



FOLIA FORESTALIA

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE
HELSINKI 1988

718

Jukka Valtanen

KORKEIDEN MAIDEN METSIEN UUDISTAMINEN
OULUN LÄÄNISSÄ

Stand reforestation at elevated sites in Northern Finland

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

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

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Telex: 121286 metla sf

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Eljas Pohtila
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
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 koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtionmetsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 tutkimusalueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and 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 718

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1988

Jukka Valtanen

KORKEIDEN MAIDEN METSIEN UUDISTAMINEN OULUN LÄÄNISSÄ

Stand reforestation at elevated sites in Northern Finland

Approved on 22.7.1988

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. KORKEIDEN MAIDEN MÄÄRÄ OULUN LÄÄNISSÄ	7
3. VOIMASSA OLEVAT OHJEET	10
4. TUTKIMUKSEN KUVAUS	12
41. Tutkimusalueet	12
42. Koejärjestely	14
43. Tutkimuksen aikataulu	14
44. Metsien ja hakkuiden kuvaus	15
45. Koealojen maaperä	18
46. Viljelyt	20
47. Inventoinnit	21
5. TULOKSET	21
51. Harsinta	21
52. Suojuspuumenetelmä	23
53. Viljelyt	25
54. Viljelytaimien kunto	28
55. Viljelemättömät ruudut	28
6. TARKASTELU	29
7. YHTEENVETO	33
KIRJALLISUUS — REFERENCES	34
SUMMARY	36
LIITTEET — APPENDICES	37

VALTANEN, J. 1988. Korkeiden maiden metsien uudistaminen Oulun läänissä. Summary: Stand reforestation at elevated sites in northern Finland. *Folia Forestalia* 718. 41 p.

Korkeilla mailla metsien uudistaminen on eri ilmastotekijöiden takia vaikeampaa kuin alempana sijaitsevilla ja lämpimämmillä seuduilla. Sen takia metsähallitus, Kml. Tapio ja metsälautakunnat ovat antaneet erityisohjeita korkeiden maiden metsien käsittelystä. Tässä julkaisussa tarkastellaan voimassa olevia ohjeita ja niiden kehitystä. Lisäksi esitellään Oulun läänin itäosan topografisia erityispiirteitä ja korkeuden takia ongelmallisiksi todettujen tai arvioitujen alueiden pinta-aloja.

Metsänuudistamistutkimuksen välitulokset kymmen vuoden iällä esitetään. Menetelmät olivat avohakkuun jälkeinen viljely eri muokkaustapoja ja puulajeja käyttäen ja kuusen luontainen uudistaminen harsinta- ja suojuspuumenetelmällä.

Owing to the more severe climatic conditions, stand reforestation is more difficult on elevated sites than in low-lying and warmer areas. The special directives for forest management at high altitudes, issued by the National Board of Forestry, the Central Organization of Private Forest Owners and the forestry board districts, have taken these aspects into account. The current directives and their background and development are examined in this article. In addition, the special topographic features of the eastern part of the Province of Oulu are described, and the extent of areas which have been shown or estimated to be problematic owing to altitude are given.

The intermediate, ten-years results of a study on artificial regeneration are also presented. The treatments were different types of soil preparation following clear cutting, different tree species, and the natural regeneration of Norway spruce using the selection cutting and shelterwood methods.

Key words: high-altitude forest, natural regeneration, artificial regeneration, soil preparing
ODC 113.2+231+232.4

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

ISBN 951-40-1010-8
ISSN 0015-5543

Helsinki 1988. Valtion painatuskeskus

1. JOHDANTO

Pohjoinen havumetsävyöhyke on Suomessa pohjois-eteläsuunnassa noin 1 000 km leveä. Etelärannikolle ulottuvat lauhkean ilmastovyöhykkeen lehtimetsät. Pohjoisessa tulee vastaan arktinen tundra.

Ahti ym. (1968) jakavat havumetsävyöhykkeen Fennoskandiassa kolmeen osaan: etelä-, keski- ja pohjoisboreaaliseen vyöhykkeeseen. Kahden ensinmainitun väliraja kulkee Etelä-Suomen poikki suunnilleen Kaskisen—Pielisen tasolla. Pohjoisboreaalisen vyöhykkeen eteläraja kulkee luode—kaakko-suunnassa reittiä Pello—Rovaniemi—Pudasjärvi—Suomussalmi—Kuhmon pohjoisosa. Kumpikin raja tekee laajoja mutkia seudun topografisen korkeuden mukaan. Esimerkiksi jälkimmäinen työntyy Rovaniemeltä molemmin puolin Kemijokea olevilla vaaravyöhykkeellä 20—30 km:n päähän Perämerestä.

Tehoisan lämpötilan summa, joka etelärannikolla on 1 300—1 350 dd (lämpösummyksikkö, kynnsarvo +5°C), alenee pohjoiseen päin ja on esimerkiksi Oulujärvellä (120 m) 1 050, Kuusamossa kirkonkylän tasossa (250 m) 820, Sodankylässä (180 m) 800 ja Inarinjärvellä (120 m) 690 dd. Arvot on laskettu vuosien 1941—70 mittauskaudelta (Kasvukauden tehoisan... 1973).

Laskennallinen metsänraja on Pohjois-Suomessa noin 450 m:n korkeudella (Roiko—Jokela 1982). Norokorven (1981) mukaan pohjoinen havumetsänraja on Suomessa 600 dd:n kohdalla, ja puuraja noudattelee 550 dd:n käyrää. Neuvostoliitossa tehtyjen mittauksen mukaan metsäraja nousee vuoristossa alemman lämpösunnan alueelle kuin pohjoisella metsänrajalla (Tranquillini 1979). Lämpösomma ei siis yksinään säätele metsänrajan sijaintia, vaan siihen vaikuttavat todennäköisesti useat tekijät, esimerkiksi lämpötila-amplitudi kasvukauden eri aikoina, kosteus ja säteily.

Tarkkaa metsänrajaa on siis lämpösunnan avulla vaikea määrittää. Mm. Kuusamossa eräät korkeimmista huipuista ovat metsäisiä ja toiset metsättömiä. Rukalla, jonka korkein huippu on 491 m (625 dd), metsänraja tulee vastaan 410—430 m:n korkeudella (665—680 dd). Kolme kilometriä pohjoisempaa Valtavaaralla — samoin 491

m ja 625 dd — metsä ulottuu aivan huipun tuntumaan.

Kuusamon itäosassa oleva Kuntivaara — 481 m, 635 dd, Rukalta 30 km itään — on kokonaan metsäinen. Siellä olevissa yksityismetsissä harjoitetaan jokseenkin normaalia metsätaloutta vielä yli 400 m:n korkeudella (690 dd). Vanhoja runsaspuustoisia kuusikoita hakataan paljaaksi ja muokkauksen jälkeen istutetaan kuusta. Kunnan eteläosassa lakimetsien piirteet tulevat vastaan jo 80—100 alempana kuin pohjois- ja itäosassa. Viljelyt on rajoitettava yli 50 alemmas kuin em. Kuntivaaran seudulla.

Rukalta sata kilometriä lounaaseen Pudasjärven pohjoisosassa on Suomen eteläisimmäksi tunturiksi mainittu Isosyöte, jonka huipun korkeus on 431 m. Sen laella on ollut metsätöntä aluetta noin 410 m:n korkeudesta alkaen, mutta tällä vuosisadalla on koko lakialueelle paljaita kalliikohtia lukuunottamatta noussut harvakseltaan mäntyjä, joiden pituus on nyt 2—4 m. Isosyötettä ei näin ollen voida enää luokitella tunturiksi. — Ilmatieteen laitoksen laatimista lämpösommakartoista (Kasvukauden tehoisan... 1973) laskettu lämpösomma Pudasjärven pohjoisosassa on 410 m:n korkeudella 730 dd ja 430 m:n korkeudella 715 dd.

Metsänrajan alapuolella on hidaskasvuisien metsien vyöhyke. Roiko—Jokelan (1982) mukaan kitumaan ja metsämaan raja on noin 325 m:n korkeudella. 350 metrin yläpuolella puusto on yleensä jo niin heikkoa, että siellä voidaan suositella vain harsinnan luonteisia hakkuita. Toisaalta mm. Paljakan huippu (380 m) Puolangalla on kokonaan kasvullista metsämaata (Roiko—Jokela 1980). Yksittäispuuna mänty kasvaa tukkipuun mittoihin lähes metsänrajalla asti.

On ilmeistä, että yleisesti päteviä topografisia korkeusarvoja metsänrajalle ja metsämaan ja kitumaan rajalle ei voida ilmoittaa, vaan alueen yleinen topografia vaikuttaa niihin. Yksittäisillä vaaroilla ja tuntureilla rajat ovat alempana kuin suurtureilla ja yhtenäisillä vaaraseuduilla, missä alueen laajalti korkealla sijainnilla lienee edullinen vaikutus lämpöoloihin eli lämpö ikään kuin nousee ylöspäin. On todennäköistä, että käytettävissä olevat lämpösommakartat (Kasvukauden

tehoisan... 1973) voivat johtaa harhaan metsänhoidollisia ratkaisuja tehtäessä silloin, kun toimenpideraja on määritelty pelkän laskennallisen lämpösumman mukaan.

Lämpö on korkeiden maiden ja metsänraja-alueiden metsien kasvun minimitekijä. Lämpösumman alenemisesta johtuu mm. humidisuuden lisääntyminen, joka taas johtaa raakahumuksen voimakkaampaan paksuuskasvuun ja edelleen taimettumisvaikeuksiin. Näissä oloissa kuusi taimettuu herkemmin kuin mänty ja on sitä kestävämpi puulaji. Kuusi onkin levinnyt laajalti vallitsevaksi puulajiksi ja muodostaa etenkin vaaroilla puhtaita tai koivunsekaisia metsiköitä (Heikinheimo 1920a).

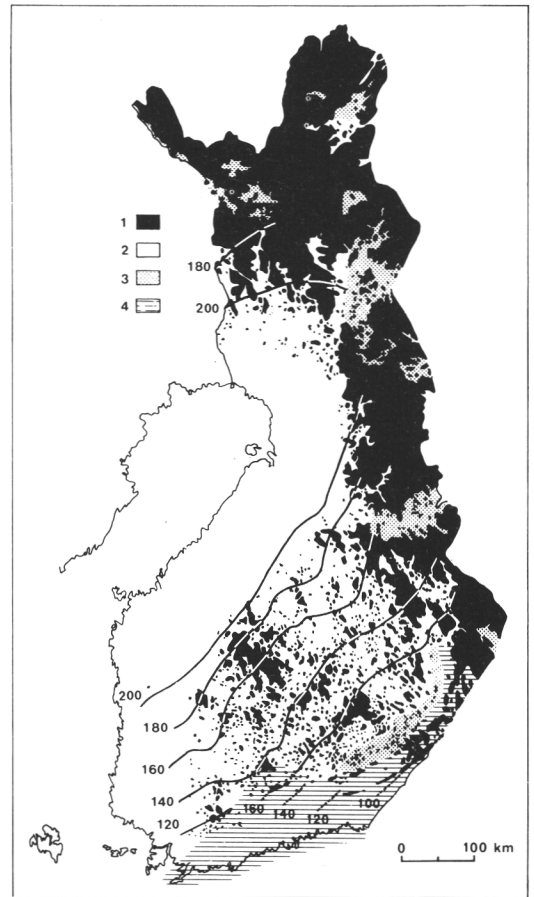
Korkean humidisuuden seurauksena tykky on lähes jokaltainen ilmiö. Myös se on ohjannut luontaista puulajikehitystä kuusta suosien (Norokorpi ja Kärkkäinen 1985). Monilta vaaroilta mänty on tykyn takia tyystin hävinnyt (Heikinheimo 1920b).

Ilmaston ohella myös korkeiden maiden maaperässä on alempien seutujen maaperästä poikkeavia ominaisuuksia. Jääkauden päättyessä Yoldiameren pinnan yläpuolelle jääneet maat ovat ns. veden koskemattomia eli supra-akvaattisia maita (kuva 1). Niille on ominaista hienojen aineiden suuri osuus ja vähintään kohtalainen ravinteisuus sekä syntyvän seurauksena pintamoreenin kovemuus alavampiin seutuihin verrattuna.

Läntisessä Kainuussa ylin ranta on 210 m:n korkeudella. Perämereltä kaakkoon ylin ranta alenee maan kallistumisen takia noin 40 m sadalla kilometrillä (Eronen ja Haila 1981). Vuokatilla raja on 160 m:n korkeudella ja Pielisen eteläosan tienoilla 120 m:n korkeudella. Siten koko itäinen Kainuu Kuhmon pohjoisosasta alkaen oli kuivaa maata lukuunottamatta Sotkamon jääjärven peittämää aluetta. Sotkamon jääjärven ylin ranta sijoittuu 190–210 m:n korkeudelle (Virkkala 1948).

Kuusamossa Yoldiameren rantamerkkejä ei ole, koska alimmat seudut ovat 220 metrin tasolla paitsi pitäjän koilliskulmassa, missä idästä päin Oulankajokilaaksoon tunkeutuneen Vienanmeren ylin ranta on valtakunnan rajan tienoilla 160 m:n korkeudella (Koutaniemi 1979). Yoldiameren rantamerkkien sijasta tavataan Kuusamon alueella jääjärven tai useampien jääjärvien rantamerkkejä aina 282 m:n korkeuteen asti (Hyyppä 1936).

Perämereltä pohjoiseen kallistuminen on lievempää kuin itään ja kaakkoon. Niinpä



Kuva 1. Jääkauden jälkeinen ylin ranta (Eronen ja Haila 1981).

Fig. 1. Highest shoreline of the Baltic in Finland (Eronen and Haila 1981).

1. Veden koskematon maa — *Supra-aquatic areas*
2. Veden alla ollut maa — *Subaquatic areas*
3. Jääjärvien alue — *Areas covered by ice-dammed lakes*
4. Balttilaisen jääjärven peittämä alue — *Areas covered by the Baltic Ice Lake.*

esimerkiksi Kittilässä ja Sodankylän pohjoisosassa ylin ranta on 180 m:n korkeudessa.

Ylimmän rannan alapuolisille maille ovat luonteenomaisia ylävämpiä seutuja köyhemmä moreeni, joiden pintakerroksesta ranta-voimat maan kohotessa ja meren perääntyessä huuhtoivat ravinteita. Samalla kului pois myös hienoja aineksia, jotka sedimentoitivat meren pohjaan. Kehityksen seurauksena tavataan usein vaaran rinteellä ylöspäin kituaammaksi tulevan metsän yläpuolella ylimmästä vesirajasta alkava rehevä kuusitai kuusikoivusekametsä, jossa valtapituus on useita

metrejä pitempi kuin vähän alempana. Joskus metsiköiden rajalla on meren rannan merkinä avoin kivikkovyöhyke, ”päri”.

Korkeiden maiden metsänhoidolliset ongelmat aiheutuvat sekä maasta että ilmastosta. Ongelmat tulevat selvimmän esiin perustettaessa mäntytaimikoita entisten kuusikoiden sijaan. Maanmuokkauksen jälkeen männynviljely onnistuu yleensä hyvin tai tyydyttävästi, ja taimikoiden alkukehitys voi olla lupaava. Niiden vartuttua noin yhden metrin pituuteen ne ovat yleisesti alkaneet kärsiä erilaisista sienituhoista, jotka ovat harventaneet taimikot vajaatuottoisiksi tai jopa kokonaan tuhonneet ne. Siellä, missä vanhassa metsässä mäntyä on ollut sekapuuna, ei tuho ole ollut yhtä paha kuin uudistettaessa puhtaita kuusikoita. Alavilla mailla ei vastaavia yhtä pahoja tuhoja ole yleensä ollut.

250 metriä näyttää olevan se raja, jonka yläpuolella Kainuussa männyn viljelyä ei nykytietämyksen mukaan pidä suosia. Koillismaalla, missä maasto on keskimäärin vähän ylävämpää, raja ulottuu 270—280 metrin korkeuteen. Pohjoisrinteellä on ohjekorkeudesta tingittävä 10 % ja etelärinteellä voidaan nousta saman verran ylemmäksi.

Ilmeisesti maaperän erilaisuuden takia näillä ongelmaseuduilla on paikoin hyviäkin männiköitä. Esimerkiksi Kuhmon Kankivaarassa (260 m), Pudasjärven Sotinvaarassa (280 m), Taivalkosken Väliivaarassa (240—280 m), Suomussalmen pohjoisosassa useissa paikoissa (300 m), Kuusamon Vasaraperällä (yli 300 m) ja Kuusamon Mäntyaarassa (340 m) sekä monilla muilla paikoilla on tukkimänniköitä, jotka voidaan uudistaa männylle kokemuksen mukaan sekä luontaisesti että viljellen. Myös Pudasjärven Isosyötteellä on mäntyvaltaisia metsiköitä 300—350 metrin korkeudessa. Samoilla korkeuksilla tai alempanakin olevien kuusikoiden uudistaminen männylle ei näytä kuitenkaan onnistuvan.

Kuusamosta A.G. Blomqvist kertoo matkahavaintonaan vuodelta 1868, että mänty on yleisin puu paitsi Kitkajärveltä Tavajärvelle ulottuvalla vyöhykkeellä ja Paanajärven pohjoisosan tienoilla. Iivaaralla on 330 metrin korkeudessa männikkö, jonka ”kasvu ei ollut huono”. Ylempänä puut olivat kääpiömäisiä. 350 metrin korkeudessa metsä loppuu, ja ylempänä tavataan vain ”muutamia matelevia haapoja” (Helander 1936). — On todennäköistä, että Blomqvistin käytettävissä olleet korkeustiedot ovat olleet virheelliset. Metsänraja on Kuusamon Iivaaralla 420—

430 metrissä. Laen korkeus on 471 m.

Useiden vuosikymmenien takaa on esimerkkejä männyn uudistamisesta viljellen ja työn onnistumisesta sielläkin, missä myöhemmin ei ole onnistuttu. Mm. Paltamossa on 30—40-vuotiaita kylvöistä syntyneitä männiköitä ja samoin Pudasjärven pohjoisosassa. 1960- ja 1970-luvun viljelyistä ei ole saatu yhtä hyviä tuloksia.

Männyn viljelytaimet ovat 1960-luvun lopulta alkaen tuhoutuneet pääosaksi männynversosyöpään. Myös hanki keväisin repii niistä oksia ja taittaa juuri hangen pintaan ehtineitä latvoja. Lassila (1920) piti tätä taimien vaurioitumista hyvin haitallisena ja arvioi hangenpainon taimikoiden suurimmaksi viholliseksi Lapissa. Jyrkillä rinteillä lumi liukuu keväisin sulamisvaiheessa vähän alaspäin ja kallistaa taimia. Tällaiset lumen aiheuttamat mekaaniset vauriot hidastavat taimien kehitystä ja altistavat niitä taudeille. Myös lumikariste tekee tuhojaan etenkin pohjoisrinteillä, missä 1,5 metrin lumensyvyys on yleistä. Paksun lumen alueella taimikko ei ehdi varttua lumirajan yläpuolelle ennen kuin lumikariste valloittaa koko alueen. Näin taimikko voi tuhoutua jopa kokonaan tai se jää pahoin aukkoiseksi. Mäntyä ei siksi pidäkään uudistaa vaarojen pohjoisrinteillä, missä on paljon lunta ja se sulaa hitaasti.

Myös Ruotsissa uudistamisvaikeudet ja epäonnistumiset korkeilla mailla ovat yleisiä. Tuhojen syynä ovat Häggströmin (1982) mukaan runsaslumiset ja pitkät talvet sekä silloin tällöin sattuvat poikkeuksellisen lyhyet kasvukaudet. Koska metsätalouden piiriin kuuluvista alueista korkeita maita on Ruotsissa suhteellisesti enemmän kuin meillä, ongelma on siellä merkitykseltään vakavampi. Jopa useaan kertaan toistetut männyn ja kuusen viljelyt ovat tuhoutuneet täydellisesti, vaikka taimien laatu on ollut moitteeton ja alkuperä oikeaksi arvioitua (von Unge 1982). Ratkaisua on haettu kontortamännystä, jonka alkumenestys on ollut hyvä. 1980-luvulla sekin ratkaisu on osoittautunut huonoksi männynversosyövän tuhattua taimikoita laajalti korkeilla mailla. Niinpä kontortan käyttöä pyritään siellä rajoittamaan toistaiseksi (Skärpta regler... 1987).

Vaaraseutujen ja yleensä pohjoisten metsien erilaisuus eteläisempiin metsiin verrattuna on ollut tunnettu Suomessakin jo pitkään. Erityisesti uudistamiseen on kiinnitetty huomiota mm. useissa tutkimuksissa sekä Suo-

men Metsätieteellisen Seuran että Metsäntutkimuslaitoksen toiminnan alkuvuosista alkaen. Niinpä Metsätieteellisen Seuran ensimmäisessä Acta Forestalia Fennica-julkaisussa vuodelta 1912 on August Renvallin laaja työ männyn uudistumisesta pohjoisella metsänrajalla (Renvall 1912). Kolme vuotta myöhemmin saman sarjan numerossa 5 julkaistiin O.J. Lakarin tutkimus Pohjois-Suomen kuivien kankaiden männiköiden siemenvuosista ja ikäluokista (Lakari 1915). Sen mukaan 1700- ja 1800-luvuilla männyllä oli ollut hyviä siemenvuosia keskimäärin kerran kymmenessä vuodessa. Renvall oli päättynyt metsänrajalla noin sadan vuoden väliaikoihin.

Myös Metsäntutkimuslaitoksen ensimmäisessä Communicationes-julkaisussa oli Pohjois-Suomen metsiä koskeva tutkimus, V.T. Aaltosen laaja työ Lapin kangasmetsien luontaisesta uudistumisesta (Aaltonen 1919). Tarkastelussa keskityttiin kuivien kankaiden männiköihin. Sarjan toisessa julkaisussa tutkimus laajeni: Lakari (1920) julkaisi tutkimuksen kuusen ja männyn kasvusuhteista Pohjois-Suomen paksusammaltyypillä. Siinä hän mm. totesi, että yhtenäisiä kuusinuorensia ei ole kuten männyllä tiettyjen vuosien tuloksena on. Kolmannessa Communicationes-julkaisussa Heikinheimo (1920a ja b) kuvasi Pohjois-Suomen kuusimetsiä, niiden esiintymistä, laajuutta, puumääriä ja lumituhoja. Mm. nyt käsillä olevassa työssä esitettävien koekenttien alueella hän mainitsee olevan runsaasti tykkytuhoja.

Pian edellisten jälkeen Heikinheimo antoi käytäntöä varten metsänkäsittelyohjeita tutkimuksessaan Pohjois-Suomen kuusimetsien hoidosta (Heikinheimo 1922). Uudistamistavaksi hän suosittelee luontaista uudistamista enintään 100 metrin levyisin avohakkuukais-talein. Niille voitiin jättää kymmenkunta parasta koivua hehtaarille. Viljelylle ei ollut yleensä riittäviä taloudellisia perusteita. Jos luontaisen uudistamisen edellytykset puutuivat ja alue haluttiin uudistaa, Heikinheimo suosittelee kulotusta ja männyn kylvöä. Kylvösten alkuehityksestä oli hyviä kokemuksia. Hylätyt kaskiviljelykset tuli metsittää männyn hajakylvöllä.

Myöhemmin Sirén (1955) selvitteli pohjoisten paksusammalkuusikoiden kehitystä ja suosittelee uudistamistavaksi avohakkuuta, kulotusta ja männyn viljelyä. Vain siellä, missä hyväksyttävä kuusen luontainen uudistuminen jo oli tapahtunut, metsikkö sai ke-

hittyä kuusikoksi, kuitenkin varsinkin alkuvaiheessaan voimakkaasti lehtipuunsekaisena. Perustana Sirénin suosituksille olivat mm. eräät entisten HMT-kuusikoiden paikalla kasvavat hyvät männiköt, jotka Heikinheimo oli perustanut Rovaniemen Kivalolle ja Kaihuanvaaraan noin 30 vuotta aikaisemmin. Nämä esimerkkimetsiköt ovat korkeimman rannan yläpuolella.

