

Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa

Mikko Hyppönen, Sinikka Jortikka,
Sirkka Tapaninen



ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMA

Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa

Metsäntutkimuspäivä Rovaniemellä 16.5.2002

Toimittaneet
Mikko Hyppönen, Sinikka Jortikka ja
Sirkka Tapaninen

ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMA

Hyppönen, M., Jortikka, S. & Tapaninen, S. (toim.). 2002. Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 876. 105 s. ISBN 951-40-1862-1, ISSN 0358-4283.

Toimittajien yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 96301 Rovaniemi, puh. (016) 336 411, faksi (016) 3364 640, sähköpostiosoite: etunimi.sukunimi@metla.fi.

Julkaisija: Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema. Hyväksynyt tutkimusjohtaja Kari Mielikäinen.

Taitto: Sirkka Tapaninen
Kuvien käsittely: Raimo Pikkupeura
Kannen suunnittelu: Jouni Hyvärinen
Kirjapaino: Vammalan Kirjapaino Oy

Tilaukset: Metsäntutkimuslaitos, kirjasto/julkaisumyynti, PL 18, 01301 Vantaa, puh. (09) 8570 5580, faksi (09) 8570 5582, sähköposti: kirjasto@metla.fi.

Sisällys

Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa – tutkimustuloksia käytännön tueksi

Mikko Hyppönen.....	4
METSÄNUUDISTAMINEN JA LAPIN LAKI	
Lapin lakiin perustuva metsänviljely asiakirjatilastojen valossa Ville Hallikainen, Mikko Hyppönen, Tarmo Aalto, Risto Jalkanen, Kari Mäkitalo ja Henna Penttinen.....	9
Lapin lain mukaisen metsänviljelyn onnistuminen Ville Hallikainen, Mikko Hyppönen, Kari Mäkitalo, Tarmo Aalto, Risto Jalkanen ja Henna Penttinen	25
Taimikkotuhot Lapin lain kohteilla Henna Penttinen, Risto Jalkanen, Tarmo Aalto, Ville Hallikainen, Mikko Hyppönen ja Kari Mäkitalo	39
METSÄNUUDISTAMINEN SUOJAMETSÄALUEELLA JA KORKEILLA MAILLA	
Suojametsäalueen metsien uudistuminen Mikko Hyppönen, Vesa Juntunen, Tommi Lohi, Kari Mikkola, Kari Mäkitalo, Mauri Timonen ja Martti Varmola	53
Korkeiden alueiden metsien uudistuminen Eero Kubin, Samuli Kemppainen ja Jorma Pasanen	65
METSÄNUUDISTAMINEN JA TUHOT	
Metsäntaudit metsänviljelyn ongelmana Timo Kurkela	75
Hirvivahingot ja niiden vähentäminen Risto Heikkilä	81
Poro ja metsä Timo Helle, Lotta Jaakkola ja Aarno Niva	85
Lapin metsähyönteistuhot ja ilmasto niiden rajaajana Tarmo Virtanen	95
Kirjoittajien yhteystiedot	104



Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa – tutkimustuloksia käytännön tueksi

Mikko Hyppönen

Pohjois-Suomen metsien uudistamista on tutkittu vuosisadan alusta lähtien. Vanhimmat suomalaiset metsäalan tutkimukset käsittelivät Lapin ja muun Pohjois-Suomen metsien käsittelyn ja uudistamisen ongelmia. Näiden tutkimusten ja ensimmäisen valtakunnan metsien inventoinnin tulosten perusteella luotiin suuntaviivat pohjoisen mäntymetsien käsittelyyn ja luontaiseen uudistamiseen. Tulokset johtivat myös suoja- metsälain säätämiseen. Vuosisadan alkupuolella ja myöhemmin 1950- ja 1960-luvuilla tehdyt tutkimukset vahvistivat, että edellytykset männyn luontaiselle uudistamiselle ovat Pohjois-Suomen kuivilla kankailla jopa paremmat kuin Etelä-Suomessa. Tämä johtuu pohjoisen humidisesta ilmastosta ja suotuisista säteilyolosuhteista. Luontaisen uudistamisen yleistyminen taas vuosituhannen vaihteessa johti myös alan tutkimuksen lisääntymiseen.

Pohjois-Suomen ja Lapin laaja-alaisten kuusimetsien luontainen uudistaminen osoittautui mäntymetsien uudistamista vaikeammaksi. Sen sijaan kuusimetsien uudistamisesta viljellen saatiin lupaavia tutkimustuloksia. Erityisesti männyn viljelyä puolsi lisäksi se, että männyn kasvu oli todettu myös tuoreella kankaalla kuusen kasvua paremmaksi. Metsänuudistamisessa siirryttiin 1950-luvulta lähtien yhä enemmän metsänviljelyyn.

Pohjois-Suomen metsiä on hakattu ja uudistettu voimaperäisesti sotien jälkeen. Uudistaminen on kohdistunut määrätietoisesti vajaan tuottoisiin metsiin sekä yksityis- että valtionmailla. Valtamenetelmänä on ollut selväpiirteinen avohakkuu, voimakas maanmuokkaus ja metsänviljely. Myös metsänviljelyn tutkimusta lisättiin 1970-luvulla. Tutkimukset käsittivät tuolloin sekä inventointityyppisiä että kokeellisia tutkimuksia. Erityisesti keskityttiin maaperä- ja maanmuokkauksymyksiin. Tutkimus jatkui vahvana 1980- ja 1990-luvuilla, jolloin tutkittiin maanmuokkausta, viljelymenetelmiä, taimilajeja, puulajivalintaa, metsänviljelyn tekniikkaa, täydennysviljelyä, suojametsäalueen ja korkealla merenpinnan yläpuolella sijaitsevien alueiden metsien uudistamisen onnistumista, metsänviljelyn onnistumista yleensäkin sekä metsätuhoja.

Lapissa ja Kuusamossa yksityismetsien uudistaminen lisääntyi edelleen 1980- ja 1990-luvuilla, kun vajaan tuottoisten metsien uudistamisen tukemiseksi säädettiin ns. Lapin laki. Lain perusteella valtio maksoi uudistamiskustannuksista 85–100 %. Tuen päätyttyä vuosituhanen vaihteessa Metsäntutkimuslaitos, Pohjois-Suomen metsäkeskukset sekä maa- ja metsätalousministeriö päättivät tehdä tutkimuksen, jossa selvitetään vajaan tuottoisten metsien uudistamisen onnistumista ja onnistumiseen vaikuttaneita tekijöitä.

Pohjoisin osa Suomesta on määritetty vuonna 1922 säädetyin suoja-metsälain perusteella suojametsäalueeksi. Suojametsälain päätarkoituksena oli estää ihmisen aiheuttama metsänrajan aleneminen. Suojametsälaki kumottiin nykyisen metsälain astuttua voimaan vuonna 1997, jolloin suojametsiä ja niiden käsittelyä koskevat määräykset sisällytettiin jokseenkin samanlaisina metsälakiin. Lain valvonta kuuluu Lapin metsäkeskukselle. Metsäntutkimuslaitoksen tehtävänä on kuitenkin seurata metsän uudistamisen onnistumista suojametsäalueella ja korkealla merenpinnasta sijaitsevilla alueilla myös suojametsäalueen eteläpuolella sekä raportoida tuloksista maa- ja metsätalousministeriölle. Ensimmäinen raportti valmistui syksyllä 2001.

Pohjois-Suomen metsien uudistamista käsiteltiin Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusaseman tutkimuspäivänä keväällä 2002. Päivän esitelmät käsittelivät monipuolisesti ja ajankohtaisesti Pohjois-Suomen metsänuudistamisen ongelmia. Tähän julkaisuun on koottu tutkimuspäiväesitelmien perusteella tuloksia Lapin lain mukaisesta metsänviljelystä ja sen onnistumisesta, suojametsäalueella ja korkealla merenpinnasta sijaitsevien metsien uudistamisesta sekä poron, hirven ja metsäntautien aiheuttamista metsätuhoista.

Kiitän lämpimästi esitelmän pitäjiä sekä kaikkia julkaisun valmisteluun osallistuneita henkilöitä.



Metsänuudistaminen ja Lapin laki



Lapin lakiin perustuva metsänviljely asiakirjatilastojen valossa

*Ville Hallikainen, Mikko Hyppönen, Tarmo Aalto,
Risto Jalkanen, Kari Mäkitalo ja Henna Penttinen*

I Johdanto

Metsien vajaatuottoisuus on merkittävästi heikentänyt Lapin metsien puuntuotantomahdollisuuksia. Noin neljännes Lapin yksityismetsistä luokitettiin vajaatuottoisiksi 1980-luvulla (Mattila 1989). Metsikön vajaatuottoisuus voi aiheutua yhdestä syystä tai se voi olla useiden syiden, luonnon olojen ja ihmisten toimien summa.

Metsien yli-ikäisyys on ollut merkittävä metsien tuottoa alentava tekijä Lapissa. Lisäksi harsintahakkuut, liian eteläisen viljelymateriaalin käyttö ja maanmuokkauksen laiminlyönti sekä metsänviljelyssä että luontaisen uudistamisen yhteydessä ovat olleet merkittäviä vajaatuottoisten metsien syntyyn vaikuttaneita metsänhoidollisia tekijöitä, joiden merkitys on korostunut epäedullisten ilmastojaksojen myötä (ks. Pohtila 1979, Lapin... 1980, Hyppönen ym. 2002).

Lapin metsien puuntuotannon tehostamiseksi vuonna 1977 asetettu Lapin metsätaloustoimikunta esitti lain säätämistä Lapin metsien puuntuotanto-ongelmien ratkaisemiseksi (Lapin... 1980). Laki Lapin vajaatuottoisten metsien kunnostamisesta (Laki Lapin... 1982) säädettiinkin 1982 toimikunnan esitysten mukaisesti. Lakia kutsuttiin lyhyesti Lapin laiksi, ja se oli voimassa vuosina 1983–1998. Lakia sovellettiin Lapin läänin ja Kuusamon kunnan yksityismetsissä. Lapin laki mahdollisti vajaatuottoisten metsien uudistamisen ja metsätalouden suunnittelun.

Aluksi Lapin laki kattoi vain metsänviljelyn, mutta vuonna 1995 myös luontainen uudistaminen tuli mahdolliseksi. Samalla 100 %:n tuki pieneni 85 %:iin. Vaikka laki oli voimassa vuoden 1998 loppuun saakka, kestävän metsätalouden rahoituslaissa (Laki kestävän... 1996) olevien siirtymäsäännösten perusteella vuoden 1998 loppuun mennessä tehdyt uudistamissuunnitelmat voidaan toteuttaa Lapin lain mukaisin ehdoin vielä vuoden 2002 aikana. Lapin lain varoin uudistettiin 1980- ja 1990-luvuilla yhteensä noin 160 000 ha metsää ja valtion varoja käytettiin työhön noin 550 milj. mk (Ylimartimo 2001).

Lapin laki oli selkeästi puuntuotannon tehostamiseen tähtäävä laki. Suomen metsätaloudessa koettiin kuitenkin voimakas ideologinen murros 1980-luvun lopulta alkaen. Murroksen aiheutti huoli metsien käsittelyn ekologisesta ja sosiaalisesta kestävyydestä (Leikola 1994, Hallikainen 2001). Viime vuosituhannen viimeisen vuosikymmenen alkuun ajoittuva talouden lama heijastui myös metsätalouteen ja aiheutti paineita säästää metsän uudistamisen kustannuksissa ja parantaa metsätalouden kannattavuutta (Mielikäinen ja Riikilä 1997). Näiden seikkojen vaikutuksesta metsien uudistamismenetelmistä annetut ohjeet ”pehmenivät” ja luontaisen uudistamisen suosio lisääntyi (esim. Luonnonläheinen metsänhoito 1994, Parviainen ja Seppänen 1994). Metsänuudistamismenetelmien kehittyminen 1990-luvulla vaikutti myös osaltaan metsänuudistamismenetelmiin ja niiden suhteisiin. Esimerkiksi koneellinen kylvö yleistyi maanmuokkauksen yhteydessä 1990-luvun alussa (Rummukainen ja Tervo 1992, Hyppönen 1998).

Lapin lain mukaista metsänuudistamista ja sen onnistumista ei ole aikaisemmin tutkittu. Lain mukaan uudistettujen hankkeiden tiedot ovat rekistereissä. Hankerekisterit tarjoavat hyvän mahdollisuuden tarkastella kokonaisuutena, minkälaisia metsiä on uudistettu, mitä menetelmiä on käytetty ja miten eri menetelmillä uudistetut alat ovat jakautuneet ajallisesti ja alueellisesti. Tässä tutkimuksessa etsitään vastauksia seuraaviin kysymyksiin.

- Millaisia kohteita Lapin lailla uudistettiin?
- Millaisilla menetelmillä ko. lain mukaiset kohteet uudistettiin?
- Millaisia ajallisia ja alueellisia eroja havaitaan uudistamismenetelmissä?
- Ovatko mahdolliset ajalliset ja alueelliset erot selitettävissä kasvupaikkatekijöiden avulla?
- Minkä muiden tekijöiden kuin kasvupaikkatekijöiden voidaan arvioida vaikuttaneen uudistamismenetelmissä mahdollisesti esiintyneisiin alueellisiin ja ajallisiin eroihin?

Ajallisten erojen tarkastelussa erityinen mielenkiinto kohdistuu 1980- ja 1990-lukujen välisiin eroihin, koska jälkimmäinen vuosikymmen edustaa metsätalouden murroksen aikaa.

2 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutettiin tilastotarkasteluna. Se on osa yhteistutkimushanketta, jossa selvitetään Lapin lain uudistusaloja inventoimalla mm. metsänviljelyn onnistumista ja onnistumiseen vaikuttaneita tekijöitä, täydennysviljelyn onnistumista, metsätuhoja sekä ympäristönäkökohtien huomioon ottamista metsänviljelyssä.

Tutkimuksen perusjoukko koostui Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskusten hankerekistereissä olevista vuosina 1984–1995 perustetuista noin 20 000 metsänviljelyhankkeesta. Tästä perusjoukosta poimittiin 1000 hankkeen satunnaisotos, jossa oli 1823 metsikkökuviota. Nämä kuviot muodostivat tilastotarkastelun tutkimusaineiston. Kunkin uudistetun kuvion uudistamissuunnitelma, toteutuskuitit ja hankerekisteriote tarkastettiin ja niissä esiintyneet puusto-, kasvupaikka- ym. tiedot tallennettiin tiedostoksi. Pinta-aloja tarkasteltiin osittain myöskin hankekohtaisesti, koska yksittäisen kuvion pinta-ala oli eräissä tapauksissa vaikea selvittää. Tämän vuoksi kuviokohtaisessa tarkastelussa kuvioiden lukumäärää on käytetty yksi- ja useampiulotteisissa frekvenssitarkasteluissa.

