin antaa harhaisia tuloksia, koska kaikissa metsälöissä ei ole investoinneista huolimatta hakkuukypsiä metsiköitä. Metsää omistavat yritykset erityisesti Yhdysvalloissa ovat soveltaneet AC-mallia. Malliin on lisätty yrityskohtaiset rajoitukset ja realistisuusoletukset, jolloin on jouduttu poikkeamaan metsiköittäisistä optimistrategioista.

Metsänparannusvaroin toteutettuja yksittäistä metsikköä koskevia edullisuusvertailuja on tehty Suomessa lähinnä 1980-luvulla. Pääpaino tutkimuksissa on ollut turve- ja kangasmaiden kertalannoituksissa, joskin lähiaikoina julkaistaan verraten monipuolisesti myös kangasmaiden toistuvien lannoitusten edullisuutta koskevia tuloksia. Urealannoituksissa on Keipin & Laakkosen (1980) mukaan noin 90 %:n todennäköisyydellä odotettavissa Etelä-Suomen männiköissä omarahoituksella yli 12 %:n ja kuusikoissa vastavasti yli 7 %:n reaalin sisäinen korko. Päätehakkuikeisten kangasmetsien typpilannoituksissa kannattavuus oli samaa suuruusluokkaa (Laakkonen, Keipi & Lipas 1983). Turvemaiden varttuneissa männiköissä Hämäläinen & Laakkonen (1983) saivat metsänparannusrahoituksella NPK-lannoituksissa vajaan 20 %:n ja PK-lannoituksissa vajaan 40 %:n reaalin sisäisen koron. Yhtä korkeiksi muodostuivat myös korpikuusikoiden lannoitusten kannattavuusluvut ja edullisimmaksi lannoitustasoksi osoittautui 200–400 kg PK-lannosta hehtaarille (Hämäläinen ym. 1985). Aarnio (1985) totesi tarkastellessaan metsäojituksen yksityistaloudellista edulli-

suutta ojitetun metsikön kasvatuksen antavan 1–11 %-yksikköä suurempia sisäisiä korkoja kuin puunkasvatuksen vastaavalla ojittamattomalla suolla.

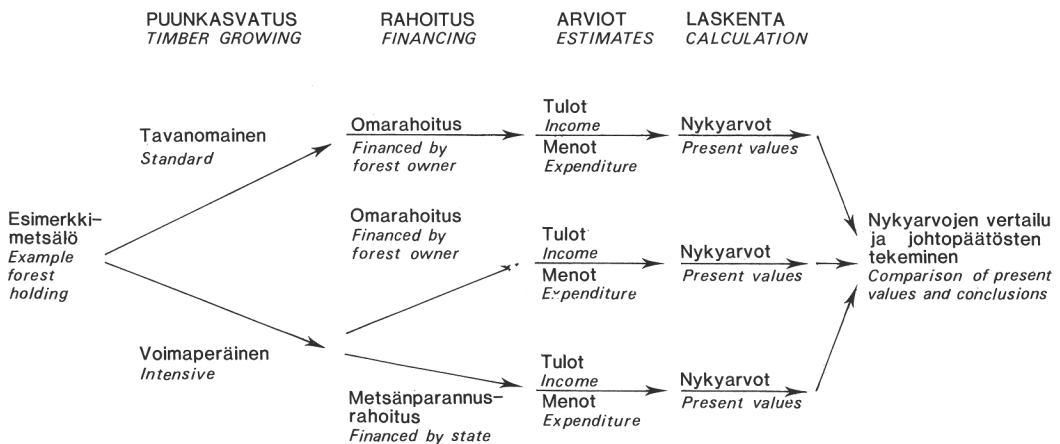
Puunkasvatuksen kannattavuuden selvittäminen metsälötasolla edellyttää eri voimaperäisyystasojen tuotosten sekä tulo- ja menovirtojen selvittämistä. Lähtötilanteessa vertailtavien metsälöiden olisi oltava täsmälleen samanlaisia metsikkökuvioittain, jotta puunkasvatuksen erilaisista voimaperäisyystasoista johtuvat tuotos-, kustannus- ja tuottoerot saataisiin riittävällä tarkkuudella selvitettyiksi. Käytännössä on mahdoton löytää kahta samanlaista metsälöä, joilla voitaisiin noudattaa puunkasvatuksessa eri voimaperäisyystasoja. Tämän tutkimuksen ongelman ratkaisemiseksi muodostettiin hypoteettinen esimerkkimetsälö, joka keskeisiltä tunnuksiltaan edustaa eteläsuomalaisia yksityismetsiä. Tuotoksen ja kannattavuuden erillistutkimuksista saatiin tietoja metsälön kehitysenneustien laatukselle. Tällä tavalla voitiin verrata tavanomaista ja voimaperäistä puunkasvatusvaihtoehtoa samassa metsälössä. Perusteluna metsälötarkastelulle oli synteestitiedon tarve. Erillistutkimuksista saadut kannattavuusluvut eivät osoita voimaperäistämisen kannattavuutta metsälötasolla. Toisaalta metsiköissä toteutetaan usein eri ajankohtina investointihankkeita, jotka vaikuttavat samanaikaisesti investointikohteessa eli on kysymys yhdistetyistä investoinneista.

12. Tutkimustehtävä

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on verrata ns. tavanomaisen ja voimaperäisen kasvatusvaihtoehdon kannattavuutta metsälötasolla nykyisen metsänparannus- ja yksityismetsälain sallimissa rajoissa. Lisäksi tavoitteena on tutkia rahoitustavan (oma- tai metsänparannusrahoitus) vaikutusta kannattavuuteen.

Lähtökohtana on valtakunnan metsien 7. inventoinnin tietojen perusteella muodostettu esimerkkimetsälö, joka edustaa pinta-alaltaan ja keskeisiltä metsikkö- ja metsälötunnuksiltaan eteläsuomalaisia yksityismetsiä. Tälle metsälölle laaditaan tavanomainen ja voimaperäinen puunkasvatusvaihtoehto, joille tehdään arviot tuloista ja menoista katteiden nykyarvojen laskemiseksi ja johtopäätösten tekemiseksi (kuva 1). Tutkimuksessa ei ole tarkoitus ratkaista kussakin metsikössä toteutettavien toimenpiteiden edullisuusjärjestystä tai yksittäisten metsiköiden käsittelyn edullisuutta, vaan osoittaa metsälön erään ”voimaperäistämispaketin” vaikutus puunkasvatuksen kannattavuuteen.

Yksityismetsänomistusrakenteen muuttamisen myötä metsänomistajien metsänomistukselle asettamat tavoitteet ovat muuttuneet. Monille, etenkin pienten metsälöiden, omistajille monikäyttöön liittyvät tavoitteet voivat olla tärkeämpiä kuin varsinainen puuntuotanto. Tässä työssä metsänomistaja keskittyy yksinomaan metsälönsä puuntuotantoon.



Kuva 1. Edullisuusvertailun yksinkertaistettu laskentakehikko.
Figure 1. Simple profitability calculation framework.

Tämä tutkimus kuuluu osana Metsäntutkimuslaitoksen metsäekonomian tutkimusosaston liiketaloudellisen metsäekonomian tutkimussuunnalla tehtäviin metsänparannusten liiketaloutta koskeviin tutkimuksiin. Apulaisprofessori Veli-Pekka Järveläinen ja erikoistutkija Mikko Tervo ovat olleet käsikirjoituksen ennakotarkastajina ja tehneet siihen varteen otettuja parannus-

ehdotuksia. Professori Jouko Hämäläinen ja erikoistutkija Markku Penttinen ovat myötävaikuttaneet tutkimuksen valmistumiseen arvokkailla käsikirjoitusta koskevilla parannusehdotuksilla. Esitän parhaat kiitokseni edellä mainituille sekä muille tutkimuksen valmistumiseen myötävaikuttaneille henkilöille.

2. Metsälön puuntuotantovaihtoehdot ja niiden edullisuuden määrittäminen

Edullisuusvertailuissa lähtökohtana ovat olleet lähinnä metsiköittäiset osittaismallit, joilla voidaan tutkia metsikön käsittelyvaihtoehtojen kannattavuusjärjestystä. Kokonaismallien avulla voidaan sen sijaan tarkastella metsikön käsittelyvaihtoehtoja koko metsälön tai päätöksentekijän koko taloustoiminnan puitteissa (Hämäläinen 1973). Tässä luvussa tarkastellaan puuntuotantovaihtojen määryytymistä sekä niiden edullisuuden määrittämismenetelmiä.

Esimerkkimetsälön nykypuustoa kasvatettiin metsikkökuvioittain kahdella vaihtoehdoisella voimaperäisyystasolla. Kummassakin vaihtoehdossa asetettiin tavoitepuustot ja määritettiin laskentajakson pituus (tässä tutkimuksessa ikuisuus). Metsälön suunnittelumalliin vaikuttivat merkittävästi yksityismetsälaissa annetut ohjeet ja rajoitukset, joiden antamissa rajoissa yksityismetsissä on toimitava. Toisaalta uusi metsänparannuslaki antaa rahoitusmahdollisuuden entistä voimaperäisempään puunkasvatukseen yksityismetsissä. Em. lait koskevat yksittäisiä metsiköitä eivätkä koko metsälöä. Esimerkkimetsälön eri metsikkökuvioiden käsittelyä voidaan siis pitää tässä mielessä toisistaan riippumattomina tapahtumina.

Metsälöstä realisoitaviin hakkuumääriin vaikuttavat etenkin yksityismetsälakiin sisältyvät rajoitukset (ensisijaiset rajoitteet) eli käytännössä Keskusmetsälautakunta Tapion antamat metsien käsittelyohjeet (1981) ja hakkuukriteerit. Nämä kriteerit

- leimausraja (pohjapinta-ala, m²/ha)
- uudistuskypsyysikä (vuotta)
- uudistuskypsyyden keskiläpimitat (cm)

määrittävät kussakin metsikössä aikaisimman mahdollisen hakkuuajankohdan. Näitä metsikkökohtaisia kriteerejä pidetään tässä yksityismetsänomistajan ensisijaisina rajoit-

teina hakkuusuunnitelmia tehtäessä.

Metsänomistajan koko yksityistaloutta koskevilla tavoitteilla saattaa olla suuri merkitys hakkuupäätöksiä tehtäessä. Tässä tutkimuksessa yksityismetsänomistajan hakkuumäärien oletettiin kuitenkin määräytyvän em. ensisijaisten kriteerien lisäksi vain metsänomistajan puuntuotantoon liittyvien tavoitteiden avulla. Tällaisina metsätalouden harjoittamisen toissijaisina kriteereinä voidaan pitää:

- vajaatuottoisten alueiden uudistamista,
- kestävyuden periaatetta ja
- ajallaan suoritettuja hoitotoimenpiteitä

Esimerkkimetsälössä vajaatuottoiset metsiköt saatetaan tuottokuntoon ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella. Käytännössä tämä merkitsee vajaatuottoisten alueiden uudistamista. Kymmenvuotiskausittain hakkuukertymien annetaan poiketa ainoastaan korkeintaan $\pm 10\%$ saman kauden kokonaiskasvusta. Tällä tavalla turvataan puuston määrällinen kestävyys. Puustopääoma säilyy tai se voi jopa kasvaa riippuen metsälön kehitysluokkajakaumasta. Edullisuusvertailun kannalta on välttämätöntä, että metsälön tavanomainen ja voimaperäinen kasvatusvaihtoehto perustuvat samoille kestävyyskriteereille.

Metsälöllä noudatettava hakkuu- ja hoitosuunnitelma määräytyy edellä esitettyjen metsänomistajan ensisijaisten ja toissijaisten kriteerien avulla. Tällä tavoin kummallekin puuntuotantovaihtoehdolle saatiin omat hakkuukertymät puutavaralajeittain edullisuusvertailun pohjaksi. Toisessa vaihtoehdossa puustopääomalle ei asetettu rajoituksia, vaan hakkuut suoritettiin eri voimaperäisyystasoilla aina välittömästi, kun oli saavutettu yksityismetsätalouden edistämisyjärjestöjen asettama minimiraja (leimausraja, uudistuskypsyysikä jne.). Muiden kriteerien osalta tämän

vaihtoehdon hakkuu- ja hoitosuunnitelma määrytyi edellä esitetyn perustein.

Klassisten partiaalimallien avulla verrataan keskenään tietyn aikaulottuvuuden investointivaihtoehtoja. Tällöin vertailtavina ovat tietyt investointihankkeet tai kasvatusvaihtoehdot. Metsätalouden investointilaskelmissa partiaalimallit sisältävät yleensä ainoastaan yhden metsikön toimintavaihtoehtojen vertailun. Tässä työssä vertailu koskee esimerkkimetsälöä, jolloin saatiin esille voimaperäistämisen kokonaisvaikutus metsälön talouteen nykyarvojen avulla ilmaistuna.

Nykyarvomenetelmässä investointiin liittyvät eriaikaiset tulo ja menot diskontataan tiettyyn vertailuajankohtaan. Se on yleensä investoinnin meno- ja tulotapahtumien alkamisajankohta. Sekä tuloille että menoille käytetään tavallisesti samaa laskentakorkokantaa ja investointiajanjaksoa. Edullisin investointivaihtoehto on tietyn edellytyksin se, josta saadaan korkein diskontattujen tulojen ja menojen erotus eli investoinnin nykyarvo (Honko 1969).

Metsälön puunkasvatusvaihtoehtojen (tavanomainen ja voimaperäinen) liiketaloudellinen edullisuusvertailu suoritettiin katetarkastelun avulla. Katteiden nykyarvoja vertaamalla voitiin osoittaa eri osatekijöiden vaikutus metsälön kasvatusvaihtoehtojen edullisuuteen (Hämäläinen 1973). Laskelmien yksityiskohtaiset tulokset esitettiin laskentakorkokannoilla 2—7 %.