1980-luvulla on saatu lisää tietoa korkeiden alueiden metsien uudistamisesta erityisesti mäntyä viljeltäessä. Useiden tutkijoiden mukaan korkeuden lisääntyminen huonontaa tulosta selvästi. Sadan metrin nousun on todettu alentaneen männyn elossaolosadannesta käytännön viljelyissä

- Ristijärvellä 20 %-yksikköä (Haverinen 1982)
- Taivalkoskella 30 %-yksikköä (Pelkonen ym. 1982)
- Kuusamossa 40 %-yksikköä (Otsamo 1986)
- Lapin metsälautakunnan alueen yksityismetsissä 10—15 %-yksikköä (Pohtila ja Valkonen 1985).

Oikarinen ja Norokorpi (1986) tarkastivat vuosina 1983 ja 1984 Pohjois-Suomessa 112 männyn viljelytaimikkoa, joiden ikä oli 19—28 vuotta. Vain kuudessa taimikossa viljelytaimia oli elossa yli 1 400 kpl/ha. Yli puolessa taimimäärä oli pudonnut alle 800 taimen/ha. Lämpösumma osoittautui tilastollisesti merkitseväksi selittäjäksi.

Myös viljelykokeissa mänty on osoittautunut korkeilla ja kylmillä seuduilla epäluotettavaksi puulajiksi. Mm. Peräpohjolassa ja Lapissa saatiin laajassa metsänviljelykokeessa (Runkotutkimus 1) kymmeneen ikävuo-teen mennessä korkeuden vaikutukseksi 15—20 %-yksikköä/100 m (Pohtila ja Pohjola 1983).

Männyn ohessa myös kuusesta ja lehtikuusesta on saatu kokemusta jonkin verran. Viljellyn kuusen on todettu selviävän elossa taimikkovaiheessa 20—30 %-yksikköä mäntyä paremmin, mutta lehtikuusen tulokset vaihtelevat. Keskimäärin se asettuu kuusen ja männyn välille (Norokorpi 1987). Kuusen on todettu uudistuvan hyvin myös luontaisesti, jos maa muokataan (Valtanen 1981, Mäkitalo 1987).

Pohjois-Suomen metsien uudistamisessa on siis ongelmia. Vaikeimpina ne tulevat esiin pohjoisen metsänrajan lähellä ja etelämpänäkin korkeilla vaaraseuduilla. Sen takia metsien hoidossa ei siellä pyritä samaan intensiivisyyteen kuin suotuisammassa olois-

sa. Nyt käsillä olevassa julkaisussa näitä ongelmia tarkastellaan Oulun läänin itäpuoliskon vaara-alueiden osalta kuvaamalla alueen luonnontieteellisiä erityispiirteitä ja metsäorganisaatioiden metsien hoidosta antamia ohjeita. Myös vanhojen kuusimetsien uudistamista tutkiva kenttäkoe ja sen tulokset esitetään.

2. KORKEIDEN MAIDEN MÄÄRÄ OULUN LÄÄNISSÄ

Oulun läänin länsiosa on yleensä alavaa ja tasaista. Maasto nousee vähitellen Perämereltä itään mentäessä, kunnes pituuspiirien 27° 30' — 28° tienoilla tulee vastaan läänin pohjoisrajalta alkava ja sen etelärajalle ulottuva noin 240 km pitkä vaaravyöhyke, jonka suunta on lähes suoraan pohjoisesta etelään (kuva 2). Sen länsipuolelle jää vähän yli puolet Oulun läänin pinta-alasta.

Länsilaidaltaan vaaravyöhyke on melko ehyt ja selvärajainen, mutta itäänpäin se jatkuu laajana loivasti alenevana vaaraseutuna. Vaarajonon huiput ulottuvat 300—400 metrin korkeuteen eli 150—200 m läntisen alangon yläpuolelle. Korkein huippu on Pudasjärven Isosyöte (431 m). Etelämpänä korkein huippu on Sotkamon Naulavaara (368 m) 25 km Vuokatista etelään. Välittömästi vaarajonon länsipuolisella alankoseudulla maaston ja vesistöjen korkeus on yleisesti 130—150 m. Itäpuolella suurimpien järvien korkeus on 180—230 m.

Vaarajono kulkee Pudasjärven itäosan ja Puolangan kautta, laajenee Hyrynsalmen länsiosaan ja jatkuu etelään Ristijärven kautta Sotkamoon jakaen sen kahtia. Puolangalta osa tätä vyöhykettä ulottuu Paltamon läpi Oulujärvelle. Lisäksi Paltamon länsipuolisessa on 30—40 km²:n laajuinen erillinen vaara-alue, jonka korkein huippu on Kivesvaara, 293 m.

Lännessä tultaessa alavan seudun muuttuminen vaaraseuduksi on paikoin hyvin selvä ja terävä. Niinpä puhutaan esimerkiksi alavasta Suo-Puolangasta ja korkeasta Vaara-Puolangasta. Samoin ovat Pudasjärven ja Paltamon länsiosat alavampia ja soisempia kuin itäosat. Oulu—Kajaani -reitillä varrella Kivesvaara on jo kauas näkyvä vaara-alueen

Tutkimus on tehty metsähallinnon aloitteesta. Metsätalousinsinööri Pentti Savilampi ja työnjohtaja Jukka Pohjola ovat perustaneet ja mitanneet koealat. Merja Moilanen on tehnyt konekirjoitustyön ja Irene Murtovaara on piirtänyt kuvat. Käsikirjoituksen ovat tarkastaneet prof. Erkki Lähde, MMT Yrjö Norokorpi ja FT, MMK Eero Kubin. Englanninkieliset osat on kääntänyt MML John Derome. Tekijä esittää kiitoksensa työn toteuttamiseen ja valmistumiseen vaikuttaneille henkilöille.

etuvartija. Idempänä, esimerkiksi Suomussalmella, länsiosa on keskimäärin korkeampaa maata kuin itäosa, ja myös soita on itäosassa enemmän.

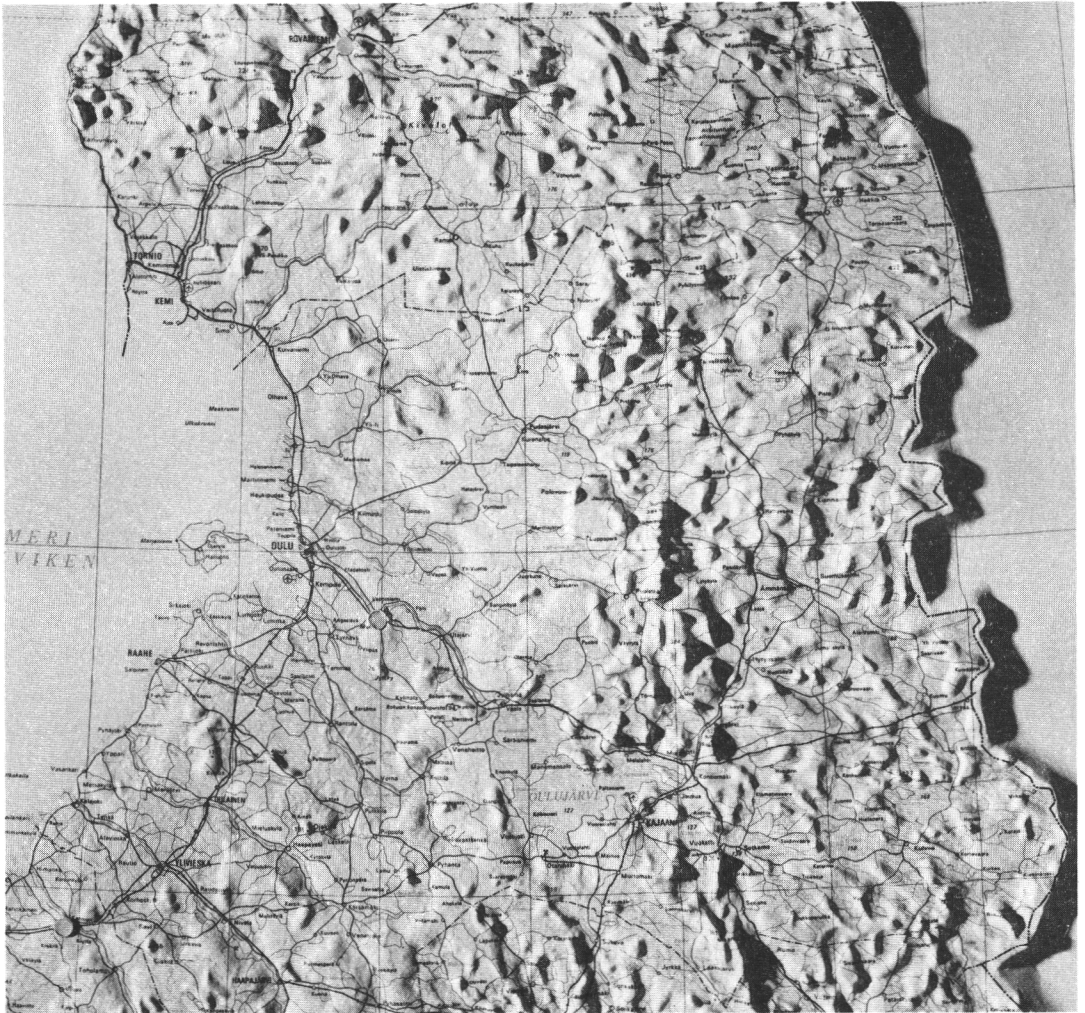
Läänin koillisosassa vaaraseutu ei alene kuten etelämpänä itään mentäessä, vaan Pudasjärven itäosasta Taivalkoskelle ja Kuusamoon maasto nousee yleisesti 50—100 m. Kuusamossa kirkonkylän seudun vesistöjen korkeus on 250—260 m. Kunnan lounais- ja pohjoisosassa järvet ovat noin 240 m:n korkeudella. Yleisestä topografiasta poiketen on Kuusamon koillisosassa Oulankajoki syvässä laaksossa. Vedenpinnan korkeus liki valtakunnan rajaa on vain 137 m.

Kubin (1987) on laskenut Taivalkosken ja Kuusamon korkeuksia ja saanut seuraavat prosenttijakaumat.

	Taivalkoski	Kuusamo
Alle 200 m	6	1
201—260 m	73	52
261—300 m	16	33
Yli 300 m	5	14
Yhteensä	100	100

Korkeusero pitäjän alavimman ja korkeimman paikan välillä voi Oulun läänin itäpuoliskossa olla niin suuri, että sillä on ratkaiseva vaikutus metsänhoidollisiin päätöksiin. Voimakkaimpana korkeuseron vaikutus tulee näkyviin mäntyä uudistettaessa.

Pudasjärvellä alimman ja ylimmän kohdan korkeusero on suurin, 324 m (taulukko 1). Suomussalmi on tässä mielessä tasaisin (116 m). Myös Kuhmossa erotus on pieni. Lämpösummaerotukset eivät ole aivan yhdenmukaiset korkeuslukujen erotusten kanssa. Syyinä on se, että vaaran ja järven väliä voi pohjois-eteläsuunnassa olla jopa useita kymmeniä kilometrejä (kuva 3).



Kuva 2. Kohokarttakuva Oulun läänistä. Julkaistu maanmittaushallituksen luvalla.
 Fig. 2. Relief map of Oulu Province. Reproduced with permission of the National Survey Board of Finland.

Metsänhoidollisessa mielessä korkeita maita (lakimaita, lakimetsiä) ei Oulun läänin länsipuoliskossa ole. Sen sijaan niitä on edellä kuvatulla vaaravyöhykkeellä ja hyvin yleisesti sen itäpuolella valtakunnan rajalle asti. Vuosien mittaan saadun kokemuksen perusteella metsäalan organisaatioissa on syntynyt jonkin verran toisistaan poikkeavia käsityksiä siitä, mihin topografiseen korkeuteen eri osissa Kainuuta ja Koillismaata asettuu se raja, jonka yläpuolella alavammilla seuduilla käytössä olevat metsän uudistamisen ohjeet eivät enää ole oikeat.

Metsähallinnon Pohjanmaan piirikunnassa, jonka hallinnassa ovat valtionmetsät si-

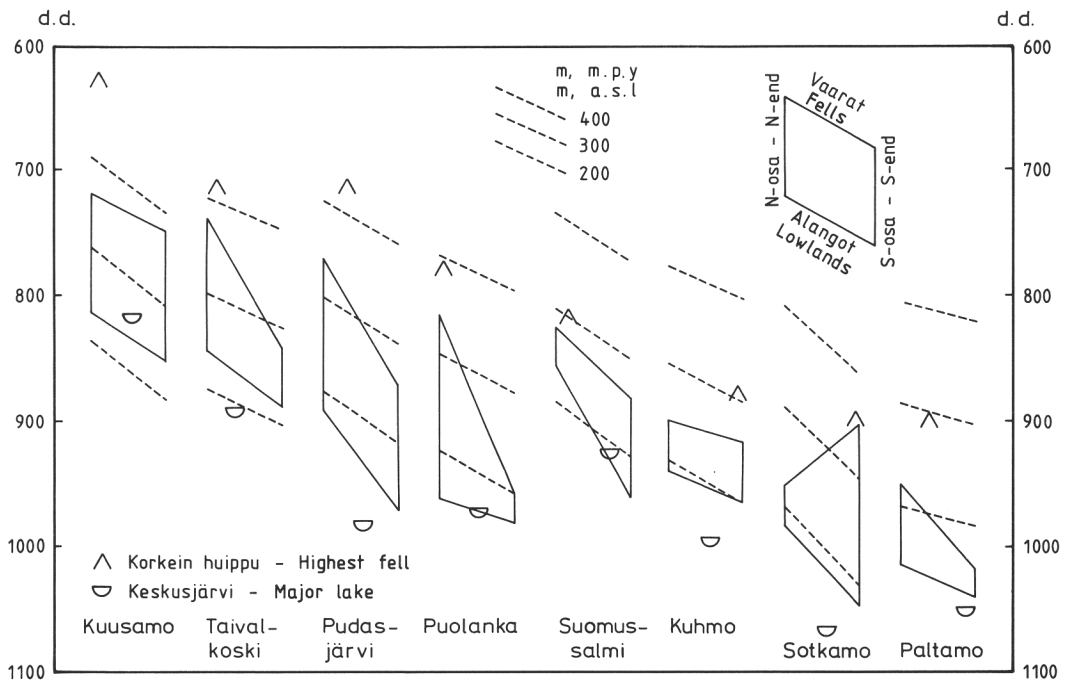
jaitsevat Oulun läänissä, korkeiden maiden alarajaksi on sovittu 280 metrin korkeus. Sen yläpuolisia alueita on 37 400 ha, josta kasvullista metsämaata on 27 000 ha eli 72 %. Yli puolet niistä kuuluu Taivalkosken hoitoalueeseen. Puolangan ja Pudasjärven hoitoalueissa lakimetsiä on useita tuhansia hehtaareja sekä Hyrynsalmen hoitoalueessa ja Suomussalmella Kiannan hoitoalueessa alle tuhat hehtaaria.

Pohjois-Pohjanmaan metsälautakunnan alueen yksityismetsissä Taivalkoskella ja Pudasjärvellä korkeiden maiden alarajaksi on sovittu 250 m. Sen yläpuolella metsiä on 21 500 ha, josta kasvullista 72 %. Metsälau-

Taulukko 1. Oulun läänin itäosan kuntien korkeimpien vaarojen ja isoimpien järvien korkeus ja lämpösomma.

Table 1. The altitude and temperature sum of the highest hills and major lakes in the eastern part of the Province of Oulu.

Kunta — District	Vaara — Hill	m — dd	Järvi — Lake	m — dd	Erotus — Difference m — dd
Kuusamo	Valtavaara	491—625	Kuusamojärvi	253— 815	238—190
Taivalkoski	Pyhitys	422—710	Pesiönlampi	195— 890	227—180
Pudasjärvi	Isosyöte	431—715	Pudasjärvi	107— 980	324—265
Suomussalmi	Koiravaara	315—815	Kiantajärvi	199— 925	116—110
Puolanka	Siikavaara	384—775	Puolankajärvi	150— 970	234—200
Hyrnsalmi	Iso Tuomivaara	387—795	Hyrnjärvi	156— 975	231—180
Ristijärvi	Saukkoavaara	325—870	Iijärvi	133—1020	192—150
Paltamo	Kivesvaara	293—895	Oulujärvi	122—1050	171—155
Kuhmo	Pihlajavaara	307—875	Ontojärvi	159— 995	148—120
Sotkamo	Naulavaara	368—895	Sapsojärvi	138—1065	230—170



Kuva 3. Lämpösomma-amplitudi vaara-alueen kuntien pohjois- ja eteläosassa sekä korkeimmat huiput ja keskusjärvet.

Fig. 3. The temperature sum amplitude in the northern and southern parts of the fell area, and the highest peaks and major lakes.

takunnan käsityksen mukaan korkeiden maiden vaikeudet alkavat mäntyä uudistettaessa jo 200 metristä lähtien. 200—250 metrin korkeudessa olevia metsiä em. kunnissa on 67 000 ha, josta kasvullista on 84 %. Neljä viidesosaa korkeista maista on Taivalkoskella.

Koillis-Suomen metsälautakunnan alueella Kuusamossa on metsämaiden keskikorkeudeksi laskettu 275 m. Siellä männyn uudistamisen vaikeudet eivät tule vastaan yhtä alhaalla kuin lännessä ja etelässä. Hyvin hankalaksi ylitettäväksi on todettu 750 dd:n lämpösummaraja. Etelä-Kuusamossa se asettuu 370 metrin ja kunnan pohjoisosassa 315 metrin korkeudelle. Rajan yläpuolella metsiä on 12 000 ha eli vain 2 % kunnan koko alasta. Metsälautakunta on erikseen arvioinut metsätalousmaata olevan Kuusamossa 300 metrin yläpuolella 82 500 ha, josta valtion maata 12 500 ha ja yksityisten omistamaa 70 000 ha. Tämä ala jakaantuu edelleen siten, että yli 350 metrin korkeudessa on 6 000 ha ja välillä 300—350 m on 64 000 ha.

Kainuun metsälautakunnan alueella männylle vaikeasti uudistettavien maiden alaraja on keskimäärin 250 m. Sen yläpuolella metsämaista on 15 % eli runsas 100 000 ha. Pää-

osa on Puolangalla, Suomussalmella, Paltamossa, Hyrynsalmella ja Ristijärvellä. Jo 200—250 metrin vyöhykkeessä voi mäntyä viljeltäessä tulla vaikeuksia. Tällä korkeudella metsämaita on 260 000 ha.

Yhteensä Oulun läänissä on 180 000 ha metsiä, joissa hallinto-organisaatioiden käsityksen mukaan tulee mäntyä viljeltäessä pahoja ongelmia korkean sijainnin takia. Lisäksi on 375 000 ha sellaisia vähän alavampia maita (200—250 m), missä tulee varautua mäntyä viljeltäessä vaikeuksiin ja epäonnistumisiin (taulukko 2).

Taulukko 2. Korkeiden maiden ala Oulun läänissä.
Table 2. The area of high-elevation land in the Province of Oulu.

Omistaja ja alue <i>Owner and district</i>	Korkeus <i>Altitude</i>	Ala, ha <i>Area, ha</i>
Valtio — <i>State</i>		
Taivalkoski ym. —	280 m +	37 400
Yksityiset — <i>Private</i>		
Kuusamo	300 m +	70 000
Pudasjärvi + Taivalkoski	200—250 m	67 000
	250 m +	21 500
Kainuu	200—250 m	260 000
	250 m +	100 000
Yhteensä — <i>Total</i>		555 900

3. VOIMASSA OLEVAT OHJEET

Laki suojametsistä säädettiin 11.8.1922. Sen mukaan valtioneuvostolla on valta julistaa tietyt metsäalat suojametsäksi siellä, missä metsänrajan alenemisen estämiseksi metsän säilyminen on tarpeen. Asetus suojametsälain soveltamisesta annettiin 16.12.1927. Asetuksessa ei anneta metsänkäsittelyn ohjeita, vaan siinä jätettiin metsien hoito metsäammattimiesten ratkaistavaksi. 4.5.1939 valtioneuvosto päätti lain perusteella suojametsäalueista. Vain Lapissa katsottiin olevan suojelun tarpeessa olevia metsiä. Oulun läänin vaaroille ja tuntureille ei suojametsiä perustettu.

Vasta lähes neljä vuosikymmentä lain säätämisen jälkeen laativat Oinonen, Sarvas ja Sirén (1960) Lapin suojametsien käsittelyohjeet. Niitä on sovellettu korkeiden maiden metsien käsittelyssä laajemminkin ja käytetty pohjana myöhempiä ohjeita laadittaessa.

Mainittu ohjeisto koski pääasiassa mäntymetsiä, eikä se juurikaan ollut sovellettavissa Kainuun ja Peräpohjolan vaarakuusikoihin.

Käytäntöä varten metsänkäsittelyä on säädelty metsäorganisaatioiden antamilla ohjeilla. Ensimmäiset ohjeet pohjoisten ja korkeiden maiden metsien käsittelyyn antoi metsähallitus kiertokirjeessään vuonna 1956 (Suonkuivaus ja... 1956). Siinä otettiin käyttöön termi toimenpideraja, joka perustui toiminnan taloudellisuuteen. Metsänviljely rajoitettiin Oulun läänissä 300 metrin, Peräpohjolassa 250 metrin ja Saariselän pohjoispuolella 200 metrin tason alapuolelle. Jos korkeammalla sijaitsevia metsiä haluttiin uudistaa, oli menetelmän luontainen uudistaminen, joka asetettiin etusijalle myös alemmilla mailla.

Metsähallinnon tuoreimmat Oulun läänissä sijaitsevien korkeiden alueiden metsien

uudistamista koskevat periaatteet ovat ohjekirjeessä metsien käsittelystä Pohjanmaan piirikunnassa (Ohjekirje metsien... 1985). Korkeat maat eli lakialueet rajoitetaan 280—330 metrin yläpuolelle. Toimenpideohjeita ei anneta, vaan todetaan, että metsillä on suojametsien ja luonnonsuojelualueiden luonne. Hoitoalueiden metsätalouden tarkastusten yhteydessä niille laaditaan hoito- ja käyttösuunnitelma. Käytännössä asia on toistaiseksi ratkaistu siten, että harjoitetaan ”varovaisista metsänkäsittelyä” ja uudistamistoiminta rajoitetaan yhteistyössä Metsäntutkimuslaitoksen kanssa tehtävään kokeiluun ja tutkimukseen.

Yksityismetsiä varten Kml. Tapio on antanut ohjeet viimeksi vuonna 1987 (Yksityismetsien... 1987). Pohjoisten ja korkeiden maiden metsien käsittely perustuu lämpösummaan. 800 dd:n lämpimämmällä puolella ovat talousmetsät I. Niissä käytetään yleisiä metsänhoitotapoja. Lämpösumma-alueella 800—700 dd ovat talousmetsät II. Niissä uudistuskypsytyden osalta korotetaan ikää 10—20 vuotta ja alennetaan keskiläpimittaa 2 cm. Etusijalle asetetaan luontainen uudistaminen. Jos siihen ei ole mahdollisuutta, tehdään avohakkuu ja männyn kylvö paikallista alkuperää olevalla siemenellä. Lumituhoalueilla voidaan männyn sijasta käyttää kuusen tai lehtikuusen istutusta.

700 dd:n kylmemmällä puolella olevia metsiä nimitetään lakimetsiksi. Niiden käsittelystä ohjekirjeessä mainitaan, että ”sovelletaan talousmetsät II-alueen ohjeita hieman laajaperäisempinä”.