Alueellisia tarkasteluita varten tutkimusalue jaettiin viiteen maantieteellisesti mahdollisimman yhtenäiseen osa-alueeseen (kuva 1). Ajallista vertailua varten aineisto jaettiin kahteen osaan: 1980- ja 1990-luvuilla toteutettuihin hankkeisiin.

Tutkimusaineistosta laskettiin luokitettujen muuttujien osalta yksi- ja useampiulotteisia frekvenssijakaumia sekä jatkuvien muuttujien osalta keskitunnuslukuja. Kaksisuuntaisten ristiintaulukoiden tapauksessa otantasattuman vaikutusta arvioitiin testaamalla aineistoa Pearsonin kii-toiseen -testillä. Useampiulotteisten ristiintaulukoiden muuttujien välisten riippuvuuksien merkitsevyyttä tarkasteltiin log-lineaaristen mallien avulla. Puulajin, muokkausmenetelmän ja uudistamisketjun



Kuva 1. Tutkimuksessa käytetty aluejako.

valintaan vaikuttaneita tekijöitä tarkasteltiin myös kategorisen regressioanalyysin (Meulman ym. 2001) avulla. Jatkuvien muuttujien, kuten kantorahatulo ym. ryhmittäisiä (esim. alueellisia) eroja testattiin Mann-Whitneyn U-testillä tai Kruskal-Wallisin yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Jäljempänä esitetään ainoastaan alle 5 %:n riskillä tilastollisesti merkitseviä tuloksia.

3 Tulokset ja niiden tarkastelua

3.1 Lapin lain kohteiden koko ja toteutuksen ajoittuminen

Lapin lain mukaisesti viljeltyjen otosuudistusalojen määrä oli vuosina 1984–1995 yhteensä 1806 kpl. Näiden alojen yhteispinta-ala oli 5411 ha. Lisäksi 14 otoskuviota oli uudistunut luontaisesti. Eräillä kuvioista viljelyvuosi on 1981–1983. Tämä johtuu siitä, että ko. vuosien viljely oli aloitettu ennen Lapin lain voimaantuloa ja ne täyttivät lain edellytykset.

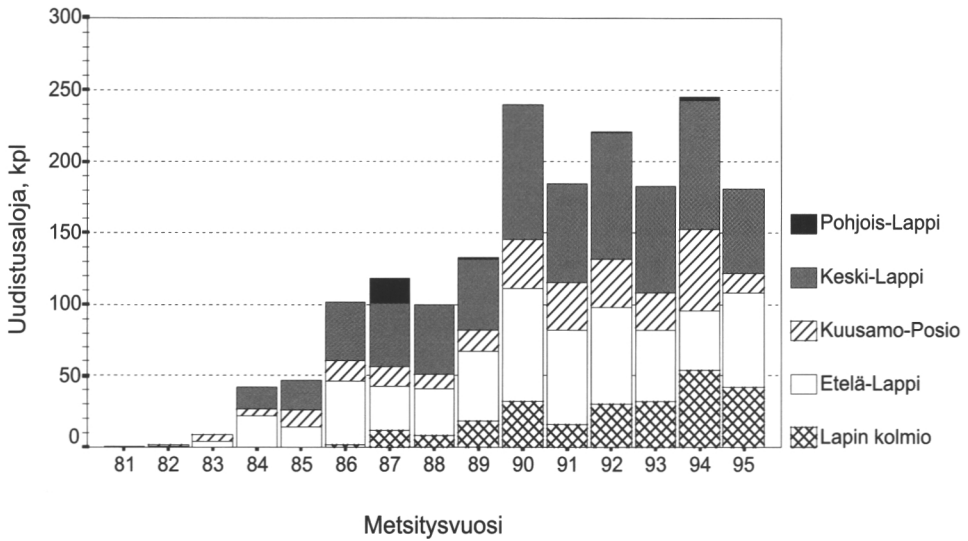
Lapin lain toteutus käynnistyi vähitellen (kuva 2). Lapin kolmion ja Pohjois-Lapin alueella ensimmäiset ko. lain ehdot täyttävät metsiköt uudistettiin vasta joitakin vuosia lain voimaantulon jälkeen. Uudistamistoimenpiteet painottuvat selvästi 1990-luvulle, noin 70 % uudistusaloista viljeltiin ko. vuosikymmenellä. Vähittäinen aloitus selittyi sillä, että sopivia kohteita paikannettiin sitä mukaa kun leimikoita tehtiin ja metsäsuunnittelu eteni.

Lapin lailla uudistettujen hankkeiden koko vaihteli paljon. Pienin hanke oli 0,2 ha, suurin noin 92,1 ha ja keskiarvo 5,8 ha. Uudistetun kuvion keskimääräinen pinta-ala oli 3,0 ha vaihteluvälin ollessa 0,1–64,1 ha. Keskimääräinen kuvion koko oli 1990-luvulla lähes hehtaaria pienempi kuin 1980-luvulla. Keskimäärin suurimmat kuviot sijaitsivat Keski-Lapissa (3,8 ha) ja pienimmät Lapin kolmion alueella (1,6 ha).

3.2 Uudistusalojen kasvupaikkatiedot

Valtaosa uudistusaloista oli metsämaan kangasta (95,0 %). Korprien osuus oli 4,6 % ja rämeiden 0,4 % uudistusaloista. Suoalat sijaitsivat Lapin kolmion ja Etelä-Lapin alueella. Soistuneiden kankaiden osuus kaikista kangasmaista oli noin kolmannes ja neljä prosenttia oli merkitävän kivisiä kankaita. Suometsiä uudistettiin Lapin lailla kaikkiaan hyvin vähän. Niiden osuus kuitenkin kaksinkertaistui 1990-luvulla verrattuna edelliseen vuosikymmeneen.

Kasvupaikan ravinteisuuden perusteella suurin osa uudistusaloista luokiteltiin kuivahkoihin kankaisiin (64 %). Tuoreiden kankaiden osuus



Kuva 2. Otosuudistusalojen määrä (1823 kpl) eri vuosina eri alueilla.

oli runsas kolmannes. Muiden kasvupaikkatyyppien osuus oli yhteensä vain noin yksi sadasosa. Rehevimmät kasvupaikat sijaitsivat Lapin kolmion ja Kuusamo-Posion alueella. Kangasmaiden uudistusalat olivat 1990-luvulla viljavampia edelliseen vuosikymmeneen verrattuna, mutta soilla tilanne oli päinvastoin.

Karkeiden ja keskikarkeiden maalajien osuus oli hieman yli 70 %, hienojakoisten maalajien osuus hieman yli 20 % ja turvemaan osuus 7 %. Pohjois-Lapin uudistusalat olivat kokonaisuudessaan ja Kuusamo-Posion alueen alat 90 %:sti karkeita ja keskikarkeita maita. Sitä vastoin Lapin kolmion alueen maista vain noin puolet oli karkeita tai keskikarkeita ja neljännes oli turvetta. Hienojakoisia maita oli Lapin kolmiossa sekä Etelä- ja Keski-Lapin alueella neljä-viidesosaa uudistusaloista.

Kasvupaikkajakaumat eivät vastaa mielikuvaa siitä, että Lapin lailla uudistetut kohteet olisivat olleet muita Lapin uudistusaloja vaikeammin uudistettavia rehevyytensä, soistuneisuutensa tai maalajiensa vuoksi. Esimerkiksi kuivahkojen kankaiden osuus Lapin metsien kasvupaikkajakaumassa oli VMI8:n mukaan 16 % pienempi kuin Lapin lailla uudistetuissa kohteissa (ks. Tomppo ym. 2001). Myös kankaiden osuus oli Lapin lailla uudistetuissa kohteissa noin kymmenen sadasosaa suurempi kuin Lapissa keskimäärin.

3.3 Uudistettavien metsiköiden kehitysluokat, puusto ja hakkuutavat

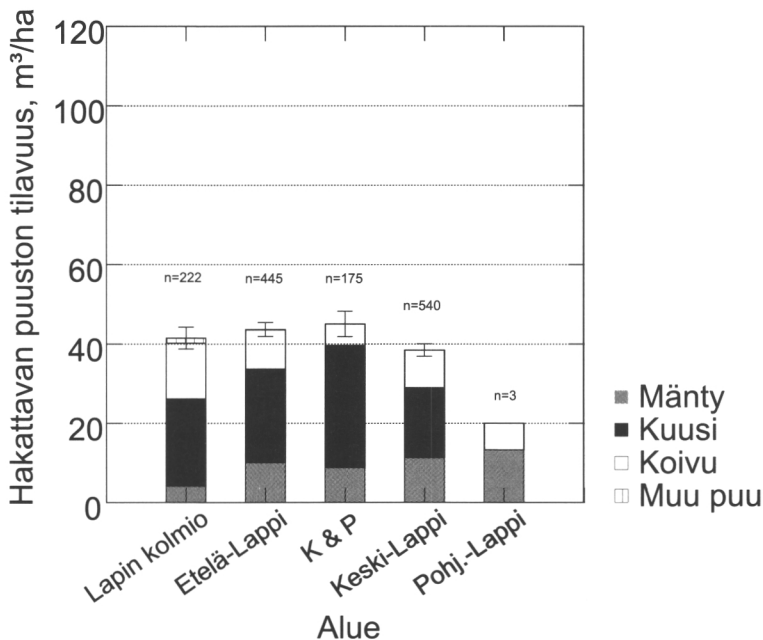
Kolmella neljäosalla uudistusaloista uudistamissuunnitelmaan merkitty kehitysluokka oli vajaatuottoinen tai uudistuskypsä metsikkö. Viidenneksellä aloista kehitysluokka oli aukea ala. Taimikoita oli 4 % ja suojuspuualoja 2 %. Kehitysluokkajakaumissa oli merkittäviä eroja metsälautakuntien, alueiden ja vuosikymmenten välillä. Vajaatuottoisten metsien osuus oli suurin Lapin kolmion alueella ja aukeiden alojen osuus Pohjois-Lapissa. Aukeiden alojen ja taimikoiden osuus oli suurempi 1980-luvulla kuin 1990-luvulla. Kehitysluokkajakaumiin on kuitenkin suhtauduttava varauksella, koska kehitysluokan merkitsemiskäytäntö on ollut vaihteleva.

Uudistettuja metsiköitä kuului lähes kaikkiin kehitysluokkiin, vaikka lailla oli tarkoitus uudistaa vajaatuottoisia metsiköitä. Lain soveltamisohjeet sallivat esim. vajaapuustoisten taimikoiden täydennysviljelyn. Lapissa ei olekaan tavatonta, että metsänuudistaminen onnistuu vain osittain ja taimikko syntyy tai kehittyy aukkoisena ja vajaapuustoisena (esim. Pohtila ja Valkonen 1985, Hyppönen ym. 2002), jolloin täydennysviljely on perusteltua sen estämiseksi, että metsikkö kehittyy vajaatuottoiseksi. Lapin lain kriteerit täyttävät uudistuskypsät metsiköt voidaan luokitella myös vajaatuottoisiksi niiden pienen puustopääoman vuoksi. Siemen- ja suojuspuumetsiköt olivat vajaatuottoisessa tilassa, koska luontainen uudistaminen ei ollut tapahtunut kohtuullisessa ajassa. 1960–1980-luvuilla hakattuja siemen- ja suojuspuualoja onkin paljon jouduttu viljelemään (Hyppönen ym. 2002). Lapin metsissä varsinkin 1980-luvulla riehuneet myrskyt (ks. esim. Hyppönen ym. 2002, Jalakanen 2001) ovat olleet yksi merkittävä Lapin lain mukaisia kohteita aikaansaava tekijä sillä myrskyt kaatoivat hyvää, kasvuisaa metsää sekä siemen- ja suojuspuustoja.

Puustoisten kehitysluokkien metsiköissä, siis ylispuuttomat taimikot ja aukeat alat pois lukien, uudistusaloilta hakattavan puuston keskitilavuus oli 41 m³/ha ja vaihteluväli 2–100 m³/ha. Tilavuus oli suurin Kuusamo-Posion alueella ja pienin Pohjois-Lapissa. Erot eri alueiden välillä olivat melko pienet Pohjois-Lappia lukuun ottamatta. Kuusamo-Posion sekä Etelä-Lapin uudistusalojen puuston tilavuus poikkesi merkittävästi Keski-Lapin uudistusalojen puustosta. Pohjois-Lappia lukuun ottamatta kuusi oli vallitseva puulaji uudistamista edeltäneessä puustossa. Kuusen osuus korostui erityisesti Etelä-Lapin sekä Kuusamo-Posion alueilla. Männyn osuus oli pienin Lapin kolmion alueella, jossa koi- vu ja muut lehtipuut muodostivat huomattavan osan hakkuuta edeltävän puuston tilavuudesta (kuva 3). Eri puulajien kertymäosuudet kuvaavat alueen puuston luontaisia puulajisuhteita varsin hyvin.

Metsikkökuviolla ennen uudistamista olleen puuston ja kahdeksan vuoden aikana ennen uudistamista hakatun puuston kantorahatulo oli viljellyillä uudistusaloilla noin 3000 mk/ha (keskiarvo 2700 mk/ha, mediaani 3000 mk/ha), mikäli myös ne uudistusalat, joiden kantorahatulo oli 0 mk, lasketaan mukaan. Lapin kolmion metsiköiden kantorahatulo oli suurin (3100 mk/ha) ja Kuusamo-Posion alueella pienin (2450 mk/ha). Mikäli alat, joiden kantorahatulo oli 0 mk poistetaan, viimeksi mainitun alueen kantorahatulo oli suurin (3600 mk/ha) ja Keski-Lapin alueen metsiköiden kantorahatulo pienin (3100 mk/ha). Kaikkien viljeltyjen uudistusalojen, joilta saatiin kantorahatuloa, keskimääräinen tulo oli 3300 mk/ha. Kantorahatulo oli 1990-luvulla noin neljänneksen suurempi kuin 1980-luvulla. Ensimmäisellä kymmenvuotiskaudella uudistettiin siten hieman vajaapuustoisempia kohteita kuin jälkimmäisellä vuosikymmenellä.