Katelaskelmia varten selvitettiin vertailtavien kasvatusvaihtoehtojen vuosittaiset tulot ja menot. Laskelmien aikahorisontti ulottui ikuisuuteen. Näin vältettiin rajallisesta diskonttausajasta ja kummankin vaihtoehdon mahdollisesti vielä eri pitkästä laskentajaksoista aiheutuvat lisäoletukset (Hämäläinen 1973). Edullisuusvertailussa käytettävä diskontattujen tulojen ja menojen katelaskelmakaavio on seuraavanlainen:

Kantorahatulot

- Puunkasvatuksen metsänhoitomenot
- Puunkasvatuksen metsänparannusmenot

Puuntuotannon kate

- Hallinto- ym. yleismenot

Kate ennen veroja

- Metsänhoitomaksu
- Verot

Kate verojen jälkeen

Katetarkastelun lähtökohtana ovat siis kantorahatulot, jotka ovat ainoana tulokomponenttina edullisuustarkastelussa. Puunkasvatuksen menoja tarkasteltiin kahdessa erässä, jotta metsänhoitomenojen ja toisaalta varsinaisista metsänparannusinvestoinneista aiheutuvien menojen rahoitusosuudet saatiin esille. Näiden menojen vähentämisen jälkeen saatiin puuntuotannon kate. Katteeseen ennen veroja päästiin vähentämällä edellisestä katteesta vielä hallinto- ym. yleismenot. Maksettujen metsänhoitomaksujen ja verojen vähentämisen jälkeen saatiin metsänomistajalle jäävien nettotulojen nykyarvo eli kate verojen jälkeen. Tarkempaa analyysia varten puunkasvatuksen menot on mahdollista eritellä vielä esim. työlajeittain. Kateperiaatteella toteutettu laskentamenettely selviää seuraavasta kaavasta:

$$NPV = \sum_{t=1}^{\infty} I_t(1+i)^{-t} - \sum_{t=1}^{\infty} E_{S_t}(1+i)^{-t} - \sum_{t=1}^{\infty} E_{I_t}(1+i)^{-t} - \sum_{t=1}^{\infty} E_{A_t}(1+i)^{-t} - \sum_{t=1}^{\infty} (F_t + T_t)(1+i)^{-t}$$

NPV = nettonykyarvo

t = aika (tarkastelujakson alkuvuosi t=1)

i = laskentakorkokanta, 1/100

I_t = kantorahatulot vuonna t

E_{S_t} = puunkasvatuksen metsänhoitomenot vuonna t

E_{I_t} = puunkasvatuksen metsänparannusmenot vuonna t

E_{A_t} = hallinto- ym. yleismenot vuonna t

F_t = metsänhoitomaksu (veroluontoinen maksu) vuonna t

T_t = metsälön tuloverot vuonna t

Koko metsälön ikuisuudesta saakka diskontatuista kantorahatuloista vähennettiin diskontatut kustannukset osatekijöittäin. Tällä menettelyllä saatiin edellä esitetyn kaavion mukainen katteiden nykyarvojen kehitys esille aina tietyllä laskentakorkokannalla. Lopputulokseksi saatiin koko metsälön puunkasvatuksen nettotulojen nykyarvo. Kaava on identtinen edellä esitetyn katelaskelmakaavion kanssa, kun laskenta etenee kaavan mukaisesti osatekijöittäin.

3. Tutkimusaineisto

31. Metsälöaineisto

Voimaperäisen puunkasvatuksen kannattavuuden selvittäminen metsälötasolla edellyttää vertailukelpoisia metsäalueita. Käytännössä tällaisia lähtötilanteessa keskenään samanlaisia metsälöitä ei kuitenkaan ole olemassa. Tämän tutkimuksen aineisto perustuu valtakunnan metsien 7. inventoinnin tietoihin sekä tuotoksen kehitystä kuvaaviin erillistutkimuksiin, joiden avulla voitiin rakentaa hypoteettinen esimerkkimetsälö ja laatia kahden vaihtoehdoisen politiikan edellyttämät metsiköiden kehitysnusteet. Esimerkkimetsälöä muodostettaessa tärkeimmät muuttujat olivat ikä-, kehitys- ja veroluokkajakaumat.

Etelä-Suomessa metsämaan osuus koko metsätalouden maasta on noin 92 % ja yksityismetsien keskipinta-ala on yli 5 hehtaarin metsälöissä noin 35 hehtaaria. Metsämaan veroluokkajakauma Etelä-Suomen yksityismetsissä on seuraavanlainen (Metsätalostollinen vuosikirja 1985):

I A	19,4 %
I B	32,7 %
II	27,1 %
III	13,7 %
IV	7,1 %
Yhteensä	100,0 %

Valtakunnan metsien inventoinnin (1977—1984) mukaan Etelä-Suomen yksityismetsien puuston keskitilavuus metsämaalla on 106,8 m³/ha ja puuston vuotuinen kasvu 4,9 m³/ha. Suurin tilavuus (186 m³/ha) on luonnollisesti uudistuskypsissä metsiköissä; varttuneissa kasvatusmetsiköissäkin se on 167 m³/ha. Muissa kehitysluokissa keskitilavuus jää alle sadan. Seuraavasta asetelmasta näkyvät puuston kehitysluokittaiset %-osuudet metsämaan pinta-alasta Etelä-Suomen yksityismetsissä:

Aukea tai siemenpuusto	2,4 %
Pieni taimisto	8,0 %
Varttunut taimisto	15,4 %
Nuori kasvatusmetsikkö	19,8 %
Varttunut kasvatusmetsikkö	27,3 %
Uudistuskypsä metsikkö	16,0 %
Suojuspuumetsikkö	1,8 %
Vajaatuottoinen metsikkö	9,3 %
Yhteensä	100,0 %

Taimikkojen ja riukuvaiheen metsien osuus on noin 25 %. Nuorten ja varttuneiden kasvatusmetsien osuus on lähes puolet koko pinta-alasta. Vajaatuottoisten metsiköiden osuus yksityismetsissä on vielä nykyisin vajaa 10 %.

Metsiköiden ikärakenne on Etelä-Suomen yksityismetsissä seuraavanlainen (Metsätalostollinen vuosikirja 1985):

ikäluokka	% alasta
puuton	2,6
1—20	19,0
21—40	16,4
41—60	17,0
61—80	19,6
81—100	15,3
101—120	6,9
121—140	2,3
141+	0,9
Yhteensä	100,0

Etelä-Suomen yksityismetsien melko tehokkaan hyödyntämisen ansiosta puuttomien ja alle 40-vuotiaiden metsiköiden osuus on lähes 40 % pinta-alasta. Toisaalta selvästi yli-ikäisten eli yli 100-vuotiaiden metsiköiden osuus on noin 10 % pinta-alasta.

Em. tietojen perusteella konstruointiin esimerkkimetsälö, joka keskeisiltä ominaisuuksiltaan edustaa keskimääräistä eteläsuomalaista yksityismetsälöä. Esimerkkimetsälö käsittää 35,6 hehtaaria metsämaata ja koostuu 22 metsikkökuvioista (ks. liite 1). Kivennäis- ja turvemaiden (ojikko, muuttuma, turvekangas) pinta-alaosuudet koko metsälössä määräytyivät myös valtakunnan metsien inventoinnin tietojen perusteella.

Esimerkkimetsälön puuston kokonaistilavuus on 3 770 m³, josta männyn osuus on 44 % ja kuusen 46 %. Esimerkkimetsälössä rajoitetaan ns. puhtaisiin metsiköihin, koska kehitys- ja tuotostenusteet joudutaan yleensä rajoittamaan yhden puulajin metsiköihin. Kasvuennusteiden laatimisessa tämä menettely on ainoa luotettava vaihtoehto, koska nykyiset talousmetsiä koskevat tutkimustulokset perustuvat useimmiten yhden puulajin metsiköihin. Sekametsiköiden kasvua on toistaiseksi tutkittu melko vähän. Lisäksi nykyisen viljelymetsätalouden aikana perustetut metsiköt ovat suurelta osin melko puhtaita yhden puulajin metsiköitä ja käytettävissä olevat tutkimustiedot metsänparannustoimenpiteillä aikaansaaduista tuotosten lisäksi rajoittuvat yhden puulajin metsiköihin. Koko metsälön puitteissa puuston lähtötiedot noudattavat kuitenkin valtakunnan metsien inventoinnin tietoihin perustuvia puulajisuhteita.

32. Kasvun ennusteet

Lähtökohtana esimerkkimetsälön metsiköiden kehitysnusteille olivat kuvioittaiset metsikkötiedot. Kasvun ennustamisessa käytettiin Nyssösen & Mielikäisen (1978) ja Oikarisen (1983) kasvufunktioita sekä Vuokilan & Väliahon (1980) viljeltyjen havumetsiköiden kasvuyhtälöitä. Metsälön tavoitepuuston poikkeamina nykypuustosta sallittiin ± 10 % tilavuudesta kymmenvuo-

tiskausittain. Aikahorisonttina oli ikuisuus eli kuvioitaiset puusukupolvet toistuvat metsälölle annettujen rajoitteiden puitteissa.

Lähtötilanteessa alle 30-vuotiaiden havupuumetsiköiden kasvun ennustamisessa käytettiin Vuokilan & Väliahon (1980) kasvatusmalleja. Samoin ns. seuraajametsiköiden eli ensimmäistä tarkasteltavaa puusukupolvea seuraavien metsiköiden kehitys arvioitiin em. kasvatusmallien avulla. Lähtötilanteessa yli 30-vuotiaissa metsiköissä kasvun ennustamiseen käytettiin Nyssösen & Mielikäisen (1978) tilavuuskasvun yhtälöitä. Nämä kasvumallit soveltuvat nimenomaan Suomen eteläpuoliskon metsiköiden kasvun arviointiin. Rauduskoi- vikoiden kasvu arvioitiin Oikarisen (1983) kehittämistä kasvumalleista johdettujen korjattujen mallien avulla.

Vuokilan ja Väliahon kasvatusmalleissa on useita harvennusvoimakkuuksia. Tässä tutkimuksessa käytettiin 30 %:n poistumaa harvennusta kohti, jolloin metsikön kiertoaikana tehtiin yleensä 3 harvennushakkuuta. Nyssösen & Mielikäisen kasvufunktioilla arvioiduissa metsiköissä käytettiin Tapion harvennusmalleja. Tällöin tilavuuden poistoprosentti harvennuksissa oli likimain 30. Alaharvennuseriaatteella tämä merkitsee runkoluvusta laskien 35–45 %:n poistumaa harvennuskertaa kohti.

Kilkin & Siitosen (1975) puutavaralajimalleilla selvitetiin hakkuupoistuman rakenne niille metsiköille, joiden kasvun ennustamisessa oli käytetty Nyssösen ja Mielikäisen kasvuyhtälöitä. Ensiksi mainitut mallit soveltuvat parhaiten nykyisten luonnonmetsien hakkuupoistumien arviointiin. Viljelymetsiköissä käytettiin Vuokilan & Väliahon (1980) kasvatusmalleissa esitettyjä puutavaralajimalleja.

Metsänparannustoimenpiteillä voidaan huomattavasti kohottaa metsälön puuntuotosta. Etenkin soiden ojituksilla voidaan myös pitkällä tähtäyksellä vaikuttaa kasvuun. Luonnontilaisten soiden kasvuluvut perustuvat Heikuraisen (1971) tutkimustuloksiin sekä valtakunnan metsien 6. ja 7. inventoinnin tietoihin. Ojitettujen soiden kasvun ennustamisessa käytettiin Heikuraisen (1959) ja Aarnion (1985) julkaisuissa esitettyjä tuotoslukuja. Tämä koski nimenomaan ojitusinvestoinnin alkuvaihetta. Sen sijaan turvekangas-asteella käytettiin vastaavien kangasmaiden metsätyyppien tuotoslukuja.

Lannoituksilla voidaan vaikuttaa sekä lyhyellä että pitkällä tähtäyksellä metsälön hakkuupoistuman määrään ja rakenteeseen. Tavanomaisessa kasvatusvaihtoehdossa lannoituksia eikä uudisojituksia sen sijaan oletettu suoritettavan.

Lannoitukset aloitettiin voimaperäisessä kasvatusvaihtoehdossa ensiharvennusten jälkeen. Lannoituksia suoritettiin OMT- ja MT-kuusikoissa sekä MT- ja VT-männiköissä. Kangasmaiden lannoitusreaktiot arvioitiin Kukkolan & Saramäen (1983) kasvunlisäysmallin avulla. Männiköissä vaikutusaika oli 8 vuotta ja vuotuinen kasvunlisäys 1,4–1,9 m³/ha. Kuusikoissa vastaava vuotuinen kasvunlisäys oli 1,5–2,1 m³/ha vaikutusajan ollessa 9 vuotta. Suurimmat kasvunlisäykset saatiin sekä männiköissä että kuusikossa nuorissa kasvatusmetsiköissä ja pienimmät lisäykset uudistuskypsissä metsiköissä. Tällöin typen kerta-annos oli 150 kg/ha. Harvennuksen jälkeen metsikkö sopeutuu muuttuneeseen

tilanteeseen. Tämän vuoksi seuraava lannoituskerta toteutettiin vasta 2–3 vuoden kuluttua harvennuksesta, mm. jotta välttyttäisiin mahdollisilta lumi- ja myrskytuhoilta (Laiho 1987). Näillä edellytyksillä lannoitus toteutettiin 10–12 vuoden välein voimaperäisessä kasvatusvaihtoehdossa. Korpikuusikoissa ja rämemänniköissä saatiin 1,0–1,4 m³:n vuotuinen kasvunlisäys (vaikutusaika 12 vuotta) kehitysluokasta riippuen (Hämäläinen ym. 1985). Lannoitteena käytettiin tällöin 400 kg/ha suometsien PK-lannosta. Lannoituksella voitiin aikais- taan Keskusmetsälautakunta Tapion asettamien hakkuukriteerien saavuttamista tai toisaalta lisätä hakkuukertymien määrää.