Metsälautakunnat ovat antaneet omilla alueillaan täydentäviä ohjeita. Koillis-Suomen metsälautakunta on Kuusamossa arvioinut talousmetsät I:n ja talousmetsät II:n rajan eli 800 dd:n tason keskiarvona 280 metriin (Koillis-Suomen yksityismetsien... 1983). Talousmetsät II:n ja lakimetsien raja (700 dd) on 360 metrissä. Lakimetsien männiköt uudistetaan luontaisesti ja kuusikot ensisijaisesti pienialaisin avohakkuuin, jotka viljellään. Maan muokkaaminen on yleisesti tarpeellinen. Talousmetsät II-alueella noudatetaan Tapion yleisohjeen periaatteita. Tuoreilla kankailla voidaan käyttää kuusen istutusta. Silloin maa on muokattava metsäauralla tai lautasauralla.

Pohjois-Pohjanmaan metsälautakunnan alueella noudatetaan pääpiirtein Kml. Tapion ohjetta (Pohjois-Pohjanmaan metsien... 1980). Ohjetta on tarkennettu (Metsien käsit-

telyohjeen... 1986) sen jälkeen, kun on saatu lisäkokemusta männyn taimikoiden kehittämisestä korkeilla alueilla. Niinpä mäntyä ei täydentävän ohjeen mukaan viljellä sellaisilla alueilla, missä

- korkeus on lähes 200 m tai enemmän ja
- maalaji on hienojakoista ja
- päätehakkuupuusto on ollut puhdasta tai lähes puhdasta kuusikkoa. Tällaisilla alueilla viljellään kuusta tai lehtikuusta. Maankäsittelynä on auras tai mätästys.

Uusi ohje poikkeaa selvästi Tapion yleisohjeesta. 200 metrin korkeudessa lämpösumma on Pudasjärven pohjoisosassa 880 dd ja eteläosassa 920 dd. Tapion ohjeen Talousmetsät I ulottuu 800 dd:n korkeuteen asti eli Pudasjärvellä 310—340 metriin. Metsälautakunta on siten rajoittanut männyn viljelyn ylärajan ohjeissa mainituilla paikoilla yli 100 m alemmas kuin Kml. Tapio.

Kainuun metsälautakunta on metsien käsittelyohjeissaan (Kainuun metsien... 1980) ja sitä täydentävässä ohjeessa (Metsien uudistamisohjeen... 1982) määritellyt korkeiksi alueiksi välillä 250—300 m olevat maat ja lakimetsiksi yli 300 metrin korkeudella olevat maat. Lämpösummakarttojen (Kasvukauden tehoisan... 1973) mukaan mainitut rajat poikkeavat huomattavasti Tapion yleisohjeen 700 ja 800 dd:n tasosta kuten seuraavista Kainuun metsälautakunnan pohjois- ja eteläläidalle lasketuista luvuista nähdään:

	Suomussalmi N	Sotkamo S
250 m	845 dd	990 dd
300 m	810 dd	950 dd
700 dd	450 m	595 m
800 dd	315 m	475 m

Tapion yleisohjeen talousmetsät I:n ja II:n raja 800 dd asettuu eteläisessä Kainuussa niin korkealle, että se ylittää Sotkamon korkeimman huipun (Naulavaara 368 m) 107 metrillä. Lakimetsän raja 700 dd nousee 227 m huipun yläpuolelle. Kuitenkin Sotkamon vaarojen metsissä on selvästi korkeiden maiden metsien luonne ja vaarojen huipuilla on tyypillisiä lakimetsiä. Tapion yleisohje ei siis ole siellä noudattamiskelpoinen.

Kainuun metsälautakunnan ohjeet määrittävät lakimetsien alarajan pohjoisten naapurimetsälautakuntien talousmetsät I:n alueelle asti. Suomussalmelta pohjoiseen ja länteen eli Kuusamon, Taivalkosken ja Pudasjärven rajan ylittäminen merkitsee lakimetsän rajan noususta 50—100 metriä ylöspäin.

Kainuussa 250—300 metrin korkeudessa on kaistalehakkua ja luontainen uudistaminen ensisijainen menetelmä. Uudistaminen varmistetaan auruksella, jolloin maa pysyy pitkään taimettumiskelpoisena. Tuoreilla kankailla voidaan käyttää ja sitä paremmilla mailla käytetään avohakkuutta, aurausta ja kuusen istutusta.

Lakimetsissä (yli 300 m) päätavoitteena on metsän säilyttäminen. Jos uudistetaan, valitaan luontainen menetelmä.

Yleistä voimassa olevien ohjeiden soveltamisessa näyttää olevan se, että paikallinen kokemus on ratkaisevampi kuin kirjoitetut ohjeet. Haastateltaessa vuonna 1986 pitkään toimissa olleita yksityismetsätalouden ja metsähallinnon ammattimiehiä männyn uudistamiselle asetettavasta ylärajasta saatiin kunnittain seuraava luettelo:

- *Kuusamo*. Mänty voi etelärinteillä menestyä vielä vähän 300 metrin yläpuolella. Pohjoisrinteillä 260—270 metriä on jo paikoin sopimaton.
- *Taivalkoski*. 210—220 m:n korkeudella tulee jo vaikeuksia. 240 metrin yläpuolella mäntyä ei pidä viljellä, ellei entinen metsä ole ollut männikköä.
- *Pudasjärvi*. 250 m:n korkeudella alkaa olla vaikeata, vaikka entisessä metsässä olisi ollut mäntyä. Pohjoisrinteellä lumikariste tekee tuhoa selvästi enemmän kuin etelärinteellä.
- *Suomussalmi*. Tykky ja maaperä määräävät männyn uudistamisen rajan. Korkeuden merkitys on niitä vähäisempi. Kunnan pohjoisrajalakin männyn viljely onnistuu, jos maa on sopiva. Jos vanha metsä on ollut kuusta, ei männyn viljely onnistu. 300 m:n korkeudella on hyviä männiköitä, joissa luontainen uudistaminen onnistuu.
- *Puolanka*. Tiivistettynä: pohjoisrinne 200 m, etelärinne lähes 300 m. Pohjoisrinteellä on 220—230 m:n tasolla huonompi taimikko kuin etelärinteellä 260 m:n tasolla.
- *Hyrnsalmi*. 250 metrin yläpuolella mänty ei menesty.
- *Ristijärvi*. Jo 200 metrillä alkaen on syytä olla varovainen mäntyä uudistettaessa.
- *Paltamo*. Rinteen suunta vaikuttaa siten, että männyn viljelyn yläraja on pohjoisrinteellä 220 m ja etelärinteellä 250 m. Lumivauriot ja tykky ovat haitallisemmat kuin versosyöpä.
- *Kuhmo*. 200—250 m:n korkeus on vielä helppoa. 260 m:n tasolla alkaa olla vaikeata, lumituhoja yleisesti. 260 metrissä on hyviäkin männiköitä, mutta ”niissä maa on erilainen”.
- *Sotkamo*. 250±10 % on sopiva raja. Laajassa vaarassa päästään korkeammalle.

Voidaan todeta, että metsälautakuntien ohjeissa on jo hyvin pitkälle otettu huomioon em. paikalliset kokemukset. Käytännössä ohjeiden ja toimenpiteiden välille ei ristiriitaa syntyne.

4. TUTKIMUKSEN KUVAUS

4.1. Tutkimusalueet

Koelat perustettiin vuosina 1976—77 Taivalkoskelle, Puolangalle ja Hyrnsalmelle (kuva 4, taulukko 3). Taivalkosken koekenttä on kunnan pohjoisosassa Loukusan kylän Latvavaarassa metsähallinnon Taivalkosken hoitoalueessa. Laaksojen topografinen korkeus on seudulla yleensä 250—280 m ja korkeimpien vaarahuippujen 300—380 m. Latvavaaran korkein huippu on 370 m. Vaara on itä—länsisuunnassa noin neljän kilometrin pituinen. Pohjois—eteläsuunnassa ulottuvuutta on 2—2,5 km. Koekenttä on vaaran itälaidalla loivasti itään viettävässä rinteessä, jossa laskua on kahden kilometrin matkalla 370 metrillä 280 metriin. Koekentän kohdalla (315—325 m) rinteen kaltevuus itäänpäin on 4—5 %.

Luonnonolojen epäsuotuisuutta metsän kasvun kannalta Taivalkosken pohjoisosassa kuvaa mm. se, että 2—4 km Latvavaaran eteläpuolella oleva Kortevaara on metsähallinnon talouskartalle merkitty ”huonokasvui-

seksi tunturimaaksi” vaaran alarinteestä 320 metrin korkeudesta huipulle 380 metriin asti.

Puolangan ja Hyrnsalmen koekentät ovat näiden naapurikuntien rajaseudulla olevalla Paljakan vaara-alueella 110—115 km Taivalkosken koelaita etelään. Paljaka on pohjois—eteläsuunnassa noin kymmenen kilometrin pituinen vaara-alue. Pääosa, 2 800 ha, pohjoispuolisko kuuluu Paljakan luonnonpuistoon. Pui-

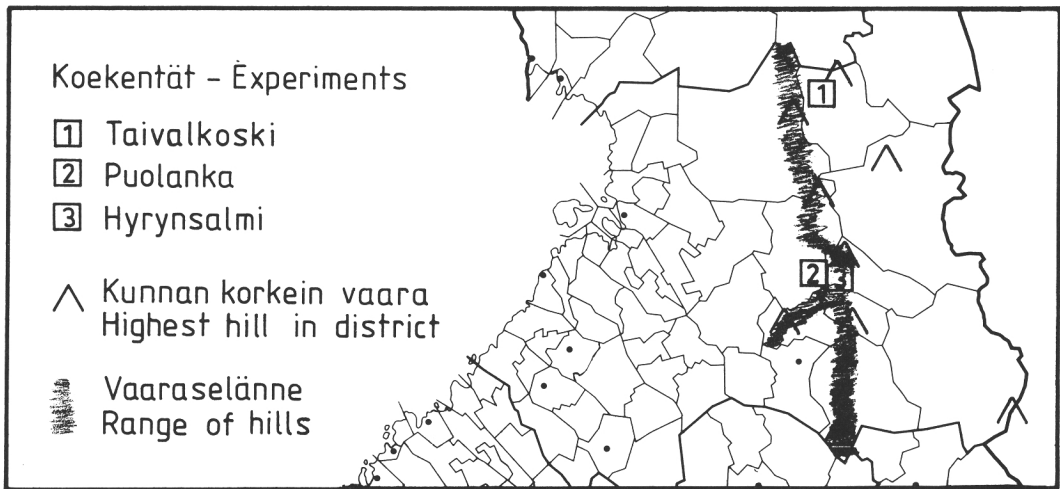
Taulukko 3. Koekenttien sijainti ja korkeus.
Table 3. Location and altitude of the experiments.

Koekenttä Experiment	Sijainti Location N E	Korkeus, m Altitude, m mpy-asl	Lämpösumma Temperature sum dd
Taivalkoski	65°42' 28°01'	315—325	797
Puolanka	64°41' 28°04'	350—365	820
Hyrnsalmi	64°38' 28°05'	277—307	874

Taulukko 4. Koelaseutujen ilmastollisia tunnuslukuja Suomen kartaston (1960) mukaan. Vertailuna Helsingin ja Sodankylän luvut. Paljakka = Puolanka ja Hyrynsalmi.

Table 4. Climatic characteristics of the experimental areas according to the Atlas of Finland (1960). Figures for Helsinki and Sodankylä as comparison. Paljakka = Puolanka and Hyrynsalmi.

Alue — Area	Keskilämpötila — Mean temperature °C			Terminen kasvukausi, vrk — Thermal growing season, d.	Lumen syvyys 15.3. — Snow thickness 15.3., cm	Vuoden Sademäärä — Annual precipitation mm
	Vuosi — Annual	Heinä- kuu — July	Helmi- kuu — February			
Taivalkoski	1,0	15	−11,0	137	70	570
Paljakka	1,5	16	−11,5	143	70	600
Helsinki	4,5	17	−7,0	174	35	700
Sodankylä	−0,5	15	−13,0	129	65	520



Kuva 4. Tutkimuksen koekentät, kuntien korkeimmat huiput sekä Oulun läänin halkaiseva vaaraselänne.
Fig. 4. Location of the experiments, highest hills and range of hills passing through the Province of Oulu.

ton alueella on Paljakan korkein kohta, Mustarinta, 383 m. Eteläpuoliskosta 1 600 ha kuuluu Metsäntutkimuslaitoksen Paljakan tutkimusalueeseen. Tällä alueella on toiseksi korkein huippu, Mustakumpu, 375 m. Koekentät ovat tutkimusalueella.

Paljakan ympäristössä on jonkin verran sitä matalampia vaaroja kaikilla suunnilla. Noin kymmenen kilometrin päässä koillisessa on 387 m korkea Iso Tuomivaara, joka on Kainuun korkein huippu. Paljakan itä- ja pohjoispuolella alavien maiden korkeus on 250—260 m ja länsipuolella 160—180 m. Koekentistä 6—8 km etelään olevan Uva-nimisen järven pinnan korkeus on 154 m. Koekenttien väliseltä Mustakummulta järveen on kuuden kilometrin matkalla laskua 220 m. Näin suuri korkeusero on Kainuussa harvinaista.

Puolangan koekenttä on 700—800 m Paljakan korkeimman huipun eteläpuolella kunnan itärajan vierellä vaaran laakealla selänteellä. Koekentän korkeus on pohjoisreunassa 365 ja eteläreunassa 350 m. Laskua on 5 %. Idän, etelän ja lännen puolella korkeus vaihtelee lievästi. Koekentän viljelty osa on jokseenkin tasaista. Sellaisena se poikkeaa selvästi kaikista muista, jotka ovat rinnekoaloja.

Hyrynsalmen koekenttä on Puolangan koekentästä neljä kilometriä etelään vaaran itärinteessä. Korkeus on

277—307 m. Viljelty koelait ovat keskimäärin korkeimmalla ja normaalin harsinnan koelait alimpana. Koekentän luoteispuolella on kilometrin matkalla nousua 60 metriä. Rinne jatkuu samanlaisena koekentältä itään eli alaspäin, jossa puolen kilometrin matkalla laskua on 35 m. Kaikkiaan hyvin tasaista rinnettä on noin 1,7 km ja sillä matkalla laskua 100 m 360 metristä 260 metriin. Kaltevuus on siten noin 6 %.

Taulukkoon 4 on merkitty eräitä koepaikkojen ilmastollisia tunnuslukuja. Vertailuksi on merkitty Helsingin ja Sodankylän luvut. Tiedot on saatu Suomen kartastosta (1960). Luvut ovat vain suuntaa-antavia. Esimerkiksi Puolangan ja Hyrynsalmen koekentille ei kartastosta voi saada eri lukuja, vaikka koekenttien välinen 60—70 metrin korkeusero vaikuttaa useihin tuntuksiin.

Taulukon 4 luvuissa on virhe ainakin Paljakan lumensyvyyydessä. Vaaraseutujen lumisuudesta 70 cm antaa väärän kuvan. Paljakan länsirinteellä 3—4 km Puolangan ja Hyrynsalmen koekentiltä on 340 metrin korkeudessa havaintopiste, missä on tehty lumensyvyysmittauksia vuodesta 1968 alkaen (Huusko 1987). Mittari on aarin suuruudessa kuusimetän aukossa, johon tuiskulunta ei kerry. Lumen syvyyden keskiarvo maaliskuun loppupuoliskolla on 20 vuoden ajalta 135 cm.

Luontainen Natural	Harsinta Selection					Suojuspuuasento Shelter wood stand			
	Lievä Light	Normaali Normal	Voimakas Heavy			Harva - Sparse M- M+		Tiheä - Dense M- M+	
Viljely Artificial	Äestys - Disc trenching					Aurus - Ploughing			
	6	3	1	4	2	5			
	Aurus - Ploughing					Äestys - Disc trenching			

M- = Muokkaamaton —
No soil preparation
M+ = Äestetty — Disc trenching
1 = Männyn kylvö — Pine sowing
2 = Männyn istutus — Pine planting
3 = Kuusen istutus — Spruce planting
4 = Lehtikuusen istutus —
Larch planting
5 = Koivun istutus — Birch planting
6 = Viljelemätön — Not reforested

Kuva 5. Koekentän rakenne.
Fig. 5. The design and layout of the experiments.

Minimi 80 cm on vuodelta 1972. Eniten on lunta ollut v. 1977. Silloin mittaustaikalla oli lunta maaliskuulta huhtikuun lopulle asti 175 cm. Kilometri pohjoisempaan vaaran päällä lähellä Puolangan koekenttää lunta oli silloin 180 cm. Kaksi kilometriä etelämpänä Mustakummussa lähellä Hyrynsalmen koekenttää lunta oli samoin 180 cm.

Talviaikana runsas tykky on säännöllinen ilmiö. Solantien (1974) mukaan tykyn alaraja tutkimusalueella on noin 250 metrissä. Tykky voi olla yhtenä syynä siihen, että metsissä mäntyjä on vain vähän ja nekin yleensä moneen kertaan latvastaan vaurioituneita.

42. Koejärjestely

Kokeessa on kolme kuusikon uudistamisen päämenetelmää: uudistaminen luontaisesti harsinnalla ja suojuspuumenetelmällä sekä avohakkuun jälkeen viljellen (kuva 5).

Kokeen rakenne on seuraava:

- Koekenttiä on kolme: Taivalkosken, Puolangan ja Hyrynsalmen koekentät.
- Koekentällä on kolme päämenetelmää: harsinta, suojuspuuhakkuu ja avohakkuu.
- Koaloja on
 - harsinnassa kolme: lievä, normaali ja voimakas harsinta
 - suojuspuumenetelmässä kaksi: harva ja tiheä suojuspuusto; tavoitetiheydet 100 ja 200 runkoa/ha
 - avohakkuualalla kaksi: äestetty ja aurattu koala, kumpikin kahtena toistona.
- Koeruutuja on
 - suojuspuukoalalla kaksi: muokkaamaton ja äestetty
 - avohakkuukoalalla kuusi: männyn kylvö, männyn, kuusen, lehtikuusen ja rauduskoivun istutus sekä viljelemätön ruutu.

Harsintakoalojen keskikoko oli 2,9 ha ja suojuspuukoalojen 2,3 ha. Viljelykoaloalan koko oli 0,75 ha ja

viljelyn koeruudun koko 0,125 ha (50 m x 25 m). Yhteensä koekentän suuruus oli Taivalkoskella 15,0 ha, Puolangalla 17,4 ha ja Hyrynsalmella 16,7 ha (taulukko 5).

Suojuspuukoalat jaettiin kahteen puoliskoon ja toinen niistä muokattiin TTS-metsä-äkeellä 2—3 metrin välein. Harsintakoaloja ei muokattu.

43. Tutkimuksen aikataulu

Harsinta- ja suojuspuukoalat sekä Hyrynsalmen viljelykoala hakattiin talvikausina 1974—76 (taulukko 6). Puolangan koekentän viljelyala oli hakattu jo 1966—67. Se oli viljelty männylle kuokketyönä v. 1968, mutta viljely oli epäonnistunut. Taivalkosken koekentän viljelykoala oli hakattu 1973.

Koeruudut muokattiin kesäkautena 1976. Suojuspuuruudut äestettiin heinäkuun puoliväliin mennessä. Siten koivun siemen pääsi varisemaan muokattuun maahan jo v. 1976. Kuusen siementyminen kivennäismaapinnalle pääsi alkuun vasta seuraavana keväänä 1977. Kaikki viljelyt tehtiin keväällä 1977.

Inventoinnit on tehty neljän, seitsemän ja kymmenen kasvukauden jälkeen, viljelyt syksyllä ja suojuspuu- ja harsinta-alat seuraavana keväänä. Harsintakoaloja ei tarkastettu ensimmäisellä kerralla. Viimeisin inventointi on syksyiltä 1986 ja keväältä 1987.

Inventointeja on tarkoitus jatkaa suojuspuukoaloilla siihen asti, kunnes päälyspuusto on poistettu ja kuusentaimikko on ylittänyt lumirajan. Suojuspuuston poistohakkuuseen ja taimikon vaurioitumiseen on tarpeen kiinnittää erityistä huomiota. Viljelytaimikon mitaukset voitaneen lopettaa taimikon saavutettua puulaajista riippuen kahdesta kahdeksaan metrin pituuden. Siihen mennessä uudistumistapahtuman tyypilliset piirteet lienevät tulleet esiin. Harsintakoaloilla mittauksia on jatkettava pitempään.

Taulukko 5. Koealojen pinta-alat, ha.
Table 5. Area of the plots.

M- = Muokkaamaton — No soil preparation
M+ = Äestetty — Disc trenching

Menetelmä — Method	Taivalkoski	Puolanka	Hyrnsalmi	Yht. — Total
Harsinta — Selection cutting				
Lievä — Light	2,4	3,2	2,5	
Normaali — Normal	3,9	5,6	4,4	
Voimakas — Heavy	1,5	7,8	1,0	9,8
			2,0	8,9
				26,5
Suojuspuuasento — Shelterwood				
Harva — M-	0,9	1,4	1,2	
Sparse — M+	1,2	1,1	1,2	
Tiheä — M-	0,8	1,2	1,0	
Dense — M+	1,3	4,2	0,9	4,6
			1,4	4,8
				13,6
Avohakkuu — Clear cutting				
Äestys — Disc trenching	1,5	1,5	1,5	
Auraus — Ploughing	1,5	3,0	1,5	3,0
				9,0
Yhteensä — Total	15,0	17,4	16,7	49,1

Taulukko 6. Koealojen perustamisajat.
Table 6. Establishment dates of the plots.

Toimenpide — Treatment	Taivalkoski	Puolanka	Hyrnsalmi
Hakkuu — Cutting			
Harsinta — Selection	1975—1976	1974—1975	1975—1976
Suojuspuuhakkuu — Shelterwood	1975—1976	1974—1975	1975—1976
Avohakkuu — Clear cutting	1973	1966—1967	1975—1976
Muokaus — Site preparation			
Äestys — Disc trenching	14.—15.7.1976	15.6.1976	15.6.1976
Auraus — Ploughing	3.8.1976	7.9.1976	8.9.1976
Viljely — Artificial regeneration	13.—16.6.1977	30.5.—14.6.1977	30.5.—14.6.1977

44. Metsien ja hakkuiden kuvaus

Koealojen metsät olivat yli-ikäisiä koivunsekaisia kuusikoita. Taivalkoskella metsä oli käsitelty useita vuosikymmeniä sitten voimakkaalla määrämittahakkuulla, joka oli osalla aluetta hävittänyt metsän pahoin (kuva 6). Ilmaston epäsuotuisuus lienee syynä siihen, että elpymisen merkkejä ei puustossa juuri näy. Voimakkaan harsinnan koeala sijoitettiin puustoltaan heikoimmalle alueelle. Myös osalla Puolangan koekenttää oli määrämittaharsinnan jälki selvä. Sielläkin voimakkaan harsinnan koeala sijoitettiin sille alueelle, missä puustoa oli jäänyt vähiten.

Taivalkosken Latvavaara oli metsähallinnon vuonna 1973 tekemässä metsätalouden tarkastuksessa luokiteltu vaaran alalaidasta eli 280 metristä alkaen ns. toimenpiderajan yläpuolella olevaksi lakialueeksi, jolla hakkuita ei tehdä. Kuitenkin tarkastuksen aikaan käynnissä olleet hakkuut vietiin päätökseen, vaikka ne ulottuivat vaaran itärinteessä paikoin 300 metrin korkeuskäyrän yläpuolelle.

Talousskirjan mukaan Latvavaarassa sen metsikkökuvion pinta-ala, johon koeala sijoitettiin, on 285 ha.