Avohakkuu oli selvästi yleisin hakkuutapa Lapin lain mukaisilla uudistusaloilla. Hieman alle kolme neljäsosaa uudistettavista metsiköistä käsiteltiin avohakkuulla ja muutama sadannes siemenpuuhakkuulla. Täydennys- tai uudelleenviljelykohteita, joita ei hakattu lainkaan uudistamisen yhteydessä, oli noin neljäsosa uudistusaloista. Avohakkuun osuus oli suurin Lapin kolmion alueella. Siemenpuuhakkuuta oli käytet-



Kuva 3. Lapin lain mukaisilta kohteilta hakatun puuston keskitilavuus eri alueilla ja eri puulajien keskimääräinen osuus tilavuudesta. Puuston keskitilavuuden 95 %:n luottamusväli on laskettu hakatun puuston kokonaistilavuudesta. Lyhenteet: K & P = Kuusamo-Posio, Pohj.-Lappi = Pohjois-Lappi.

ty eniten Keski- ja Pohjois-Lapin alueella sekä hieman myös Lapin kolmiossa. Avohakkuun osuus lisääntyi 1990-luvulla noin kymmenellä sadanneksella 1980-lukuun verrattuna.

Avohakkuun osuus on varsin ymmärrettävä. Siemen- tai suojuspuuhakkuiden sekä ylispuiden poiston merkitys Lapin lain kohteita uudistettaessa saattaa herättää kysymyksiä. Metsänhoitosuositusten mukaan Lapissa siemenpuuhakkuulla käsitellyt muokatut männyn uudistusalat suositeltiin kylvettäväksi alle 800 °Cvrk:n alueilla metsän luontaisen uudistamisen varmistamiseksi (Metsänhoitosuositukset 1990a, 1990b). Näissä tapauksissa metsänuudistaminen voitiin tietyin ehdoin lukea Lapin lain mukaiseksi metsänviljelyksi, vaikka siemen- ja suojuspuut jätettiin uudistamisen 'takuumiehiksi'. Siemenpuuhakkuuta ja metsänviljelyä käytettiin eniten Pohjois- ja Keski-Lapin alueilla, joilla lämpösumma jää alle 800 °Cvrk:n rajan. Joillakin uudistusaloilla ylispuut poistettiin vajaasti taimettuneelta alueelta ja alue täydennysviljeltiin.

3.4 Viljeltävän puulajin valinta

Uudistusaloista noin 83 % viljeltiin männylle, 17 % kuuselle sekä koi-vuille ja lehtikuuselle yhteensä alle puoli prosenttia. Aluksi viljeltiin lähes yksinomaan mäntyä. Kuusen osuus lisääntyi 1980-luvun loppua kohti. Ko. vuosikymmenellä kuuselle viljeltyjen uudistusalojen osuus oli hieman alle kymmenesosa, 1990-luvun puolivälissä osuus oli jo 25 %. Kuusen suosion lisääntymisestä huolimatta mänty säilytti valta-asemansa Lapin lain mukaisissa metsänviljelyissä. Männyn viljelyn suosiminen on ymmärrettävä seuraus niistä tutkimuksista, joissa mänty on todettu selvästi kuusta tuottoisammaksi puulajiksi Lapin kangasmail-la (esim. Lakari 1920, Sirén 1955).

Karuilla ja viljavilla mailla männyn ja kuusen osuudet olivat erilaiset 1980- ja 1990-luvuilla. Lisäksi eri alueilla kuusen ja männyn osuudet poikkesivat ko. vuosikymmeninä. Eri alueiden kasvupaikkojen viljavuusjakauma oli myös merkitsevästi erilainen. Alueen piirteet ja viljelyn ajoittuminen 1980- tai 1990-luvulle vaikuttivat merkitsevästi puulajin valintaan, eivätkä kasvupaikkojen viljavuuserot yksinään.

Kuusamo-Posion sekä Lapin kolmion alueilla suosittiin kuusen viljelyä muita alueita enemmän. Lapin kolmion viljavilla kasvupaikoilla kuusen viljelyn osuus kuitenkin väheni selvästi 1990-luvulla korvautuen jonkun verran lehtipuun viljelyllä. Männyn osuus kasvoi Lapin kolmion alueen kivennäismailla noin 5 % ja soilla noin 30 % 1990-luvulla edelliseen vuosikymmeneen verrattuna. Tämä selittyy sillä, että karujen soiden osuus lisääntyi Lapin kolmiossa noin neljänneksen 1990-luvulla.

Kuusamo-Posion alueella kuusen osuus sitä vastoin lähes kaksinkertaistui viljavilla kasvupaikoilla 1990-luvun aikana edelliseen vuosi-

kymmeneen verrattuna ja säilyi karuilla kasvupaikoilla vajaassa viidesosassa (kuva 4). Vaikka kuusen osuus ei Etelä- ja Keski-Lapin alueella saavuttanut Lapin lain toimeenpanoaikana läheskään Lapin kolmion ja Kuusamo-Posion osuuksia, kuusen suosion lisääntyminen 1990-luvulla oli kuitenkin merkittävä myös Etelä- ja Keski-Lapissa varsinkin viljavilla kasvupaikoilla, Keski-Lapissa myös karuilla kasvupaikoilla.

Kuusen suosiminen Kuusamo-Posion alueella johtunee alueen ilmastosta ja maaston korkeudesta, joiden vaikutukset näkyvät humidisuutena ja talvisen tykkylumen muodostumisena. Kuusta pidetään mäntyä kestävämpänä puulajina korkeilla vaaramailla (Kubin ym. 1997). Männyn viljelystä onkin ollut huonoja kokemuksia Kuusamossa (Jalkanen 1983) ja myös Lapin korkeilla mailla laajojen surmakkatuhojen vuoksi (Uotila ja Jalkanen 1982).

Lapin kolmion alueen erityispiirteisiin kuuluu uudistusalojen voimakas heinittyminen ja ruohottuminen, haavan ja siten männynversoruosteen esiintyminen uudistusaloilla tai niiden läheisyydessä sekä korostunut hirvituhojen vaara (Jalkanen ja Kurkela 1984, Varmola 1987). Kuusi onkin heinittyvillä sekä männyn versoruosteen ja hirven uhkaamilla kasvupaikoilla mäntyä turvallisempi vaihtoehto.

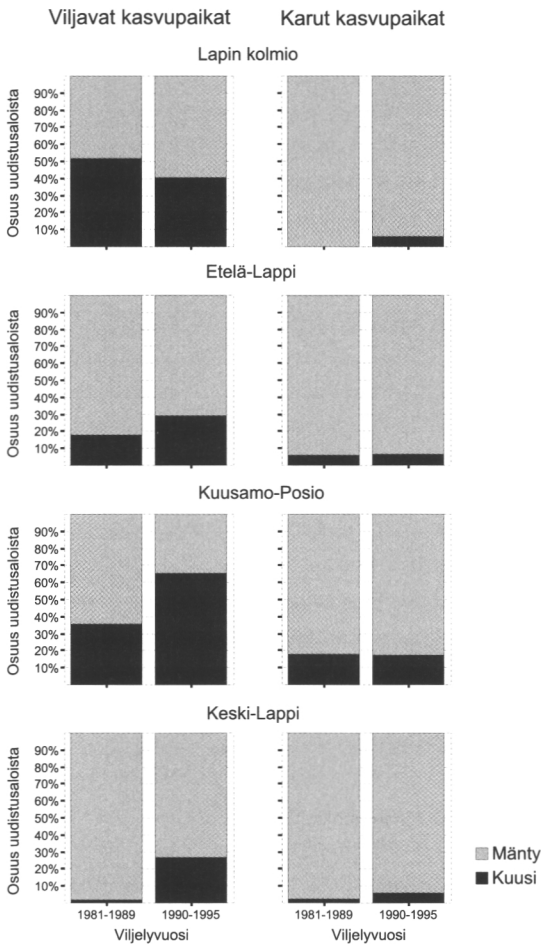
Kangasmailla lehtomaisten ja tuoreiden kankaiden osuus oli kuivahkoihin ja kuiviin kankaisiin verrattuna suurempi 1990- kuin 1980-luvulla. Soilla kehitys oli päinvastainen, eli viljavien kasvupaikkojen osuus väheni ja karujen kasvupaikkojen osuus lisääntyi 1990-luvulla. Kuusen osuus säilyi 1990-luvulla ennallaan karuilla soilla ja hieman lisääntyi viljavilla soilla (kuva 5). Puulajin valinta riippui myös vuosikymmenestä sinänsä.

Alue, vuosikymmen, kasvupaikan alaryhmä ja viljavuustaso selittivät vain runsaan viidesosan puulajin valinnasta. Voimakkain selitysosuus oli kasvupaikalla ja alueella ja vähäisin vuosikymmenellä. Tämä tarkoittaa sitä, että mänty oli vallitseva puulaji riippumatta edellä mainituista tekijöistä, vaikka kuusta viljeltiin hieman niillä kasvupaikoilla ja alueilla, joilla sen uskottiin menestyvän mäntyä paremmin. Näin oli varsinkin 1990-luvulla.

3.5 Maanmuokkaus

Aurus oli selvästi yleisimmin käytetty maanmuokkausmenetelmä. Hieman yli puolet viljelykohteista aurattiin. Noin viidesosa kohteista äestettiin ja hieman runsas kymmenesosa mätästettiin. Uudistusaloista 13 % oli viljelty ilman muokkausta. Valtaosa näistä aloista oli täydennys- ja uudelleenviljelyaloja, jotka oli muokattu ensikertaisen uudistamisen yhteydessä.

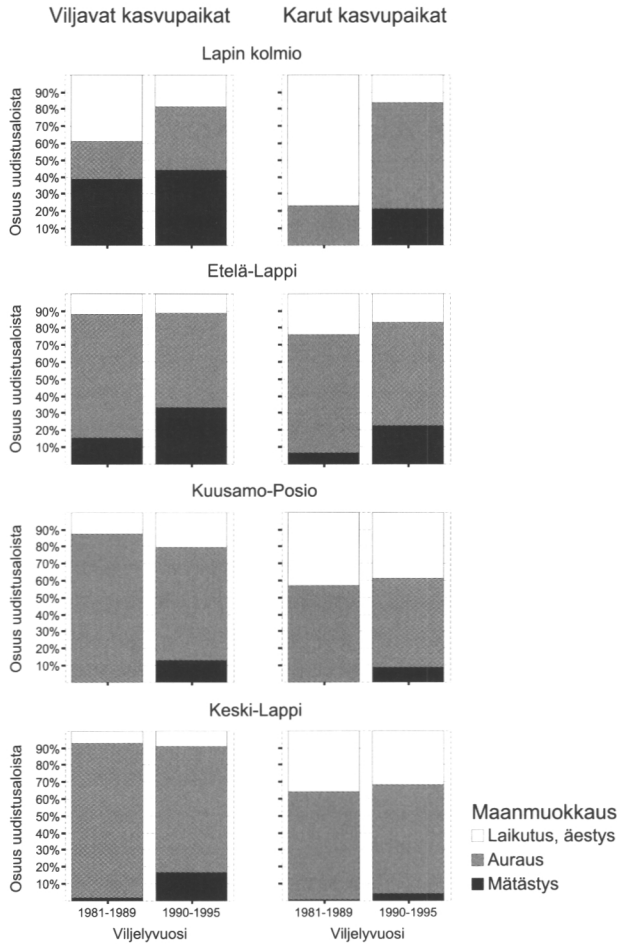
Maanmuokkausmenetelmän valinta riippui alueesta, kasvupaikan viljavuudesta ja alaryhmästä sekä viljelyvuosikymmenestä. Eri aluei-



Kuva 4. Männy- ja kuusenviljelyn osuus eri alueilla ja kasvupaikattyypeillä 1980- ja 1990-luvuilla.

den vastaavilla kasvupaikoilla oli käytetty erilaisia muokkausmenetelmiä (kuva 5). Lapin kolmion viljavilla kasvupaikoilla alueella mätästys oli selvästi suosittu menetelmä kuin muiden alueiden vastaavilla kasvupaikoilla. Karuilla kasvupaikoilla mätästystä oli suosittu Etelä-Lapissa enemmän kuin Lapin kolmion alueella.

Muokkausmenetelmien osuudet vaihtelivat eri alueilla myös eri vuosikymmeninä. Aurauksen osuus väheni tai pysyi suunnilleen ennallaan kaikkialla muualla paitsi Lapin kolmion alueella, missä aurauksen osuus lisääntyi 1990-luvulla. Myös laikutuksen osuus väheni tai pysyi suunnilleen samana kaikilla alueilla sekä viljavilla että karuilla kasvupaikoilla paitsi Kuusamo-Posion alueella, missä laikutuksen ja äestyksen osuus lisääntyi hieman 1990-luvulla. Lapin kolmion alueella laikutuksen ja äestyksen väheneminen oli erittäin huomattavaa ko. menetelmien osuuden korvaututtua erityisesti mätästyksellä.



Kuva 5. Yleisimpien maanmuokkausmenetelmien osuudet eri alueilla ja kasvupaikatyypeillä 1980- ja 1990-luvuilla.

Soilla mätästys oli vallitseva maankäsittelymentelmä sekä karuilla että viljavilla kasvupaikoilla. Viljavilla soilla mätästykseen osuus lisääntyi noin 55 %:sta 85 %:iin ja karuilla soilla väheni noin 75 %:sta 55 %:iin 1980-luvulta 1990-luvulle. Noin kymmenesosa viljavista soista laikutettiin tai äestettiin 1980-luvulla. Laikutuksesta ja äestyksestä luovuttiin soilla 1990-luvulla kokonaan.

Mätästykseen keskittyminen Lapin kolmion ja myös Etelä-Lapin alueille johtuu soiden ja soistuneiden kankaiden suuresta osuudesta. Sitä vastoin laikutuksen tai äestyksen osuuden lisääntymistä on vaikeampi selittää Kuusamo-Posion viljavilla kasvupaikoilla. Laikutuksen osuuden voimakas väheneminen Lapin kolmion alueella 1990-luvulla johtuu ongelmista, joita Lapin kolmion herkästi heinittyvillä ja vesakoituvilla äestys- ja laikutusalloilla 1980-luvulla mahdollisesti kohdattiin.

Mätästykseen lisääntymiseen aurauksenkin kustannuksella lienee vaikuttanut myös 1980- ja 1990-lukujen vaihteessa ympäristösyistä esitetyt vaatimukset lopettaa metsäauraus (esim. Ehdotus... 1994). Metsähallitus luopui aurauksesta 1993. Metsähallituksen ratkaisu on voinut vaikuttaa maankäsittelymenetelmän valintoihin myös yksityismetsissä.

Alue, kasvupaikan alaryhmä ja viljavuus sekä viljelyvuosikymmen selittivät ainoastaan noin viidenneksen maankäsittelymenetelmän valinnasta alaryhmän ollessa tärkein ja kasvupaikan viljavuustason toiseksi tärkein selittäjä. Vuosikymmen selitti tarkastelluista tekijöistä vähiten maanmuokkausmenetelmän valintaa.