Kuvioitaiset kasvun ennusteet olivat lähtökohtana koko metsälön puuntuotosta määritettäessä. Metsikkötietojen perusteella selvitetiin vuotuiset hakkuumahdollisuudet erikseen metsälön tavanomaiselle ja voimaperäiselle kasvatusvaihtoehdolle. Hakkuiden määrääytymisessä sovellettiin luvussa 2 esitettyjä metsätalouden harjoittamisen ensisijaisia ja toissijaisia kriteereitä (rajoitteita). Liitteessä 2 on esitetty metsikkökuvioittain näin saatu metsälön hakkuuohjelma ensimmäisen 70 vuotisjakson aikana molemmilla voimaperäisyytasoilla. Lisäksi samasta liitteestä ilmenee metsälössä toteutuneiden perusparannus- ja metsänhoitotoimenpiteiden ajoittuminen. Voimaperäisessä vaihtoehdossa metsänparannusvarojen käytöllä lisättiin puuntuotosta (lisäys hakkuumahdollisuuksissa), mutta karsinnalla (luku 34) sen sijaan ei ole vaikutusta tuotoslukuihin vaan pelkästään puun laatuun. Kaikilla voimaperäistämistoimenpiteillä on kuitenkin vaikutuksensa metsälön puunkasvatuksen kannattavuuteen.

33. Tuotosten hinnoitteluperusteet

Kantohinnat olivat pääsääntöisesti reaalisesti nousevia aina 1980-luvulle asti. Tällä vuosikymmenellä joidenkin puutavaralajien reaalin kantohinta on kuitenkin ollut jopa jyrkästi laskeva. Lisäksi muuttuneet laatuvaatimukset ovat oleellisesti vaikuttaneet kantohintoihin sekä hakkuukertymistä saataviin puutavaralajiosuuksiin. Viimeaikaisen raakapuu- ja vientimarkkinoilla tapahtuneen kehityksen johdosta voidaan tulevaisuuden kantohintojen ennustamista pitää vaikeana. Kantohintojen ja hintasuhteiden kehitys on kuitenkin tärkeä osatekijä metsänomistajan tehdessä puuntuotantopäätöksiä. Hintasuhteiden muutokset saattavat muuttaa merkittävästi hakkuissa kertyviä puutavaralajiosuuksia (apteeraus). Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan pyritty ennustamaan kantohintojen kehitystä.

Tutkimuksen esimerkkimetsälö edustaa Etelä-Suomea. Metsänparannustöiden rahoitustuki on porrastettu alueellisesti (8 rahoitusvyöhykettä). Rahoituksen, kustannusten sekä kantohintojen osalta tässä tutkimuksessa käytettiin metsänparannustuen 1. rahoitusvyöhykkeen mukaista aluejakoa. Tämä vyöhyke rajoittuu eteläisimpään Suomeen (ks. kuva 2 luvussa 35). Laskelmissa käytettävät puutavaralajeittaiset kantohinnat määritettiin tämän alueen piirimetsälautakuntien hakkuumäärillä painotettuina keskiarvoina. Laskentajankohda on vuoden 1985 alku. Myös tutkimuksessa

Taulukko 1. Hakkuupoistumien hinnoittamisessa käytetyt perusleimikon kantohinnat.

Table 1. The stumpage prices of the basic stand marked for cutting.

Puulaji <i>Tree species</i>	Kantohinta, mk/m ³ <i>Stumpage price, FIM/m³</i>	
	Tukki <i>Sawlog</i>	Kuitu <i>Pulpwood</i>
Mänty <i>Pine</i>	209	88
Kuusi <i>Spruce</i>	163	89
Koivu <i>Birch</i>	193	61

käytettävät kustannustiedot perustuvat samaan ajankohtaan. Edellä esitettyjen epävarmuustekijöiden vuoksi tässä tutkimuksessa ei käytetty mainitun ajankohdan kantohintojen trendiarvoja, koska ne muodostuivat etenkin pitkän aikavälin hintasarjojen perusteella huomattavasti suuremmiksi kuin ajankohdan todelliset kantohinnat. Lisäksi tällä vuosikymmenellä puulajeittaiset ja puutavaralajeittaiset hintasuhteet ovat vaihdelleet hyvin voimakkaasti. Tämä olisi siten myös vaikeuttanut kantohintojen ennustamista pelkästään trendiarvojen avulla. Tulot ja menot määritettiin siis vuoden 1985 alun hintatasossa ja rahanarvossa. Taulukossa 1 on esitetty tutkimuksessa käytetyt peruskantohinnat.

Taulukon 1 hinnat tarkoittavat ns. perusleimikon kantohintoja, joihin tehtiin leimikkokohtaiset lisäykset ja vähennykset yksikköhinnan korjaustekijöiden mukaisesti. Metsälöistä hakattava puumäärä oletettiin myytävän vuosittain yhdellä metsänhakuusopimuksella. Lisäksi leimikon keskimääräisen metsäkuljetusmatkan oletettiin olevan 300—400 metriä Etelä-Suomen metsien suhteellisen runsaan metsätieverkoston takia. Tällöin yksikköhinnan korjaus oli 0 markkaa. Laskelmissa käytettiin hakkuuvuoden 1984/85 hintasuositussopimuksen mukaisia yksikköhinnan korjaustekijöitä (ks. liite 3).

Liitteessä esitetyt yksikköhinnan korjaukset koskevat metsälön sekä voimaperäistä että tavanomaista kasvatusvaihtoehtoa. Muista hinnoittelutekijöistä on otettava lisäksi huomioon pystykarsintalisä, jota maksetaan todistettavasti pystyynkarsittujen runkojen koko tukki-osalle. Tässä tutkimuksessa käytettiin pystykarsintalisänä 60 mk/m³, joka on hakkuuvuosien 1986/87 ja 1987/88 hintasuositussopimuksien keskiarvo. Pystykarsintaa tehtiin pelkästään voimaperäisessä kasvatusvaihtoehdossa.

34. Kustannukset

Metsälön puunkasvatuksen kustannukset liittyvät metsänhoito- ja perusparannustöihin. Metsänhoidosta aiheutuu kustannuksia metsikön uudistamisvaiheessa. Tällöin metsänomistajan on toteutettava uudistamiseen liittyvät työt, jotta ko. alueelle myönnettäisiin taimetutuksen jälkeen verovapaus. Sen sijaan perusparannus-

töillä kohotetaan puun tuotosta ja laatua sekä parannetaan puun saatavuutta. Ne ovat vapaaehtoisia metsänomistajalle.

Metsänhoito- ja perusparannustöitä toteutetaan sekä metsänomistajien omin varoin että valtion myöntämän metsänparannusrahoituksen turvin. Työlajeittaiset kustannukset määritettiin tässä tutkimuksessa uuden metsänparannuslain mukaiselle 1. rahoitusvyöhykkeelle. Työlajeittaiset keskiarvot laskettiin piirimetsälautakuntien ja metsänparannuspiirien alueittain (Metsätalastollinen vuosikirja 1986, Tapion vuosikirja 1985). Laskelmissa käytettiin seuraavia työlajeittaisia yksikkökustannuksia (mk/ha):

uudistusalan raivaus	280
maanmuokkaus (laikutus, äestys)	560
istutus (työ + taimet)	2120
taimikonhoito	560
metsäojitus	690
kunnostusojitus	260
karsinta	1720
lannoitus	570—1020

Kaikissa uudistettavissa metsiköissä suoritettiin raivaus. Samoin kaikilla kangasmaiden luontaisesti ja viljelemällä uudistettavilla aloilla tehtiin maanmuokkaus. Kaikki OMT:n ja MT:n kangasmaat uudistettiin viljelemällä. Puolukkatyyppin (VT) kangasmaat uudistettiin sekä istuttamalla että luontaisesti siten, että kummankin menetelmän pinta-alaosuus oli aina likimain puolet VT:n kokonaispinta-alasta laskettuna tarkastelujakson alusta. VT:ä karummat kangasmaat sekä turvekankaat uudistettiin luontaisesti. Em. uudistamisvaiheen työt rahoitettiin metsänomistajan omin varoin, mikäli ei ollut kyseessä vajaatuottoisen metsikön uudistaminen, joka on mahdollista toteuttaa metsänparannusrahoituksella.

Taimikonhoitoa tehtiin mustikkatyyppin ja sitä rehevämmillä kasvupaikoilla kaksi kertaa kiertoaajassa. Tämä merkitsi työn toteuttamista 5 ja 9 vuotta viljelyn jälkeen. Toisella taimikonhoitokerralla oli mahdollisuus käyttää metsänparannusvaroja. MT:ä karummissa kasvupaikoilla tehtiin taimikonhoitotyö yhden kerran. Metsänkasvatuskelpoisilla turvemilla tehtiin uudisojitus. Kunnostusojitus suoritettiin aina välittömästi pätehtäkuun jälkeen ja muuna aikana 25 vuoden välein.

Metsälön voimaperäisessä kasvatusvaihtoehdossa toteutettiin MT- ja VT-männiköissä yksivaiheinen pystykarsinta. Työ tehtiin 2 vuotta ensiharvennuksen jälkeen, jolloin karsittiin 400—500 runkoa hehtaarilla. Kustannus runkoa kohden oli noin 4 markkaa. Pienimmät lannoituskustannukset (570 mk/ha) olivat turvemilla, joilla annettiin Suometsin PK-lannosta 400 kg/ha (vrt. Hämäläinen ym. 1985). OMT- ja MT-kuusikot lannoitettiin Metsän NP-lannoksella (tyypeä 150 kg/ha kerta-lannoituksella). Lannoitettavien männiköiden lannoitukset aloitettiin Oulunsalpietarilla (tyypeä 150 kg/ha). Jatkolannoituksissa annettiin vuorotellen Metsän NP-lannosta ja Oulunsalpietaria. Korkein hehtaarikustannus oli Metsän NP-lannoksella (1020 mk). Liitteessä 2 on esitetty yksityiskohtainen kaavio toteutuneista metsänhoito- ja perusparannustöistä molemmilla voimaperäisyyssysteillä.

Metsänomistajan metsätalouden veronalainen tulo määräytyy lähinnä keskimääräisten tuottoerusteiden mukaan. Verotettavaan puhtaaseen tuottoon metsänomistaja voi vaikuttaa kuitenkin määräaikaisten verohuojennusten ja tilakohtaisten vähennysten avulla. Metsälön veroluokkajakauma on pohjana metsämaan puhtaan tuoton määrittämiselle. Laskelmissa käytetyt metsänparannusten 1. rahoitusvyöhykkeen keskimääräiset veroluokittaiset metsäveroluvut ovat seuraavat:

IA	IB	II	III	IV
6,4	5,7	3,9	2,6	1,4

Esimerkkimetsälön verokuutiometriä määräksi saatiin 165,5 kuutiometriä vuotta kohden. Kun alueen keskimääräinen verokuutiometriä raha-arvo oli 94,30 markkaa. Metsälön metsämaan puhdas tuotto oli siten 15 610 markkaa vuodessa.

Verotuksessa lähtökohtana on metsämaan puhdas tuotto, josta tehdään metsälökohtaiset vähennykset. Lopputuloksena saadaan verotettava puhdas tuotto seuraavasti:

metsämaan puhdas tuotto	
— metsänhoitomaksu	
— taimikoiden verohuojennus	
— metsätaloussuunnitelman laatimisesta aiheutuneet menot	
— metsään kohdistuvien lainojen korot	
— täydennysojituksista sekä ojien perkauksesta aiheutuneet menot	
— metsitettyjen peltojen ja ojitusaluiden verovapaus	} voimaperäistämistä aiheutuneet menot
— 30 % metsäautoteiden rakentamismenoista	
— kasvatuslannoitteiden hankintamenot	
— metsänparannuslainojen korot	
— metsänparannuslainojen korot	
= verotettava puhdas tuotto	

Vähennykset otetaan huomioon verotuksessa hankkeiden valmistumisvuonna. Mikäli jonakin vuonna vähennyskelpoisten menojen määrä on suurempi kuin metsälön puhdas tuotto, niin ylimenevä osa vähennyksistä on mahdollista siirtää seuraavaan verovuoteen tai seuraaviin verovuosiin. Viisi ensimmäistä vähennyserää ovat tyypillisiä molemmille kasvatusvaihtoehdoille. Muut vähennyserät ovat sen sijaan mahdollisia ainoastaan voimaperäisessä kasvatusvaihtoehdossa.

Tarkasteltavan alueen keskimääräinen metsänhoitomaksusadannes on 4,2. Tämä merkitsee vuosittain 655 markan metsänhoitomaksua. Esimerkkimetsälön keskimääräinen hehtaarikohtainen puhdas tuotto oli 438 markkaa. Yhtä taimikkohehtaaria kohden saatiin siten $7 \times 438 \text{ mk} = 3066$ markan suuruinen verovapaus, joka vastasi 10 vuoden verovapauden nykyarvoa uudistusalan hehtaaria kohden metsänparannustuen 1. rahoitusvyöhykkeessä (Laki metsätalouden verohuojennuksista, 1979). Verohuojennus myönnetään 6 vuoden kuluttua viljelystä tai 10 vuoden kuluttua luontaiseen uudistamiseen tähtäävästä hakkuusta.