Kasvupaikkatyyppi on tuore kangas, maaperä moreenia ja veroluokka 3. Puuston ikä oli 190 v ja tilavuus 70 m³/ha. Kuusen osuus puustosta oli 90 % ja koivun 10 %. Valtapituus oli 15 m ja tiheys 0,6. Vajaapuustoisuuden ja yli-ikäisyyden takia metsä luokiteltiin vajaatuotoiseksi ja kehitysluokaksi merkittiin 6B. Toimenpideehdotusta ei ollut merkitty, koska kuvio oli toimenpiderajan yläpuolella.

Pohjois-Suomen vanhojen kuusikoiden lahoisuutta tutkiessaan Norokorpi (1979) mittasi puustotunnuksia mm. Latvavaarassa tämän tutkimuksen koekentän läheltä. Kuusten ikä vaihteli välillä 40—370 v. Vallitsevan jakson keski-ikä oli 201 v ja vallitun jakson 120 v. Keskitilavuus oli 92 m³. Siitä kuusen osuus oli 83 %.

Paljakalla olevien koekenttien puusto oli pääosaltaan runsas ja elinvoimainen. Vain osassa Puolangan koealaa vanhan määrämittahakkuun jälki oli selvä. Hyrnsalmen koealan valtapuusto oli kauttaaltaan tukkipuustoa. Metsäntutkimuslaitoksen vuonna 1971 laatiman metsätaloussuunnitelman mukaan kummankin koealan kuvio oli luokiteltu puolukkamustikkatyyppiksi ja maaperä vähäkiviseksi. Puolangan koealalla puuston iäksi ilmoitettiin 175 vuotta ja Hyrnsalmen koealalla 150 vuotta.



Kuva 6. Taivalkosken koekentän harsintakoealat. Ylinnä lievä, keskellä normaali ja alinna voimakas harsinta. Valok. Pentti Savilampi.
Fig. 6. The selection cutting plots in the experiment at Taivalkoski. From top to bottom: light, normal and heavy selection cutting. Photos Pentti Savilampi.

Taulukko 7. Harsinta- ja suojuspuuruutujen puustotunnuksia hakkuun jälkeen.
Table 7. Stand characteristics following cutting on the selection cutting and shelterwood plots.

	Runkoluku/ha Stem number/ha	D _{1,3} cm	Pituus Height m	Tilavuus Volume m ³ /ha
Taivalkoski				
Harsinta —				
Selection cutting				
Lievä — Light	465	5—34	3—18	41
Normaali — Normal	361	5—36	2—18	37
Voimakas — Heavy	177	5—20	3—12	5
Suojuspuusto —				
Shelterwood				
Harva — Sparse	146	10—37	7—19	35
Tiheä — Dense	191	9—40	6—20	44
Puolanka				
Harsinta —				
Selection cutting				
Lievä — Light	593	5—50	3—18	109
Normaali — Normal	332	5—49	3—20	116
Voimakas — Heavy	386	5—37	3—16	42
Suojuspuusto —				
Shelterwood				
Harva — Sparse	88	19—45	12—19	48
Tiheä — Dense	202	14—49	9—20	94
Hyrnsalmi				
Harsinta —				
Selection cutting				
Lievä — Light	432	5—42	3—22	152
Normaali — Normal	385	5—43	3—24	84
Voimakas — Heavy	485	5—40	3—20	94
Suojuspuusto —				
Shelterwood				
Harva — Sparse	105	13—39	9—20	40
Tiheä — Dense	166	13—47	9—23	90

Puustotilavuudet olivat 110 ja 130 m³. Kummallakin alueella kuusen osuus oli 90 % ja koivun osuus 10 %. Kehitysluokka oli 5. Toimenpide-ehdotus molemmille alueille oli kuusen luontainen uudistaminen suojuspuumenetelmällä.

Vanhat pohjoiset kuusikot ovat yleisesti lahovikaisia. Norokorpi (1979) sai tutkimuksessaan Pohjois-Suomen vanhojen kuusikoiden lahoisuudeksi 30 %. Tyvilahoa oli 27 %. Latvavaarassa tyvilahoa oli 24 %. Nyt esillä olevien koealojen puuston lahoisuutta ei selvitetty, mutta kaadettujen puiden kannoista päätellen lahoa oli vain vähän.

Taivalkoskella ja Puolangalla voimakkaan harsinnan koealat sijoitettiin käytettävissä olleen rajoitetun pinta-alan takia puustoltaan selvästi keskimääräistä heikomille alueille. Muut harsintakoealat ja kaikki suojuspuukoealat sijoituivat kuvion keskimääräistä puustoisemmille osille.

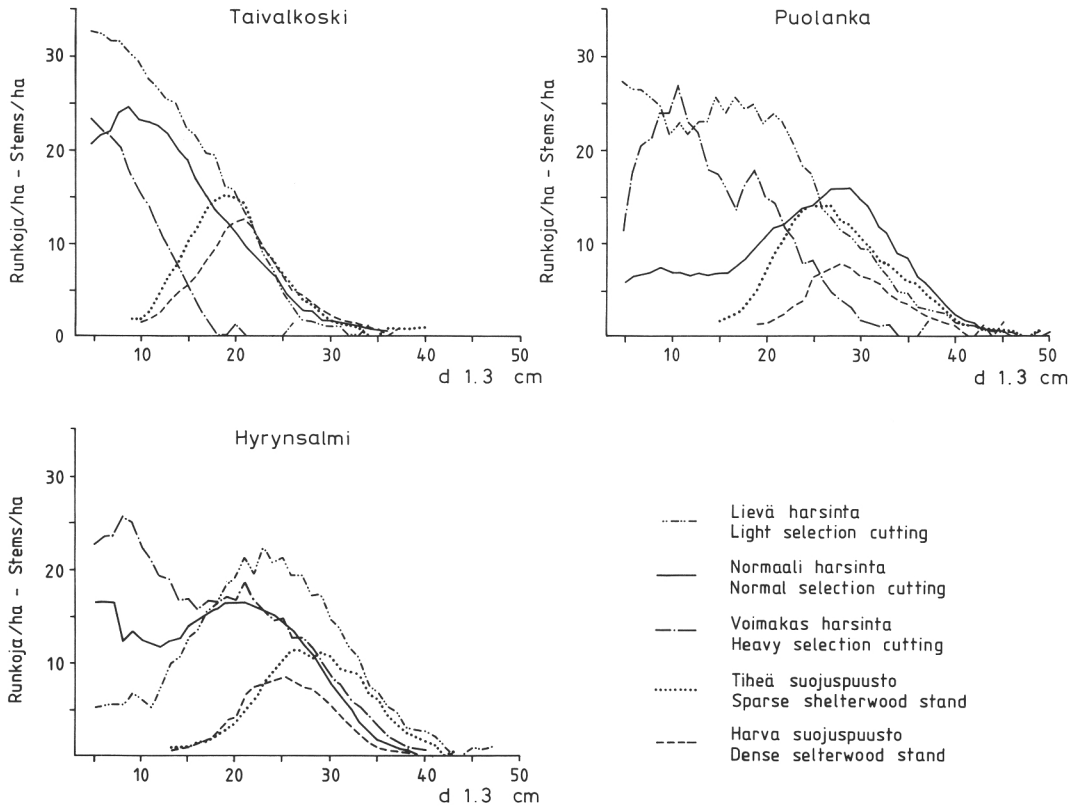
Puiden valinta harsinta- ja suojuspuualoja leimattaessa oli silmävarainen. Harsintakoealoilla poistettiin isoimpia ja ”kypsiksi” arvioituja puita ja harvennettiin tiheitä puuryhmiä. Voimakkaassa harsinnassa käytettiin melko puhdasta määrämittahakkuuta. Lievässä harsinnassa puustoa harvennettiin vain vähän. Aukkojen tekemistä kartettiin. Näiden kahden käsittelyvoimakkuuden väliin sijoitettiin keskivahva harsinta, josta käytettiin nimitystä normaali harsinta. — Koivut poistettiin kaikki. Ne olivat yleensä tyypillisiä toisen sukupolven

koivuja, pieniä, mutkaisia ja yli-ikäisyyden takia elinvoimaltaan heikkoja.

Suojuspuuasennossa tavoiteteiheyttä oli 100 ja 200 suojuspuuta/ha. Tavoite asetettiin näin alas sen takia, että tutkimuksessa korostettiin uudistumista, ja harvoilla puustoilla otaksuttiin taimettumisen tapahtuvan nopeasti. 100 puun suojuspuuasentoa voitaisiin nimittää myös siemenpuuasennoksi.

Lähtöpuustojen erilaisuudesta eri koealoilla johtuu se, että esim. lievässä ja normaalissa harsinnassa jäljellä olevan puuston tilavuus voi olla sama. Silti käsittelyssä oli selvä aste-ero. Erityisesti Taivalkoskella puusto asetettiin rajoituksia. Myös suojuspuumetsiköiden runkoluku poikkeaa Taivalkoskella eniten tavoitteesta. Puolangan ja Hyrnsalmen koealoilla päästin lähelle tavoiterunkolukuja (taulukko 7).

Kuvassa 7 esitetään hakkuun jälkeiset runkolukukuvaajat. Suojuspuukoealat on laskettu muokkausruutujen keskiarvoina. Kuvaajista huomataan, että eri koealojen metsiköt käsittelyperiaatteen yhdenmukaisuudesta huolimatta voivat poiketa paljonkin toisistaan. Eniten tavoitteesta poikkeavat Puolangan normaalin harsinnan koeala ja Hyrnsalmen lievän harsinnan koeala, joiden alkupuustossa pieniä puita oli vähän. Niissä on kuitenkin toteutettu lähtöpuustoon soveltuvat käsitteilyt, joissa metsikön rakenne muuttui haluttuun suuntaan. Jälkimmäinen metsikkö muistuttaa liian aikaisessa vaiheessa muodostettua suojuspuuasentoa.



Kuva 7. Harsinta- ja suojuspuustojen runkolukujakaumat.
 Fig. 7. Stem number distributions of the selection-cut and shelterwood stands.

Ns. Mauri-myrsky 22.9.1982 kaatoi Taivalkosken koekentällä yhteensä 119 puuta (31 m³). Ne olivat keskimäärin vähän suurempia kuin koelan puut yleensä. Koeruuditaitaan kaatuneiden puiden runkomäärät hehtaaria kohden vaihtelivat välillä 1—41. Muokkaus tai harsinnan voimakkuus eivät vaikuttaneet määrään. Puolangan ja Hyrynsalmen koaloilla myrsky ei tehnyt tuhoa.

45. Koalojen maaperä

Yhden kuutiodesimetrin suuriset maanäytteet otettiin muokkaamattomasta pinnasta humuksen alta 10 cm:n pintakerroksesta maannoshorizontteja erottelematta. Koeruudulta otettiin neljä näytettä, jotka sekoitettiin keskenään. Tästä otettiin lopullinen 1 dm³:n näyte. Maanäytteet kerättiin 27.9.—11.10.1979. Mekaaniseen maa-analyysiin näytteitä saatiin Taivalkoskelta 20, Puolangalta 22 ja Hyrynsalmelta 22. Kemiaaliset analyysit tehtiin samoista ja lisäksi Taivalkoskelta 14 näytteestä.

Taivalkoskella maa oli yleensä hiekkaisen hietamoreenin ja hietaisen hiekkamoreenin rajalla. Yksi näyte oli hietaa. Puolangan ja Hyrynsalmen koalojen maa oli

hiekkamoreenia (taulukko 8). Lämpimiltään alle 0,06 mm olevien aineisten osuus oli Taivalkoskella keskimäärin 28 %, Puolangalla 17 % ja Hyrynsalmella 22 %. Korkein hienoainesosuus, 46 %, oli Taivalkoskella avohakkuualan viljelemättömällä aurasruudulla.

Lähde (1974) on Pohjois-Suomessa keräämänsä aineiston perusteella tullut päätelmään, että alle 0,06 mm:n hienoainesosuuden jäädessä alle 25 prosentin ja alle 0,02 mm:n osuuden alle 12 prosentin on hyvät edellytykset hyväkuntoisten männyntaimikoiden aikaansaamiselle. Näin ollen Puolangalla ja Hyrynsalmella maan lajitekoostumus lienee männylle sopiva mutta Taivalkoskella epäedullinen (kuva 8).

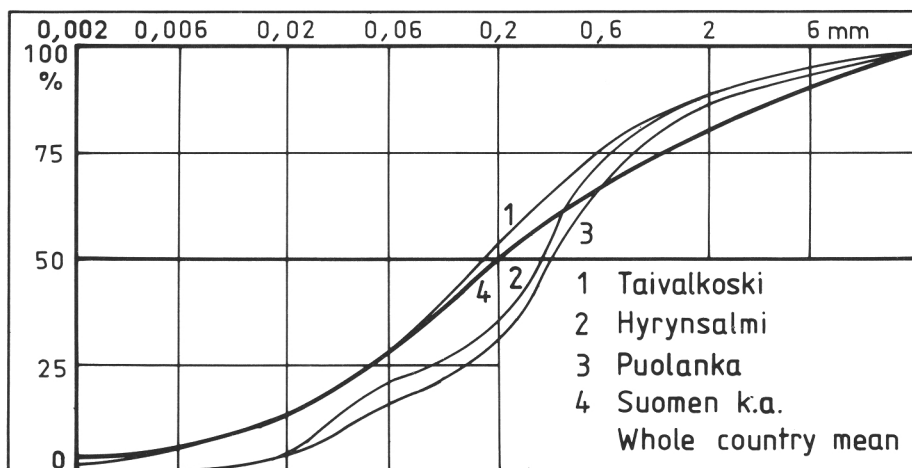
Maa kullakin koekentällä oli melko homogeenista. Suuria poikkeamia ei yleensä ollut. Siten analyysitulosten perusteella piirretyt seulontakäyrät kuvaavat maan lajitekoostumusta luotettavasti (kuva 8). Puolangan ja Hyrynsalmen käyrät ovat lähes yhteneväiset. Eniten, 55 %, on hiekkaa. Taivalkosken käyrä poikkeaa muista. Se painottuu hiedan alueelle, jota on 40 %. Maan hienolajitteisuutta Taivalkoskella kuvaa myös se, että savoksen eli 0,002 mm hienomman aineksen osuus oli siellä 2 %, mutta muualla savesta ei ollut.

Kemiaalista maa-analyysiä varten maanäytteitä kertyi yhteensä 78. Typpi määritettiin totaalianalyysillä ja K, Ca, Mg, P ja Fe ns. happoliukoisanalyysillä seuraavasti (Halonen & Tulkki 1981):

Taulukko 8. Maalaji ja hienoaineksen (<0.06 mm) osuus %.
Table 8. Soil class and proportion (%) of fine material (<0.06 mm).

Hk = Hiekka — Sand
Ht = Hieta — Fine sand
Mr = Moreeni — Till

Koekenttä Experiment	Harsinta Selection cutting	Suojuspuusto Shelterwood stand	Avohakkuu Clear cutting	Keskiarvo — Mean
Taivalkoski	HkMr 28	HtMr 24	HtMr 32	28
Puolanka	HkMr 16	HkMr 18	HkMr 17	17
Hyrnsalmi	HkMr 23	HkMr 21	HkMr 21	22
Keskiarvo — Mean	22	21	23	22



Kuva 8. Mekaanisen maa-analyysin maalajitekäyrät. Koko maan moreenien keskiarvo Virkkalan (1969) mukaan.

Fig. 8. Soil class curves of the particle size distribution analysis. Mean for the whole country according to Virkkala (1969).

- poltto 1 vrk 500 asteessa
- 2 g maata + 3 ml väkevää (37 %) HCl sekoitettiin, keitettiin 5—10 min, laimennettiin 25 ml:ksi; Fe mitattiin AAS:llä
- em liuos laimennettiin 1/100; K, Ca ja Mg mitattiin AAS:llä
- ensinmainittu laimennettu liuos laimennettiin 1 ml + reagenssi/50 ml; P mitattiin spektrofotometrillä VM-menetelmällä.

Koska saadut tulokset poikkesivat osittain paljonkin Kemiran (Metsänlannoittajan opas, 1986) ilmoittamista tyydyttävistä arvoista kivennäismaassa, tehtiin tarkistusanalyysejä. Tulokset eivät muuttuneet.

Metsänkäsittelytapojen mukaan ryhmitetyt tulokset esitetään kuvassa 9. Tyypeä oli keskimäärin 0,08 %. Puolangan puustoisilla koaloilla sitä oli vähiten. Fosforia oli keskimäärin 1 mg/g. Hyrnsalmella sitä oli eniten ja Taivalkoskella selvästi vähiten. Kaliumia oli

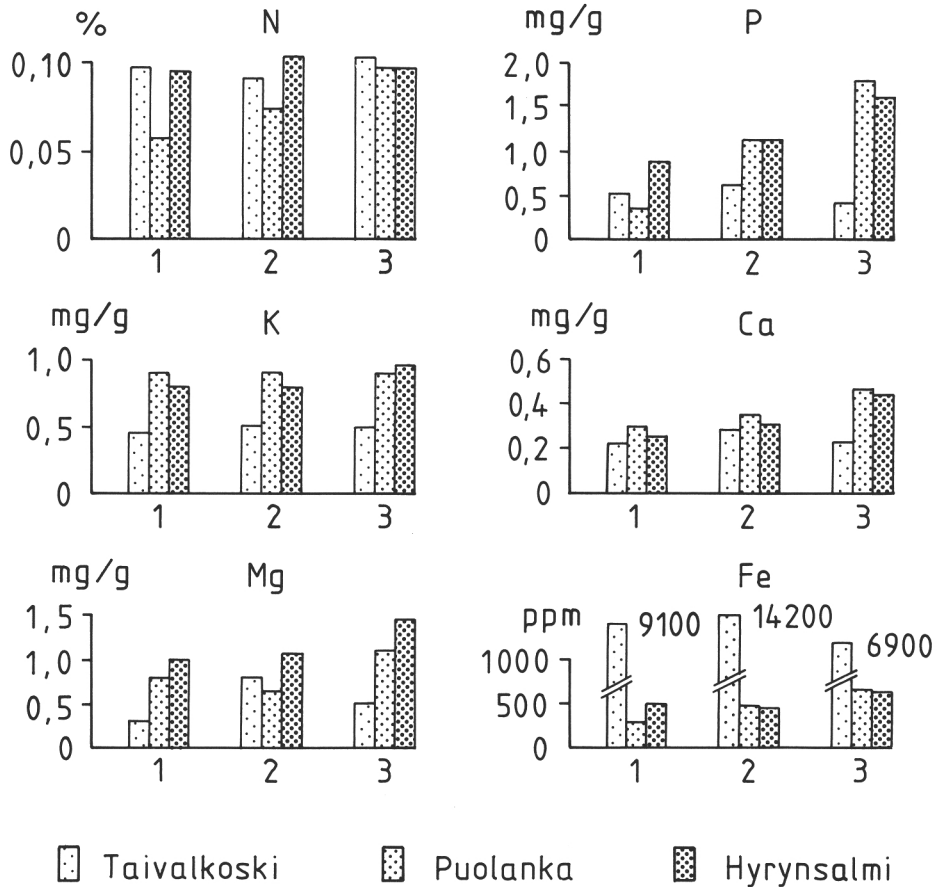
keskimäärin 0,8 mg/g. Taivalkoskella sitä oli vain puolet siitä mitä muualla.

Kalkin määrä vaihteli välillä 0,2—0,4 mg/g. Puolangalla sitä oli eniten ja Taivalkoskella vähiten. Erot olivat pienet. Magnesiumia oli 0,3—1,4 mg/g ja keskimäärin 0,8 mg/g. Sitäkin oli Taivalkoskella vähiten. Hyrnsalmella määrä oli muita suurempi.

Edellisen mukaan Taivalkosken koekentällä ravinteita on selvästi vähiten. Puolangan ja Hyrnsalmen alueet ovat tasaveroiset.

Taivalkoskella ravinne määrät olivat jokseenkin samat metsän käsittelystä riippumatta. Puolangalla ja Hyrnsalmella fosforin, kalkin ja magnesiumin määrä oli avohakkuu-aloilla 1.5-kertainen metsäisiin koaloihin verrattuna. Eroa ei ole voitu selittää. Esimerkiksi hakkuun ja näytteiden oton välinen aika on Taivalkoskella 10, Puolangalla 16 ja Hyrnsalmella 7 vuotta.

Metsänlannoittajan oppaassa (1986) ilmoitettuihin kivennäismaan tyydyttäviin ravinnepitoisuuksiin verrattuna typen määrä nyt tutkituissa näytteissä oli noin



Kuva 9. Kemiallisen maa-analyysin tulokset.
Fig. 9. Results of chemical soil analyses.

1 = Harsintametsä — Selection stand
2 = Suojuspuusto — Shelterwood stand
3 = Avohakkuu — Clear cutting

kymmenesosa, fosforin kaksinkertainen, kalin nelinkertainen, kalsiumin viidesosa ja magnesiumin kolminkertainen.

Raudan määrä oli Taivalkoskella 7 000—14 000 ppm ja muualla noin 500 ppm. Maanäytteen ottamistapa — 1 dm³:n näyte humuksen alta maannoshorizontteja mitaamatta ja erottelematta — voi olla selityksenä raudan määrän suurelle vaihtelulle koekenttien välillä. Taivalkoskella näytteeseen on voinut tulla rikastumiskerros maata enemmän kuin muualla. Pulkka (1980) on saanut Kainuun vaarojen maaperää tutkiessaan raudan määrän keskiarvoksi huuhtoutumiskerroksessa 4 800 ja rikastumiskerroksessa 21 000 ppm. — Metsän ja maan käsittelyn vaikutusta raudan määrään ei voitu havaita.

Osasta Puolangan ja Hyrynsalmen näytteitä määritettiin mangaani, sinkki, kupari ja alumiini. Pitoisuudet (ppm) vaihtelivat laajasti:

	min	\bar{x}	max
Mn	4,5	62	150
Zn	1,2	6,3	11
Cu	0,6	2,7	5,0
Al	1,2	4,9	9,1

Koekenttien välillä ei ollut mainittavia eroja.

46. Viljelyt

Koealat viljeltiin muokkauksen jälkeisenä keväänä, kesäkuun alkupuoliskolla 1977. Viljelytiheys oli 2 500 kpl/ha. Ruutuun tuli 312 tainta tai kylvölaikkuja. Äestysaloilla viljeltiin vakoon ja aurasalueilla ensi sijassa palteeseen.

Kylvö tehtiin vakoraudalla painettuun uraan ja siemen peitettiin irtomaalla 2—3 mm. Siemenmenekki oli 350—400 g/ha. Istutus tehtiin kourukuokalla.

Koeruuden keskelle merkittiin viljeltäessä 50 tainta tai kylvökohtaa inventointeja varten.

Taimilajit ja siementen alkuperät olivat:

Kylvö, mänty	Taivalkoski
Istutus, mänty 1M + 1A	Taivalkoski
kuusi 1M + 2A	Puolanka, Paljakka
lehtikuusi 1M + 1A	Raivola
rauduskoivu 1Mk	Hyrynsalmi, Paljakka

Taivalkoskella kuusi oli poikkeavasti viisivuotista 1M, 1A + 3A. Lehtikuusi oli Hausjärven Oitin siemenviljelykseltä.

Viljelyjä täydennettiin 1979—82 (liite 1). Täydennys oli neljänneksen luokkaa. Eniten (36 %) täydennystarvetta oli männyn kylvöruuduilla ja vähiten (13 %) lehtikuusiruuduilla. Suurin täydennystarve koeruudittain oli

- männyn kylvö Puolangan aurausrudulla 51 %
- männyn istutus Puolangan aurausrudulla 49 %
- männyn kylvö Puolangan äestysruudulla 48 %
- männyn istutus Hyrynsalmen aurausrudulla 46 %.

Parhaiten oli onnistunut kuusen istutus Taivalkoskella. Täydennystarve kummallakin muokkauksella oli siellä 8 %. Keskimäärin täydennystarve oli äestysaloilla 22 % ja aurasaloilla 25 %.