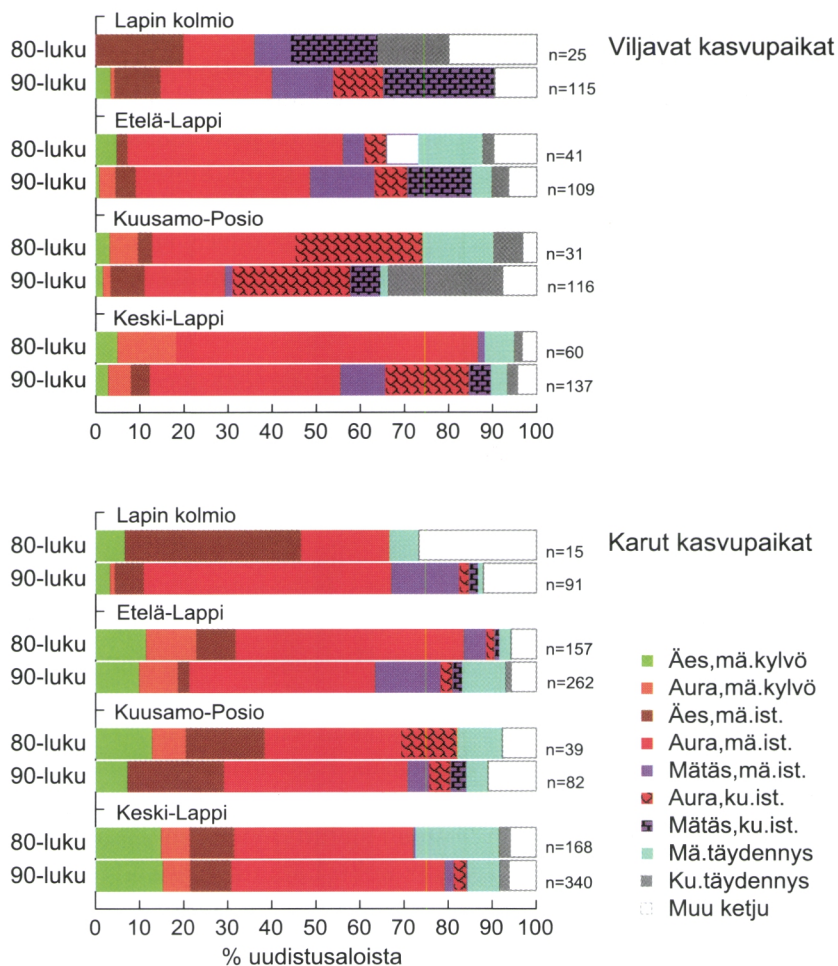
3.6 Uudistamisketjut

Metsää viljeltiin noin 30 erilaisella uudistamisketjulla. Aoraus ja männyn istutus oli selvästi yleisin uudistamisketju. Sekä äestystä ja männyn kylvöä että äestystä ja männyn istutusta oli tehty hieman vajaalla kymmenesosalla uudistusaloista. Kaikkiaan yhdeksän ketjua erottui yleisyytensä perusteella muista ketjuista, niillä oli uudistettu 93 % uudistusaloista.

Uudistamisketjujen osuudet vaihtelivat tietyllä alueella eri vuosikymmeninä ja olivat erilaiset myös tietyllä vuosikymmenellä eri alueilla. Edelleen havaittiin, että uudistamisketjujen osuudet olivat erilaiset tietyllä viljavuustasolla eri alueilla ja päinvastoin. Lisäksi ketjujen osuudet erosivat tietyllä viljavuustasolla 1980- ja 1990-luvuilla ja tietyllä vuosikymmenellä eri viljavuustasoilla.

Aurauksen ja männyn istutuksen osuus väheni tai pysyi 1990-luvulla suurin piirtein 1980-luvun tasolla muualla paitsi Lapin kolmion alueella sekä Kuusamo-Posion ja Keski-Lapin karuilla kasvupaikoilla, missä ko. ketjun osuus lisääntyi 1990-luvulla (kuva 6). Myös aurauksen ja männyn kylvön kaikkiaan pieni osuus pääsääntöisesti entisestään väheni tai pysyi ennallaan eri alueilla. Ainoan poikkeuksen teki Lapin kolmio, missä aoraus ja männyn kylvö tuli kuvaan mukaan vasta 1990-luvulla. Myös äestysten ja männyn kylvön osuus kehittyi suunnilleen aurauksen ja männyn kylvön osuuden kaltaisesti.

Kuusenistutusketjujen käyttö lisääntyi 1990-luvulla 1980-lukuun verrattuna kaikilla alueilla sekä viljavilla että karuilla kasvupaikoilla. Kuusamo-Posion karut kasvupaikat tekevät tästä ainoan poikkeuksen. Niillä kuusenviljelyketjujen osuus hieman väheni 1990-luvulla. Kokonaisuutena kuusta istutettiin enemmän auraten kuin mätästäen muokattuun maahan, mutta mätästykseen osuus kuusen istutuksessa lisääntyi 1990-luvulla selvästi edelliseen vuosikymmeneen verrattuna lähes kaikilla alueilla. Samoin lisääntyi mätästykseen osuus männyn istutuksessa 1990-luvulla kaikilla alueilla.



Kuva 6. Uudistamisketjujen osuudet eri alueilla ja kasvupaikkatyypeillä 1980- ja 1990-luvuilla.

Kuitenkin on huomattava, että 1980-luvun yleisketju, auraus ja männyn istutus säilytti vallitsevan asemansa myös 1990-luvulla sitä kohtaan esitetystä kriitikkistä huolimatta. Auraus ja männyn istutus onkin osoittautunut uudistamistulosten perusteella varsin käyttökelpoiseksi uudistamisketjuksi uudistettaessa Lapin kuusivaltaisia männyn kasvatukseen soveltuvia metsiä (Mäkitalo 1999).

Kylvöketjujen osuus väheni ja istutusketjujen osuus lisääntyi tutkimusjakson alkupuolelta loppupuolelle. Kylvön osuuden väheneminen johtunee samasta syystä kuin muokkausten voimistuminen eli kasvupaikkajakauman muutoksesta rehevämpään ja vetisempään suuntaan. Toisena syynä lienee ollut se, että maastokylvösiemenestä alkoi olla pulaa 1980- ja 1990-lukujen vaihteessa vuoden 1973 siemenkeräysvarastojen tyhjentymässä (Toimintakertomus... 1989).

Männyn täydennysviljelyn osuus pieneni 1990-luvulla kaikilla alueilla, joissa sitä tehtiin sekä viljavilla että karuilla kasvupaikoilla Etelä-Lapin karuja kasvupaikkoja lukuun ottamatta (kuva 6). Kuusen täydennysviljelyn osuus sitä vastoin joko lisääntyi tai pysyi ennallaan niillä alueilla, missä sitä tehtiin, lukuun ottamatta Lapin kolmion viljavia maita, missä kuusen täydennysviljelyä tehtiin runsaasti 1980-luvulla, mutta ei lainkaan 1990-luvulla. Kuusamo-Posion alueen viljavilla kasvupaikoilla täydennysviljelyn osuus oli kaikkein huomattavin. Kuusen täydennysviljely lisääntyi erityisen voimakkaasti 1990 männyn täydennysviljelyn kustannuksella.

Täydennysviljelyn tarve 1980-luvulla johtui monista nuoria taimikoi- ta ko. vuosikymmenellä kohdanneista tuhoista. Näitä aiheuttivat 1980-luvun alun kylmät kesät (Uotila ja Jalkanen 1982, Mäkitalo 1999) sekä useat myrskytuhot (Jalkanen 2001), erityisen kylmä ja vähäluminen alkutalvi vuosina 1986–87 (Jalkanen 1990) ja suuret hirvituhot (Toimintakertomus... 1989). Vastaavanlaajuisilta tuhoilta säästyttiin 1990-luvulla. Täydennysviljelystä saadut huonohkot tulokset myös osaltaan vähensivät täydennysviljelyjen osuutta 1990-luvulla (Saarenmaa ja Lep- pälä 1995). Usko kuusen menestymiseen täydennysviljelypuuna lisääntyi 1990-luvulla, niin kuin usko kuuseen muutenkin.

Alue, viljelyvuosikymmen ja kasvupaikan viljavuus selittivät vain noin viidenneksen viljelyketjun valinnasta. Kasvupaikka oli näistä tekijöistä tärkein, alue toiseksi tärkein ja vuosikymmen kolmanneksi tärkein selittäjä. Uudistamisketjun valintaan on liittynyt hyvin vakiintuneita käytäntöjä, joita on sovellettu kautta koko Lapin lain soveltamisalueen sekä karuilla että viljavilla kasvupaikoilla ja molemmilla lain toteutusvuosikymmenillä.

4 Päätelmät

Lapin lain mukainen metsänviljely on ollut mitä perinteisintä vajaan tuotosten metsien uudistamista, jossa on pääosin turvaututtu aikaisemmin hyväksi koettuihin uudistamismenetelmiin ja -ketjuihin. Lapin lain aikajakson loppupuolta kohden voimistuneet uudet ajatustavat metsätaloudessa (ks. Leikola 1994) kuvastuvat jonkun verran lähinnä puulajin ja maankäsittelymenetelmän valintaan. Alueelliset erityispiirteet ovat selvästi nähtävissä. Näihin vaikuttanevat luonnon ominaispiirteet alueen eri osissa, käytettävissä oleva muokkauskalusto sekä toimihenkilöiden ja ehkä myös metsänomistajien käsitykset hyvästä metsien uudistamisesta.

Kirjallisuus

- Ehdotus metsätalouden ympäristöohjelmaksi. 1994. Julkaisussa: Metsätalous ja ympäristö. Maa- ja metsätalousministeriö. Työryhmän mietintö 3/1994. 100 s.
- Hallikainen, V. 2001. Uudet metsänhoito-ohjeet ja metsien uudistaminen Lapissa. Julkaisussa: Varmola, M. & Tapaninen, S. (toim.). Onko Lapin metsissä kaikki kunnossa? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 820: 53–97.
- Hyppönen, M. 1998. Koneellisen männynkylvön onnistuminen Länsi-Lapissa. Metsätieteen aikakauskirja - Folia Forestalia 1/1998: 65–74.
- , Hyvönen, J. & Valkonen, S. 2002. Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen Lapin yksityismetsissä 1960-, 1970- ja 1980-lukujen siemenpuuhakuissa. Metsätieteen aikakauskirja 4/2002: 559–574.
- Jalkanen, R. 1983. Versosyöpäepidemian eteneminen pysähtynyt. Koillissanomat 2.7. (yliö).
- 1990. Vauriot Lapin luonnossa talven 1986–87 jälkeen. Julkaisussa: Varmola, M. & Palviainen, P. (toim.). Lapin metsien terveys. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1989. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 347: 31–33.
- 2001. Ei myrsky ojaan kaada — vai halutaanko niin? Metsätalous 7: 13.
- & Kurkela, T. 1984. Männynversoruosteen aiheuttamat vauriot ja varhaiset pituuskasvutappiot. Summary: Damage and early height growth losses caused by *Melampsora pinitorqua* on Scots pine. Folia Forestalia 587. 15 s.
- Kubin, E., Pasanen, J. & Savilampi, P. 1997. Korkeiden alueiden metsien uudistaminen Kainuussa ja Koillismaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 666. 36 s.
- Lakari, O. J. 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 Instituti Forestalis Fenniae 2(1). 165 s.
- Laki kestävän metsätalouden rahoituksesta. 1996. Laki 1094/1996.
- Laki Lapin vajaatuottoisten metsien kunnostamisesta. 1982. Laki 1057/1982.
- Lapin metsätaloustoimikunnan mietintö. 1980. Komiteanmietintö 1980: 2. 56 s.
- Leikola, M. 1994. Metsänhoitomme ennen ja nyt. Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia 1994(2): 180–184.
- Luonnonläheinen metsänhoito 1994. Metsänhoitosuosituksset. Metsäkeskus Tapion julkaisu 6. 72 s.
- Mattila, E. 1989. Lapin metsävarojen kehitys. Valtakunnan metsien inventointeihin perustuva tarkastelu. Summary: The forest resources of Finnish Lapland. A review based on the National Forest Inventories. Julkaisussa: Saastamoinen, O. & Varmola, M. (toim.). Lapin metsäkirja. Acta Lapponica Fenniae 15: 52–60.
- Metsänhoitosuosituksset 1990a. Koillis-Suomen metsälautakunta. 32 s.
- Metsänhoitosuosituksset 1990b. Lapin metsälautakunta. 32 s.
- Meulman, J. J., Heiser, W. J. ja SPSS Inc. 2001. SPSS Categories 11.0. SPSS Inc. 330 s.

- Mielikäinen, K. & Riikilä, M. (toim.). 1997. Kannattava puuntuotanto. Tapio ja Metsäntutkimuslaitos. Metsälehti Kustannus. Helsinki.
- Mäkitalo, K. 1999. Effect of site preparation and reforestation method on survival and height growth of Scots pine. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 512–525.
- Parviainen, J. & Seppänen, P. 1994. Metsien ekologinen kestävyys ja metsänkasvatustavaihtoehdot. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 511. 110 s. + liitteet.
- Pohtila, E. 1979. 1960-luvun vastoinikäymiset. Julkaisussa: Leikola, M. & Pohtila, E. (toim.). Tutkimustoiminta Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaajana. *Silva Fennica* 13(1A): 22–24.
- & 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 forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 631.19 s.
- Rummukainen, A. & Tervo, L. 1992. Kylvön mekanisointi. Julkaisussa: Smolander, H. & Pulkkinen, M. (toim.). Siemenpäivät Siilinjärvellä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 426: 111–122.
- Saarenmaa, L. & Leppälä, T. 1995. Fill-in seedlings in constituting the stocking of Scots pine stands in northern Finland. *Silva Fennica* 29(2): 141–150.
- Siren, G. 1955. Lapin metsien tuotantomahdollisuudet. Julkaisussa: Kauhanen, V.-M. (toim.). Lapin metsien mahdollisuudet. Suomen Metsänhoitajaliitto. Kirjapaino Oy Libris, Helsinki. s. 132–141.
- Toimintakertomus 1988. 1989. Lapin metsälautakunta. 33 s.
- Tomppo, E., Henttonen, H. & Tuomainen, T. 2001. Valtakunnan metsien 8. inventoinnin menetelmä ja tulokset metsäkeskuksittain Pohjois-Suomessa 1992–94 sekä tulokset Etelä-Suomessa 1986–92 ja koko maassa 1986–1994. Metsätieteen aikakauskirja IIB/2001: 99–248.
- Uotila, A. & Jalkanen, R. 1982. Taas runsaasti taimituhoja pohjoisessa. *Metsälehti* 1982(16): 12.
- Varmola, M. 1987. Metsätuhot. Julkaisussa: Penttilä, T. & Varmola, M. (toim.). Lapin kolmion puuntuotannon mahdollisuudet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 243: 108–110.
- Ylimartimo, J. 2001. Suullinen tieto. Lapin metsäkeskus.