Tilakohtaiset vähennykset otettiin huomioon edulli-

suuslaskelmissa hankkeiden valmistumisvuonna. Näiden vähennysten jälkeen saatiin metsänomistajan muihin tuloihin lisättävä metsämaan verotettava puhdas tuotto. Maatilatalouden yritys- ja tulotilastosta (1987) on saatu ko. alueen maatilametsänomistajien keskimääräiseksi veroprosentiksi 30. Tämä merkitsee vuosittain ilman verovapauksia ja tilakohtaisia vähennyksiä noin 4500 markan veron määrää metsänomistajalle.

Metsälön hoidosta aiheutuu myös erilaisia hallinnollisia kustannuksia, joiden erittely metsikkökuvioittain tai työlajeittain on vaikeaa. Tällaisia kustannuksia syntyy vakuutusmaksuista, leimauksista, luovutusmittauksista, lannoitus- ja ojitushankkeiden toteuttamisesta jne. Hallinto- ym. yleismenot olivat sitä suurempia mitä voimaperäisemmästä puunkasvatuksesta oli kysymys. Metsälön tavanomaisessa kasvatusvaihtoehdossa vuotuisiksi hallinto- ym. yleismenoiksi arvioitiin 14 mk/ha ja voimaperäisessä vaihtoehdossa 17 mk/ha. Vajaan 10 markan vakuutusmaksut hehtaarilta olivat molemmissa kasvatusvaihtoehdoissa yhtä suuret. Vuotuisiksi leimauksikustannuksiksi metsälöä kohden arvioitiin 150 markkaa eli 0,5 päivän leimaustaksa.

35. Rahoitus

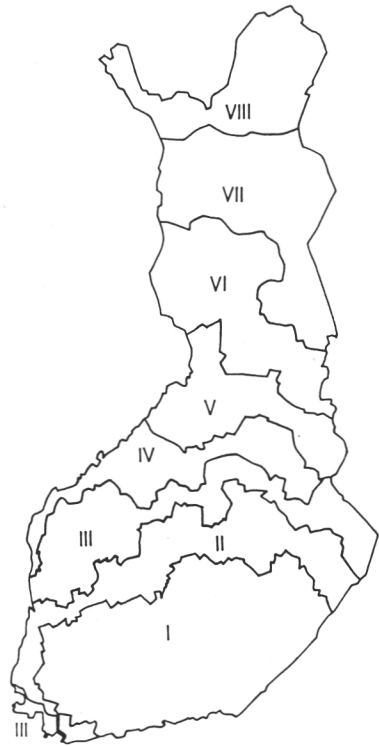
Metsänhoitomenot sisältävät uudistamisvaiheeseen liittyvät menot mukaan lukien kiertoajan ensimmäisen taimikonhoitokerran. Mikäli taimikonhoito suoritettiin ko. metsikössä kaksi kertaa, niin toinen hoitokerta rahoitettiin metsänparannusvaroilla. Perusparannukset sisältävät voimaperäistetyn puunkasvatuksen menoja. Uudistamisvaiheen metsänhoitotyöt rahoitetaan metsänomistajan omin varoin. Viime aikoihin saakka yleisin menettely on ollut suunnitelmakohtaisen vakuustalituksen tekeminen sulkutilille pankkiin. Talletusvarat otetaan yleensä uudistettavaan alueen kantorahatuloista. Vakuustalletusvaroista maksetaan sitten töiden toteuttamisen jälkeen niistä aiheutuneet kustannukset. Viime vuosina metsänhoidon rahoitusjärjestelmiä on laajennettu. Pankit ovat alkaneet myöntää suunnitelma- ja metsänomistajakohtaisia pankkitakauksia sekä metsänomistajakohtaisia vakuuksia. Tässä tutkimuksessa oletettiin käytettävän näitä voimakkaasti yleistäviä rahoitustapoja, jolloin menot ajoittuvat metsänhoitotöiden toteuttamisvuosiksi.

Valtio tukee metsänparannusinvestointien rahoitusta lainoin ja avustuksin. Metsänparannusvaroja myönnetään yksityisille metsänomistajille, perikunnille, yhteismetsille, tiekunnille ja maatilatalouden perheyhtiöille. Valtio maksaa metsänparannussuunnitelmien laatimisen ja työnjohdon kustannukset. Se rahoittaa metsänparannushankkeita myöntämällä lainaa ja avustusta sekä ennakkorahoitusta. Rahoitustuki vaihtelee työlajeittain ja alueittain. Tätä varten maa on jaettu 8 rahoitusvyöhykkeeseen (Metsänparannusasetus 1987). Tässä tutkimuksessa rajoitettiin 1. vyöhykkeeseen, joka puuntuotoksen kannalta on tärkein alue (ks. kuva 2).

Yleisin rahoitustapa on metsänparannuslaina, joka kattaa täysimääräisesti avustusten yli jäävän osan hankkeen kustannuksista. Pienin myönnettävä laina on 1 000 markkaa. Lainaehtot on esitetty työlajeittain ja

alueittain taulukossa 2. Kokonaan avustuksena maksetaan välttämättömien tarvikkeiden hankinnasta aiheutuneet menot sekä metsänlannoituksessa käytettävän lannoitteen hintaan sisältyvä valmistevero. Avustusta työkustannuksiin myönnetään hankkeen sijainnin ja työläjin mukaan (ks. taulukko 2). Uudessa metsänparannuslaissa siirryttiin työläjeittäin ja vyöhykeittäin ns. tasa-avustukseen. Tällöin jokainen samalla alueella metsää omistava henkilö saa yhtä suuren avustusprosentin kokonaiskustannuksista riippumatta tulo- ja varallisuustasosta. Laskelmissa esitetään myös vaihtoehtoinen metsänparannushankkeiden rahoitustapa eli kokonaan omarahoitus. Tällä rahoitusmenettelyllä voidaan hankkeet toteuttaa mahdollisimman nopeasti. Liitteessä 4 on esitetty metsälön suunnittelumallilla saadun hakkuu- ja hoitosuunnitelman tulot ja menot ensimmäisten 70 vuoden aikana.

Metsänparannuslainoissa on aluksi työläjistä ja rahoitusvyöhykkeestä riippuen 2—8 vapaavuotta. Tänä aikana lainasta ei peritä korkoa eikä lyhennystä. Metsänparannuslainan saaminen edellyttää alueen kunnossapitoa 20 vuotta hankkeen valmistumisen jälkeen. Metsänparannuslainan edullisuutta lisää se, että lainaa ei ole sidottu indeksiin. Mitä enemmän lainalla on vapaavuosia ja mitä korkeampi on inflaatio, sitä pienemmäksi lainan takaisinmaksu reaaliarvoltaan muodostuu metsänomistajalle. Tässä tutkimuksessa käytettiin pitkän ajanjakson keskimääräistä inflaatio sadannesta, joka on ollut 7. Tällöin pitkäaikaisimmissa (maksuaika 24 vuotta) metsänparannuslainoissa lainan vuotuismaksujen reaaliarvojen summa on 11—57 % alkuperäisestä lainasummasta vapaavuosista ja avustusmäärästä riippuen. Tässä tutkimuksessa kyseinen prosentti on 57.



Kuva 2. Metsänparannustuen rahoitusvyöhykkeet.
Figure 2. The financing zones of the forest improvement legislation.

Taulukko 2. Metsänparannustöiden rahoitusehdot työläjeittäin ja rahoitusvyöhykeittäin.
Table 2. The financial conditions of the forest improvement works by financing zones and tasks.

Työläji Task	Laina Loan			Avustus-%/Lainan vapaavuodet Aid-%/Interest free years of the loan							
	Korko Interest %	Vuotuismaksu Yearly payment %	Maksuaika, v Term of payment, years	Rahoitusvyöhyke Financing zone							
				I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Metsänuudistaminen Regeneration											
Kulotus Prescribed burning	3	6	24	0/2	10/2	20/4	30/4	40/6	50/6	60/8	70/8
Taimikonhoito Seedling management											
Metsäojitus Ditching											
Pystypuiden karsinta Pruning											
Metsäojituksen kunnostus Repairing of ditches	3	10	13	0/2	5/2	10/2	20/2	30/2	40/2	50/2	50/2
Metsätien tekeminen Construction of forest road											
Metsänlannoitus Forest fertilization	5	18	7	0/2	5/2	10/2	20/2	30/2	40/2	50/2	50/2

4. Tulokset

41. Voimaperäisen puunkasvatuksen erillisvaikutukset

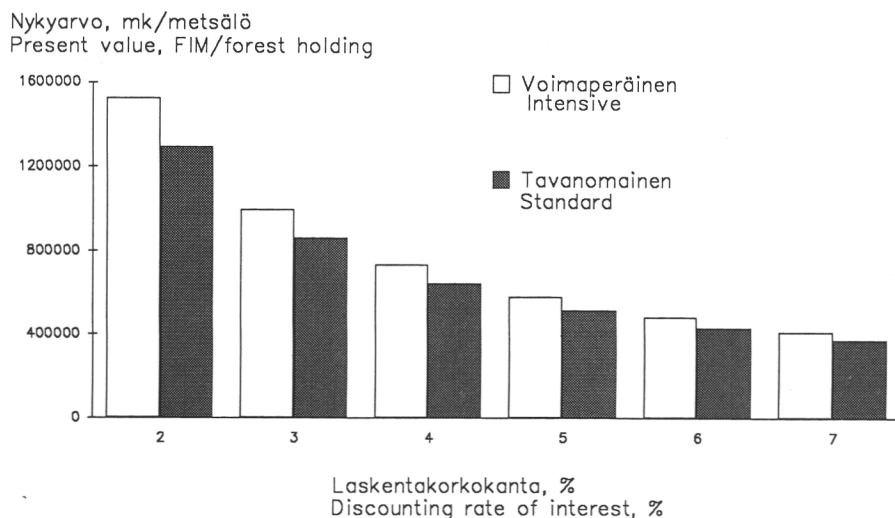
Voimaperäistä puunkasvatusta harjoittamalla yksityismetsänomistaja pyrkii lisäämään puuntuotosta ja hakkuukertymiä. Näin saadaan tulonlisäyksiä verrattuna tavanomaiseen kasvatusvaihtoehtoon. Lisätuloja saadaan myös parantamalla puunlaatua. Mainittujen hyötyjen saavuttaminen edellyttää metsänomistajalta kuitenkin lisämenoja, jotka tässä tutkimuksessa oletettiin rahoitettavan metsänparannusvaroilla tai vaihtoehtoisesti omilla varoilla. Voimaperäistämistoimenpiteillä voidaan vaikuttaa myös verotukseen, koska vähennyskelpoiset menot ja määräaikaiset verovapaudet pienentävät metsälön vuotuista verotettavaa puhdasta tuottoa.

Voimaperäisen kasvatusvaihtoehdon vaikutukset metsälön puuntuotokseen laskettiin luvussa 31 kuvatulle esimerkkimetsälölle. Ensimmäisen 70 vuoden aikana oli tavanomaisessa kasvatusvaihtoehdossa vuotuinen hakkuukertymä keskimäärin 174 m³ ja vastaavasti voimaperäisessä kasvatusvaihtoeh-

dossa 190 m³. Metsälön suunnittelumallin mukaisesti jatkettiin puunkasvatusta 100 vuoden päähän nykyhetkestä, jonka jälkeen vakioitiin metsiköittäiset hoito- ja hakkuutoimenpiteet aina ikuisuuteen asti. Tällöin molemmilla voimaperäisyystasoilla vuotuiset hakkuukertymät noudattavat likimain edellä esitettyjä lukuja. Metsänparannusinvestoinneilla voitiin siten esimerkkimetsälön olosuhteissa lisätä vuotuista hakkuukertymää keskimäärin 16 m³:lla, eli vajaalla 10 %:lla.

Pitkällä tähtäyksellä metsälön hakkuukertymästä oli noin 2/3 tukkipuuta. Ensimmäisen 70 vuoden aikana voimaperäisessä kasvatusvaihtoehdossa tukkipuu-% on kuitenkin 68 ja tavanomaisessa kasvatusvaihtoehdossa 66. Loppuosa hakkuukertymästä on kuitu- ja hukkapuuta.

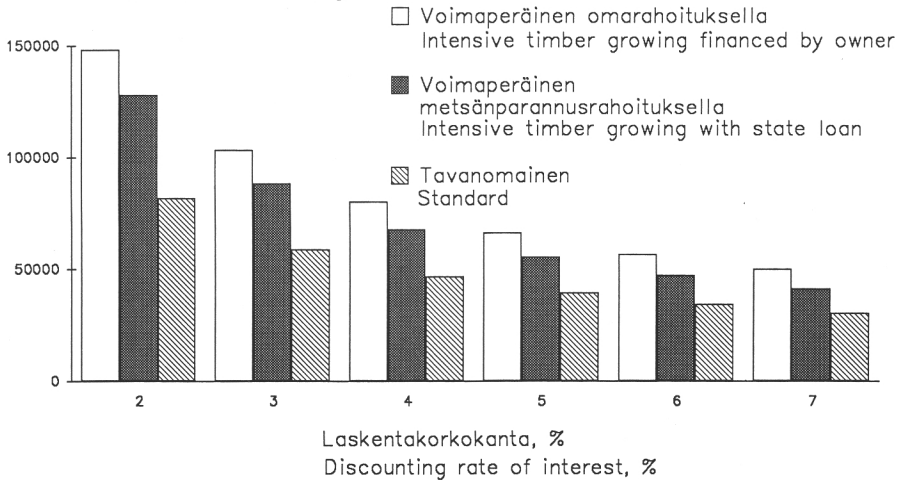
Voimaperäisellä puunkasvatuksella aikaansaadut tuotoksen lisäykset ja laadun paraneminen (pystykarsinta) realisoituvat vasta hakkuissa kantorahatuloina. Metsälön kate-tarkastelun lähtökohtana ovat kuvassa 3 esitetyt ikuisuudesta diskonttatut kantorahatut, jotka tässä edullisuusvertailussa muodos-



Kuva 3. Kantorahatulojen nykyarvot metsälön puunkasvatuksen eri voimaperäisyystasoilla laskentakorkokannoilla 2—7.