Täydennystarpeen suuruus erityisesti Paljakan seudun mäntykylvöksillä ja aurausrutujen mäntystutuksilla on huolestuttavaa ja kenties viite siitä, että jo männyn alkukehityksessä voi tietyillä paikoilla olla niin suuria vaikeuksia, että puulajivalinnassa mäntyä ei voida hyväksyä.

47. Inventoinnit

Viljelyruudut on inventoitu kolmesti:

- syksyllä 1980 neljän kasvukauden iällä
- syksyllä 1983, ikä seitsemän kasvukautta
- syksyllä 1986, ikä kymmenen kasvukautta.

Inventoinnissa tarkastettiin viljeltäessä merkityt 50 tainta kunkin koeruudun keskialueelta.

Viljelytaimien kunto määriteltiin v. 1983 luokittaen seuraavasti:

1. Hyvämuotoinen, terve
2. Hyvämuotoinen, kituva
3. Lenko
4. Mutkainen
5. Latvakato tai vastaava
6. Pensastunut
7. Edellisten kohtien 3—6 yhdistelmä

Suojuspuu- ja harsinta-alat tarkastettiin keväällä 1984 ja keväällä 1987. Jälkimmäiseen tarkastukseen mennessä oli hakkuusta kulunut aikaa Puolangalla 12 v ja muualla 11 v. Muokkauksen ikä suojuspuualueilla oli vakojen taimettumista ajatellen kuuselle 10 v ja koivulle 11 v.

Suojuspuualueilla otettiin 1 x 2 m suuruisella mittakehikolla 10 näyteruutua koeruudun keskialueelta viideltä vakolinjalta kahden metrin välein eli yhteensä 50 näyteruutua. Ensimmäisellä kerralla mittauskohdat merkittiin, jotta mittaukset voidaan tehdä aina samoista pisteistä. Mittakehikko sijoitettiin äestysvaon poikkisuuntaan. Vaon ja vakovälin leveys mitattiin v. 1983.

Taimet laskettiin puulajeittain erikseen vaosta ja vakovälistä. Näyteruudun taimien pituus kirjattiin puulaeittain arvioituna keskipituutena.

V. 1987 koeruudun inventoinnin jälkeen tehtiin silmävarainen arvio metsittymisen onnistumisesta pitäen tavoitteena mahdollisuutta saada alueelle puhdas kuusikko tai kuusikoivusekametsä.

Harsintaruutujen taimiaines ja taimikko mitattiin keväällä 1984 viideltä yhden aarin ympyräkoelalta laskeamalla puulajeittain lukumäärät ja arvioimalla silmävaraisesti valtapituus ja keskipituus. Keväällä 1987 mitaustarkkuutta lisättiin. Ruudun keskialueelle merkittiin pysyvästi 20 puolen aarin ympyrää 10 x 20 m:n välein. Puulajeista eroteltiin kuusi, koivu, mänty, haapa, pihlaja ja paju. Kuusen ja koivun taimien pituus mitattiin. Muista arvioitiin yleinen minimi, keskiarvo ja yleinen maksimi. ”Yleinen” tarkoitti noin 10 prosenttia jakaumasta. Työ rajoitettiin enintään viiden metrin pituisiin taimiin ja puihin. Uudistumisjaksoon kuuluvat 5—10 metrin pituiset kuuset ja koivut luettiin erikseen.

Harsintaruuduilla arvioitiin sekä v. 1984 että 1987 silmävaraisesti metsittyminen samalla tavalla kuin suojuspuualueilla.

5. TULOKSET

51. Harsinta

Enintään viiden metrin pituisia kuusen taimia oli v. 1987 Taivalkoskella 500—800 kpl/ha (kolme vuotta aikaisemmin 150—300), Puolangalla ja Hyrynsalmella 600—1 800 (500—3 200) (taulukko 9 ja liite 2). Koko aineiston keskiarvo oli 960 tainta/ha (810). Puolangan normaalin harsinnan ruudulla oli v. 1984 taimia 3 200 ja kolme vuotta myöhemmin vain 1 750. Muualla taimimäärä oli lisääntynyt keskimäärin 1,2-kertaiseksi.

Kaikki koivu oli hieskoivua. Sen taimia oli Taivalkoskella 1 000—4 500 (v. 1984 500), Puolangalla 1 500—3 300 (0—300) ja Hyrynsalmella 50—200 (0—200). Koko aineiston keskiarvo oli 1 720 tainta/ha (220). Koivun taimimäärä oli lisääntynyt kolmen vuoden aikana keskimäärin kahdeksankertaiseksi. Vain Hyrynsalmen normaalin harsinnan ruudulla se oli alentunut. Taivalkoskella koivun taimet olivat v. 1984 osaksi porojen vikuuttamia, 1987 tuhoa ei mainittavasti ollut.

Sekä kuusi että koivu hyväksyttiin kasva-

Taulukko 9. Kuusen ja koivun taimien lukumäärä ja keskipituus harsintakoealoilla. Pituus enintään 5 m.

Table 9. Number of spruce and birch saplings and their mean height on the selection cutting plots. Maximum height 5 m.

1 = 1984, 2 = 1987

Koe kenttä — Experiment		Kpl/ha — No/ha		Pituus, m — Height, m	
		Kuusi — Spruce	Koivu — Birch	Kuusi — Spruce	Koivu — Birch
Taivalkoski	1	230	500	0,7	0,7
	2	670	2700	1,7	0,8
Puolanka	1	1500	90	0,1	0,2
	2	1200	2300	0,6	1,7
Hyrnsalmi	1	670	70	0,1	0,3
	2	1000	140	0,6	1,0
Kaikki — All	1	810	220	0,3	0,4
	2	960	1700	0,9	1,2

tettaviksi puulajeiksi. Yhteensä niitä oli Taivalkoskella eri harsintaruuduilla 1 700—5 000 (v. 1984 600—800), Puolangalla 2 600—4 100 (800—3 200) ja Hyrnsalmella 800—1 900 (600—900). Kolmessa vuodessa määrä oli 2,6-kertaistunut. Koivun osuus oli kaksi kolmasosaa.

Suuristakaan taimimääristä huolimatta harsinta-alueiden metsittymistä ei silmävaraisessa arvioinnissa luokiteltu millään ruudulla hyväksi, tyydyttäväksi tai edes heikoksi, vaan kaikki merkittiin luokkaan epäonnistunut. Taimikko oli kaikkialla hyvin aukkoista ja ryhmittäistä. Vaihtelu oli suurinta Hyrnsalmella, missä kuusen taimimäärä vaihteli yhdellä aarilla välillä 1—198. Kuusen taimille oli tyypillistä kasvittyminen tiheinä kasvustoina vanhoille kannoille ja lahonneille maapuulle, missä neliömetrin alalla saattoi olla kymmeniä taimia. Koivut olivat yleensä syntyneet koeruutujen notkelmiin ja pieniin painanteisiin, missä kosteutta oli keskimääräistä enemmän. Usein ne olivat lisäksi kantoihin syntyneinä vesaryhminä.

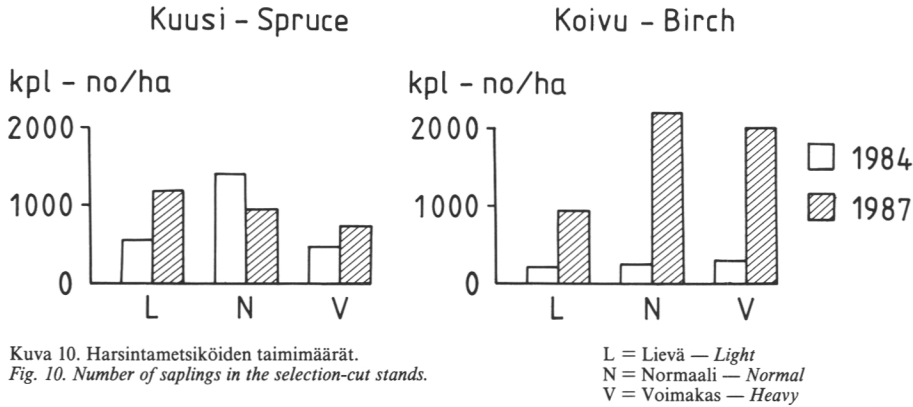
Epäonnistuneeksi luokiteltu tulos ei merkitse välttämättä harsintamenetelmän sopimattomuutta metsän uudistamisen kannalta, vaan se osoittaa menetelmän hitautta nyt tutkituissa oloissa. Verrattaessa esimerkiksi suojuuspuumenetelmään taimettuminen saa olla paljon hitaampaa. Olemassa olevan puuston kasvattaminen on nimittäin harsinnassa vähintään yhtä tärkeä tavoite kuin uudistuminen. Harsinnan käyttökelpoisuus uudistamismenetelmänä selviää vasta myöhemmissä inventoinneissa 20—30 vuoden aikana. Kasvatusmenetelmäksi sopiminen selviää vieläkin hitaammin.

Harsinnan voimakkuudella ei ollut johdonmukaista vaikutusta taimimäärään, vaan se vaihteli satunnaisesti (kuva 10). Niinpä erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Kuusen ja koivun taimien pituus vaihteli v. 1987 parista sentistä viiteen metriin (liite 2). Kuusen pituuden ruutukeskiarvo vaihteli välillä 0,2—2,2 m. Taivalkoskella keskiarvo oli 1,7 m, Puolangalla ja Hyrnsalmella 0,6 m. Lievästi harsituilla aloilla taimet olivat keskimäärin pisimmät ja voimakkaasti harsituilla aloilla lyhimmät, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Koivun taimet olivat Taivalkoskella keskimäärin 0,8 m pitkiä eli vain puolet kuusen pituudesta. Porot olivat siellä syöneet niiden latvoja. Puolangalla (1,7 m) ja Hyrnsalmella (1,0 m) koivujen pituus oli kuuseen verrattuna 2—3-kertainen. Harsinnan voimakkuus ei vaikuttanut koivun pituuteen.

Edellisessä inventoinnissa 1983 kuusen taimien pituus oli Taivalkoskella keskimäärin 0,7 m ja Puolangalla ja Hyrnsalmella 0,1 m. Todennäköisesti ainakin osa jälkimmäisistä on syntynyt vuoden 1979 runsaasta siemensadosta. Taivalkosken kuusiaines on ennen kokeen perustamista syntynyttä. Pituuksista voidaan edelleen päätellä, että koivun taimet ovat Taivalkoskella kuusen tapaan koetta vanhempia ja muualla vasta harsintahakkuun jälkeen syntyneitä. Eri-ikäisyyden syynä on metsikkörakenne ennen kokeen perustamista: Taivalkoskella puusto oli selvästi nuikempi kuin Puolangalla ja Hyrnsalmella.

Myös 5—10 metrin pituiset kuuset ja koivut laskettiin, jos ne katsottiin varsinaiseen uudistumisjaksoon kuuluviksi. Näitä kuusia oli Taivalkoskella keskimäärin 180 kpl/ha,



Kuva 10. Harsintametsiköiden taimimäärät.
Fig. 10. Number of saplings in the selection-cut stands.

Puolangalla 170 ja Hyrynsalmella 80 (liite 3). Koivuja oli Taivalkoskella ja Puolangalla 30, Hyrynsalmella ei yhtään. Voimakkaasti harsituilla ruuduilla sekä kuusen että koivun määrät olivat pienimmät. Kuusten keskipituus arvioitiin 7,0—7,5 metriksi ja koivujen 6,0—7,5 metriksi.

Uudistumisen onnistumisen arvio ei parantunut, vaikka em. 5—10 metrin kuuset ja koivut otettiin arvion mukaan, vaan metsityminen luokiteltiin edelleen epäonnistuneeksi kaikilla harsintakoeruuduilla.

Haapaa oli Taivalkoskella v. 1984 keskimäärin 6 000 kpl/ha. Keskipituus oli 60 cm. V. 1987 määrä oli alentunut 3 500:aan (liite 3). Pituus oli 80 cm. Puolangalla haapaa ei ollut. Hyrynsalmella sen määräksi arvioitiin v. 1984 300 kpl/ha ja pituudeksi 70 cm. V. 1987 niitä ei sattunut inventointiruuduille yhtään.

Pihlajan taimia oli Taivalkoskella edellisessä inventoinnissa 1 000 (pituus 40 cm) ja jälkimmäisessä 800 kpl/ha (60 cm). Puolangalla ja Hyrynsalmella pihlajaa ei v. 1984 sattunut inventointiin yhtään, mutta v. 1987 niitä oli 200 ja 1 100 kpl. Keskipituus oli 130 cm.

Puolangan voimakkaan harsinnan ruudulla oli muutamia 0,5—1,0 metrin pituisia pajuja. Määräksi arvioitiin 50 kpl/ha.

52. Suojuspuunetelmä

Suojuspuuruuduilla mitattiin v. 1984 eli seitsemän vuotta muokkauksen jälkeen taimimäärien lisäksi vakotiheys, vakoleveys ja vakovälin eli muokkaamattoman pinnan le-

veys. Kolme vuotta myöhemmin 1987 vakoja ei mitattu. Silmävaraisesti arvioiden ne olivat pintakasvillisuuden takia selvästi kaventu- neet. Lisäksi jokseenkin yhtenäinen karhunsammalikko peitti vaonpohjan kivennäismaapinnan.

Vakoleveys v. 1983 oli keskimäärin 53 cm ja muokkaamattoman vakovälin leveys 194 cm (taulukko 10). Vakotiheys oli 41 vakoja/100 m. Kivennäismaapinnan osuus oli 22 %. Suojuspuuston tiheys ei vaikuttanut muokkaukseen. Taivalkoskella vaotus oli harvinta, 34 kpl/100 m. Puolangalla vakoja oli 42 ja Hyrynsalmella 51. Vakopin- nän osuus oli vastaavasti 18, 22 ja 27 %.

Kuusen taimimäärä riippui sekä muokkauksesta että paikkakunnasta. Edellinen oli ratkaisevampi. Seitsemässä vuodessa 1977—84 kuusen taimia syntyi keskimäärin 2 100 kpl/ha. Muokkaamattomilla ruuduilla taimia oli 1 700 ja muokatuilla 2 500, joista vaossa 1 600 ja käsittelemättömässä pinnassa 900. Suojuspuuston tiheys ei vaikuttanut taimimäärään (liite 4, kuva 11).

Kolmen vuoden jaksolla 1984—87 kuusen taimimäärän muutokset olivat vain 100—200 kpl:n luokkaa. Keskiarvo säilyi 2 100 taime- na (liite 5). Taivalkoskella taimia oli 360, Puolangalla 2 200 ja Hyrynsalmella 3 600. Muokkaamattomilla ruuduilla taimia oli keskimäärin oli 1 500 ja muokatuilla ruuduilla 2 600 (taulukko 11). Näistä oli vaoissa 1 600 ja vakoväleissä 1 000.

Kuusen taimettuminen oli parasta Hyrynsalmella muokatuilla ruuduilla, missä taimia syntyi 10 vuodessa keskimäärin 3 900. Niistä oli vaoissa 2 700. Pienin määrä eli 100 tainta/ha oli Taivalkoskella muokkaamattomilla ruuduilla sekä tiheässä että harvassa metsä- sä.

Taulukko 10. Äestettyjen suojuspuuruutujen maa-alan jakautuminen v. 1983.
 Table 10. Distribution of the ground surface on the disc-trenched shelterwood plots in 1983.

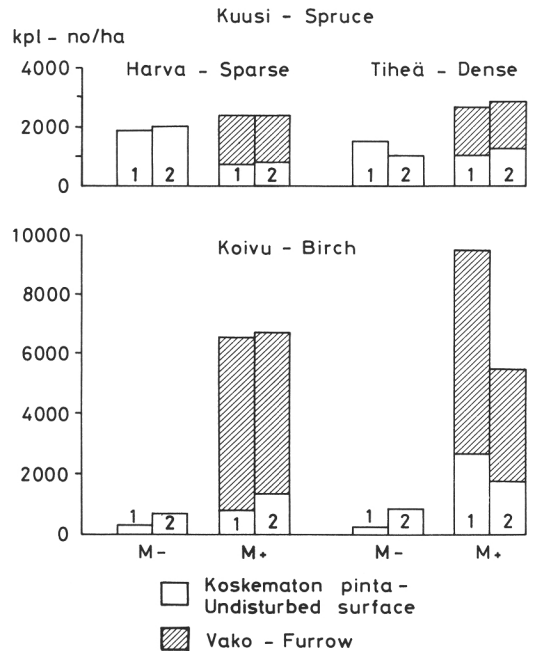
Suojuspuuston tiheys Shelterwood stand density Kokenttä — Experiment	Vako Furrow cm	Vakoväli Control cm	Kiv. pinta Exposed mineral soil, %	Vakotiheys Furrow density Kpl — No/100 m	Vakomäärä Length of furrow m/ha
Harva — Sparse					
Taivalkoski	56	226	20	35	3550
Puolanka	54	199	21	40	3950
Hyrnsalmi	51	149	26	50	5000
\bar{x}	54	191	22	41	4080
Tiheä — Dense					
Taivalkoski	48	261	16	32	3240
Puolanka	54	189	22	43	4120
Hyrnsalmi	53	138	28	52	5240
\bar{x}	52	196	21	40	4030
Kaikki — All	53	194	22	41	4060

Myös koivun taimettuminen tapahtui pääosaksi seitsemässä vuodessa. Vuonna 1984 taimia oli 4 100 kpl/ha eli kaksinkertaisesti kuuseen verrattuna. Suojuspuuston tiheydellä ei keskimäärin ollut vaikutusta. Ruutukiesiäryön vaihtelu oli suurta. Ääriarvot olivat Taivalkoskella tiheässä suojustuumetsikössä, missä muokkaamattomalla osalla taimia ei ollut yhtään ja muokatulla osalla 15 400, joista 13 000 vaoissa.

Keskimäärin koivun taimia oli v. 1984 Taivalkoskella 6 100, Puolangalla 1 600 ja Hyrnsalmella 4 600. Kuuseen verrattuna koivua oli Taivalkoskella ja Hyrnsalmella syntynyt enemmän. Puolangalla oli kuusen taimia enemmän.

Kolmen vuoden aikana 1984—87 Taivalkoskella koivun taimiluku aleni 60 %. Taimia kuoli sekä kivennäismaa- että koskemattomalla pinnalla. Puolangalla ja Hyrnsalmella taimiluku kasvoi 20—25 %. Lisäys painottui koskemattomille pinnoille. Koko aineiston keskiarvo aleni 4 100 koivun taimesta 3 400 taimeen eli 17 %.

Koivu taimettui muokkaamattomilla ruuduilla selvästi kuusta heikommin (kuva 11). Toisaalta se taimettui muokkauksen ansiosta kuusta paremmin, sillä muokkaus lisäsi koe-ruudun koivun taimimäärän 40-kertaiseksi mutta kuusen vain 1,5-kertaiseksi. Muokkaus edisti siten koivun taimettumista 27-kertaisesti kuuseen verrattuna. Kun muokkaamattomilla ruuduilla koivun taimia oli keskimäärin 200, niitä oli muokattujen ruutujen vaoissa 6 300 ja vakoväleissä 1 700 (liite 4). Poikkeuksetta muokkaus lisäsi koivun taimimäärää myös vakovälien käsittelemättömässä pinnassa. Syynä lienee muokkauslau-



1 = 1984 2 = 1987
 M- = Muokkaamaton — No soil preparation
 M+ = Äestetty — Disc trenching

Kuva 11. Suojuspuumetsiköiden taimimäärät.
 Fig. 11. Number of saplings in the shelterwood stands.

tasten sammalikkoon heittäjä kivennäismaa.

Vaikka kivennäismaapintaa oli koko alasta keskimäärin vain 22 %, oli sillä osuudella kuusen taimista 64 % ja koivun taimista 85 %. Taimettuminen kivennäismaahan oli siten kuusella 6,3 ja koivulla 20 kertaa herkempeä kuin sammalikkoon.

Taulukko 11. Kuusen ja koivun taimien lukumäärä ja keskipituus suojuspuualoil-
la v. 1987.

Table 11. Number of spruce and birch saplings and their mean height on the shelter-
wood stand plots in 1987.

M- = Muokkaamaton — No site preparation

M+ = Äestetty — Disc trenching

Koekenttä — Experiment		Kpl/ha — No/ha		Pituus, m — Height, m	
		Kuusi — Spruce	Koivu — Birch	Kuusi — Spruce	Koivu — Birch
Taivalkoski	M-	100	50	28	39
	M+	630	5200	10	60
Puolanka	M-	1200	1100	21	101
	M+	3200	2800	16	55
Hyrynsalmi	M-	3400	950	14	135
	M+	3900	10200	12	46
Kaikki — All	M-	1500	700	21	90
	M+	2600	6000	13	53

Myös tyhjen ruutujen määrä inventoinnis-
sa osoitti muokkauksen merkityksen. Näyte-
kehikon koko oli 2 m², joten 5 000 tainta ta-
saisesti jakautuneina olisi johtanut tyhjäruu-
tusadannekseen nolla. Nyt sadannes oli sekä
kuusi että koivu mukaanlukien muokkaa-
mattomilla alueilla 81 ja muokatuilla 40.
Taimimäärät olivat vastaavasti 3 600 ja
10 500 kpl/ha.

Mainitut luvut osoittavat muokkauksen
merkityksen ohessa taimien jakautuneen
alueelle epätasaisesti. Kuten aikaisemmin on
mainittu, sekä kuusi että koivu esiintyivät
hyvinkin tiheinä kasvustoina niille sopivalla
taimettumisalustalla. Kuusi suosi lahoja maa-
puita ja koivu kosteita painanteita. Väli-
alueille taimia syntyi vähän.

Kuusen taimien keskipituus v. 1987 oli
suojuspuualueilla 10—30 cm eli vain 10—20
% harsintametsiköiden kuusentaimien pituu-
desta (taulukko 11). Vakotaimien pituus oli
keskimäärin 12 cm ja vakovälitaimien 20 cm.
Hyrynsalmella taimet olivat vähän lyhyempiä
kuin muualla. Tiheiden suojuspuustojen alla
taimet olivat 40 % lyhyempiä kuin harvoissa
metsiköissä.

Koivun taimet suojuspuualueilla yltivät
puoleen harsintametsiköiden koivun taimien
pituudesta. Vakotaimien pituus oli 32 cm ja
vakovälin taimien 69 cm eli kuusen taimiin
verrattuna kolminkertainen. Taivalkoskella
vakotaimet olivat lyhimmät ja vakovälin tai-
met pisimmät. Hyrynsalmella pituussuhteet
olivat päinvastaiset. Suojuspuuston tiheys
vaikutti koivun taimien pituuteen kahteen
suuntaan: muokkaamattomilla alueilla ja
muokattujen ruutujen vakoväleissä taimet
olivat keskimäärin pitempiä harvan suojus-

puuston alla ja muokattujen ruutujen vaoissa
tiheän suojuspuuston alla.

Varianssianalyysillä testattiin v. 1984 mita-
tusta aineistosta paikkakunnan, suojuspuus-
ton tiheyden ja muokkauksen vaikutusta tai-
mien lukumäärään ja pituuteen. Vain kaksi
erotusta oli tilastollisesti merkitseviä:

- kuusen taimia oli Taivalkoskella vähemmän kuin
muualla
- muokkaus lisäsi koivun taimien määrää.