Lapin lain mukaisen metsänviljelyn onnistuminen

*Ville Hallikainen, Mikko Hyppönen, Kari Mäkitalo,
Tarmo Aalto, Risto Jalkanen ja Henna Penttinen*

I Johdanto

Vuoden 1982 lopulla voimaan tullut laki Lapin vajaatuottoisten metsien kunnostamisesta takasi vuoteen 1998 asti 100-prosenttisen valtion tuen Lapin vajaatuottoisten metsien uudistamiseen viljelemällä. Lapin lain varoin viljeltiin 1980- ja 1990-luvuilla yhteensä noin 160 000 ha metsää Lapin läänin ja Kuusamon kunnan alueilla. Valtion varoja työhön käytettiin yhteensä noin 550 milj. mk. Ensimmäiset uudistusalat viljeltiin vuonna 1983, mutta työ pääsi varsinaisesti vauhtiin vuonna 1984. Viljelymateriaalin ikä huomioon ottaen vanhimmat taimikot alkavat olla jo 20 vuotta vanhoja. Uudistamisen tuloksia ei ole tähän mennessä selvitetty. Edellisestä Lapin yksityismetsien metsänviljelyalojen kattavasta inventoinnista on kulunut jo lähes 20 vuotta (Pohtila & Valkonen 1985).

Lapin metsien keinollista uudistamista on tutkittu runsaasti viimeisten 25 vuoden aikana. Metsänviljelytutkimuksissa on selvitetty uudistamiseen ja sen onnistumiseen liittyviä kysymyksiä niin inventoinnin kuin kokeellisin tutkimuksin. Inventointitutkimuksissa on tarkasteltu mm. metsänviljelyä ja sen onnistumista suojametsäalueella (Pohtila & Timonen 1980), Lapin yksityismetsien varrtuneiden viljelytaimikoiden tilaa (Pohtila & Valkonen 1985), männyntaimikoiden tilaa valtion mailla (Oikarinen & Norokorpi 1986), uudistamisen onnistumista valtion ja yhtiöiden metsissä (Kaila 1993), pellonmetsityksen onnistumista (Rossi ym. 1993) ja koneellisen kylvön käyttökelpoisuutta metsänviljelyssä (Hyppönen 1998). Kokeellisin tutkimuksin on tarkasteltu mm. eri uudistamis- ja maanmuokkausmenetelmiä, taimi- ja puula-jeja sekä eri tekijöiden vaikutusta uudistamistulokseen (esim. Lähde & Mutka 1974, Pohtila 1977, Ferm & Pohtila 1977, Lähde 1978, Ferm & Sepponen 1981, Lähde ym. 1981, Mäkitalo 1983, 1990, 1999, Pohtila & Pohjola 1983, 1985, Saarenmaa 1992, Valkonen 1992, Kubin ym. 1997, Mäkitalo & Alenius 2000, Mäkitalo & Heiskanen 2001, Sutinen ym. 2002).

Vaikka Lapin metsänviljelyä on tutkittu viime aikoina suhteellisen paljon, tutkittavaa yhä riittää, koska metsänkäsittely-, viljely- ja muokausmenetelmät sekä taimilajit ja taimihuolto ovat muuttuneet ja kehittyneet. Myös metsänomistajien ja metsäammattimiesten koulutustaso ja viljelytyön laatu ovat parantuneet. Lisäksi uudistamistöiden valvonta on systemaattisempaa ja tarkempaa kuin ennen. Lapin lain viljelyn tuloksen selvittämistä puoltaa myös se, että kohteiden on oletettu olleen uudistamisen kannalta tavanomaista vaikeampia (Hallikainen ym. 2002).

Tässä alustavassa tutkimusraportissa selvitetään Lapin lain varoin vuosina 1984–1995 viljelyiltä uudistusaloilta

1. Miten uudistaminen eri viljelymenetelmillä ja uudistamisketjuilla on onnistunut?
2. Miten taimimäärät eroavat alueellisesti?
3. Mikä on luontaisen uudistumisen merkitys viljelytaimikoiden täydentäjänä?
4. Kuinka pitkiä vanhimpien (15–18 vuotta) viljelyalojen viljelytaimet ovat, ja onko männyn kylvö- ja istutustaimien sekä kuusen istutustaimien välillä eroja?

2 Inventointiaineisto sekä mittaus- ja laskentamenetelmät

Tutkimusaineiston perusjoukkona oli Lapin ja Kuusamon alueiden Lapin lain mukaiset viljelyhankkeet vuosilta 1984–1995. Em. vuosina tehtyjen noin 20 000 hankkeen joukosta arvottiin ensimmäisessä vaiheessa 1000 hanketta, jotka sisälsivät 1823 kuviota. Näiden kuvioiden avulla kartoitettiin kohteiden ominaisuudet varsinaista maasto-otantaa varten. Maastossa mitattavaksi arvottiin 300 kuviota uudistamisketjuittain painottaen. Näin mukaan saatiin riittävä määrä hieman harvemmin käytettyjä ketjuja. Mukana otoksessa olivat myös täydennysviljelykohteet.

Maastoinventoinnin avulla selvitettiin, miten metsänviljely on Lapin lain varoin uudistetuilla kohteilla onnistunut ja mitä tuhoja viljelytaimikoissa esiintyy. Otantaan sattuneista 300 kohteesta inventoitiin kesän 2001 aikana 265 uudistusalaa. Inventoinnin suorittivat viisi kahden hengen ryhmää eri puolilla Lappia.

Inventointimenetelmänä käytettiin linjoittaista ympyräkoealaotantaa, missä koealan koko oli 20 m² (säde 2,52 m). Menetelmä kehitettiin tämän tutkimuksen tarkoitukseen sopivaksi Saksan ym. (2002) käyttämän menetelmän pohjalta. Linja- ja koealaväli riippui kuviolle sijoitettavien koealojen lukumäärästä, joita kuviolla oli seuraavasti:

Taimikon pinta-ala, ha	Koealojen lukumäärä, kpl
0,5–5,0	15
5,1–10,0	20
10,1–	25

Ensimmäinen koeala sijoitettiin puolen koealavälin päähän uudistusalan reunasta. Muut koealat sijoitettiin pääilmansuuntaan (pohjoinen–etelä, itä–länsi) kulkeville linjoille. Pääilmansuunta valittiin kuvioon ja muokkausmenetelmään sopivaksi. Kolmannes koealoista oli ns. erikoiskoealoja, joilta mitattiin enemmän tunnuksia kuin normaalikoealoilta (kaikkien taimien runkoluvut puulajeittain, taimien mediaani-, minimi- ja maksimipituudet puulajeittain). Kuviolta mitattiin tietoja kolmella eri tasolla: kuvio-, koeala- ja taimitasolla. Tämän artikkelin tulokset laskettiin käyttäen kuviokohtaisia keski- ja summatunnuksia.

Selitettävänä muuttujina olivat kehityskelpoisten taimien ja viljelytaimien kokonaismäärä sekä nämä määrät puulajeittain. Kokonaistaimimäärä sisältää myös luonnontaimet. Selittävinä muuttujina olivat uudistamisketju, viljelymenetelmä ja alue. *Viljelymenetelminä* tarkastellaan männyn ja kuusen istutusta sekä em. puulajien täydennysistutusta ja männyn kylvöä. *Alueita* on viisi: Lapin kolmio, Etelä-Lappi, Kuusamo-Posio (lyhennetty Kuusamo-P.) sekä Pohjois-Lappi. Aluejako on esitelty toisaalla tässä teoksessa (ks. Hallikainen ym.). *Uudistamisketjuista* tarkastellaan seuraavia yleisimmin esiintyneitä ketjuja: laikutus ja männyn kylvö, laikutus ja männyn istutus, äestys ja männyn kylvö, äestys ja männyn istutus, auraus ja männyn kylvö, auraus ja männyn istutus, auraus ja kuusen istutus, mätästys ja männyn istutus sekä mätästys ja kuusen istutus.

Selitettävien muuttujien jakaumia, keskiarvoja ja keskiarvojen 95 %:n luottamusvälejä tarkasteltiin sekä koko aineiston osalta että jaotellen aineistoa selittävien muuttujien mukaisiin ryhmiin. Ryhmitäisiä eroja testattiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Selittävien muuttujien luokkien väliset erot testattiin Tukeyn testillä. Tilastollisesti merkitsevänä erona pidettiin eroa, jossa nollahypoteesi voitiin hylätä alle 5 %:n riskillä.

3 Uudistusalojen kuvaus

Inventoitujen uudistusalojen kokonaismäärä oli 265 kpl. Viljelyä edeltävä hakkuu oli yleensä avohakkuu (95,5 %). Uudistusaloista 3,4 % oli hakattu siemenpuuhakkuulla ja 1,1 % muilla hakkuutavoilla.

Soiden osuus uudistusaloista oli hieman vajaa kahdeksan prosenttia, joista korpia oli kaksi kolmasosaa ja rämeitä yksi kolmasosa. Kangas-

maat olivat valtaosin kuivahkoja kankaita (58 %). Tuoreiden kankaiden osuus oli hieman alle kolmekymmentä prosenttia ja kuivien kankaiden osuus noin viisi prosenttia. Ainoastaan 0,4 % uudistusaloista oli lehtoja tai lehtomaisia kankaita. Humuksen paksuus vaihteli nollassa kymmeneen senttimetriin ollen keskimäärin 4,5 cm. Hietamoreeni oli yleisimmin esiintynyt maalaji (43 %). Hiekkamoreeni oli vallitseva maalaji noin viidesosalla uudistusaloista. Hieta oli lajittuneista maalajeista yleisin (noin 9 %). Kaikkiaan lajittuneet maalajit olivat vallitsevia noin 17 %:lla uudistusaloista. Maat eivät myöskään olleet erityisen kivisiä, kivi-ssyrassin painuma oli keskimäärin noin 20 cm.

Heinittyminen oli vähäistä: runsaalla 90 %:lla aloista heinien peittävyys oli alle 25 %. Kolmella prosentilla uudistusalan maa oli puoleksi tai enemmän heinien peittämä.

Noin kymmenellä prosentilla uudistusaloista vesitalous ei ollut kunnossa ja soistuminen häytti vähintään lievästi metsänkasvatusta. Noin kolmasosa metsiköistä luokitettiin topografialtaan tasamaiksi ja noin viidenneksellä vallitseva rinteiden suunta oli etelä. Muiden suuntien osuudet olivat hieman yli kymmenen prosenttia kukin. Rinteiden kaltevuus oli keskimäärin noin kaksi astetta.

Maanmuokkaukset oli pääosin toteutettu perusteellisesti: puolella uudistusaloista muokatun alan osuus uudistusalan pinta-alasta oli 76–100 %, noin kolmanneksella 50–75 % ja noin viidesosalla alle 50 %. Auras oli selvästi yleisin muokkausmenetelmä. Noin puolet uudistusaloista oli aurattu, noin viidesosa äestetty ja yhtä suuri osa mätästetty.

4 Metsänuudistamisen onnistuminen

4.1 Uudistamistulos

Lapin lain mukainen metsänviljely onnistui keskimäärin kohtalaisen hyvin. Kehityskelpoisten viljely- ja luonnontaimien määrä oli keskimäärin 2158 kpl/ha (keskiarvon 95 %:n luottamusväli 2088–2229 kpl/ha). Tulokset olivat jonkin verran aiempia paremmat. Pohtilan ja Valkosen (1985) Lapin piirimetsälautakunnan alueella tehdyssä tutkimuksessa kasvatuskelpoisia taimia oli 1112–1245 kpl/ha ja Oikarisen ja Norokorven (1986) Pohjois-Suomen valtionmailla tehdyssä tutkimuksessa keskimäärin 990 kpl/ha. Kaila (1993) on kuitenkin raportoinut hieman suurempia taimimääriä. Hänen tutkimuksensa mukaan Pohjois-Suomen eteläisellä ilmastoalueella (lämpösumma 800–999 °Cvrk) kasvatuskelpoisia taimia oli istutusaloilla 1400–1800 kpl/ha ja kylvöaloilla 1600–1800 kpl/ha. Vastaavasti pohjoisella ilmastoalueella (< 800 °Cvrk) taimia oli istutusaloilla 800–1800 kpl/ha ja kylvöaloilla 1300–1800 kpl/ha. Eri tutkimusten tuloksia on vaikeaa verrata täysin toisiinsa, sillä ne

kohdistuivat osittain eri alueille. Myös inventointimenetelmissä, taimikoiden ikärakenteessa ja kasvatuskelpoisten taimien valinnassa oli eroja, mikä heikentää tutkimusten vertailukelpoisuutta.

Huonoimmin taimettuneella uudistusosalalla taimia oli tässä tutkimuksessa 634 kpl/ha ja parhaiten taimettuneella 3633 kpl/ha. Todellisuudessa määrä on tätäkin suurempi, koska koealoilta ei laskettu kaikkia kehityskelpoisia luonnontaimia, vaan tiettyyn maksimimäärään saakka silloin, kun kehityskelpoisia viljelytaimia ei ollut riittävästi koealoilla. Tulos tarkoittaa sitä, että välttämätöntä taimikoiden uusintaviljelyn tarvetta Lapin lain inventoiduilla uudistusaloilla ei ole uusintaviljelyn rajan ollessa 500 tainta/ha. Täydennysviljelyn rajan ollessa 1400–1500 tainta/ha, 10–13 % inventoiduista taimikoista oli sellaisia, joissa täydennysviljelyä voisi harkita. Noin yhdeksässä taimikossa kymmenestä täydennystarvetta ei esiintynyt.