Figure 3. The present values of stumpage income from timber growing at different intensity levels and discounting rates of interest from 2 to 7.

Nykyarvo, mk/metsälö
Present value, FIM/forest holding



Kuva 4. Puunkasvatuksen menojen nykyarvot eri voimaperäisyystasoilla ja rahoitusvaihtoehdoilla laskentakorkokannoilla 2—7.

Figure 4. The present values of expenditures in timber growing at different intensity levels and financing alternatives, discounting rates of interest from 2 to 7.

tavat ainoan positiivisen erän eli tulon. Puunkasvatuksen voimaperäistämällä on huomattavasti lisätty kantorahatuloja. Tavanomaisessa kasvatusvaihtoehdossa saadaan keskimäärin 27 000 markan ja voimaperäisessä vaihtoehdossa 31 000 markan vuotuinen diskonttaamaton hakkuutulo. Tulojen lisäys on siten noin 15 prosenttia. Kuvassa 3 esitetyt nykyarvot osoittavat kantorahatulojen suhteellisen eron kasvatusvaihtoehtojen välillä pienenevän laskentakorkokannan noustessa. Esitetyillä korkokannoilla ero pienenee noin 15 %:sta 10 %:iin. Tämä johtuu siitä, että kantorahatulojen lisäystä ei esiinny aivan tarkasteluperiodin alkuvaiheessa ja toisaalta siitä, että laskentakorkokannan nousu pienentää etäisten tulotapahtumien vaikutusta nykyarvoihin.

Tavanomaisessa kasvatusvaihtoehdossa puunkasvatuksen menot aiheutuvat pelkästään juoksevista metsänhoitotöistä. Sen sijaan voimaperäisessä kasvatusvaihtoehdossa edellisten lisäksi menoja aiheuttavat metsänparannustyöt. Kasvatusvaihtoehtojen puunkasvatuksen menojen nykyarvot on esitetty kuvassa 4.

Metsälöllä harjoitettu voimaperäinen puunkasvatus lisää merkittävästi menoja verrattuna tavanomaiseen kasvatusvaihtoehtoon. Eniten lisämenoja aiheutuu lannoit-

uksista ja pystykarstinnasta. Tavanomaisessa kasvatusvaihtoehdossa metsälön diskonttaamattomat vuotuiset puunkasvatuksen menot ovat keskimäärin 1800—1900 markkaa. Metsänparannuslainoilla rahoitettavassa voimaperäisessä vaihtoehdossa metsälön puunkasvatuksen menot ovat noin 2700—2800 markkaa vuodessa. Tämä merkitsee noin 50 %:n lisäystä puunkasvatuksen vuotuisiin menoihin. Mikäli metsälön puuntuotannon voimaperäistäminen toteutetaan kokonaan omarahoituksella, niin se merkitsee vähän yli 3000 markan vuotuisia puunkasvatuksen menoja eli hehtaarikohtaiset menot ovat tällöin vajaa 100 markkaa vuodessa. Vastaava menoerä tavanomaisessa kasvatusvaihtoehdossa on keskimäärin vähän yli 50 markkaa vuodessa.

Kuvasta 4 voidaan havaita tavanomaisen puunkasvatuksen menojen nykyarvojen olevan 55—60 % omarahoituksella suoritettujen voimaperäisen kasvatusvaihtoehdon menoista. Lisäksi kuvasta 4 ilmenee, että voimaperäistämisen toteuttaminen metsänparannusrahoituksella vähentää kokonaismenojen diskontattuja nykyarvoja noin 15 %:lla verrattuna omarahoitusvaihtoehtoon. Tämä prosenttiluku osoittaa siten metsänparannuslainten pitkistä maksuajoista johtuvan suhteellisen hyödyn metsänomistajalle.

Yksittäisen metsälön puitteissa puunkasvatuksen voimaperäistäminen vaikuttaa myös verotukseen. Taimikoiden verohuojennukset ovat molemmissa kasvatusvaihtoehdoissa yhtä suuret. Voimaperäisessä vaihtoehdossa lannoitemenot voidaan vähentää verotuksessa metsämaan puhtaasta tuotosta. Myös ojitusalueiden verovapauden ja tilakohtaisten vähennysten, kuten esimerkiksi ojen kunnossapitomenot, avulla voidaan pienentää metsälön vuotuista verotettavaa puhdasta tuottoa.

Suurin yksittäinen menoerä nykyarvoilla mitattuna muodostuu metsänomistajalle veroista. Liitteessä 5 on esitetty yksityiskohtaiset laskentatulokset kustakin esimerkkimetsälön kasvatus- ja rahoitusvaihtoehdosta. Tässä yhteydessä todetaan ainoastaan, että voimaperäistämällä puunkasvatusta metsänomistaja voi tämän tutkimuksen esimerkkimetsälön tasolla alentaa maksamansa veron määrää 4—5 %:lla laskentakorkokannasta riippuen verrattuna tavanomaiseen kasvatusvaihtoehtoon.

Tarkasteltaessa maksettavia veroja ei voimaperäistämisteella siten ole suurtakaan merkitystä, koska tärkein vähennyserä eli taimikoiden verovapaus on molemmissa vaihtoehdoissa yhtä suuri. Voimaperäisen kasvatusvaihtoehdon eri rahoitusvaihtoehdoissa erot verojen nykyarvoissa johtuvat nimenomaan rahoitustavasta. Verojen nykyarvot ovat pienempiä metsänparannusrahoitusta käyttäen lainojen korkojen vähennysoikeuden vuoksi. Esimerkkimetsälön vuotuinen puhdas tuotto verotuksessa vaihteli tutkimusperiodin aikana 6 000 ja 15 000 markan välillä. Keskimäärin tuo laskennallinen tuotto oli vähennysten jälkeen 13 000 markkaa, mikä merkitsee metsänomistajalle vuodessa vajaan 4 000 markan metsäveroa.

42. Katteiden nykyarvot

Eri vaihtoehtojen mukaisten metsälön liikelatoudellisten tulosten vertaaminen perustuu kateanalyysiin, jossa eri katteet ja niiden osatekijät esitetään diskonttaus- eli nykyarvoina. Luvussa 41 käsiteltiin jo nykyarvojen eroja eri kasvatus- ja rahoitusvaihtoehdoissa osatekijöittäin. Vähentämällä eri osatekijät (menojen nykyarvot) tulojen nykyarvoista päädytään metsälön puuntuotannon katteen kautta katteeseen verojen jälkeen (ks. luku 2). Tätä katetta voidaan nimittää myös met-

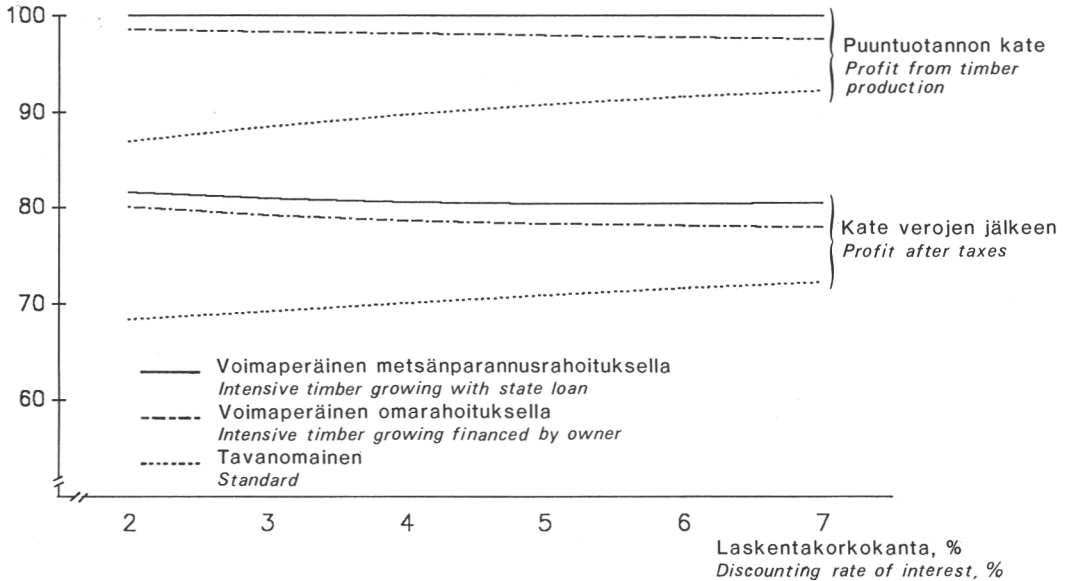
sälön omistuskatteeksi.

Kantorahatulojen nykyarvot ovat voimaperäisessä vaihtoehdossa 10—15 % suuremmat kuin tavanomaisessa vaihtoehdossa. Suurin ero kasvatusvaihtoehtojen välillä on kuitenkin puunkasvatuksen menoissa. Metsänparannusrahoituksella toteutetun voimaperäisen kasvatusvaihtoehdon menojen nykyarvot ovat 40—50 % suurempia kuin tavanomaisessa kasvatusvaihtoehdossa laskentakorkokannasta riippuen. Hankkeiden toteuttaminen omarahoituksella lisää menojen nykyarvoa vielä 15—20 %:lla verrattuna metsänparannusrahoituksella toteutettuun vaihtoehtoon. Metsänhoitomaksut ovat molemmissa vaihtoehdoissa yhtä suuria. Verot ovat voimaperäisessä kasvatusvaihtoehdossa kuitenkin jonkin verran pienempiä kuin tavanomaisessa vaihtoehdossa. Hallinto- ja yleismenojen kohdalla tilanne on päinvastainen.

Kuvasta 5 näkyy voimaperäistämisen vaikutus puuntuotannon katteeseen selvästi. Katteiden nykyarvot ovat voimaperäisen kasvatusvaihtoehdon eduksi vajaan 10 %-yksiköstä 13 %-yksikköön. Kuvasta 5 havaitaan myös, että laskentakorkokannan noustessa voimaperäisen vaihtoehdon paremmuus verrattuna tavanomaiseen jossakin määrin pienenee. Voimaperäinen kasvatusvaihtoehto metsänparannusvaroin toteutettuna puolestaan antaa noin 2 % suuremman puuntuotannon katteen kuin omarahoituksella toteutettu. Erot omistuskatteessa eli katteessa verojen jälkeen muodostuvat eri puuntuotantovaihtoehtojen välillä likimain samansuuruisiksi kuin puuntuotannon katteessa. Liitteessä 5 on esitetty yksityiskohtaisesti nykyarvojen laskenta katelaskelmakaavion muodossa eri kasvatus- ja rahoitusvaihtoehdoille.

Tulokset on esitetty tähän asti koko esimerkkimetsälöä koskevinä. Taulukossa 3 esitetään kantorahatulot ja eri katteet vielä hehtaarikohtaisina nykyarvoina. Tutkimuksen tulokset eivät nimittäin koske pelkästään esimerkkimetsälöä, vaan tietyin varauksin niiden voidaan katsoa edustavan ko. tutkimusalueen eli Etelä-Suomen yksityismetsälöitä. Taulukosta 3 havaitaan, että kate verojen jälkeen on noin 3/4 kantorahatulojen nykyarvosta laskentakorkokannasta riippuen. Esimerkiksi 4 %:n laskentakorkokannalla verojen jälkeisen katteen hehtaarikohtaiseksi nykyarvoksi saatiin vähän yli 15 000 markkaa metsänparannusrahoituksella toteutetussa voimaperäisessä kasvatusvaihtoehdossa.

Suhteellinen nykyarvo, %
Relative present value, %



Kuva 5. Korkokannan vaikutus puuntuotannon ja verojenjälkeisen kateen nykyarvoihin eri kasvatus- ja rahoitusvaihtoehdoissa, kun metsänparannusrahoituksella toteutetun voimaperäisen kasvatusvaihtoehdon puuntuotannon kateen suhteellinen nykyarvo = 100.

Figure 5. The influence of interest rate on present values of the profit from timber production and the profit after taxes in different growing and financing alternatives. The relative present value, i.e. the profit from timber production in the intensive growing alternative financed by the state, equals 100.

Toteutettaessa hankkeet omarahoituksella vastaava arvo oli noin 14 700 markkaa. Tavanomaisen kasvatusvaihtoehdon vastaava arvo on 13 100 markkaa.

Taulukossa 3 on esitetty voimaperäisen kasvatusvaihtoehdon tulojen ja katteiden diskontatuille nykyarvoille myös vertailusuhdeluvut, kun tavanomaisen kasvatusvaihtoehdon vastaavaa nykyarvoa merkitään arvolla 100. Kantorahatulot ovat lisääntyneet keskimäärin 15 %:lla laskentakorkokannasta riippuen. Vertailusuhdeluvut voimaperäisen kasvatusvaihtoehdon puuntuotannon katteissa ja ennen veroja lasketuissa katteissa ovat likimain yhtä suuret. Kantorahatulot vertailusuhdeluvut ovat edellisiä 3—5 %-yksikköä suurempia, mikä aiheutuu voimaperäistämisen vaatimasta menojen lisäävästä vaikutuksesta. Vertailusuhdelukujen voidaan havaita olevan suurimmat verojen jälkeisten katteiden kohdalla. Tämä merkitsee, että verotusmenettely on lisännyt voimaperäisen kasvatusvaihtoehdon kannattavuutta suhteessa tavanomaiseen kasvatusvaihtoehtoon. Lisäksi taulukko 3 osoittaa metsänparannusra-

hoituksella toteutetun voimaperäistämistä vaihtoehdon olevan 2—3 %-yksikköä edullisemmän kuin vastaavan omarahoitusvaihtoehdon. Valtion metsänparannusrahoituksella on siis lisätty yksityistaloudellista kannattavuutta 2—3 %-yksikköllä.