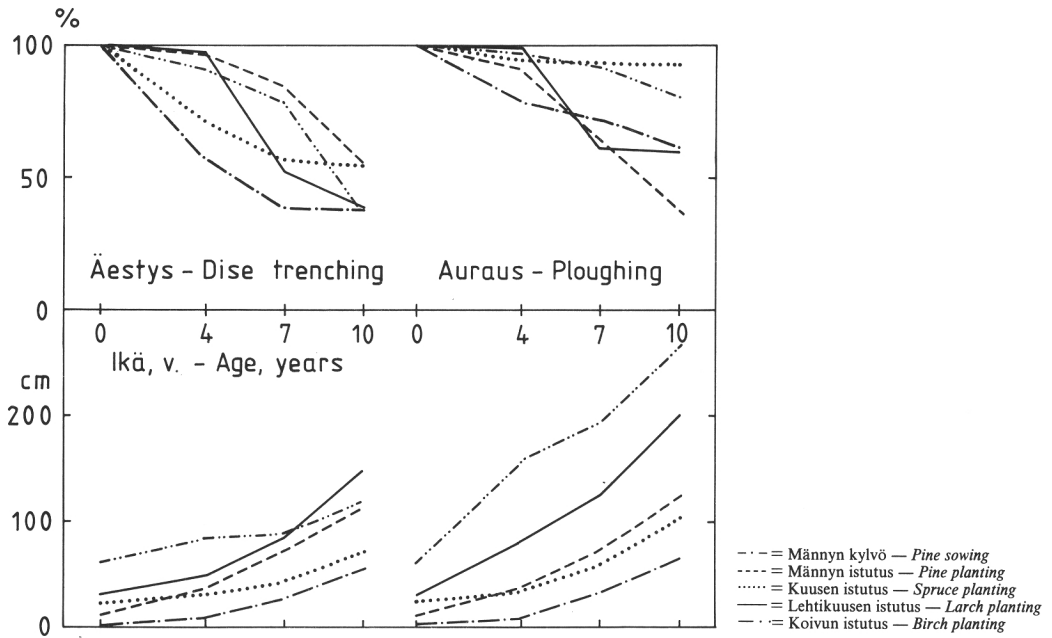
Lisäksi suojuspuuston tiheyden vaikutus
koivun vakovälitaimien pituuteen oli suunta-
antavasti oireellinen (riski < 10 %).

53. Viljelyt

Viljelyjen tulokset esitetään yksityiskohtai-
sesti liitteessä 6. Tärkeimpiä keskiarvoja esi-
tetään kuvissa 12 ja 13.

Kuolleisuus on keskimäärin ollut 4,4 %-
yksikköä/v. Neljän vuoden iällä elossaolo-
sadannes oli vielä 87, mutta kolme vuotta
myöhemmin 69 ja kymmenen kasvukauden
jälkeen enää 56. Huonoimmin menestyi
männyn istutus (47 %) ja parhaiten kuusen
istutus (74 %) (kuva 12).

Koekenttien väliset erot elossaolosadan-
neksissa olivat neljän vuoden iällä 1—6, seit-
semän vuoden iällä 2—14 ja kymmenen vuo-
den iällä 9—24 prosenttiyksikköä. Alusta al-
kaen viljelyt menestyivät parhaiten Hyryn-
salmella ja huonoimmin Puolangalla. Kym-
menen vuoden iällä tulos oli Hyrynsalmella
67, Taivalkoskella 58 ja Puolangalla 43 %.

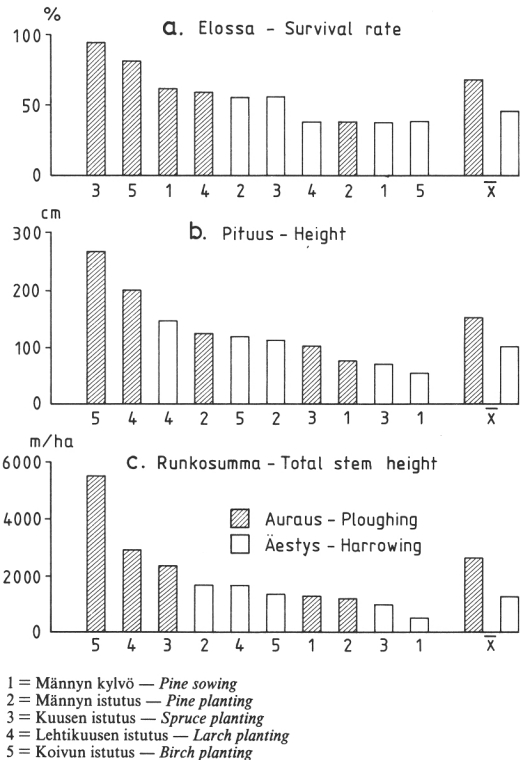


Kuva 12. Viljelytaimien elossaolon ja pituuden kehitys.
 Fig. 12. Survival rate and height development of the planted or sown saplings.

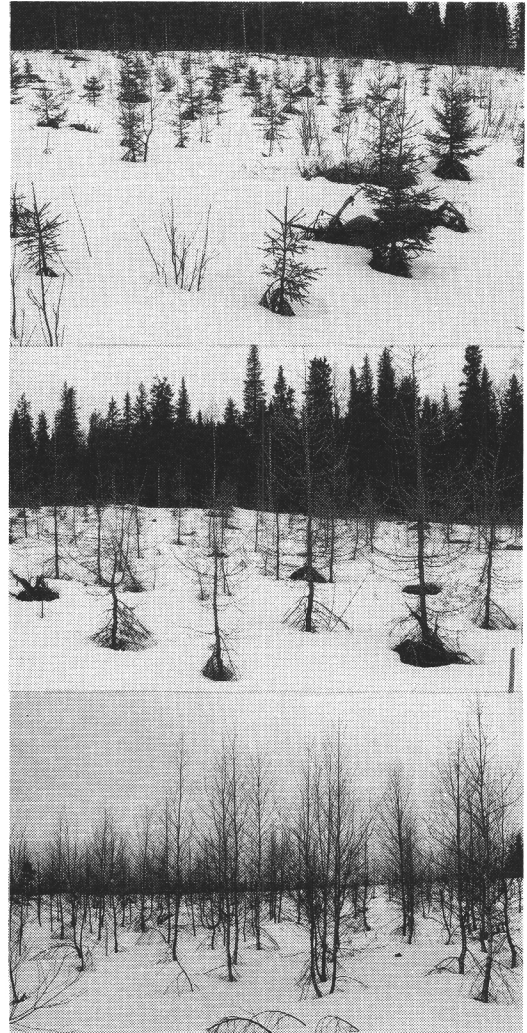
Aurausaloilla taimet säilyivät elossa selvästi paremmin kuin äestysaloilla (kuva 13a). 10 vuoden iällä kaikkien puulajien keskiarvotulos oli edellisillä 67 ja jälkimmäisillä 45 %. Heikoin tulos, 26 %, saatiin Puolangan äestysaloilla ja paras, 72 %, Hyrynsalmen aurausaloilla. Vain männyn istutus teki poikkeuksen: aurausalueilla sen elossaolosadannes oli 38 ja äestysaloilla 56. Eniten aurauksesta verrattuna äestykseen hyötyi rauduskoivu, seuraavaksi tulivat kuusi ja lehtikuusi ja viimeisenä männyn kylvö.

Puulajeista kuusi pysyi parhaiten elossa. Kymmenen vuoden iällä kuusista oli aurausaloilla elossa 93 %. Puolangalla, missä viljelty menestyivät yleensä huonoimmin, kuusen tulos oli 98 %. Myös rauduskoivu menestyi aurausaloilla hyvin, keskiarvo oli 81 %. Männyn kylvösten elossaolosadannes oli 62, lehtikuusen 59 ja männyn istutusten 38. Äestysaloilla tulokset olivat 20—44 %-yksikköä heikommat. Vain männyn istutustaimet menestyivät äestysaloilla paremmin.

Neljän kasvukauden iällä tarkasteltiin viljelypaikan valinnan vaikutusta aurausalueella. Taimet olivat selviytyneet jokseenkin yhtä hyvin pientareessa ja palteessa. Erot olivat 1—6 %-yksikköä suunnan vaihdella. Vain männyn kylvös onnistui pientareessa pa-



Kuva 13. Viljelytulos 10 vuoden iällä.
 Fig. 13. The results ten years after artificial regeneration.



Kuva 14. Kuusen, lehtikuusen ja koivun viljelytaimikot 10 vuoden iällä Hyrynsalmella. Vasemmalla äestys, oikealla auraus. Valok. Pentti Savilampi

Fig. 14. The spruce, larch and birch plantations at the age of ten years at Hyrynsalmi. On the left disc trenching, on the right ploughing. Photos Pentti Savilampi.

remmin. Ero oli 13 %-yksikköä.

Keskipituus puulajeittain 10 vuoden iällä oli:

männyn kylvö	66 cm
männyn istutus	119 cm
kuusi	86 cm
lehtikuusi	174 cm
rauduskoivu	194 cm

Pituuden kehitys oli hitainta Puolangalla ja parhaita Hyrynsalmella. Taivalkoskella taimet kasvoivat alussa jonkin verran hitaammin kuin Puolangalla, mutta seitsemästä ikävuodesta alkaen Taivalkosken taimet ovat kasvanut selvästi paremmin. Viimeisen

kolmen vuoden mittausjakson aikana taimikoiden keskipituuden vuotuinen kasvu oli Taivalkoskella 16 cm, Puolangalla 9 cm ja Hyrynsalmella 20 cm. Taivalkosken hyvästä keskiarvosta poiketen kuuset kasvoivat siellä hitaammin kuin muualla. Istutettaessa ne olivat kaksi vuotta vanhempia kuin Puolangan ja Hyrynsalmen kuuset.

Aurausalueilla taimikoiden keskipituus oli 10 vuoden iällä 155 cm ja äestysaloilla 100 cm. Vain Hyrynsalmen männyn istutustaimikot olivat äestysalueella pitempiä kuin aurausalueella (142 ja 131 cm). Suhteellinen ero aurauksen hyväksi oli suurin koivulla (kuva 13b ja 14). Aurausaloilla sen pituus oli

yli kaksinkertainen äestysalojen koivuun verrattuna. Männyn kylvötaimien, kuusen ja lehtikuusen pituus oli vastaavasti 1,4-kertainen ja männyn istutustaimien 1,1-kertainen.

Jos aurasalueella olisi kaikki taimet viljelty palteeseen, olisi pituusero vielä suurempi, sillä palle- ja piennartaimien pituusero oli seuraava:

männyn kylvö	15 cm = 21 %
männyn istutus	26 cm = 23 %
kuusi	20 cm = 22 %
lehtikuusi	110 cm = 94 %
rauduskoivu	143 cm = 89 %

Erityisesti siis lehtikuusi ja koivu ovat hyötyneet auraspalteeseen istuttamisesta. Ero näkyi selvänä jo ensimmäisessä tarkastuksessa neljän vuoden iällä.

Pisimmät mitatut taimet 10 vuoden iällä olivat:

männyn kylvö	190 cm
männyn istutus	250 cm
kuusi	215 cm
lehtikuusi	490 cm
rauduskoivu	580 cm

Kaikki nämä kasvoivat Hyrynsalmella aurasalueella.

Puulajin alkupituus määräsi yleensä myös pituusjärjestyksen 10 vuoden ikään asti. Vain kuusi oli poikkeus. Sen kasvu oli suhteellisesti hitainta. Männyn istutustaimet ohittivat alussa pitemmät kuusen taimet 3—4 vuoden iällä (kuva 12).

Viljelysten elossaolo ja pituus 10 vuoden iällä on kuvassa 13c yhdistetty runkosummaksi, joka tarkoittaa hehtaarilla kasvavien taimien yhteistä pituutta. Lähtöarvona on kaikilla puulajeilla 2 500 taimen viljelytiheys. Kuvasta nähdään aurasalueiden koivun ylivoimaisuus. Samoin voidaan todeta lehtikuusen ja kuusen hyvä menestyminen aurasalueilla.

54. Viljelytaimien kunto

Vuoden 1983 inventoinnissa eli seitsemän vuoden iällä arvioitiin viljelytaimien kunto ja rungon laatu seitsemänä luokkana:

1. Terve, ei laatuviikoja
2. Kituva, ei laatuviikoja
3. Lenko
4. Mutkainen
5. Latvakato
6. Pensastunut
7. Monivikainen (= viat 3—6)

Elävistä viljelytaimista hyväkuntoisimpia olivat männyn kylvötaimet (kuva 15). 83 % kylvötuppaiden valtataimista määritettiin terveiksi ja virheettömiksi. Kuusi oli toiseksi paras. 60 % kuusen taimista arvioitiin virheettömiksi. 22 % luokiteltiin kituviksi mutta laadultaan moitteettomiksi.

Lehtikuusi ja koivu olivat kärsineet tuhoista eniten. Vain 32 % oli virheettömiä. Koivulle olivat tyypillisiä pensastuminen ja monivikaisuus, lehtikuuselle niiden ohessa latvakato ja kituliaisuus. Istutusmännystä puolet arvioitiin hyväkuntoisiksi. Niille yleisin vialuokka oli monivikaisuus.

Auraspalteessa virheettömiä taimia oli 60 %, pientareessa ja äestysvaossa 50 %. Erityisesti kuuset olivat hyväkuntoisia palteessa (83 %). Äestysalueen kuusista vain 42 % luokiteltiin parhaaseen luokkaan. 36 % oli kituvia mutta hyvälaatuisia. Männyn kylvösten ja istutusten laatuluokitusjakauma oli lähes riippumaton viljelypaikasta paitsi palteessa, missä monivikaisia istutustaimia oli vähän enemmän kuin pientareessa ja äestysvaossa.

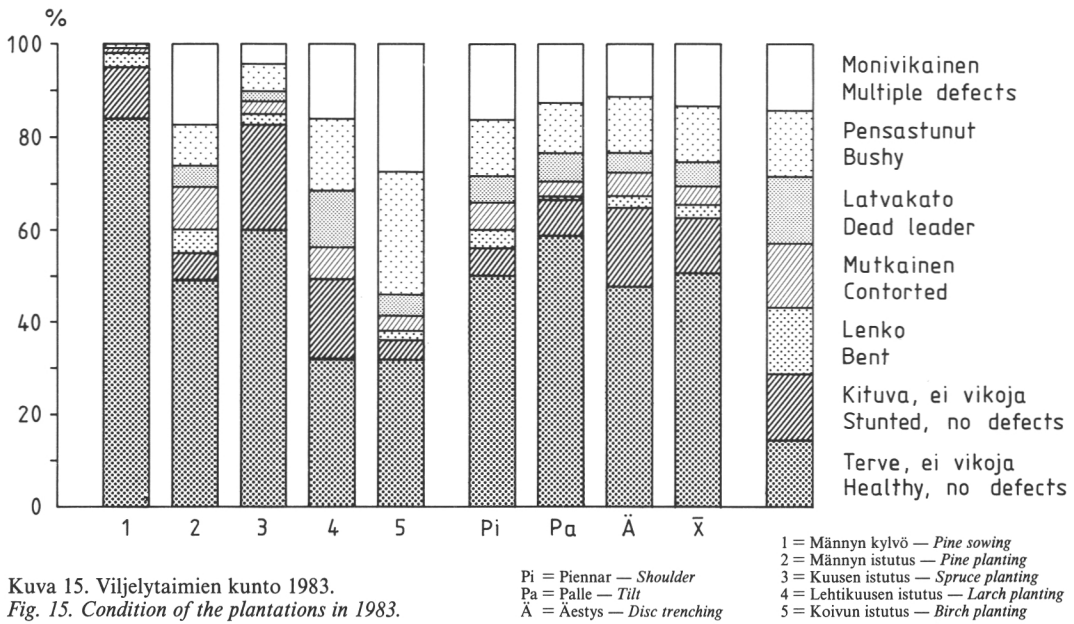
Lehtikuusella oli piennartaimissa enemmän monivikaisia ja vähemmän täysin terveitä kuin palle- ja äestysvakotaimissa. Parhaan luokan taimia oli muista poiketen eniten äestysalueella. Koivun kunto ja laatu oli paras palteessa.

Kunnon alenemisen syynä olivat useissa tapauksissa eläintuhot. Myyrät olivat vioittaneet mäntyjä ja koivuja. Koivun pensastumisen syynä oli usein poro tai hirvi ja joskus jänis. Männyn kitumisen syynä oli yleensä männynversosyöpä, joka myös tuhosi paljon erityisesti istutettuja mäntyjä vuoden 1981 jälkeen. Paksusta lumipeitteestä huolimatta lumikaristetuhot jäivät vähäisiksi. Lehtikuusen kitumisen syynä voi olla kasvainten paltuminen.

55. Viljelemättömät ruudut

Jokaiseen lohkoon jätettiin yksi ruutu muokkauksen jälkeen viljelemättä. 10 vuotta myöhemmin arviointi niiden uudistumisesta oli hyvin pessimistinen.

Taivalkoskella oli aurasruuduille syntymässä hieskoivumetsä, joka toistaiseksi oli harva ja aukkoinen. Toisella ruudulla oli lisäksi haapaa ja joitakin vanhoja kuusen taimia. Yhdellä äestysruudulla oli tyydyttävästi



Kuva 15. Viljelytaimien kunto 1983.
 Fig. 15. Condition of the plantations in 1983.

ja toisella liian niukasti hieskoivun ja kuusen taimia.

Puolangan aurausruduilla oli joitakin hieskoivun vesaryhmiä ja paikoin vähän hieskoivun siementaimia ja jossakin myös kuusen taimia. Metsän aineksia ei ollut riittävästi. Äestysruuduilla tilanne oli samanlainen.

Hyrynsalmen aurausruduille oli syntynyt hyvä taimikko, josta kehittyy täystiheä se-

kametsä. Rauduskoivua oli noin 5 000 ja kuusia 500 kpl/ha. Hieskoivua ei ollut. Yhdelle äestysruudulle oli syntymässä tiheä hieskoivutaimikko. Kuusia ja rauduskoivuja oli lisäksi muutama sata. Toiselle äestysruudulle oli syntynyt hajanainen hieskoivunaines (1 000 kpl/ha), joka ei vielä ole riittävä.

Hakkaamattoman metsän laitaan on Taivalkoskella matkaa 0—100 m, Puolangalla 100—150 m ja Hyrynsalmella 50—80 m.

6. TARKASTELU

Pohjois-Suomessa ns. korkeat maat tai lakimaat rajoitetaan tietyn topografisen korkeuden yläpuolelle tai sovitun lämpösummarajan kylmemmälle puolelle. Lapissa lämpösumma on yleensä niin alhainen, että korkeus merenpinnasta on siellä sopivampi kriteeri.

Koillismaalla ja Kainuun vaara-seudulla, joita tässä työssä on tarkasteltu, korkeiden maiden rajoittamisperusteet ja metsänuudistamisen ohjeet vaihtelevat organisaatioittain. Myös nimitykset vaihtelevat. Kokonaisuutena arvioiden ohjeisto on sekava. Käytännössä ohjeista kuitenkin kokemuksen takia poi-

ketaan jonkin verran ja niitä sovelletaan paikallisten olojen mukaan.

Metsähallinnon ohjeiden mukaan korkeat maat eli lakialueet rajoitetaan rinteiden ilman suunnasta riippuen 280—330 metrin yläpuolelle. Kml Tapion yleisohjeen mukaan lämpösumma-alueella 800—700 dd ovat talousmetsät II. 700 dd:n kylmemmällä puolella ovat lakimetsät. 800 dd:tä lämpimämmillä alueilla ovat talousmetsät I.

Koillis-Suomen metsälautakunnan alueella Kuusamossa käytetään Kml. Tapion luokitusta. Talousmetsät II asettuvat siellä välillä 280—360 m. Myös Pohjois-Pohjanmaan met-

sälautakunnan alueella Taivalkoskella ja Pudasjärvellä käytetään Tapion yleisohjetta, mutta männyn viljelylle asetetaan rajoituksia jo 200 metristä alkaen. Pudasjärven eteläosassa se merkitsee 920 dd:n lämpösummaa. Kainuun metsälautakunnan ohjeissa määritellään lakimetsiksi yli 300 m olevat alueet ja korkeiksi alueiksi välillä 250—300 m olevat alueet. Maakunnan pohjoisosassa vastaavat lämpösummat ovat 845 ja 810 dd.

Kaikilla organisaatioilla metsänhoidon intensiivisyys alenee maaston noustessa em. raja-arvojen yläpuolelle. Luontainen uudistaminen on etusijalla, ja viljelyä käytetään vain poikkeustapauksissa. Metsänhoidon periaatteet puulajin valinnasta ja toiminnan intensiivisyydestä muuttuvat yhdenmukaisesti. Erona on vain se, että rajakkain olevissa organisaatoiden valvomissa metsissä toimenpideraja voi nousta tai laskea useita kymmeniä metrejä.

Säännösten erilaisuuden syynä on tiedon puute. Tutkimusta on tehty liian vähän, ja käytännön kokemukset ovat vaihtelevia. Lisäksi ilmastollisesti normaalista poikkeavat jaksot häiritsevät tulosten tulkintaa ja kokemusten hyväksikäyttöä. Erityisesti kylmät kesät kuten 1962, 1965 ja 1968 rasittivat nuoria taimikoita. Vuosina 1967—71 paha männynversosyöpäepidemia harvensi vaaraseutujen taimikoita. Paikoin voitiin puhua taimikoiden tuhoutumisesta. Sateisen vuoden 1981 jälkeen versosyöpää jälleen esiintyi taimikoissa tavallista enemmän. Se heikensi ja autioitti niitä 2—3 vuoden ajan jopa pahemmin kuin edellinen epidemia. Näitä epäedullisia vuosia ja vuosijaksoja ajatellen toimenpiderajojen olisi pitänyt olla paljon ohjeenmukaisia alempana.

Hyvin alkuunlähteneiden männyn taimikoiden kehityksen pysähtyminen ja liiallinen harveneminen tai jopa tuhoutuminen on aiheuttanut epävarmuutta metsänuudistamistyötä tekevien keskuudessa. Erityisesti yksityismetsätaloudessa vastoinikäymiset on koettu voimakkaina. Metsänomistajia on opastettu ohjeiden ja parhaan käytettävissä olevan tiedon mukaan. Hyvän alun jälkeen ehkä 10—15 vuoden iällä työ voi osoittautua turhaksi ja jopa virheellisesti suunnitelluksi.

1980-luvun puolivälissä on leimaa-antavaa ollut em. korkeilla mailla männyn uudistamisen vähentäminen ja voimakas siirtyminen kuusen käyttöön. Kuusen viljelyä on menneinä vuosikymmeninä tehty vähän — vain muutamat metsäammattimiehet ovat yleises-

tä suuntauksesta poiketen rohjenneet suosia myös kuusta — ja näistä vähistä viljelyksistä on saatu näyttö kuusitaimikoiden säilymisestä ja kasvusta korkeillakin seuduilla, missä mänty tuhoutuu. Keskieurooppalaiseen tapaan kuusi on osoittautunut meilläkin humidiin ilmastoon puulajiksi.

Käsillä oleva tutkimus puoltaa käytännössä kuusen hyväksi tehtyä muutosta. Kuusi osoittautui kaikilla viljelykoekentillä mäntyä luotettavammaksi. Yhdistelmällä metsäauraus ja kuusen istutus päästiin kymmenen vuoden iällä eri koekentillä 90—98 %:n elossaolosadanneeseen. Äestysaloilla kuusen menestyminen oli heikompaa kuin aurausalloilla (keskiarvo 55 %). Myös pituudessa auraus osoittautui selvästi paremmaksi kuin äestys.

Mäntyyn ei tutkimuksen perusteella voi luottaa. Aurausalloilla tulos tosin oli kylvössä tyydyttävä, mutta kuolleisuus oli viimeisellä kolmivuotisjaksolla entistä suurempi. Istutusaloilla kuolleisuus oli vielä runsaampaa. Runsaillakaan täydennysviljelyillä tulosta ei saatu tyydyttäväksi.

Myös lehtikuusi osoittautui epäluotettavaksi. Vain Taivalkosken aurausalloilla se menestyi tyydyttävästi. Siellä se myös kasvoi pisimmäksi. Puolangan äestysalueella tulos oli sekä elossaolon että pituuden puolesta selvästi huonoin.