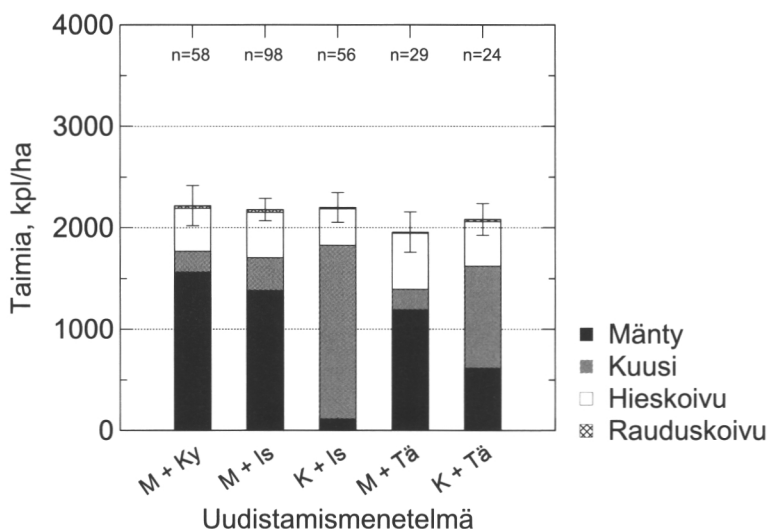
Tilanne ei ole yhtä hyvä, mikäli tarkastellaan ainoastaan kehityskelpoisten viljelytaimien menestymistä. Viljelytaimia oli keskimäärin 1272 kpl/ha (keskiarvon 95 %:n luottamusväli 1203–1342 kpl/ha), mikä on hieman enemmän kuin Mäkitalon (1999) männynviljelytutkimuksessa 16 kasvukauden jälkeen (elossa 1025 kpl/ha, viljelytiheys 2500 kpl/ha). Pohtilan ja Pohjolan (1985) tutkimuksessa viljelytaimia oli elossa 8–18 kasvukauden jälkeen männyn kylvöaloilla keskimäärin 462 kpl/ha, männyn istutusaloilla 737 kpl/ha ja kuusen istutusaloilla 805 kpl/ha. Oikarisen ja Norokorven (1986) mukaan kehityskelpoisia männyn viljelytaimia oli 20–30 kasvukauden jälkeen elossa keskimäärin 735 kpl/ha. Kailan (1993) aineistossa kasvatuskelpoisia istutustaimia oli 3–20-vuotiaissa taimikoissa 800–999 °Cvrk:n alueella noin 1200–1400 kpl/ha ja < 800 °Cvrk:n alueella 7–22-vuotiaissa taimikoissa noin 800–1200 kpl/ha. Vastaavasti kylvötaimia oli elossa 100–1600 kpl/ha ja 400–1400 kpl/ha.

Huonoimmin onnistuneella viljelyalalla viljelytaimia oli ainoastaan 67 kpl/ha, parhaiten onnistuneella 3167 kpl/ha. Mikäli uudelleen- ja täydennysviljelyn rajat olisivat yllä mainitut eikä luonnontaimia hyväksyttäisi täydentämään viljelytaimia, uudelleenviljelyä tulisi harkita noin kahdeksalla prosentilla ja täydennystä 57–63 %:lla uudistusaloista. Näissä tarkasteluissa ovat mukana sekä ensikertaa viljellyt uudistusalat että täydennysviljelyalat. Lapin piirimetsälautakunnan alueella 1980-luvulla tehdyssä inventoinnissa täydennettäviä taimikoita (taimia 700–1399 kpl/ha) oli puulajista ja viljelymenetelmästä riippuen 45–54 % ja uudelleenviljeltäviä (taimia <700 kpl/ha) 13–23 % taimikoista (Pohtila & Valkonen 1985).

Tyhjien koealojen osuus oli keskimäärin noin 10 %. Epäonnistuneimmalla uudistusosalalla kolme neljäsosaa koealoista oli tyhjiä. Kuusenviljelyaloilla tyhjien koealojen osuus oli vajaa kolme prosenttia pienempi kuin männynviljelyaloilla (ensikertaiset viljelyt).

4.2 Uudistamistulos viljelymenetelmittäin

Kehityskelpoisten taimien kokonaismäärä vaihteli uudistamismenetelmittäin vain vähän (kuva 1). Varsinkin männyn kylvö, männyn istutus sekä kuusen istutus tuottivat suunnilleen yhtä hyvän tuloksen. Täydennysviljely oli onnistunut otoksen perusteella arvioiden hieman huonommin kuin ensikertainen viljely, mutta erot eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Luontaisesti syntyneiden kuusen taimien osuus männyn viljelytaimikoissa oli jonkun verran suurempi kuin luontaisesti syntyneiden männyn taimien osuus kuusen istutustaimikoissa (kuva 1). Kuusen viljelyalat olivat kohtalaisen reheviä, joten männyn luontainen uudistuminen kuusen ja koivuntaimien valtaamalle alalle ei ollut yhtä helppoa kuin kuusen luontainen uudistuminen varsinkin rehevien männynviljelyalojen täydennyspuuksi.

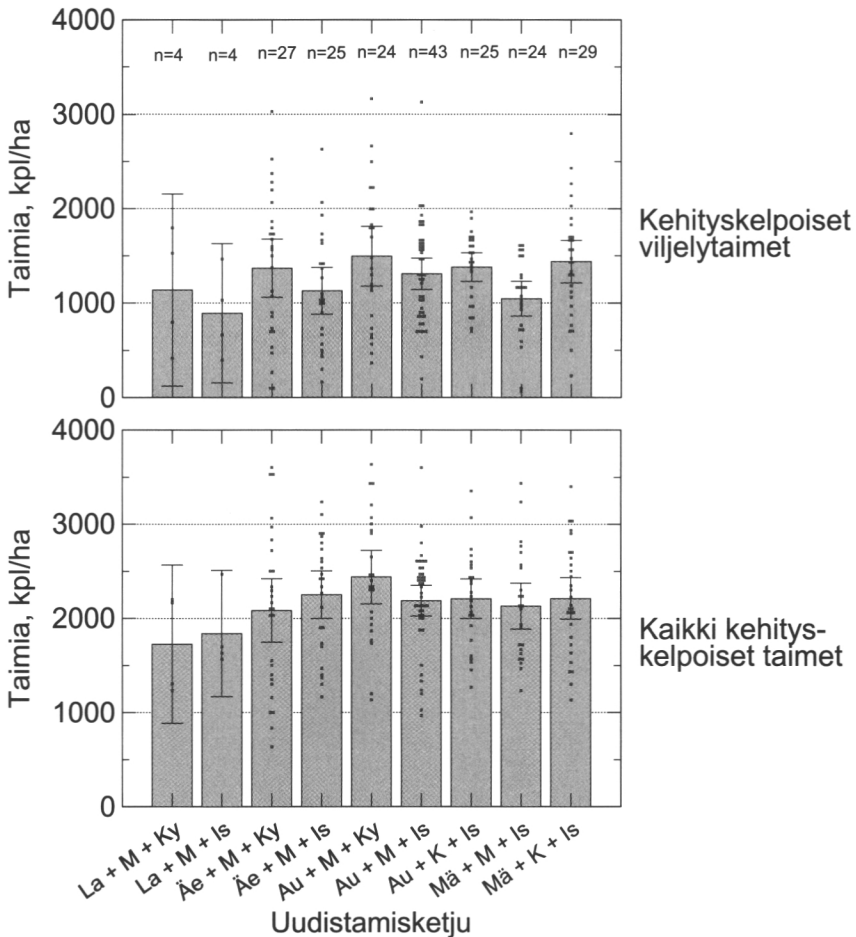


Kuva 1. Kehityskelpoisten taimien kokonaismäärä uudistamismenetelmittäin. Pylväät kuvaavat keskiarvoja. Keskiarvon 95 %:n luottamusväli on laskettu taimien kokonaismäärälle (M = mänty, K = kuusi, Ky = kylvö, Is = istutus, Tä = täydennysistutus).

4.3 Uudistamistulos viljelyketjuittain

Viljelyn onnistumisessa oli jonkin verran enemmän eroja uudistamisketjujen kuin uudistamismenetelmien välillä (kuva 2). Erot ketjujen välillä eivät kuitenkaan olleet tilastollisesti merkitseviä. Myöskään viljelytaimien osalta ketjujen välillä ei ollut tilastollisia eroja, ja huomattava osa viljelytaimien eroista selittyikin taimien ikäeroilla eri uudistamisketjujen välillä.

Tietyin varauksin voidaan eri ketjuja vertailtaessa todeta, että männyn istutus laikutetulle, äestetyille ja mätätetyille alalle samoin kuin männyn kylvä laikutetulle alalle oli onnistunut huonommin kuin muilla ketjuilla tehdyt viljelyt. Myös Mäkitalon (1999) tutkimuksessa männyn taimien elossaolo oli äestysaloilla tilastollisesti merkitsevästi pienempi kuin aurasaloilla. Äestyksellä ja männyn istutuksella aikaansaadut tulokset vaihtelivat enemmän kuin mätästyksellä ja männyn istutuksella saadut tulokset. Parhaimmillaan ensiksi mainitulla ketjulla viljellyltä alalta löytyi yli 2000 kehityskelpoista viljelytaimta hehtaarilta, huonoimmillaan alle kaksi sataa. Mätästetyillä männynistutusaloilla viljelytaimien määrä vaihteli kahta todella epäonnistunutta viljelyä lukuun ottamatta noin 500 ja 1600 viljelytaimen välillä. Viljelytaimien enimmäismäärä oli viimeksi mainitulla ketjulla selvästi alhaisin (kuva 2).



Kuva 2. Kehityskelpoisten viljelytaimien ja kaikkien kehityskelpoisten taimien määrät uudistamisketjuittain. Pylväät kuvaavat keskiarvoja ja niiden 95 %:n luottamusvälejä. Pienet ympyrät kuvaavat yksittäisiä uudistusaloja (La = laikutus, Äe = äestys, Au = auras, Mä = mätästys, M = mänty, K = kuusi, Ky = kylvä, Is = istutus).

Kuusen istutus mätästetyille alalle oli onnistunut selvästi paremmin kuin männyn istutus, mikä tukee aiemmin esitettyjä tuloksia (Pohtila & Pohjola 1983, Pohtila & Valkonen 1985). Keskiarvojen 95 %:n luottamusvälit (kuva 2) viittaavat siihen, että mätästetyillä aloilla männyn ja kuusen kehityskelpoisten viljelytaimimäärien keskiarvot eroavat merkitsevästi.

Männynviljely auratululle alalle oli onnistunut viljelytaimien keskiarvoja ja jakaumia tarkastellen varsin hyvin (kuva 2). Vaikka auratuista männynistutusalosta kahta voitiin pitää viljelytaimien määrän osalta epäonnistuneena, viljelytuloksen vaihtelu oli melko vähäistä (ks. myös Mäkitalo 1999), suunnilleen yhtä vähäistä kuin auratuilla kuusenistutusalajoilla, joilla viljely oli onnistunut yhtä hyvin kuin auratuilla männynviljelyaloilla. Kehityskelpoisia viljelytaimia oli eniten auratuilla männynkylvöaloilla, mutta viljelyalojen välinen vaihtelu oli huomattavasti suurempaa kuin auratuilla männynistutusalajoilla. Vaihtelu oli suunnilleen yhtä suurta kuin äestetyillä männynkylvöaloilla, mutta kehityskelpoisten viljelytaimien määrä oli muutamalla äestetyllä männynkylvöalalla huomattavasti alhaisempi kuin yhdelläkään auratulla männynkylvöalalla. Äestetyt männynkylvöalat olivat vähintään yhtä hyviä tai jopa hieman parempia kuin äestetyt männynistutusalat tarkasteltaessa kehityskelpoisten viljelytaimien määriä. Laikutetuilla männynviljelyaloilla kehityskelpoisten männyntaimien määrä vastasi suunnilleen mätästettyjen männynistutusalojen taimimääriä. Laikutettuja viljelyaloja oli kuitenkin niin vähän, että viljelytuloksen onnistumisen arvioinnissa on olta-
tava erittäin varovainen.

Uudistamisketjujen väliset erot tasoittuivat, mikäli tarkasteltiin kehityskelpoisten taimien kokonaismääriä kehityskelpoisten viljelytaimien sijasta (kuva 2). Erot eri ketjujen välillä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Kun kehityskelpoiset luonnontaimet laskettiin mukaan, ainoastaan muutamalla uudistusalalla kehityskelpoisten taimien määrä jäi alle tuhannen taimen hehtaarilla. Taimimäärien vaihtelu auratuilla istutusaloilla oli hieman vähäisempää kuin muunlaisilla ketjuilla.

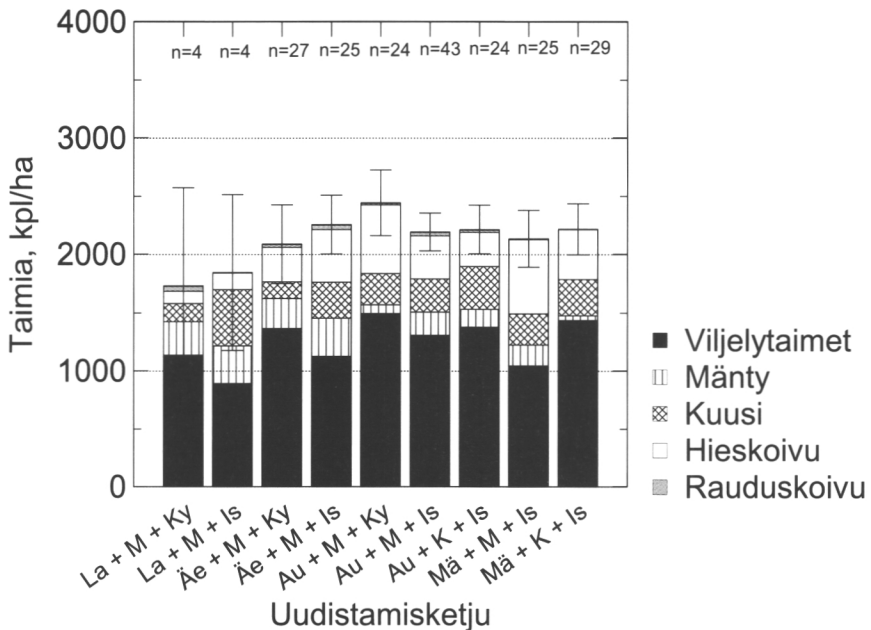
Mänty, kuusi ja hieskoivu olivat tärkeitä puolajeja viljelytaimikoiden luontaisen täydentymisen näkökulmasta (kuva 3). Kuusen ja hieskoivun taimia syntyi luontaisesti etenkin rehevähköille uudistusaloille ja männyntaimia varsinkin karuhkoille, äestetyille tai laikutetuille uudistusaloille. Rauduskoivun luontaisesti syntyneillä taimilla ei juuri ollut merkitystä viljelytaimikoiden täydentäjinä.

Uudistamisketjujen paremmuutta ei tämän inventoinnin perusteella voitu luotettavasti arvioida. On otettava huomioon, että eri ketjuilla viljeltyt uudistusalat olivat ikäjakaumiltaan erilaisia. Mätästetyt uudistusalat olivat selvästi nuorempia kuin muut alat. Mätästettyjen viljelyalojen taimimäärien kehitys alojen ikääntyessä jää nähtäväksi. Lisäksi ketjujen valinta erilaisille kasvupaikoille ei suinkaan ole ollut satunnaista.