Tulokset laskettiin molemmissa kasvatusvaihtoehdoissa myös soveltaen yksityismetsälain mukaisia minimirajoja kasvatuspuuston määrään ja hakkuukypsyyden määrittämiseen. Harvennukset ja päätehakkuut suoritettiin tällöin välittömästi sen jälkeen, kun oli saavutettu käsittelyohjeiden mukainen puuston minimiraja. Menettely suurensi verojenjälkeistä katetta noin 1 %:n verran. Vastavasti metsälön puuston määrä aleni alkuvaiheessa enemmän kuin 10 % alkuperäisestä tasostaan. Poikkeaminen metsälön suunnittelumallille asetetuista rajoitteista ja tavoitteista puustopääoman suhteen vaikutti siis hyvin vähän edullisuustunnuksiin.

Tuloksia on tarkasteltu edellä laskentakorkokannoilla 2—7, jolloin edullisuusjärjestys kasvatusvaihtoehtojen välillä on pysynyt muuttumattomana. Laskelmissa sovellettiin

kuitenkin myös laskentakorkokantaa 7 suurempia arvoja. Eräänlaiseksi kriittiseksi laskentakoroksi osoittautui 25 %. Käytettäessä laskentakorkokantana 25 %:a tai sitä suurempia arvoja tavanomaisen kasvatusvaihtoehdon katteiden nykyarvot verojen jälkeen olivat suurempia kuin omarahoituksella to-

teutetun voimaperäisen kasvatusvaihtoehdon vastaavat arvot. Sen sijaan metsänparannusrahoituksella toteutettu voimaperäinen kasvatusvaihtoehto osoittautui aina edullisemmaksi kuin tavanomainen puuntuotantovaihtoehto.

Taulukko 3. Voimaperäisen kasvatusvaihtoehdon diskontatut nykyarvot (mk/ha) eri rahoitusvaihtoehdoilla ja niiden suhteellinen osuus tavanomaisen kasvatusvaihtoehdon vastaavista luvuista (tavanomaisen kasvatusvaihtoehdon nykyarvo = 100).

Table 3. The discounted present values of the intensive growing alternative (FIM/ha) on different financing alternatives and the comparative percentage over the corresponding figures of the standard growing alternative (= 100).

	Nykyarvo mk/ha (%:a tavanomaisen kasvatusvaihtoehdon nykyarvosta). — Present value FIM/ha (comparative percentage over usual alternative)		
	Laskentakorkokanta, % Discounting rate of interest, %		
	2	4	6
Kantorahatut <i>Stumpage price income</i>	42 890 (118)	20 626 (114)	13 561 (111)
Puuntuotannon kate mp-rahoituksella <i>Profit from timber production with state loan</i>	39 285 (115)	18 713 (111)	12 228 (109)
Puuntuotannon kate omarahoituksella <i>Profit from timber production financed by owner</i>	38 719 (113)	18 368 (109)	11 960 (107)
Kate ennen veroja mp-rahoituksella <i>Profit before taxes with state loan</i>	38 451 (115)	18 288 (111)	11 944 (109)
Kate ennen veroja omarahoituksella <i>Profit before taxes financed by owner</i>	37 885 (113)	17 943 (109)	11 677 (106)
Kate verojen jälkeen mp-rahoituksella <i>Profit after taxes with state loan</i>	32 055 (119)	15 074 (115)	9 826 (112)
Kate verojen jälkeen omarahoituksella <i>Profit after taxes financed by owner</i>	31 449 (117)	14 711 (112)	9 548 (109)

5. Tulosten tarkastelu

Metsälön voimaperäisen puuntuotannon liikeloudellisten vaikutusten empiirinen selvittäminen edellyttäisi pitkäaikaista metsikkökohtaista seuranta lähtökohdiltaan vertailukelpoisilla metsälöillä, joilla olisi harjoitettu puunkasvatusta eri voimaperäisyysoilla. Tällaista tutkimusaineistoa ei kuitenkaan ollut käytettävissä. Sen vuoksi tässä tutkimuksessa päädyttiin synteettisesti muodostettuun esimerkkimetsälöön, joka edusti kooltaan ja metsikkötunnuksiltaan keski-

määrin eteläsuomalaista yksityismetsälöä. Empiirisestä tutkimusaineistosta ei siten aiheutunut virhettä esim. vertailtavien metsälöiden enemmän tai vähemmän erilaisen lähtötilanteen vuoksi. Tulosten luotettavuus on arvioitavissa pääosin laskelmassa käytettyjen tuotosta ja puutavaralajirakennetta ennustavien mallien hyvyden perusteella. Käytetyt pitkän aikavälin ennusteet tietenkin joka tapauksessa lisäävät epävarmuutta.

Esitetyt tutkimustulokset koskevat tarkasti

ottaen vain tutkimuksen esimerkkimetsälöä. Kuitenkin yksityismetsätaloudessa noudatettavat ja tässä tutkimuksessa sovelletut ohjeet ja rajoitukset ovat lähinnä metsikkökohtaisia. Tämän vuoksi metsätalouden voimaperäistämisen hehtaarikohtaisia kannattavuuslukuja voidaan pitää melko edustavina myös kyseistä esimerkkimetsälöä pienemmissä ja suuremmissa yksiköissä maan eteläosissa. Käytännössä jokaisella metsälöllä on tietenkin omat erityispiirteensä, jotka yksilöllisiin vertailuihin pyrittäessä edellyttävät yksittäisiä metsälöitä koskevia tietoja ja arviointoja.

Katetarkasteluna esitetyt nykyarvot osoittivat metsänparannusrahoituksella toteutetun voimaperäisen puunkasvatusvaihtoehdon yksityiselle metsänomistajalle liiketaloudellisesti edullisemmaksi kuin muut kasvatus- ja rahoitusvaihtoehdot (taulukko 3 ja liite 5). Edullisuusjärjestys pysyi samana tarkasteltaessa katetta sekä ennen että jälkeen verojen. Sen sijaan tavanomainen kasvatusvaihtoehto oli omarahoituksella toteutettua voimaperäistä vaihtoehtoa edullisempi, kun laskentakorkokanta oli 25 % tai sitä suurempi.

Tutkimuksen tavanomainen kasvatusvaihtoehto edustaa likimain maan eteläosan yksityismetsissä harjoitettua puuntuotannon keskimääräistä intensiivisyystasoa, koska eteläsuomalaisessa metsälössä käytetään melko vähän metsänparannusvaroja sekä lannoitus- että karsintainvestointeihin. Esimerkiksi 1980-luvulla on yksityismetsien metsämaan pinta-alasta lannoitettu vuosittain vain 0,3—0,5 prosenttia (Metsätilastollinen vuosikirja 1988). Koska metsänparannustöitä on kuitenkin jossakin määrin suoritettu, saa yksityinen eteläsuomalainen metsänomistaja esitetyillä hinta- ja kustannuserusteilla metsälöstään keskimäärin jonkin verran suurempia katteiden nykyarvoja kuin tämän tutkimuksen tavanomaisen kasvatusvaihtoehdon luvut osoittavat. Tutkimuksen voimaperäisen kasvatusvaihtoehdon mukaista erittäin intensiivistä puuntuotantoa harjoitetaan sen sijaan vain suhteellisen harvoilla metsälöillä.

Voimaperäisessä kasvatusvaihtoehdossa on toteutettu kaikki metsänparannustoimenpiteet, mitkä on mahdollista rahoittaa nykyisen metsänparannuslain puitteissa. Jo aiemmin tehdyt tutkimukset ovat osoittaneet esimerkkimetsälöllä toteutettujen eri investointihankkeiden yksityistaloudellisen kannattavuuden. Voimaperäisessä kasvatusvaihtoehdossa saatuja katteiden nykyarvoja voidaan siten pitää eräänlaisina maksimiarvoina, jotka on mah-

dollista saavuttaa yksityisomistuksessa olevassa eteläsuomalaisessa metsälössä harjoittamalla erittäin voimaperäistä metsänparannustoimintaa julkisen vallan rahoitustuen määräämissä rajoissa.

Metsätaloudellisissa investointilaskelmissa joudutaan tekemään runsaasti ennusteita sekä tuotos- että arvotekijöistä. Niihin sisältyy useita epävarmuustekijöitä. Metsien pitkän tuotantoajan vuoksi laskelmat on kuitenkin ulotettava pitkälle tulevaisuuteen (tässä ikuisuuteen). Toisaalta on muistettava, että käytetty laskentametsä (nykyarvo) painottaa lähiajan tapahtumia. Mitä korkeampi on laskentakorkokanta, sitä suuremman painon lähitulevaisuuden tulot ja menot saavat. Saadut kannattavuusluvut ovatkin tulevaisuuden tiivistettyjä mittareita.

Yksityismetsien kantohintojen kehitys riippuu mm. metsäteollisuustuotteiden vientikyynnästä. Maailmanmarkkinoiden kehityksen ennustaminen on vaikeaa ja siksi tutkimuksessa päädyttiin yksiarvoisiin kantohintoihin (vuoden 1985 alku). Toisaalta raakapuumarkkinoista tehtiin sellainen oletus, että teollisuus tarvitsee tulevaisuudessa myös tuotetun lisäpuun. Tämä merkitsee jatkuvaa kysyntää kaikille puulajeille ja puutavaralajeille. Tuottojen arvioinnissa aiheuttaa epävarmuutta lisäksi se, millaisen lisähinnan metsänomistaja saa karsitusta laatu puusta. Puutavaran laatuvaatimusten muutoksilla on todennäköisesti tulevaisuudessa vaikutusta hakuukertymän rakenteeseen ja siten koko metsälön tuottoon. Näiden tekijöiden vaikutusta raakapuumarkkinoiden kehitykseen ja kantohintatasoon ei kuitenkaan ole katsottu mahdolliseksi arvioida tässä tutkimuksessa.

Metsänhoito- ja perusparannustöiden reaalisten kustannusten nousu on pienentynyt 1980-luvun alkupuolella (Oksanen-Peltola 1989). Siihen on vaikuttanut lähinnä töiden toteutuksessa tapahtunut teknologinen kehitys. Työlajien reaalisten kustannusten on oletettu pysyvän vuoden 1985 tasolla myös tulevaisuudessa. Verotuksessa mahdollisesti tapahtuvia muutoksia ei ole myöskään ennakoitu. Metsä 2000 -ohjelman tavoitteiden perusteella voidaan olettaa, että tulevaisuudessa julkinen valta tukee yksityismetsätaloutta metsänparannusrahoituksella nykyisessä laajuudessa. Todettakoon kuitenkin, että valtion tulo- ja menoarviossa vuodelle 1989 supistettiin metsänparannusvaroja. Sen sijaan vuoden 1990 tulo- ja menoarviossa jälleen lisättiin huomattavasti metsänparannusrahoi-

tusta. Puunkasvatuksen pitkä aikajänne aiheuttaa siten epävarmuutta myös sen kustannuksia koskeviin ennusteisiin.

Voimaperäisestä puunkasvatuksesta voi olla seurauksena eräitä yksityistaloudelliseen kannattavuuteen vaikuttavia riskitekijöitä, jotka saattavat heikentää puunkasvatuksen taloudellista tulosta. Tällaisia ovat esimerkiksi lannoitettujen alueiden lumi- ja myrskytuhot, joilta voidaan osittain välttyä harvenushakkuiden oikealla ajoittamisella sekä hakkuukohteiden valinnalla maastotekijöiden suhteen. Tässä tutkimuksessa hakkuiden ajoitus toteutettiin viimeaikaisten tutkimustulosten perusteella (Laiho 1987). Erilaiset kasvufunktioissa ehkä nykyisessä laajuudessaan huomioon ottamatta jääneet metsätuhot saattavat myös pienentää puiden kasvua metsikön eri kehitysvaiheissa. Esimerkiksi männynversosyöpää on esiintynyt keskimääräistä enemmän lannoitetuilla alueilla. Lisäksi ilmansaasteilla saattaa olla puiden kasvua heikentävä vaikutus tai typpilaskeumilla kasvua lisäävä vaikutus. Em. riskitekijöiden huomioonottamiseen laskelmissa ei kuitenkaan toistaiseksi ole käytettävissä riittävästi tutkimustietoa.

Metsänparannusinvestointien vaikutusta yksityismetsälöiden taloudelliseen tulokseen ei ole aiemmin tutkittu. Sen sijaan metsähallinnon Nurmeksen hoitoalueessa toteutetusta puunkasvatuksen voimaperäistämistä tehtiin laaja tutkimus (Sevola 1983). Se osoitti, että tuossa laajamittaisessa kokeessa toteutettu runsas varojen käyttö puuntuotannon voimaperäistämiseen antoi huomomman nykyarvolla mitatun tuloksen kuin Metsähallituksen ”normaali” puuntuotannon taso Lieksan hoitoalueessa. Aivan ilmeisesti synnä saatuun tulokseen oli liian nuorien ja toisaalta

liian vanhojen metsien lannoittaminen, kaltilien lannoittelajien käyttäminen, levitystarkkuuden suurpiirteisyys, puuntuotantokyvyltään huonojen soiden ojittaminen yms. tekijät (Sevola 1983). Käsillä olevassa tutkimuksessa toteutettiin sen sijaan vain metsikötsällä kannattaviksi osoittautuneita inventointihankkeita Tällä tavalla lähtötiedoilla pyrittiin jo välttämään mahdolliset ”hukkainvestoinnit”.