Rauduskoivu on menestynyt aurausalloilla hyvin. Elossa oli 10 vuoden iällä 81 %. Viimeisellä kolmivuotisjaksolla kuolleisuutta oli neljä %-yksikköä vuodessa. Jos kuolleisuus jatkuu samansuuruisena vielä joitakin vuosia, ei hyvää koivikkoa synny.

Yleensä koivuviljelykset Suomessa ovat kärsineet erilaisista eläintuhoista, ennen muuta hirven aiheuttamista. Hirvikannan runsastumisesta huolimatta tämän tutkimuksen koeloilla ei hirvituhoja toistaiseksi ole paljon ollut, vaikka taimikko on 1,5—3 metrin pituista eli hirvälle sopivaa.

Kuolleisuus ei edennyt eri puulajeilla yhdenmukaisesti. Männyn kylvöksillä kuolleisuus oli keskimäärin jokseenkin tasaista koko ajan, paitsi ensimmäinen neljän vuoden jakso oli pahin. Istutetut männyn menestyvät hyvin neljän vuoden ajan, mutta sitten niitä alkoi tuhoutua, ja tuhoutuminen lisääntyi viimeisellä kolmen vuoden mittausjaksolla eli seitsemän ja kymmenen ikävuoden välillä. Mäntyistutusten tulevaisuuden ennuste on huono.

Kuusen taimista tuhoutui Puolangan äes-

tysalueilla alkujaksolla (4 v) yli puolet ja toisella jaksolla (3 v) vielä yli kolmannes. Myös Hyrynsalmen äestysalueilla kuusia kuoli alussa keskimääräistä enemmän. Viimeisellä mittausjaksolla äestysalueiden kuusen taimikoissa ei ollut kuolleisuutta. Aurasaloilla taimikot ovat säilyneet hyvin alusta alkaen. Kuusen ennuste on hyvä.

Lehtikuusi menestyi alussa neljä vuotta hyvin (keskiarvo 98 %). Sen jälkeen kolmen vuoden aikana kuolleisuus oli suuri kaikilla koelaloilla eikä se viimeiselläkään mittausjaksolla mainittavasti tasaantunut. Lehtikuuset ovat huonokuntoisia. Vaikuttaa jotenkin siltä, kuin ne eivät olisi sopeutuneet koelaloilla vallitsevaan ilmastoon. Alkuperä on kuitenkin Raivolän lehtikuusikosta (Oitin siemenviljelykseltä). Monin paikoin juuri näillä samaa alkuperää olevilla taimilla on saatu hyviä tuloksia muualla Pohjois-Suomessa.

Koivu menestyi seitsemään ikävuoteen hyvin paitsi Puolangan äestysalueella tyydyttävästi. Sen jälkeisellä kolmen vuoden jaksolla koivuista kuoli Taivalkosken äestysaloilla kaksi kolmasosaa ja Puolangan äestysaloilla kolme neljäsosaa. Myös aurasaloilla kuolleisuus lisääntyi jonkin verran. Syytä koivun tuhoutumiseen ei löydetty. Puolangalla äestysaloilla koivujen kuoleminen keskittyi pisimpiin taimiin. Hyrynsalmen aurasaloilla, missä koivut menestyivät parhaiten (90 % ja 360 cm), latvusten alaosat hangen pinnan alapuoliselta osalta eli alimmalta puoleltatoista metriltä ovat olleet kituvia usean vuoden ajan.

Viljelytulokset olivat parhaat eteläisimmällä koekentällä Hyrynsalmella. Pohjoisimpana Taivalkoskella menestyminen oli lähes yhtä hyvä. Sen sijaan Puolangan koekentällä, joka on vain neljä kilometriä Hyrynsalmen koekentästä pohjoiseen, tulos oli yleensä selvästi huonoin. Vain kuusen ja koivun istutustaimikot aurasalueilla menestyivät siellä hyvin. Äestysaloilla kaikki Puolangan viljelyt epäonnistuivat.

Viljelyn huonoon tulokseen Puolangalla ei ole löydetty syytä, sillä neljä ensimmäistä vuotta taimet menestyivät hyvin. Sen jälkeen 10 ikävuoteen asti taimia tuhoutui vuosittain keskimäärin 8 %, kun muualla kuolleisuus oli vain 4 %.

Silmävaraisen arvion mukaan Puolangan koekenttä ei kokeen perustamisen aikaan poikennut muista ainakaan epäedulliseen suuntaan. Maaperässä on hienoaainesosuuksia 18 % eli vähän pienempi kuin muualla. Myös-

kään maan kemiallinen analyysi ei osoittanut mitään selvästi muista poikkeavaa.

Muokkauksen jälkeen horsma ja vadelma lisääntyivät Puolangan aurasalueilla nopeasti. Vielä 10 vuoden kuluttua kasvusto oli runsas. Myös äestysaloilla horsma ym. pintakasvillisuus lisääntyi jonkin verran. Hyrynsalmella ja Taivalkoskella vain metsälauhakasvusto voimistui. Pintakasvillisuuden ei kuitenkaan voitu missään todeta tuhonneen taimia, joiden kuoleminen oli runsainta vasta 7. ja 10. ikävuoden välillä. Horsma ja vadelma ovat yleensäkin vain harvoin taimille haitallisia korkeilla vaaraseuduilla.

On kaksi tekijää, missä Puolangan viljelykoekenttä runsaamman pintakasvillisuuden lisäksi poikkesi muista. Ensimmäinen tekijä on avohakkuusta kulunut aika. Puolangalla se oli kymmenen vuotta, muualla vuosi tai kaksi. On mahdollista, että maassa kymmenen vuoden aikana on tapahtunut joitakin muutoksia, jotka ovat uuden metsän perustamista ajatellen kielteisiä. Ennen muokkauksia alue ei näyttänyt mitenkään poikkeavalta. Metsälauhaa oli runsaasti ja koivun vesaryhmiä paikoin. Ns. nummetumista ei voitu havaita. Kuitenkin esimerkiksi mykorrhizasienet ovat voineet tuhoutua tai lajisto muuttua. Toisaalta on muistettava, että kahdeksan vuotta aikaisemmin kuokkatyönä tehty männyn viljely tällä alueella oli myös epäonnistunut.

Toinen tekijä on alueen tasaisuus. Hyrynsalmella ja Taivalkoskella viljelyalat ovat selviä rinteitä, joilta kylmä ilma pääsee valumaan alas. Puolangalla viljelyala on metsien ympäröimä tasainen kenttä. Niissä oloissa on mahdollista, että alkukesällä päivän ja yön lämpötilavaihtelu on liian äärevä ja lämpötila voi öisin alentua niin paljon, että herkässä vaiheessa olevat solukot kärsivät. Odin (1975) on Ruotsin korkeilla alueilla todennut suuren eron rinteiden ja tasaisen maan hallafrekvenssissä.

Kaikki edellä oleva viljelyä koskeva tarkastelu on tehty ikäänkuin täydennysviljelyä ei olisi. Ilmoitetut tulokset ovat siten yliarvio. Täydennyksen osuus 2 - 5 vuotta viljelyn jälkeen oli 24 % alkuperäisestä viljelymäärästä. Jos täydennystaimien kuolleisuus on ollut sama kuin pääerän taimien, olisi viljelysten elossaolosadannes ilman täydennyksiä ollut 44, kun se täydennykset viljelyyn kuuluviksi hyväksyen oli 55.

Puulajeittain elossaolosadannekset olisivat täydennysviljelyt pois jättäen muuttuneet

seuraavasti:

männyn kylvö	50 → 37
männyn istutus	47 → 37
kuusi	74 → 61
lehtikuusi	49 → 43
rauduskoivu	59 → 48

Lukujen perusteella on syytä suhtautua varsin kriittisesti viljelyyn korkeiden maiden metsiä uudistettaessa. Vain kuusen ja koivun istutus aurasalueilla olisi antanut hyvän tuloksen ilman täydennysviljelyäkin. Muilla tavoin viljelyt epäonnistuivat.

Luontaisesti suojuspuumenetelmää käyttäen oli tyydyttävä taimiaines saatu sekä Puolangan että Hyrynsalmen muokatuilla koeruuduilla. Niiden runsaat 3 000 kuusen tainta riittävät ryhmittäisyydestä huolimatta muodostamaan hyvän metsän etenkin kun koivua on saman verran tai enemmän. Muokkaamattomilla ruuduilla sekä kuusen että koivun taimimäärät olivat niukemmat. Hyvän tuloksen saavuttamiseksi pitää taimettumisen niillä vielä jatkaa.

Taivalkoskella ei muokkaamattomille ruuduille ole syntynyt taimia juuri yhtään. Äestetyillä ruuduilla on nousemassa tiheä hieskoivutaimikko, jossa kuusia on 700 kpl/ha. Uudistamisen tavoite ei toistaiseksi ole toteutunut.

Vuonna 1979 kuusella oli runsas siemensato. Äestysvaot olivat vajaan kahden kesän ikäiset. Kesä oli normaalin sateinen. Pitkiä puotakausia ei ollut. Ilmasto on vaaroilla humidinen. Edellytykset runsaan taimiaineksen synnylle olivat siis hyvät. Kuitenkin taimiaines jäi niukaksi. Jo kesällä 1979 tehdyssä alustavassa tarkastuksessa todettiin, että hyvä siemensato oli mennyt jotenkin hukkaan. Syytä ei ole löydetty.

Harsintamenetelmässä uudistumista voidaan odottaa pitempään kuin suojuspuumenetelmässä, koska puuston kasvattaminen on siinä vähintään yhtä tärkeä kuin uuden aineksen saaminen.

10 vuoden tutkimusjakson päättyessä todettiin, että harsintakoealoilla kuusen taimia oli Taivalkoskella keskimäärin 150—300 sekä Puolangalla ja Hyrynsalmella 500—900 kpl/ha. Lisäksi koivun taimia oli yleensä muutamia satoja. Vaikka lukuja ei esimerkiksi sadan vuoden ”kiertoaikaa” ajatellen voi suoraan kertoa kymmenellä, on todettava, että puuyksilöiden lukumäärä säilynee tutkimuksen harsintaruuduilla riittävänä kaus tulevaisuuteen. Harsintarakenteen oikaisemi-

seen siten, että kaikkia kokoluokkia on lähes oikeassa suhteessa, on ainakin välttävät mahdollisuudet.

Koivun taimet olivat harsintakoealoilla alikasvoksena. On todennäköistä, että ne tiheimmissä kuusikoissa eivät pysty kehittymään myyntipuun mittaan. Vain Taivalkoskella voimakkaan harsinnan ruudulla puustoa on niin vähän, että koivuilla on kehittymisen edellytyksiä. Koska niiden valtipituus oli 1—1,5 m, on mahdollista, että niistä osa selviää myös porojen aiheuttamasta tuhosta.

Tässä tutkimuksessa viljelyt toteutettiin yleisesti käytettyjen tapojen mukaisesti. Toimenpiteet olivat yksiselitteiset ja tulokset niiden mukaisesti arvioitavissa. Sen sijaan tutkimuksen luontaisen uudistamisen osassa on avoimia kohtia, jotka ovat voineet vaikuttaa tulokseen sillä tavalla, että niiden merkitys ei ole pääteltävissä. Hakkuutapa oli nimittäin sekä harsinta- että suojuspuukoealoilla oppikirjoissa esitetystä poikkeava.

Harsinta on terminä monisisältöinen, ja sitä on aikojen kuluessa toteutettu monin tavoin. Yhteistä eri harsintatavoille on se, että kaikissa niissä poistetaan metsikön kookkaimpia puita (Vuokila 1984). Sen lisäksi voidaan harventaa tiheitä kohtia ja järjestää puulajisuhteita. Lehtipuusekoituksen säilymistä on pidetty tarpeellisenä.

Tämän tutkimuksen koealoilla harsinta toteutettiin poistamalla em. tavalla kookkaimmat kuuset ja lisäksi tiheet kohdat harventaan, mutta sen lisäksi poistettiin kaikki lehtipuu. Se oli lähes yksinomaan koivua, vanhaa, heikkovoimaista ja vallittuun jaksoon kuuluvaa. Kuitenkin sen säilyttäminen olisi voinut vaikuttaa kuusen taimettumiseen. Mm. Heikinheimo (1947) mainitsee lehtipuusekoituksen edistävän havupuun taimettumista. Myös Kalela (1961) korostaa sekapuiden edullisuutta kuusikoissa ja raakahumuskerroksen vaaraa etenkin maan pohjoisosassa.

Myös suojuspuustokoealojen taimettumistuloksia arvioitaessa on huomattava käytetyn tavan poikkeavuus yleisestä. Puustotiheydet olivat tavanomaiseen verrattuna varsin alhaiset. Tavoitteena olivat 100 ja 200 puun runkomäärät hehtaarilla. Kalela (1961) asettaa suojuspuumenetelmän ensimmäisessä vaiheessa eli taimettamishakkuussa runkoluvun alarajaksi 350 puuta hehtaarille. Sata puuta on yleensä luokitettu siemenpuumenetelmän runkoluvuksi. Myös kaikkien koivujen poisto on vastoin yleistä käytäntöä.

Suojuspuuston runkolukujen asettaminen 100 ja 200 puuhun hehtaarilla johtui siitä, että kelvollisiksi emopuiksi sopivia ei juuri ollut kahtasataa enempää. Jotta metsiköitä yleensä voitiin käsitellä uudistushakkuulla, oli runkomäärät vietävä alas. 350 rungon tavoite voi Pohjois-Suomessa olla yleensäkin liian korkea. Mm. Kml. Tapio on ohjeissaan (Yksityismetsien... 1987) suositellut suojuspuuston runkoluvuksi Pohjois-Suomessa 100–150 kpl/ha. Pääosan tästä tulisi olla mäntyä ja koivua.

Kuusikon uudistaminen Pohjois-Suomessa luontaisesti suojuspuumenetelmällä on riittämättömästi tutkittu aihepiiri. Tässä tutkimuksessa se ei kuitenkaan aiheuttanut ongelmaa siinä mielessä, että taimettuminen pääsi hyvin alkuun ja menetelmään saatiin selkeä ote. Sen sijaan männyn uudistamisen vaikeus nousi suurimmaksi ongelmaksi. Sen viljelyn epäonnistuminen poikkesi eniten sii-

tä, mihin metsänuudistamisen eri tapoja käytettäessä on suotuisammissa oloissa totuttu.

Koska mänty on tukkipuiksi kasvatettuna taloudellisesti arvokas puulaji ja sen kasvu on nopea, sen menestymisen esteenä olevien ongelmien ratkaisuun on paneuduttava. Korkeilla alueilla olevien luontaisten männiköiden maaperän ja viljeltyjen alueiden maaperän vertailu voi osaltaan antaa lisää tietoa. Edelleen viljelypaikkaa pohjoisemman siemenalkuperän käyttö lienee suositeltavaa. Mm. Stefansson ja Sinko (1967) Ruotsissa ja Numminen (1987) Pohjois-Suomessa ovat siemensiertokokeiden perusteella päätyneet siihen, että vaikeissa ilmasto-oloissa pohjoisempi alkuperä on luotettavampaa kuin paikallinen. Tämä taas johtaa käytännölliseen ongelmaan siemenen saatavuudesta. Pohjoista alkuperää olevat siemenviljelykset eivät tuota alkuperäseudullaan luotettavasti käytökelpoista siementä toistaiseksi riittävästi.

7. YHTEENVETO

Ns. korkeiden maiden eli lakimaiden metsien uudistaminen on toistaiseksi ratkaisevammalla metsähallinnon mailla lakimetsät on rauhoitettu hakkuilta, kunnes lisää tietoa saadaan. Yksityismetsiä hakataan ja uudistetaan varsinaisten talousmetsien ohjeita soveltaen ja pienemmin taloudellisin panostuksin. Kuusen tiedetään uudistuvan luontaisesti, tosin hitaasti, mutta nopean viljelyuudistamisen luotettavan toteuttamisen tietoa ei ole riittävästi.

Taivalkoskelle, Puolangalle ja Hyrynsalmelle 290—365 metrin korkeuteen v. 1977 perustetuilla koelajoilla tutkittiin vanhojen vaarakuusikoitten uudistamista harsien, suojuspuumenetelmällä ja viljellen. Viljelyssä käytettiin eri puulajeja.

Ensimmäisen kymmenvuotisjakson päättyessä v. 1987 harsintametsiköissä oli metsikön rakenteen oikaisemista ajatellen — tavoitteena normaali kaikkia ikäluokkia sisältävä harsintametsikkö — keskimäärin riittävästi kuusen ja koivun taimia. Pääosa niistä oli syntynyt ennen kokeen aloittamista. Epätasaisen tilajakauman takia — aukkoisuus ja ryhmittäisyys — uudistuminen kuitenkin lu-

okitettiin toistaiseksi epäonnistuneeksi.

Suojuspuualueella maan muokkaaminen metsä-äkeellä edisti erityisesti koivun mutta myös kuusen taimettumista. Muokatuilla aloilla taimia oli keskimäärin riittävästi. Pääosa taimista oli muokkausvaossa. Vaikka muokkauspintaa oli vain 22 %, oli 64 % kuusen ja 85 % koivun taimista siinä. Muokkaamattomilla koelajoilla taimettuminen oli yleensä vajaa. Suojuspuuston tiheys (85—240 puuta/ha) ei vaikuttanut taimettumiseen.

Viljelyruudut muokattiin joko äestäen tai auraten. Aurasruuduilla onnistuminen oli selvästi parempi kuin äestysruuduilla. Elosaolosadannekset kymmenen vuoden iällä olivat 67 ja 45. Vain männyn istutukset menestyivät äestysaloilla paremmin.

Puulajeittain tulokset aurasaloilla olivat:

- kuusi menestyi hyvin, 93 %
- rauduskoivu menestyi hyvin, 81 %; pensastumiseen johtaneita hirvi- ja porotuhoja oli paikoin
- lehtikuusi oli hyvän alun jälkeen neljästä ikävuodesta alkaen kärsinyt pahoista tuhoista; elossa 59 %
- männyn kylvöksillä tulos oli 62 % eli lähes tyydyttävä
- männyn istutustaimia kuoli vuoden 1981 jälkeen männynversosyöpään, v. 1986 elossa oli 38 %.

Auraisalueilla taimien keskimääräiset pituudet olivat:

— rauduskoivu	269 cm
— lehtikuusi	200 cm
— istutusmänty	125 cm
— kuusi	102 cm
— kylvömänty	78 cm

Auraisalueiden taimet olivat keskimäärin 53 % pitempiä kuin äestysalueiden taimet.

Kymmenen vuoden alkujakson jälkeen näyttää siltä, että suojuspuumenetelmällä saadaan syntymään riittävä koivun ja kuusen taimiaines, jos maa muokataan. Harsintamenetelmä on selvästi hitaampi. Tosin uudistumisnopeutta ei siinä pidä arvioidakaan samoin perustein kuin muissa menetelmissä. Jos taimikko halutaan nopeasti, on luotettavin tapa avohakkuu, metsäauraus ja kuusen

istutus. On kuitenkin todettava, että kymmenen vuotta on Kainuun ja Koillismaan vaaraseuduilla liian lyhyt aika varman arvion tekemiseen lopullisesta metsittymisestä niin luontaisesti kuin viljellen uudistettaessa.

Metsien aktiivinen uudistamistoiminta korkeilla mailla on luonnontieteelliseltä perustaltaan toistaiseksi heikko. Uudistamissuunnitelman toteutumiseen — hakatun alueen hyvään metsittymiseen — ei voida luottaa. Ilmastolliset tekijät, jotka vaikuttavat ratkaisevasti puulajien menestymiseen, ovat vajaan tunnetut. Sekä niiden että muiden kasvupaikkatekijäin tuntemusta on lisättävä. Tiedon nykyisellä tasolla uudistamista on pyrittävä rajoittamaan ja asetettava tavoitteet huomattavasti lievemiksi kuin suotuisammassa luonnonoloissa.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

- Aaltonen, V.T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistamisesta Suomen Lapissa I. Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im Finnischen Lappland I. *Communicationes Ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae Editae* 1(1). 319+56 s.
- Ahti, T., Hämet-Ahti, L. & Jalas, J. 1968. Vegetation zones and their sections in northwestern Europe. *Annales Botanici Fennici* 5: 169—211.
- Eronen, M. & Haila, H. 1981. The highest shore-line of the Baltic in Finland. *Striae* 14: 157—158. Uppsala.
- Halonen, O. & Tulkki, H. 1981. Ravinneanalyysien työohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 36. 23 s.
- Haverinen, R. 1982. Kymmenen vuotta vanhojen viljelytaimikoiden menestyminen Ristijärven pitäjässä. Metsänhoitotieteen laudatur-työ. Helsingin yliopisto. 86 s.
- Heikinheimo, O. 1920a. Pohjois-Suomen kuusimetsien esiintyminen, laajuus ja puuvarastot. Referat: Verkommen, Umfang und Holzvorräte der Fichtenwälder in Nord-Finnland. *Communicationes Ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae Editae* 3(1). 170 s
- 1920b. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. Referat: Die Schneeschadengebiete in Finnland und ihre wälder. *Communicationes Ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae Editae* 3(2). 134 s.
- 1922. Pohjois-Suomen kuusimetsien hoito. Referat: Über die Waldwirtschaftung der Fichtenwälder Nordfinnlands. *Communicationes Ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae Editae* 5(2). 132 s.
- 1947. Metsien luontainen uudistaminen. 3. painos. Kml. Tapio, Helsinki. 95 s.
- Helander, A.B. 1936. A.G. Blomqvist ja hänen aikalaisensa. *Acta Forestalia Fennica* 43(2). 356 s.
- Huusko, K. 1987. Lumensyvyysmittauksia Paljakalla. Julkaisematon havaintopäiväkirja.
- Hyypä, E. 1936. Über die spätquartäre Entwicklung Nordfinnlands mit Ergänzungen zur Kenntnis des spätglazialen Klimas. *Bulletin de la Commission geologique de Finlande* 115: 401—465.
- Hägström, B. 1982. Om de biologiska förutsättningarna för skogens förnyring: Norrlands höjdlägen. *Sveriges Skogsårsvårdsförbunds Tidskrift* 80(6): 25—33.
- Kainuun metsien käsittelyohjeet. 1980. Kainuun piirimetsälautakunta. 13 s.
- Kalela, Erkki K. 1961. Metsät ja metsien hoito. 2. painos. WSOY, Porvoo—Helsinki. 367 s.
- Kasvukauden tehoisan lämpötilan summan keskimääräiset arvot kaudelta 1941—1970 merenpinnan tasoon redukoituina (kartta). Lämpösumman korjaus topografisen korkeuden mukaan (kartta). 1973. Ilmatieteen laitos.
- Koillis-Suomen yksityismetsien käsittelyohjeet. Talousmetsät II ja lakimetsät. 1983. Koillis-Suomen piirimetsälautakunta. 5 s.
- Koutaniemi, L. 1979. Late-glacial and post-glacial development of the valleys of the Oulanka river basin, north-eastern Finland. *Fennia* 157(1): 13-73.
- Kubin, E. 1987. Puulajien vertailukokeet Koillismaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 255. 17 s.
- Lakari, O.J. 1915. Studien über die Samenjahre und Altersklassenverhältnisse der Kiefernwälder auf dem nordfinnischen Heideboden. *Acta Forestalia Fennica* 5(1). 211 s.
- 1920. Tutkimuksia kuusen ja männyn kasvusuhteista Pohjois-Suomen paksusammaltuypillä. Referat: Untersuchungen über die Zuwachsverhältnisse der Fichte und Kiefer auf dem Dickmoostypus in Nord-Finnland. *Communicationes Ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae Editae* 2(1). 165+15 s.