Esimerkiksi mätästysketjut painoutuivat enemmän Lapin kolmion soisille alueille. Tämän aineiston perusteella ei siis voida sanoa, onko auraus vai äestys parempi männyn tai kuusen istutusta edeltävä maankäsittelymenetelmä. Voidaan sanoa ainoastaan, minkälaiseen tulokseen eri menetelmät ovat johtaneet tietyn ajan kuluessa tietyillä kasvupaikoilla. Viljelytaimien määrä eri viljelyketjuilla osoittaa, että kullekin kasvupaikalle on osattu valita sopiva uudistamisketju.

4.4 Uudistamistulos alueittain

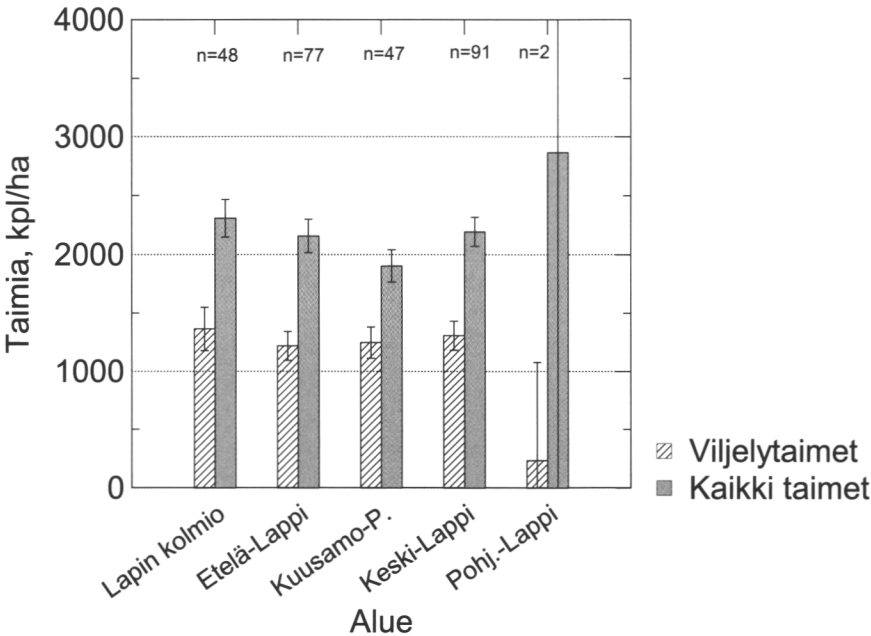
Alueelliset erot Lapin lain mukaisten metsänviljelyjen tuloksissa olivat hyvin vähäiset vertailtaessa alueita keskenään Pohjois-Lappia lukuun ottamatta (kuva 4). Erot kehityskelpoisten viljelytaimien määrissä eivät olleet tilastollisesti merkitseviä. Pohjois-Lapin parin uudistusalan viljelytulos oli selvästi huonompi kuin muilla alueilla keskimäärin, mutta tulosta on pidettävä vain viitteellisenä. Pohjois-Lapin alat olivat täydentyneet luontaisilla taimilla erinomaisesti. Kaikkien kehityskelpoisten taimien määrää tarkasteltaessa alueiden väliset erot olivat tilastollisesti merkitsevät. Pareittaisten vertailujen mukaan kehityskelpoisten taimien kokonaismäärä oli merkitsevästi vähäisempi Kuusamo-Posion alu-



Kuva 3. Kehityskelpoisten viljelytaimien sekä luontaisesti syntyneiden mäntyjen, kuusten, sekä hies- ja rauduskoivujen määrät uudistamisketjuittain. Pylväät kuvaavat keskiarvoja. Keskiarvon 95 %:n luottamusväli on laskettu taimien kokonaismäärälle (ketjut: ks. kuva 2).

eella kuin Lapin kolmiossa tai Keski-Lapissa. Suojametsäalueella tehdyssä taimikkoinventoinnissa todettiin vajaa neljännes uudistusaloista epäonnistuneiksi (taimia <700 kpl/ha) ja noin viidennes tyydyttäväiksi tai täystiheiksi (taimia > 1400 kpl/ha) (Pohtila & Timonen 1980). Pohtilan ja Valkosen (1985) aineistossa uudelleenviljeltävien uudistusalojen osuus oli selvästi suurempi Lapin pohjois- kuin eteläosissa. Oikarisen ja Norokorven (1986) mukaan Pohjois-Suomen valtionmailla taimimäärä oli <800 kpl/ha 58 %:ssa taimikoista Pohjanmaan piirikunnan alueella ja 50 %:ssa Perä-Pohjolan piirikunnan alueella, kun tarkasteltiin pelkästään kehityskelpoisia viljelytaimia. Kun tarkasteluun otettiin mukaan myös muut täydentävät kasvatuskelpoiset taimet, olivat vastavat luvut 32 ja 35 %.

Viljelyn onnistumisesta voitaneen edellä esitetyn perusteella todeta, että Lapin lain mukainen metsänviljely on onnistunut vähintään yhtä hyvin tai hieman paremmin kuin metsänviljelyt, joiden tuloksia on aikaisemmilla inventointitutkimuksilla selvitetty. Menetelmien ja kriteerien erot tosin vaikeuttavat vertailua ja kovin vahvojen päätelmien tekemistä.



Kuva 4. Kehityskelpoisten viljelytaimien ja kaikkien kehityskelpoisten taimien määrä alueittain. Pylväät kuvaavat keskiarvoja sekä niiden 95 %:n mukaisia luottamusvälejä.

4.5 Taimikoiden pituus viljelymenetelmittäin

Männyn istutustaimet olivat kasvaneet männyn kylvötaimia ja kuusen istutustaimia nopeammin. Tulos vastaa aikaisempien tutkimusten tuloksia (esim Pohtila & Valkonen 1985). Männyn ja kuusen keskipituuksien ero 15–16 vuotta vanhoissa taimikoissa oli noin metri (mänty 249 cm, kuusi 144 cm). Koska taimikoiden pituusvaihtelu oli melko suurta havaintojen määrään nähden, ei pituuseroa 15–16 vuoden ikäisissä männyn ja kuusen istutustaimikoissa voitu pitää tilastollisesti osoitettuna.

Viidestätoista kahdeksaantoista vuotta vanhojen männyn kylvötaimikoiden pituusvaihtelu oli istutustaimikoiden pituusvaihtelua suurempaa. Keskimäärin männyn kylvötaimikot olivat hieman pitempiä kuin kuusen istutustaimikot (15–16 vuotta vanhoissa taimikoissa ero oli 13 cm). Ero ei ole tilastollisesti merkitsevä. Vaikka 1–18 vuotta vanhojen männyn kylvö- ja istutustaimikoiden pituusero on noin metrin suuruinen, ei tätäkään eroa voida pitää tilastollisesti merkitsevänä havaintojen vähäisen määrän ja taimikoiden suurehkon pituusvaihtelun vuoksi (vrt. Mäkitalo 1999).

Kirjallisuus

- Ferm, A. & Pohtila, E. 1977. Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoittuminen auratuilla metsänuudistusaloilla Lapissa. Summary: Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 319. 34 s.
- & Sepponen, P. 1981. Aurasjäljen muuttuminen ja kasvillisuuden kehittyminen metsänuudistusaloilla Lapissa 10 vuoden aikana. Summary: Development of ploughed tracks and vegetation on reproduction areas in Finnish Lapland during a period of 10 years. *Folia Forestalia* 493. 19 s.
- Hallikainen, V., Hyppönen, M., Aalto, T., Jalkanen, R., Mäkitalo, K. & Penttinen, H. 2002. Lapin lakiin perustuva metsänviljely asiakirjatilastojen valossa. Tämä julkaisussa s. 7–22.
- Hyppönen, M. 1998. Koneellisen männynkylvön onnistuminen Länsi-Lapissa. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 1/1998: 65–74.
- Kaila, S. 1993. Metsänuudistamisen tuloksen määrittäminen ja männyn uudistamisen tuloksia. Summary: Determining the outcome of forest regeneration; results from Scots pine reforestation practices. *Metsätieteen tiedotus* 409. 47 s.
- Kubin, E., Pasanen, J. & Savilampi, P. 1997. Korkeiden alueiden metsien uudistaminen Kainuussa ja Koillismaalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 666: 1–36.
- Lähde, E. 1978. Maan käsittelyn vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä männyn ja kuusen taimien kehitykseen. Summary: Effect of soil treatment on physical properties of the soil and on development of Scots pine and Norway spruce seedlings. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 94(5). 59 s.

- & Mutka, K. 1974. Luontaisesti syntyneiden ja istutettujen kuusentaimien kehitys ja juuriston rakenne Pohjois-Suomessa. Summary: The structure of root system and development of volunteer and planted Norway spruce transplants in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 83(3). 43 s.
- , Manninen S. & Tervonen, M. 1981. Ojituksen ja muokkauksen vaikutus maan fysikaalisiin ominaisuuksiin sekä havupuiden taimien kehitykseen. Summary: The effect of drainage and cultivation on soil physical properties and the development of conifer seedlings. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 98(7). 43 s.
- Mäkitalo, K. 1983. Koetuloksia männyn viljelyn onnistumisesta eri tavoin käsitellyllä paksusammaltypin maalla Lapissa. Julkaisussa: *Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1983. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 98–110.*
- 1990. Maankäsittely- ja viljelymenetelmän vaikutus männyn viljelyn onnistumiseen Lapissa. Julkaisussa: Varmola, M. & Katermaa, T. (toim.). *Metsänparannus. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1990. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 362: 109–120.*
- 1999. Effect of site preparation and reforestation method on survival and height growth of Scots pine. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 512–525.
- & Alenius, V. 2000. Needle nutrient ratios affect Scots pine seedling survival and height growth in Finnish Lapland. Julkaisussa: Jandl, R., Devall, M., Khorchidi, M., Schimpf, E., Wolfrum, G. & Krishnapillay, B. (toim.). *Forest and Society: The Role of Research. XXI IUFRO World Congress, 7–12 August 2000, Kuala Lumpur, Malaysia. Volume 3. Poster abstracts. IUFRO and Forest Research Institute Malaysia. s. 132–133.*
- & Heiskanen, J. 2001. Männynviljelyn onnistuminen ja siihen vaikuttavat tekijät – tuloksia pitkäaikaisesta metsänviljelykokeesta Lapissa. Julkaisussa: Varmola, M. & Tapaninen, S. (toim.). *Pohjoisten metsien hoito – 30 vuotta tutkimuspäiviä Rovaniemellä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 803: 71–103.*
- Oikarinen, M. & Norokorpi, Y. 1986. Vuosina 1956–65 viljeltyjen männyntaimikoiden tila valtion mailla Pohjois-Suomessa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 222: 1–46.*
- Pohtila, E. 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. Seloste: Aurattujen alueiden metsänviljely Lapissa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91. 100 s.
- & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970–1972 Lappiin perustettujen aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment on ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970–1972. *Silva Fennica* 17(3): 201–217.
- & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männyn viljelyssä Lapissa. Summary: Soil preparation in reforestation of Scots pine in Lapland. *Silva Fennica* 19(3): 245–270.
- & Timonen, M. 1980. Suojametsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys. Summary: Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 453. 18 s.

- & 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 forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 631. 19 s.
- Rossi, S., Varmola, M. & Hyppönen, M. 1993. Pellonmetsityksen onnistuminen Lapissa. Summary: Success of afforestation of old fields in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 807. 23 s.
- Saarenmaa, L. 1992. Induktiivinen oppiminen metsänviljelyn tietokannan tulkinnaassa. Metsähallituksen metsänhoitotöiden kirjanpitoaineistoon perustuva tutkimus. Summary: Inductive learning in knowledge acquisition from the forest regeneration database. A study based on the data collected by the National Board of Forestry. Helsingin yliopiston metsäekologian laitoksen julkaisu ja 3. 144 s.
- Saksa, T., Särkkä-Pakkala, K. & Smolander, H. 2002. Työkalu metsänuudistamisen laatutyöhön. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2002: 29–34.
- Sutinen, R., Päänttjä, M., Teirilä, A. & Sutinen, M.-L. 2002. Survival of artificially regenerated Scots pine on till soils with respect to varying dielectric properties. *Canadian Journal of Forest Research* 32: 1151–1157.
- Valkonen, S. 1992. Metsien uudistaminen korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa. Summary: Forest regeneration at high altitudes in Northern Finland. *Folia Forestalia* 791. 84 s.

Taimikkotuhot Lapin lain kohteilla

*Henna Penttinen, Risto Jalkanen, Tarmo Aalto,
Ville Hallikainen, Mikko Hyppönen ja Kari Mäkitalo*

I Johdanto

Yleistieto taimikkotuhojen esiintymisestä Lapissa ja yleensä Pohjois-Suomessa perustuu pääasiassa taimikkoinventointeihin, viljelykokeisiin tai muihin selvityksiin. Yksittäisistä taimitaudeista tai -tuholaisista sekä niiden levinneisyydestä ja esiintymiseen vaikuttavista tekijöistä on myös yksityiskohtaista tietoa. Tietoa tuhoista on huomattavasti vähemmän kuusen kuin männyn viljelyistä.

Kun tutkimustulokset ja muut havainnot taimikoista on yhdistetty, Lapin taimikkotuhoista on saatu varsin kattava kuva (Jalkanen 1989, 1993, Saarenmaa 1989, Nikula 1993). Metsänuudistamis- ja viljelymenetelmien muutokset voivat kuitenkin vaikuttaa metsätuhoihin: esimerkiksi lajien runsaussuhteet saattavat muuttua. Kun viime aikoina ei ole juuri kerätty systemaattista tietoa tuhonaiheuttajien esiintymisestä, tuhotilanteen kartoittaminen oli jälleen ajankohtaista. Tuhojen kartoittamiseen tarjoutui hyvä mahdollisuus Lapin lain (Laki Lapin... 1982) turvin perustettujen taimikoiden inventoinnin yhteydessä. Tässä raportissa kuvataan vuosina 1984–1995 Lapissa ja Kuusamossa viljellyillä uudistusaloilla esiintyviä tuhoja. Tuhojen esiintymistä tarkastellaan yleisellä tasolla, osa-alueittain ja kunnittain.

2 Aineisto ja menetelmät

Lapin lain rahoituksella Lapin ja Kuusamon yksityismaille vuosina 1984–1995 perustetut taimikot inventoitiin kesällä 2001. Em. vuosina tehtyjen noin 20 000 hankkeen joukosta arvottiin ensimmäisessä vaiheessa 1000 hanketta, jotka sisälsivät noin 1800 kuviota. Näiden kuvioiden perusteella kartoitettiin kohteiden ominaisuudet (Hyppönen ym. 2002) varsinaista maasto-otantaa varten, johon toisessa vaiheessa arvottiin 300 kuviota. Näistä lopulta inventoitiin 265 kpl. Kohteiden valintakriteerit, otanta ja linjainventointimenetelmä on kuvattu tarkemmin toi-

saalla (Hallikainen ym. 2002, tässä julkaisussa). Edellä mainitut 265 kuviota jakaantuivat ns. ensikertaisiin ja täydennysviljelyihin. Tässä raportissa tarkastellaan ensikertaisia viljelyitä, joita aineistossa oli 210 kpl. Otokseen ei sattunut yhtään kuviota Inarista tai Utsjoelta, ja Sallan, Savukosken ja Sodankylän pohjoisosien aineistokin on niukka.