Itsestään selvää on, että metsälön voimaperäinen puuntuotanto antaa ainakin pitkällä aikavälillä mahdollisuuden hakata enemmän puuta kuin tavanomaisessa kasvatusvaihtoehdossa. Esimerkkimetsälössä hakkuumahdollisuudet lisääntyivät noin 10 %:lla voimaperäistämisen ansiosta. Keskusmetsälautakunta Tapion metsien käsittelyohjeet sekä kestävyuden periaatteen noudattaminen eivät ole antaneet laskelmissa mahdollisuutta ”hakuuunniitevaikutukseen” eli ACE:hen. Em. rajoitteet ovat nimittäin estäneet ACE:n harhaisen vaikutuksen kannattavuuslukuihin. Osoituksena tästä on se, että ilman puustopääomalle asetettua rajoitetta metsälön kateverojen jälkeen parani vain noin yhdellä %-yksiköllä.

Sekä ennen että jälkeen verojen lasketut katteiden nykyarvot osoittivat voimaperäisen vaihtoehdon tavanomaista puuntuotantoa kannattavammaksi yksityismetsänomistajalle huolimatta runsaasta lisäpanostuksesta puunkasvatukseen. Metsänparannusinvestointien toteuttaminen valtion varoin lisäsi yksityistaloudellista kannattavuutta vielä 2—3 %-yksiköllä verrattuna omarahoitusvaihtoehtoon. Jatkotutkimuksissa olisi pyrittävä kehittämään menetelmiä investointihankkeittaisen kannattavuusjärjestyksen määrittämiseksi yksittäisen metsälön tasolla.

Kirjallisuus — References

- Aarnio, J. 1985. Suomensiköiden kasvatuksen yksityistaloudellinen edullisuus. Summary: The profitability of timber growing on peatlands from the standpoint of the private forest owner. *Folia Forestalia* 630. 39 s.
- Buonigiorno, J. & Gilles, J. 1987. Forest management and economics. Macmillan Publishing Company. 285 s.
- Clutter, J., Fortson, J., Pienaar, L., Brister, G. & Bailey, R. 1983. Timber management: A quantitative approach. New York. 333 s.
- Ervasti, S., Heikinheimo, L., Kuusela, K. & Mäkinen, V. 1970. Forestry and forest industry production alternatives in Finland, 1970—2015. *Folia Forestalia* 88. 65 s.
- Etelä-Suomen metsien käsittelyohjeet. 1981. Tapio 3. Keskusmetsälautakunta Tapio. 20 s.
- Heikurainen, L. 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Referat: Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finnland. *Acta Forestalia Fennica* 69(1). 279 s.
- 1971. Virgin peatland forests in Finland. *Acta Agraria Fennica* 123: 11—23.
- Kuusela, K., Linnämies, O. & Nyyssönen, A. 1960. Metsiemme hakkuumahdollisuudet. Pitkän ajan tarkastelua. Summary: Cutting possibilities of the forest of Finland. A long term analysis. *Silva Fennica* 110: 115—116.
- Honko, J. 1969. Investointien suunnittelu ja tarkkailu. WSOY. 263 s.
- Hyde, W. 1980. Timber supply, land allocation and economic efficiency. The John Hopkins University Press. Baltimore & Lontoo.
- Hämäläinen, J. 1973. Contribution profit analysis for a fully regulated forest and its empirical application. Seloste: Normaalmetsän katetuottoanalyysi ja sen empiirinen sovellutus. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 80(1). 47 s.
- & Laakkonen, O. 1983. Turvemaan varttuneiden männiköiden lannoituksen edullisuus. Summary: Profitability of fertilization in mature Scots pine stands on peatland. *Folia Forestalia* 570. 32 s.
- , Paavilainen, E., Salminen, O. & Heinonen, R. 1985. Tuloksia ojitettujen korpikuusikoiden lannoituksesta. Summary: The growth response to and profitability of fertilization in drained spruce swamp stands. *Folia Forestalia* 623. 26 s.
- Johansson, P-O. & Löfgren, K-G. 1985. The economics of forestry and natural resources. Basil Blackwell. Oxford.
- Keipi, K. 1972. Lannoituskustannukset ja tuottojen käsittely metsän lannoituksen kannattavuuslaskelmissa Norjassa, Ruotsissa ja Suomessa. Summary: The concept of forest fertilization returns in Norway, Sweden and Finland. *Folia Forestalia* 152. 38 s.
- & Laakkonen, O. 1980. Päätehakkuikäisten metsiköiden urealannoituksen kannattavuusvertailuja. Summary: Profitability comparisons of urea fertilization in old stands. *Folia Forestalia* 420. 35 s.
- Kilkki, P. & Siitonen, M. 1975. Metsikön puuston simulointimenetelmä ja simuloituu aineistoon perustuvien puustotunnusmallien laskenta. Summary: Simulation of artificial stands and derivation of growing stock models from this material. *Acta Forestalia Fennica* 145. 33 s.
- Koivisto, P. 1959. Kasvu- ja tuottotaulukoita. Summary: Growth and yield tables. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 51(8). 49 s.
- Kukkola, M. & Saramäki, J. 1983. Growth response in repeatedly fertilized pine and spruce stands on mineral soils. Seloste: Toistuvalla lannoituksella saatava kasvunlisäys kivennäismaiden männiköissä ja kuusikoissa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 114. 55 s.
- Laakkonen, O., Keipi, K. & Lipas, E. 1983. Typpilannoituksen kannattavuus varttuneissa kangasmetsissä. Summary: Profitability of nitrogen fertilization in mature forests on mineral soils. *Folia Forestalia* 577. 20 s.
- Laiho, O. 1987. Metsiköiden alttius tuulituholle Etelä-Suomessa. Summary: Susceptibility of forest stands to windthrow in southern Finland. *Folia Forestalia* 706. 24 s.
- Laki metsätalouden verohuojennuksista. Suomen asetuskokoelma 974/1979.
- Maatilatalouden yritys- ja tulotilasto 1985 — tulot ja verotustiedot. 1987. Tilastotiedotus. Kansantalouden tilinpito 1987:10.
- MERA metsätalouden rahoitusohjelma. 1964. Metsätiedotustoimisto. 32 s.
- MERA metsätalouden rahoitusohjelma II. 1966. Metsätiedotustoimisto 52 s.
- MERA metsätalouden rahoitusohjelma III. 1969. Metsätiedotustoimisto.
- Metsä 2000 -ohjelman pääraportti. 1985. Talousneuvosto. Metsä 2000-ohjelmajaosto. 189 s.
- Metsänparannusasetus. Suomen asetuskokoelma 30.4.1987.
- Metsänparannuslaki. Suomen asetuskokoelma 140/13.2.1987.
- Metsätalostollinen vuosikirja 1985 & 1988. Yearbook of forest statistics. *Folia Forestalia* 660 & 730.
- Nyyssönen, A. & Mielikäinen, K. 1978. Metsikön kasvun arviointi. Summary: Estimation of stand increment. *Acta Forestalia Fennica* 163. 40 s.
- Oikarinen, M. 1983. Etelä-Suomen viljeltyjen rauduskoivikoiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for silver birch (*Betula pendula*) plantations in southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 113. 75 s.
- Oksanen-Peltola, L. 1989. Eteläsuomalaisen VT-männikön uudistamisvaihtoehtojen yksityistaloudellinen edullisuusvertailu. Summary: Profitability comparisons of some regeneration alternatives of *Vaccinium* type pine stands in private forests of southern Finland. *Folia Forestalia* 729. 40 s.
- Paredes, G. & Brodie, J.D. 1989. Land value and the linkage between stand and forest level analyses. *Land Economics* 65(2): 158—166.
- Puun hintasuositussopimukset 1.5.1984—31.3.1985. Maataloustuottajain Keskusliiton Metsävaltuuskunnan ja Teollisuuden Puuyhdistyksen sopimus. Osuuspankit ja OKO.
- Sevola, Y. 1983. Metsähallinnon Nurmeksen hoitoalueen voimaperäinen puunkasvatus: seurantajärjestelmä ja

tuloksia. Summary: Intensive timber growing in a state forest district: monitoring system and results. *Folia Forestalia* 574. 83 s.
Tapion vuosikirja 1985. Tapio's yearbook in 1985. Helsinki.
Vuokila, Y. & Väliaho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsi-

köiden kasvatusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 99(2). 271 s.
Yksityismetsälaki. Suomen asetuskokoelma 412/1967.

Total of 39 references

Summary

Intensive timber growing and profitability in private forestry

The forest improvement legislation in Finland was amended in 1987 to include three new works: repairing of ditches, pruning and prescribed burning. These added private forest owners' opportunities for intensive timber growing. At the same time the state support system was revised. The new financial conditions and zones, which have been used in this study, are represented in Table 2 and in Figure 2. Thus, the forest improvement financing eases the realization of the undertakings and has an influence on the profitability of the investments.

To determine the profitability of intensive timber growing at the forest level requires comparable forest areas. In practice this kind of areas will not be found, because the initial phase of the forests will always be different. It was therefore necessary to constitute a hypothetical forest holding model. The starting point was the data of the 7th National Forest Inventory and earlier investigations concerning growth and yield. By means of that information a hypothetical forest holding was constructed which represented non-industrial private forests in southern Finland. The area of this forest was 35,6 ha and there were 22 forest stands (App. 1).

In the hypothetical forest holding, timber growing was carried out in two alternative ways: standard and intensive. In the standard growing alternative, only the necessary silvicultural works were done. In the other alternative, timber growing was intensified in all the ways made possible by means of finance from the forest improvement funds. In this way, the forest owner could increase the annual cutting possibilities by an average 10 % in the intensive growing alternative compared with the standard alternative. Further, the quality of timber was improved by pruning.

The unit prices and costs of the calculations were realized according to the first financing zone of the forest improvement statutes (Fig. 2). Both in the standard and intensive alternatives financed by the forest owner the undertakings were paid in the year of realization. Where the investments were realized by state support, then the term of payment was 7, 13 or 24 years after two interest free years, depending on forest improvement work (See Table 2). In taxation, the forest owner can subtract fertilization costs, forest road construction costs (30 %) and the interest of forest im-

provement loans.

The influences of the different timber growing alternatives on profitability were calculated with the aid of net present values. The development of profitability was accounted on contribution profits componentswise. The calculation scheme is as follows:

Stumpage income

- Silvicultural expenditures from timber growing
 - Forest improvement expenditures from timber growing
-

Profit from timber production

- Administration and other general expenditures
-

Profit before taxes

- Forestry fee
 - Taxes
-

Profit after taxes

The only revenue component in the study was stumpage income. The expenditures of timber growing were divided into two components on the basis of the nature of task. After tax profit was the outcome of the contribution profit analysis. The results of the intensive timber growing alternative were presented on two different ways depending on financing (the state or the forest owner).

The intensification of timber growing considerably increased expenditures. In the standard alternative, the timber growing expenditures averaged 1800—1900 FIM/yr. In the intensive alternative financed by the forest improvement funds the expenditures increased by about 50 % compared with the standard alternative. The corresponding addition in expenditures was 70—80 %, when the forest owner financed the forest improvement undertakings (Fig. 4). The intensification correspondingly increased stumpage income by 11—18 %, depending on the discount rate of interest (Fig. 3).

The profits from timber production (present net values) in the intensive case were 7—15 % greater than the standard ones, depending on the discounting rate of interest and the financing (Fig. 5 and Table 3). At 2 to 7 % discounting rate of interest, the order of the profitability was the same both before and after taxes.

The profits in the intensive timber growing alternative (financed by the state) were about 2 % greater than the corresponding values when financed by the forest owner. The last level of the profitability or profit after taxes showed that exemptions in taxation because of intensification have increased profits (present net values) by about 2 %-units compared with the profit before taxes (Table 3).

The critical discounting rate of interest was 25 %,

because from this interest upwards the standard growing alternative were more profitable than the intensive one financed by the forest owner. In spite of increasing in discounting rate of interest, the intensive timber growing alternative financed by the state was always the most profitable. Taken as a whole, intensification will improve the profitability of timber growing at the forest level from the standpoint of the private forest owner.

Liite 1. Puuston metsikkökuvioittaiset lähtötiedot.

Appendix 1. Information concerning the initial growing stock, by forest stands.