- Lassila, I.T. 1920. Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. *Acta Forestalia Fennica* 14(3). 95 s.
- Lähde, E. 1974. The effect of grain size distribution on the condition of natural and artificial sapling stands of Scots pine. Selostus: Maan lajitekoostumuksen vaikutus männyn luontaisten ja viljelytaimistojen kuntoon. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 84(3). 23 s.
- Metsien käsittelyohjeen tarkennus Pudasjärvellä ja Taivalkoskella. 1986. Pohjois-Pohjanmaan piirimetsälautakunta. 1 s.
- Metsien uudistamisohjeen tarkistaminen. 1982. Kainuun piirimetsälautakunta. 3 s.
- Metsänlannoittajan opas. 1986. Kemira. 16 s.
- Mäkitalo, K. 1987. Kuusen luontaisesta uudistumisesta korkealla paksusammaltyypin maalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 278: 32—46.
- Norokorpi, Y. 1979. Old Norway spruce stands; amount of decay and decay-causing microbes in northern Finland. Seloste: Peräpohjolan vanhat kuusikot, niiden lahoisuus ja lahottajat. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 97(6). 77 s.
- 1981. Lakimetsien rajaamisen perusteita. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 24: 59—65.
- 1987. Metsänviljelyn onnistuminen korkeilla mailla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 278: 16—31.
- & Kärrkäinen, S. 1985. Maaston korkeuden vaikutus puusto- ja kasvupaikkatunnuksiin sekä tykkytuhoihin Kuusamossa. Summary: The effect of altitude on stand and site characteristics and crown snow load damages in Kuusamo in northern Finland. *Folia Forestalia* 632. 26 s.
- Numminen, E. 1986. Männyn siemenen siirto Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 253: 48—60.
- Odin, H. 1975. Topografins och expositionens roll för lokalklimatet. Skogshögskolan. Institut för skogs-genetik. Rapport och uppsatser 17: 39—53.
- Ohjekirje metsien käsittelystä Pohjanmaan piirikunnassa. 1985. Ohjekirje Mh 112. Metsähallitus. 36 s.
- Oikarinen, M. & Norokorpi, Y. 1986. Vuosina 1956—65 viljeltyjen männyntaimikoiden tila valtion mailla Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 222. 46 s.
- Oinonen, E., Sarvas, R. & Sirén, G. 1960. Lapin suoja-metsien käsittelyohjeet. Konekirjoite. 24 s.
- Otsamo, A. 1986. Maaston korkeuden vaikutus metsänviljelyn onnistumiseen ja taimien kehitykseen Kuusamossa. *Metsänhoitotieteen pro gradu -työ*. Helsingin yliopisto. 96 s.
- Pelkonen, H., Tuomi, P. & Valtanen, J. 1982. Männyn viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Summary: Survival of pine on reforested sites in northern Finland. *Folia Forestalia* 511. 23 s.
- Pohjois-Pohjanmaan metsien käsittelyohjeet. 1980. Pohjois-Pohjanmaan piirimetsälautakunta. 16 s.
- Pohtila, E. & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970—72 Lap-piin perustetun aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment of ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970—1972. *Silva Fennica* 17(3): 201—224.
- & Valkonen, S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Summary: Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned forest of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 631. 19 s.
- Pulkka, H. 1980. Kainuun vaarojen maannoksesta. Pro gradu -työ. Oulun yliopisto, maantieteen laitos. 105 s.
- Renvall, A. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. *Acta Forestalia Fennica* 1(2). 154 s.
- Roiko-Jokela, P. 1980. Maaston korkeus puuntuotantoon vaikuttavana tekijänä Pohjois-Suomessa. Summary: The effect of altitude on the forest yield in northern Finland. *Folia Forestalia* 52. 21 s.
- 1982. Metsänkäsittelyn toimenpiderajan määrittäminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 58: 29—34.
- Sirén, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkankaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. *Acta Forestalia Fennica* 62(4). 408 s.
- Skärpta regler för odling av contorta. 1987. Skogen 12. s. 4.
- Solantie, R. 1974. Pohjois-Suomen lumipeitteestä. Lapin ilmastokirja. Lapin tutkimusseura. Rovaniemi. 74—89.
- Stefansson, E. & Sinko, M. 1967. Försök med tallprovenienser med särskild hänsyn till norrländska höjdlägen. Summary: Experiments with provenances of Scots pine with special regard to high-lying forest in Northern Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 47. 108 s.
- Suomen kartasto. 1960. Helsinki.
- Suonkuivaus ja metsänviljelytyöt; toimenpideraja. 1956. Kiertokirje nro 73. Metsähallitus. 5 s.
- Tranquillini, W. 1979. Physiological ecology of the alpine timberline. *Ecological studies* 31. New York. 131 s.
- von Unge, C. 1982. Skogsförnyring på höjdlägen i Norrland. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 80(6): 5—9.
- Valtanen, J. 1981. Korkeiden maiden metsien uudistaminen. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 24: 66—77.
- Virkkala, K. 1948. Maalajikartan selitys, lehti D4, Nurmes. Suomen Geologinen tutkimuslaitos. 99 s.
- 1969. Suomen moreenien rakeisuusluokitus. Summary: Classification of Finnish tills according to grain size. *Terra* 81(3): 273—278.
- Vuokila, Y. 1984. Harsinnan teoriaa ja käytäntöä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 130. 107 s.
- Yksityismetsien käsittelyohjeet. 1987. Kml. Tapio. 24 s.

Total of 58 references

SUMMARY

Stand reforestation at elevated sites in northern Finland

High-altitude forest sites in northern Finland are those areas where, owing to the altitude of the topography, the climate is so unfavourable that artificial regeneration is clearly more difficult than in low-lying and warmer regions. Scots pine, especially, has proved to be difficult to regenerate on the hills.

The lower limit of high-altitude forest land is 250—300 m above sea level. The timberline is reached at a height of around 450 m. There are 180 000 ha of forest in the eastern half of the Province of Oulu (Fig. 4) where the artificial regeneration of pine is not usually successful owing to the high altitude. In addition, there are 375 000 ha of slightly lower land where regeneration with pine is associated with a certain amount of risk.

There is very little practical experience about artificial regeneration with Norway spruce. It is the climax tree species in natural conditions, and gradually becomes predominant on all suitable sites to form permanent spruce forest. Therefore the hills concerning on this study have become extensively covered by over-aged, slow-growing spruce stands, intermixed to some extent with birch. In some areas artificial regeneration with spruce has given good results. Natural regeneration has also been used, and is regarded as a slow but reliable method.

The regeneration of old spruce stands was studied by establishing three experiments at an altitude of 280—365 m. The regeneration methods used were (1) natural regeneration by the selection cutting method, (2) natural regeneration by the shelterwood method, and (3) artificial regeneration following clear cutting. The artificial regeneration methods were sowing and planting with pine (*Pinus sylvestris*), and planting with spruce (*Picea abies*), larch (*Larix sibirica*) and birch (*Betula pendula*).

On the selection cutting plots there were three treatments: light, normal and heavy cutting. The soil was not prepared. On the shelter wood plots the density was ca. 100 or 200 trees/ha. Half of each plot was disc-trenched.

Natural regeneration in the stands treated to selection cutting started satisfactorily. Ten years after the start of the experiment, the average number of spruce saplings was 1 000/ha, and of birch 1 700/ha. Most of them were over ten years old. Site preparation appears to be essential in the stands treated by the shelterwood method. The number of spruce saplings on the plots without soil preparation were 1 500/ha and for birch 700/ha, while on the prepared plots the corresponding figures were 2 600 and 6 000. Despite the clustering of the saplings, reforestation on the prepared plots was considered to be, on the average, satisfactory.

The soil on the plots where artificial regeneration was used was prepared by either disc trenching or ploughing. The average result on the ploughed plots was satisfactory (survival rate 67 %), but on the disc-trenched plots poor (45 %). Spruce and birch developed well on the ploughed plots. Pine regeneration was not successful anywhere. Larch also proved to be unreliable.

The mean height of the spruce in the stands subjected to selection cutting was 110 cm, and in the shelterwood stands 17 cm. The mean height of the birch saplings was 120 and 72 cm. The mean heights on the artificially regenerated plots varied, depending on the species and site preparation technique, from 55 to 270 cm. The pines which developed from seed on the disc-trenched plots were the shortest, and the birches on the ploughed plots the tallest. On the average, the artificially regenerated saplings were 53 % taller on the ploughed plots than the saplings on the harrowed plots.

Liite 1. Täydennysviljelymäärät, %.
Appendix 1. Proportion of supplementary stocking, %.

Viljelytapa Regeneration method	Äestys Disc trenching	Auraus Ploughing	Taimilaji Transplant type	Alkuperä Origin
T a i v a l k o s k i				
Männyn kylvö- Pine sowing	20	22		Taivalkoski
Istutus-Planting				
Mänty-Pine	17	16	1M + 1A	Taivalkoski
Kuusi-Spruce	8	8	1M + 2A	Puolanka
Lehtikuusi-Larch	30	9	1M + 1A	Raivola - Hausjärvi
Koivu-Birch	17	15	1MK + 1MK	Kittilä
Keskiarvo - Mean	14	12		
P u o l a n k a				
Männyn kylvö- Pine sowing	48	51		Pudasjärvi, Puhos
Istutus-Planting				
Mänty-Pine	16	49	1M + 1A	Puolanka
Kuusi-Spruce	34	26	1M + 2A	Puolanka
Lehtikuusi-Larch	30	10	1M + 1A	Raivola - Hausjärvi
Koivu-Birch	22	33	1M + 1A	Pudasjärvi
Keskiarvo - Mean	30	34		
H y r y n s a l m i				
Männyn kylvö- Pine sowing	39	35		Pudasjärvi, Puhos
Istutus-Planting				
Mänty-Pine	21	46	1M + 1A	Puolanka
Kuusi-Spruce	21	31	1M + 2A	Puolanka
Lehtikuusi-Larch	15	11	1M + 1A	Raivola - Hausjärvi
Koivu-Birch	19	19	1M + 1A	Pudasjärvi
Keskiarvo - Mean	22	25		
K a i k k i - A l l				
Männyn kylvö- Pine sowing	36	36		
Istutus-Planting				
Mänty-Pine	18	37		
Kuusi-Spruce	21	22		
Lehtikuusi-Larch	15	11		
Koivu-Birch	19	9		
Keskiarvo - Mean	22	25		

Liite 2. Kuusen ja koivun taimet harsintakoealoilla. Pituus enintään 5 m. Kolmen luvun sarja: lievä — normaali — voimakas harsinta.

Appendix 2. The spruce and birch saplings on the sites regenerated through selection cutting. Maximum height 5 m. Intensity classes: light - normal - heavy selection cutting.

1 = 1984, 2 = 1987

Koekenttä - Experiment Puulaji - Tree species	Kpl/ha Saplings/ha	Pituus, m. Height, m
T a i v a l k o s k i		
Kuusi-Spruce	1 150- 200- 300	0,7-0,7-0,7
	2 760- 490- 760	2,2-1,8-1,0
Koivu-Birch	1 500- 500- 500	0,7-0,8-0,5
	2 980-4500-2600	0,9-0,5-1,0
P u o l a n k a		
Kuusi-Spruce	1 920-3200- 500	0,1-0,1-0,1
	2 1100-1800- 740	0,9-0,2-0,6
Koivu-Birch	1 - - 270	0,2
	2 1510-2000-3300	1,7-1,8-1,7
H y r y n s a l m i		
Kuusi-Spruce	1 680- 700- 620	0,1-0,1-0,1
	2 1700- 620- 760	0,2-1,3-0,3
Koivu-Birch	1 - 200 - 0,3	
	2 230- 140- 50	1,2-1,0-0,8
K a i k k i - A l l		
Kuusi-Spruce	1 580-1400- 470	0,3-0,3-0,3
	2 1200- 950- 750	1,1-1,1-0,6
Koivu-Birch	1 170- 230- 260	0,7-0,6-0,4
	2 960-2200-2000	1,3-1,1-1,2
Kuusi + koivu Spruce + Birch	1 750-1630- 730 2 2160-3150-2750	

Liite 3. Harsintametsän uudistumisjaksoon luetut 5,0-9,9 metriä pitkät kuuset ja koivut sekä kaikki haavan ja pihlajan taimet. Kolmen luvun sarja: lievä — normaali — voimakas harsinta. Mittausvuosi 1987.

Appendix 3. The 5,0-9,9 m tall spruce and birch trees, and all the aspen and rowen saplings in the selection-cut stands. Intensity classes: light - normal - heavy selection cutting. Red in 1987.

Koekenttä - Experiment Puulaji - Tree species	Kpl/ha Saplings/ha	Pituus, m Height, m
T a i v a l k o s k i		
Kuusi-Spruce	300- 200- 50	7,5-7,5-7,0
Koivu-Birch	50- 20- 10	7,5-7,5-7,5
Haapa-Aspen	2500-5000-3000	0,7-0,7-1,1
Pihlaja-Rowan	750-1000- 600	0,7-0,7-0,5
P u o l a n k a		
Kuusi-Spruce	180- 250- 80	7,5-7,5-7,5
Koivu-Birch	50- 10- 30	7,0-6,0-6,0
Pihlaja-Rowan	400- 100- 200	1,5-1,5-1,5
H y r y n s a l m i		
Kuusi-Spruce	20- 200- 20	7,5-7,5-7,5
Pihlaja-Rowan	1300-1000-1000	1,5-1,0-1,2
K a i k k i - A l l		
Kuusi-Spruce	160- 220- 50	7,5-7,5-7,2
Koivu-Birch	30- 10- 10	7,2-6,8-6,8
Haapa-Aspen	830-1700-1000	0,7-0,7-1,1
Pihlaja-Rowan	820- 700- 600	1,2-1,1-1,1

Liite 4. Suojuspuualueiden taimimäärät, kpl/ha 1984. M- = ei muokattu, M+ = äestetty.

Appendix 4. Number of saplings/ha in the shelterwood stands in 1984. Control = intact surface between furrows, M- = no soil preparation, M+ = disc trenching.

Koekenttä - Experiment	Kuusi - Spruce			Koivu - Birch			Yhteensä - Total			
	Vako	Koske- maton	Yht.	Vako	Koske- maton	Yht.	Vako	Koske- maton	Yht.	
	Furrow	Control	Total	Furrow	Control	Total	Furrow	Control	Total	
T a i v a l k o s k i										
Harva-Sparse	M-	.	100	100	.	200	200	.	300	300
	M+	240	320	560	8050	710	8760	8290	1030	9320
Tiheä-Dense	M-	.	100	100	.	-	-	.	100	100
	M+	700	170	880	13010	2380	15390	13710	2550	16260
Keskiarvo-	M-	.	100	100	.	100	100	.	200	200
Mean	M+	470	250	720	10530	1550	12080	11000	1800	12800
Kaikki-All		470	180	410	10530	830	6090	11000	1000	6500
P u o l a n k a										
Harva-Sparse	M-	.	1400	1400	.	200	200	.	1600	1600
	M+	1960	1600	3560	3630	770	4400	5590	2370	7960
Tiheä-Dense	M-	.	1400	1400	.	100	100	.	1500	1500
	M+	990	1510	2500	1040	430	1470	2030	1940	3970
Keskiarvo-	M-	.	1400	1400	.	150	150	.	1550	1550
Mean	M+	1480	1560	3040	2340	600	2940	3820	2160	5980
Kaikki-All		1480	1480	2220	2340	380	1550	3820	1860	3770
H y r y n s a l m i										
Harva-Sparse	M-	.	4100	4100	.	300	300	.	4400	4400
	M+	2460	380	2840	5620	770	6390	8080	1150	9230
Tiheä-Dense	M-	.	3100	3100	.	400	400	.	3500	3500
	M+	3190	1350	4540	6340	5140	11480	9530	6490	16020
Keskiarvo-	M-	.	3600	3600	.	350	350	.	3950	3950
Mean	M+	2830	870	3700	5980	2960	8940	8810	3830	12640
Kaikki-All		2830	2240	3650	5980	1660	4650	8800	3890	8300
K a i k k i - A l l										
Harva-Sparse	M-	.	1870	1870	.	230	230	.	2100	2100
	M+	1550	770	2320	5770	750	6520	7320	1520	8840
Tiheä-Dense	M-	.	1530	1530	.	170	170	.	1700	1700
	M+	1630	1010	2640	6800	2650	9450	8420	3660	12080
Keskiarvo-	M-	.	1700	1700	.	200	200	.	1900	1900
Mean	M+	1590	890	2480	6290	1700	7990	7870	2590	10460
Kaikki-All		1590	1300	2090	6280	950	4100	7870	2250	6180

Liite 5. Suojuspuualueiden taimimäärät, kpl/ha 1987. M- = ei muokattu, M+ = äestetty.

Appendix 5. Number of saplings/ha in the shelterwood stands in 1987. Control = intact surface between furrows, M- = no soil preparation, M+ = disc trenching.

Koekenttä - Experiment	Kuusi - Spruce			Koivu - Birch			Yhteensä - Total		
	Vako	Koske- maton	Yht.	Vako	Koske- maton	Yht.	Vako	Koske- maton	Yht.
	Furrow	Control	Total	Furrow	Control	Total	Furrow	Control	Total
T a i v a l k o s k i									
Harva-Sparse	M-	.	100	.	-	-	.	100	100
	M+	420	-	6380	110	6490	6810	110	6920
Tiheä-Dense	M-	.	100	.	100	100	.	200	200
	M+	840	-	3880	-	3880	4720	-	4720
Keskiarvo-	M-	.	100	.	50	50	.	150	150
Mean	M+	630	0	5130	60	5190	5770	60	5820
Kaikki-All		630	50	370	5130	50	2620	5770	100
P u o l a n k a									
Harva-Sparse	M-	.	1400	1400	.	600	600	.	2000
	M+	1820	1720	3540	2690	2260	4950	4510	3990
Tiheä-Dense	M-	.	900	900	.	1600	1600	.	2500
	M+	900	1920	2820	410	210	620	1320	2130
Keskiarvo-	M-	.	1150	1150	.	1100	1100	.	2250
Mean	M+	1360	1820	3180	1550	1240	2790	2910	3060
Kaikki-All		1360	1490	2170	1550	1170	1940	2910	2650
H y r y n s a l m i									
Harva-Sparse	M-	.	4600	4600	.	1300	1300	.	5900
	M+	2300	700	3000	7100	1500	8600	9400	2200
Tiheä-Dense	M-	.	2100	2100	.	600	600	.	2700
	M+	3040	1770	4810	6910	4820	11730	9950	6590
Keskiarvo-	M-	.	3350	3350	.	950	950	.	4300
Mean	M+	2670	1230	3900	7010	3160	10160	9670	4390
Kaikki-All		2670	2290	3630	7010	2050	5560	9670	4350
K a i k k i - A l l									
Harva-Sparse	M-	.	2030	2030	.	630	630	.	2670
	M+	1510	810	2320	5390	1290	6680	6900	2100
Tiheä-Dense	M-	.	1030	1030	.	770	770	.	1800
	M+	1590	1230	2820	3740	1680	5410	5330	2910
Keskiarvo-	M-	.	1530	1530	.	700	700	.	2230
Mean	M+	1550	1020	2570	4560	1480	6050	6120	2500
Kaikki-All		1550	1280	2050	4560	1090	3370	6120	2370

Liite 6. Viljelysten elossaolon ja pituuden kehitys.
Appendix 6. Survival rate and height development in artificial regeneration.

Ä = Äestys — *Disc trenching* A = Auraus — *Ploughing*

Viljelytapa - Regeneration method	Ikä, v. Age, a	Taival- koski		Puolanka		Hyryn- salmi		Keskiarvo - Mean		
		Ä	A	Ä	A	Ä	A	Ä	A, Kaikki - All	
Elossaolosadannes, % - Survival rate, %										
Männyn kylvö- Pine sowing	4	41	84	36	72	94	80	57	79	68
	7	37	76	28	58	51	80	39	72	55
	10	37	68	28	44	49	73	38	62	50
Männyn istutus- Pine planting	4	99	89	95	95	97	94	97	92	94
	7	83	60	85	67	87	69	85	65	75
	10	52	45	40	24	77	44	56	38	47
Kuusi- Spruce	4	94	94	44	99	74	90	71	94	83
	7	83	91	28	98	58	90	56	93	75
	10	83	91	23	98	58	90	55	93	74
Lehtikuusi- Larch	4	99	97	84	97	91	98	97	99	98
	7	52	68	40	47	66	68	53	61	57
	10	37	68	20	47	61	61	39	59	49
Koivu- Birch	4	95	99	96	100	99	98	91	97	94
	7	85	84	65	94	85	98	78	92	85
	10	32	67	17	85	63	90	37	81	59
Pituus, cm - Height, cm										
Männyn kylvö- Pine sowing	4	8	11	5	9	9	12	7	10	9
	7	24	47	25	35	28	38	26	41	34
	10	54	90	39	55	68	89	54	78	66
Männyn istutus- Pine planting	4	33	42	36	32	40	41	36	37	37
	7	66	85	68	63	77	79	70	74	72
	10	118	153	79	92	142	131	113	125	119
Kuusi- Spruce	4	30	34	28	36	32	34	30	35	32
	7	44	51	42	63	41	64	42	59	51
	10	63	75	70	109	75	120	70	102	86
Lehtikuusi- Larch	4	41	70	42	88	60	83	48	80	64
	7	66	123	54	124	104	132	85	126	106
	10	141	212	104	177	196	210	147	200	174
Koivu- Birch	4	87	112	66	175	93	185	82	157	120
	7	92	159	50	174	108	242	87	194	141
	10	136	228	50	220	171	358	119	269	194

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

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

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 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:* (978) 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:* Eteläranta 55
96300 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 708 Rusanen, Mari & Velling, Pirkko: Satoindeksin vaihtelu ja korrelointi kasvu- ja laatuominaisuuksien kanssa nuorissa männyn jälkeläiskokeissa. Harvest index in young Scots pine progeny tests, variation and correlation with growth and quality traits.
- No 709 Lipas, Erkki: Typpilannoituksen ajankohta kangasmetsissä. Timing of nitrogen fertilization on mineral soils.
- No 710 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1987. Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1987.
- No 711 Pajuoja, Heikki: Suomen puunkäyttö ja poistuma 1985—1987. Wood consumption and total drain in Finland, 1985—1987.
- No 712 Rikkonen, Pentti: Etelä-Suomen pikkutukkien tilavuuden määrittäminen latvaläpimitan perusteella. Volume determination of small sized logs in southern Finland using top diameter.
- No 713 Mattila, Eero: Suomen poronhoitoalueen talvilaitumet. The winter ranges of the Finnish reindeer management area.
- No 714 Paavilainen, Eero & Tiihonen, Paavo: Suomen suometsät vuosina 1951—1984. Peatland forests in Finland in 1951—1984.
- No 715 Metsätilastollinen vuosikirja 1987. Yearbook of Forest Statistics, 1987.
- No 716 Nevalainen, Seppo & Liukkonen, Kirsi M. H.: Ilman epäpuhtauksien vaikutus bioottisiin metsätuhoihin. Kirjallisuuskatsaus. The effects of air pollution on biotic forest diseases and pests. A literature review.
- No 717 Mäkinen, Pekka: Metsäkoneurakoitsija yrittäjänä. Forest machine contractor as an entrepreneur.
- No 718 Valtanen, Jukka: Korkeiden maiden metsien uudistaminen Oulun läänissä. Stand reforestation at elevated sites in Northern Finland.
- No 719 Lääperi, Ari & Löyttyniemi, Kari: Hirvituhot vuosina 1973—1982 perustetuissa männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan-Hämeen metsälautakunnan alueella. Moose (*Alces alces*) damage in pine plantations established during 1973—1982 in the Uusimaa-Häme Forestry Board District.
- No 720 Hyvärinen, Vesa & Sepponen, Pentti: Kivalon alueen paksusammalkuusikoiden puulaji- ja metsäpalohistoriaa. Tree species history and local forest fires in the Kivalo area of Northern Finland.
- No 721 Uotila, Antti: Ilmastotekijöiden vaikutus männynversosyöpätuhoihin. The effect of climatic factors on the occurrence of Scleroderris canker.