NF	A	SI	T	V	TS	H	G	N	\bar{v}
1	2.0	21	4	0.0	1			2000	
2	1.6	21	12	0.0	1			2000	
3	0.5	11	15	0.0	2			2000	
4	2.1	31	24	28.1	1			1800	
5	1.0	31	30	40.0	1	8.2	8.7	1800	0.022
6	2.0	11	20	30.9	1			2000	
7	1.5	11	30	140.0	3	14.4	20.7	1100	0.127
8	1.7	34	35	65.0	2	8.2	13.9	1100	0.059
9	1.1	21	35	55.0	2	8.2	11.7	1300	0.042
10	1.5	41	40	76.0	1	8.1	16.2	950	0.079
11	1.7	21	45	125.0	2	11.2	21.1	900	0.139
12	2.5	52	70	100.0	1	10.1	18.4	600	0.167
13	1.3	41	65	135.0	1	11.1	23.0	800	0.169
14	1.8	31	80	170.0	1	20.1	18.2	450	0.378
15	1.5	21	70	180.0	2	18.2	20.2	550	0.327
16	2.1	21	65	165.0	1	21.2	17.0	400	0.412
17	1.3	11	45	150.0	2	14.3	20.8	850	0.176
18	2.3	31	90	180.0	2	18.2	20.3	400	0.450
19	1.5	21	95	220.0	2	23.2	19.8	350	0.629
20	2.1	41	110	190.0	1	18.1	22.0	400	0.475
21	1.3	21	60	70.0	2	16.3	8.8	300	0.233
22	1.2	11	50	45.0	4	14.2	6.7	300	0.150

NF = kuvion numero — number of forest stand

A = kuvion pinta-ala, ha — area of forest stand, ha

SI = kasvupaikka (1=OMT, 2=MT, 3=VT, 4=CT, 5=CIT ja lisämääre 1=kangas, 2=luonnontilainen suo, 3=ojikko, 4=muuttuma, 5=turvekangas) — site index (1=OMT, 2=MT, 3=VT, 4=CT, 5=CIT and additional qualifier 1=mineral soil, 2=undrained peatland, 3=newly ditched peatland, 4=transforming peatland, 5=transformed peatland)

T = biologinen ikä, v — biological age, years

V = tilavuus, m³/ha, — cubic volume, m³/ha

TS = puulaji (1=mänty, 2=kuusi, 3=rauduskoivu, 4=muu lehtipuu) — tree species (1=pine, 2=spruce, 3=silver birch (*Betula pendula*), 4=other non-coniferous)

H = valtipituus, m — dominant height, m

G = pohjapinta-ala, m²/ha kuorineen — basal area, m²/ha incl. bark

N = runkoluku, kpl/ha — number of stems per ha

\bar{v} = rungon keskikoko, m³ kuorineen — mean size of stems, m³ incl. bark

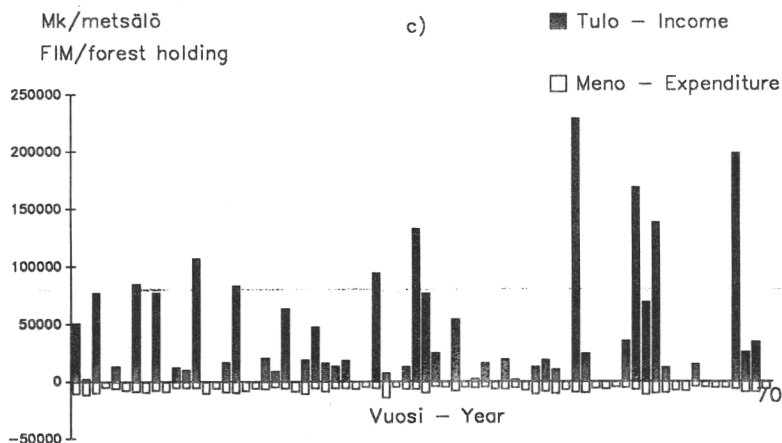
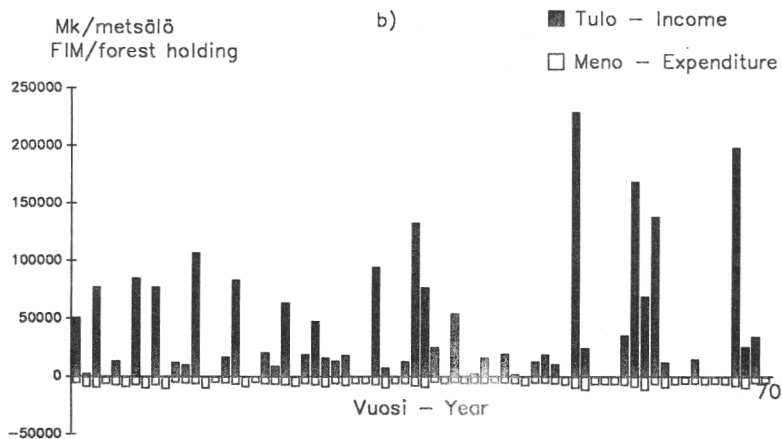
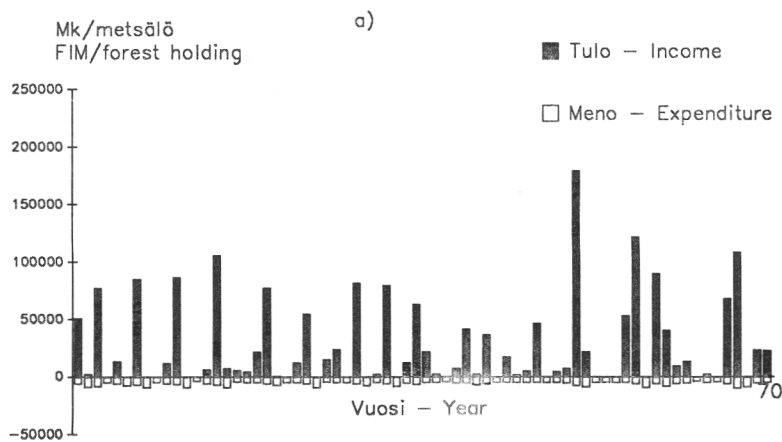
Liite 3. Perusleimikon kantohintoihin tehtävät yksikköhinnan korjaukset.

Appendix 3. Alterations of unit price relating to the stumpage prices of the basic stand marked for cutting.

Järeys <i>The mean size</i>			
Runkolajin käyttöosan järeys, m ³ /runko <i>The mean size of the usable part of stem, m³/stem</i>	Yksikköhinnan korjaus, mk/m ³ <i>Correction to the unit price, FIM/m³</i>		
	Mänty <i>Pine</i>	Kuusi <i>Spruce</i>	Koivu <i>Birch</i>
—0,300	-6	-5	-6
0,301—0,400	-3	-3	-3
0,401—0,500	0	0	0
0,501—0,600	+4	+1	+4
0,601—	+8	+2	+8
Ensimmäisestä harvennuksesta kertyvän kuitupuun osuus koko leimikon kuitupuumäärästä, % <i>The share of the pulpwood, which is from first thinning, %</i>		Vähennys, mk/m ³ <i>Decreasing, FIM/m³</i>	
11—40		-6	
41—70		-10	
71+		-16	
Leimikon koko <i>The size of the stand marked for cutting</i>			
Leimikon koko, m ³ <i>The size of the stand marked for cutting, m³</i>	Yksikköhinnan korjaus, mk/m ³ <i>Correction to the unit price, FIM/m³</i>		
— 50	-17		
51— 100	-11		
101— 200	-4		
201— 300	-2		
301— 500	0		
501— 700	+1		
701—1000	+2		
1001+	+4		
Leimikon tiheys <i>The density of the stand marked for cutting</i>			
Tiheys, m ³ /ha <i>Density, m³/ha</i>	Yksikköhinnan korjaus, mk/m ³ <i>Correction to the unit price, FIM/m³</i>		
— 30	-7		
31— 60	-3		
61—100	0		
101—150	+2		
151+	+4		

Liite 4. Metsälön vuosittaiset tulot ja menot kasvatus- ja rahoitusvaihtoehtoitain tarkasteluperiodin ensimmäisinä 70 vuotena (a = tavanomainen, b = voimaperäinen metsänparannusrahoituksella ja c = voimaperäinen omarahoituksella).

Appendix 4. The yearly income and expenditures of the forest holding, by growing and financing alternatives in the study period years 1-70 (a = standard, b = intensive timber growing with state loan and c = intensive timber growing financed by owner).



Liite 5. Katelaskelmien nykyarvot (mk/metsälö) eri kasvatus- ja rahoitusvaihtoehdoilla (a = tavanomainen, b = voimaperäinen metsänparannusrahoituksella ja c = voimaperäinen omarahoituksella).

Appendix 5. The present values of the contribution profit calculations (FIM/forest holding) on different growing and financing alternatives (a = standard, b = intensive timber growing with state loan and c = intensive timber growing financed by owner).

	Laskentakorkokanta, % Discounting rate of interest, %					
	2 %	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %
a)						
Kantorahatulot <i>Stumpage income</i>	1 297 412	863 160	644 941	516 909	433 248	374 297
— Puunkasvatuksen metsänhoitomenot — <i>Silvicultural expenditures from timber growing</i>	81 796	59 019	47 065	39 654	34 517	30 683
— Puunkasvatuksen metsänparannusmenot — <i>Forest improvement expenditures from timber growing</i>	0	0	0	0	0	0
Puuntuotannon kate <i>Profit from timber production</i>	1 215 616	804 141	597 876	477 255	398 731	343 614
— Hallinto- ym. yleismenot — <i>Administration and other general expenditures</i>	24 445	16 568	12 455	9 967	8 307	7 120
Kate ennen veroja <i>Profit before taxes</i>	1 191 171	787 573	585 421	467 288	390 424	336 494
— Metsänhoitomaksu — <i>Forestry fee</i>	32 126	21 774	16 369	13 099	10 917	9 357
— Verot — <i>Taxes</i>	202 302	136 504	102 149	81 422	67 637	57 832
Kate verojen jälkeen <i>Profit after taxes</i>	956 743	629 295	466 903	372 767	311 870	269 305
b)						
Kantorahatulot <i>Stumpage income</i>	1 526 892	997 793	734 300	581 439	482 775	414 077
— Puunkasvatuksen metsänhoitomenot — <i>Silvicultural expenditures from timber growing</i>	81 266	55 167	41 605	33 424	27 963	24 053
— Puunkasvatuksen metsänparannusmenot — <i>Forest improvement expenditures from timber growing</i>	47 088	33 436	26 529	22 354	19 502	17 390
Puuntuotannon kate <i>Profit from timber production</i>	1 398 538	909 190	666 166	525 661	435 310	372 634
— Hallinto- ym. yleismenot — <i>Administration and other general expenditures</i>	29 684	20 119	15 124	12 103	10 087	8 646
Kate ennen veroja <i>Profit before taxes</i>	1 368 854	889 071	651 042	513 558	425 223	363 988
— Metsänhoitomaksu — <i>Forestry fee</i>	32 126	21 774	16 369	13 099	10 917	9 357
— Verot — <i>Taxes</i>	195 563	131 477	98 028	77 873	64 485	54 988
Kate verojen jälkeen <i>Profit after taxes</i>	1 141 165	735 820	536 645	422 586	349 821	299 643

c)						
Kantorahatulot						
<i>Stumpage income</i>	1 526 892	997 793	734 300	581 439	482 775	414 077
— Puunkasvatuksen metsänhoitomenot						
— <i>Silvicultural expenditures from timber growing</i>	81 266	55 167	41 605	33 424	27 963	24 053
— Puunkasvatuksen metsänparannusmenot						
— <i>Forest improvement expenditures from timber growing</i>	67 243	48 411	38 803	32 990	29 037	26 133
Puuntuotannon kate						
<i>Profit from timber production</i>	1 378 383	894 215	653 892	515 025	425 775	363 891
— Hallinto- ym. yleismenot						
— <i>Administration and other general expenditures</i>	29 684	20 119	15 124	12 103	10 087	8 646
Kate ennen veroja						
<i>Profit before taxes</i>	1 348 699	874 096	638 768	502 922	415 688	355 245
— Metsänhoitomaksu						
— <i>Forestry fee</i>	32 126	21 774	16 369	13 099	10 917	9 357
— Verot						
— <i>Taxes</i>	196 981	132 391	98 679	78 359	64 868	55 292
Kate verojen jälkeen						
<i>Profit after taxes</i>	1 119 592	719 931	523 720	411 464	339 903	290 596

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) 82 912

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

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

Punkaharjun tutkimusasema
Punkaharju Research Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

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

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (9695) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* PL 16
96301 Rovaniemi, Finland
Puh. — *Phone:* (960) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 1514 000

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* PL 44
69101 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

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

- No 738 Raulo, Jyrki & Hokkanen, Tatu: Harmaa- ja tervalepän karikesato.
Litter fall of *Alnus incana* and *Alnus glutinosa*.
- No 739 Ripatti, Pekka & Reunala, Aarne: Yksityismetsälöiden lukumäärän kehitys rekisteritietojen perusteella.
Utvecklingen av antalet privata skogsbruksenheter på basen av registeruppgifter.
Development of the number of private forest holdings in Finland.
- No 740 Hämäläinen, Jouko, Laakkonen, Olavi & Kukkola, Mikko: Toistuvan lannoituksen kannattavuus kangasmailla.
Profitability of repeated fertilization on mineral soils.
- No 741 Laakkonen, Olavi: Toistuvan lannoituksen kannattavuus Etelä-Suomen kuivahkon kankaan männiköissä.
The profitability of repetitive fertilization in pine stands on dryish mineral soils in southern Finland.
- No 742 Silfverberg, Klaus & Hotanen, Juha-Pekka: Puuntuhkan pitkäaikaisvaikutukset ojitetulla mesotrofisella kalvakkanevalla Pohjois-Pohjanmaalla.
Long-term effects of wood-ash on a drained mesotrophic *Sphagnum papillosum* fen in Oulu district, Finland.
- 1990
- No 743 Sirén, Matti: Pienet hakkuukoneet varhaisissa harvennushakkuissa.
Small multi-function machines in early thinning operations.
- No 744 Ferm, Ari: Nuorten vesasyntyisten hieskoivikoiden kehitys ja lahoisuus turvemaalla.
Development and decay of young *Betula pubescens* coppice stands on peatland.
- No 745 Rikala, Risto & Huurinainen, Seppo: Lannoituksen vaikutus kaksivuotisten männyn paakkutaimien kasvuun taimitarhalla ja istutuksen jälkeen.
Effect of fertilization on the nursery growth and outplanting success of two-year-old containerized Scots pine seedlings.
- No 746 Lämsä, Pertti, Kellomäki, Seppo & Väisänen, Hannu: Nuorten mäntyjen oksikkuuden riippuvuus puuston rakenteesta ja kasvupaikan viljavuudesta.
Branchiness of young Scots pines as related to stand structure and site fertility.
- No 747 Karppinen, Heimo & Hänninen, Harri: Yksityistilojen hakkuumahdollisuuksien käyttö Etelä-Suomessa.
Actual and allowable cut in nonindustrial private woodlots in southern Finland.
- No 748 Aarnio, Jukka: Voimaperäistämisen vaikutus metsälön puuntuotannon yksityistaloudelliseen kannattavuuteen.
Intensive timber growing and profitability in private forestry.