Metsätuhotietoa kerättiin kaikista koealoille (ä 20 m²) sattuneista viljelytaimista ja kasvatuskelpoisista luonnontaimista. Luonnon- ja viljelytaimien terveydentilan vertailusta tässä yhteydessä luovuttiin, koska 1) kasvatuskelpoisiksi luonnontaimiksi valittiin vain kaikkein parhaimmat ja elinvoimaisimmat yksilöt (kriteerit: ks. Hallikainen ym. 2002), 2) tuhot heikentävät puun mahdollisuuksia tulla määritetyksi kasvatuskelpoiseksi ja 3) viljelytaimista analysoitiin myös kuolleet yksilöt. Alueellisessa tarkastelussa keskitytäänkin vain viljelytaimilla havaittuihin tuhoihin, jolloin tarkastelu on pääsääntöisesti viljelyn onnistumisessa. Tuhoja kuvataan sekä tuhonalaisten kuvioiden osuutena kaikista kuvioista että tuhonalaisten taimien osuutena kaikkien kuvioiden taimista kuviokeskiarvojen avulla.

Taimesta oli mahdollisuus määrittää kaksi tärkeintä vanhaa tuhoniheuttajaa ja yksi inventointikesän aikana syntynyt tuho. Sieni-, eläin- ja muiden tuhojen luettelo koostui neljästäkymmenestä tuhoniheuttajasta, joiden arveltiin voivan esiintyä taimilla Lapissa tai Kuusamossa.

3 Tulokset

3.1 Tuhoniheuttajaryhmien yleisyys

Kaikista mitatuista viljelytaimista 44,8 %:lla esiintyi merkkejä jostakin tuhoniheuttajasta. Kaikista tuhohavainnoista sienituhoja oli 52,0 % ja eläintuhoja 20,9 %. Kun muiden tunnistettujen tuhojen osuus oli 19,8 %, tunnistamatta jäi vain 7,3 %.

3.2 Sienituhot männyllä

Männyn sienituhoista yleisimpiä olivat männyntalvihome, männynversoruoste, harmaakariste ja versosurma. Männyntalvihometta esiintyi 24,5 %:llä, männynversoruostetta 10,3 %:lla, harmaakaristetta 3,9 %:llä ja versosurmaa 3,8 %:lla viljelytaimista.

Männyntalvihometta (*Phacidium infestans* P. Karst.) (kuva 1a) esiintyi männyn viljelytaimilla kaikkialla Lapissa, mutta yleisin se oli Pohjois-Lapissa. Enontekiöllä neljässä taimessa viidestä oli talvihometta. Myös Kuusamo–Posio -alueella talvihome oli kaikissa taimikoissa. Vähiten männyntalvihometta esiintyi Lapin kolmion alueella. Tosin sielläkin talvihomeen tartuttamia viljelytaimia oli lähes 90 %:lla kuvioista, mutta vain 15,4 %:lla taimista. **Männynversoruoste** (*Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr.) (kuva 1b) oli selvästi yleisin Lapin kolmi-



a



b



c



d



e



f



g

Kuva 1 (a–g). Sienituhoja Lapin viljelytaimikoissa. a. männyntalvihome: taimen alaoksat ovat kuolleet edellisenä talvena ja neulaset harmaantuneet syksyksi; taimi on kasvattanut uuden kasvaimen; Pallasjärvi; b. männynversoruosteen helmi-itiöpesäkkeitä kasvaimella heinäkuun alussa; Sieppijärvi, Kolari; c. harmaakariste: heinäkuun alussa edellisen vuoden neulaset ovat vielä kiinni mahdollistaen taudin leviämisen niistä uusiin, kehittyviin neulasiin; Veitservasa, Kittilä; d. surmakka tartuttaa mäntyä edellisenä vuonna, ja versosurman oireet ovat hyvin nähtävissä heinäkuussa; Tanhua, Savukoski; e. tervasrosko lisääntyy näkyvästi taimen rungossa ja/tai oksalla heinäkuun alussa; Sieppijärvi, Kolari; f. kuusentalvihomeen tappamat alaoksat näkyvät kuivina vuosien jälkeen tuhosta; Ylläsjärvi, Kolari; g. kuusensuopursuruosteen vuosina 1998–2000 heikentämän taimen kasvaimet ovat palettuneet talvella 2000–2001; heinäkuu, Lohiniva, Kittilä. Kuvat a–e ja g: Risto Jalkanen; kuva f: Tarmo Aalto.

on alueella (esim. Tervolassa 77,8 %:lla kuvioista ja 36,5 %:lla taimista) ja Etelä-Lapissa. Kuusamo–Posio -alueella sitä esiintyi 31,6 %:lla kuvioista ja mutta vain 2,7 %:lla taimista. Enontekiöllä männynversoruostetta ei esiintynyt lainkaan, mutta esim. Kolarissa 57,1 %:lla kuvioista ja 20,2 %:lla taimista. **Harmaakariste** (*Lophodermella sulcigena* (Rostr.) v. Höhn.) (kuva 1c) keskittyi Keski-Lapin alueelle. Lapin kolmion alueelta tai Pohjois-Lapista (Enontekiö) harmaakaristetta ei kirjattu. Kuusamon ja Posion alueella tautia tavattiin hieman yli 20 %:lla kuvioista, mutta vain pienellä osalla taimista. **Versosurmaa** (*Gremmeniella abietina* (Lagerb.) Morelet) (kuva 1d) oli merkittävästi vain Enontekiöllä. Lapissa varttuneilla männyllä yleiset taudit **tervasroso** (*Cronartium flaccidum* (Alb. & Schw.) Wint., *Peridermium pini* (Pers.) Lev.) (kuva 1e) ja **mäntykoro** (*Lachnellula pini* (Brunch.) Dennis) eivät näytä pesiytyneen 5–17-vuotiaisiin viljelytaimikoihin.

3.3 Sienituhot kuusella

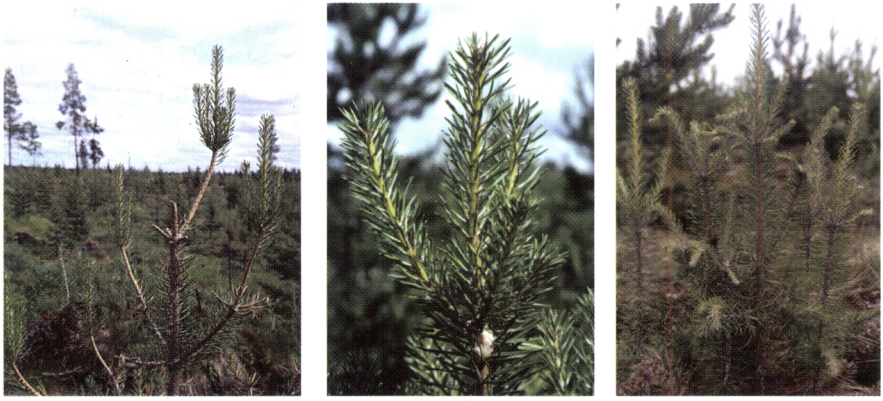
Kuusen taimilla sienituhosta tärkeimpiä olivat kuusentalvihome ja kuusensuopursuruoste. **Kuusentalvihome** (*Lophophacidium hyperboreum* Lagerb.) (kuva 1f) oli tuhonaiheuttajana 12 %:lla istutetuista kuusista. **Kuusensuopursuruostetta** (*Chrysomyxa ledi* (Alb. & Schw.) de Bary) (kuva 1g) oli vain 0,5 %:lla istutetuista kuusista.

Kuusentalvihometta tavattiin kaikilla alueilla, tosin Lapin kolmion alueella tauti oli hyvin harvinainen ja puuttuu kokonaan eteläisimpien kuntien alueelta. Yleisimmillään tauti oli Keski-Lapissa (noin 80 %:lla kuvioista ja 20 %:lla taimista) sekä Kuusamon ja Posion alueella. Kuusensuopursuruostetta tavattiin eniten Etelä-Lapin (25 % kuvioista ja 5 % taimista) ja Lapin kolmion alueella (5 % kuvioista ja 0,1 % taimista).

3.4 Eläintuhot

Yleisimmät eläintuhojen aiheuttajat männyn taimilla olivat **hirvi** (*Alces alces* L.) (kuva 2a) (kaikista viljelytaimista 16,1 %), **pihkakääriäinen** (*Retinia resinella* L.) (kuva 2b) (0,4 %) ja **mäntykirva** (*Pineus pini* Macquart Koch.) (kuva 2c–e) (0,4 %). Näin ollen vain hirvellä oli eläintuhojen aiheuttajana taloudellista merkitystä. **Myyrätuoja** ei havaittu. Pihkakääriäisen aiheuttamia tuhoja esiintyi kaikilla muilla alueilla paitsi Pohjois-Lapissa. Mäntykirvan esiintyminen keskittyi selvästi Keski-Lappiin.

Hirvituhoja esiintyi eniten Lapin kolmion alueella, missä hirvet olivat maistelleet viljelytaimia 93 %:lla kuvioista. Etelä-Lapin kuvioista 80 %:lla esiintyi hirvituhoja. Näillä alueilla joka neljäs taimi oli hirven vaurioittama. Keski-Lapissa ja Kuusamo–Posio -alueellakin hirvet olivat vierailleet reilusti yli puolella taimikoista, mutta vaurioitettuja puita oli noin 5 % viljelytaimista.



a

b

c



d



e



f

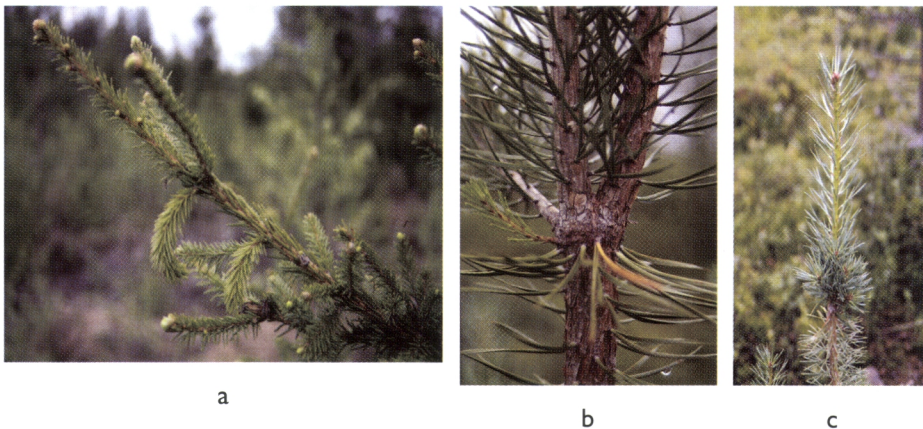
Kuva 2 (a–f). Eläintuhoja Lapin viljelytaimikoissa. a. hirven syönnin jälkeen oksa on muuntumassa uudeksi latvaksi; Veitsersvasa, Kittilä; b. pihkakääräisen toukan puun pihkasta ympärilleen rakentama suoja ja toukan kaivama käytävä voi johtaa latvakasvaimen kuolemiseen; heinäkuu, Alkka, Karvia; c. mäntykirvan imentä aiheuttaa kasvainten käyrystymistä ja kehityksen pysähtymistä; Meltaus, Rovaniemen maalaiskunta; d. mäntykirvoja uudessa kasvaimessa; Autti, Rovaniemen maalaiskunta; e. mäntykirvan viljäläisiä jäänteitä vanhan kasvaimen kuorella; f. isohavukirva hankaloittaa kuusen kehitystä; vanhaa tuhoa; Vilmankaira, Salla. Kuvat: Risto Jalkanen.

Kuusella eläintuhoja olivat aiheuttaneet hirvi ja **isohavukirva** (*Sacchiphantes abietis* L.) (kuva 2f). Niitä tavattiin kuitenkin vain prosentilla kuusen taimista, joten metsätaloudellisessa mielessä niillä ei ole merkitystä.

3.5 Muut tuhot

Muista tuhonaiheuttajista yleisimpiä männyn ongelmia olivat vesat, lumi ja naapuripuut. **Vesojen** aiheuttamia tuhoja viljelytaimilla esiintyi alueittain noin 30–50 %:lla taimikoista. Kuitenkin vain alle 5 % viljelytaimista kärsi vesoista. **Lumen** aiheuttamia tuhoja esiintyi koko Lapin alueella ja erityisesti Pohjois-Lapissa. Muilla alueilla lumituhoja esiintyi suhteellisen tasaisesti, hieman yli 20 %:lla kuvioista ja alle 3 %:lla taimista. **Naapuripuut** vikuuttivat toisia viljelytaimia vieläkin harvemmin.

Kuusen taimilla kasvillisuus ja abioottiset tekijät olivat eläin- ja sienituhoja merkittävämpiä. **Vesojen** aiheuttamia tuhoja esiintyi kaikilla alueilla, mutta erityisesti Kuusamon–Posion ja Lapin kolmion alueella. **Heinäisyys** haittasi kuusen kehitystä eniten Lapin kolmion ja Keski-Lapin alueella. **Hallan** (kuva 3a) aiheuttamia tuhoja esiintyi kuusen viljelytaimilla vain Lapin kolmion alueella (30 %:lla kuvioista) ja Etelä-Lapissa (20 %). Taimista oli kuitenkin vioittunut keskimäärin noin 5 %. Taimissa oli paljon erilaisia vikaisuuksia kuten kasvuhäiriöitä (kuva 3b–c). Niitä ei kuitenkaan käsitellä tässä yhteydessä.



Kuva 3 (a–c). Abioottisia tuhoja Lapin viljelytaimikoissa. a. Hallatuho kuusella näkyy vaalentuneina neulasina ja pysähtyneenä kehityksenä alaspäin kaartuneissa kasvaimissa; Haukipudas; b–c. rehevien kasvupaikkojen taimilla tavattiin runsaasti erilaisia kasvuhäiriöitä; Lismanaapa, Sodankylä. Kuvat: Risto Jalkanen.

4 Tulosten tarkastelua

4.1 Menetelmästä

Käytetty linjoittainen inventointimenetelmä (vähintään 15 koealaa kuviolla) antoi runsaasti koetaimia, jolloin niistä oli mahdollista löytää runsaasti myös tuhoja luotettavan kuvan luomiseksi. Aineiston keruutapa ja -aika kuitenkin rajoittavat tulosten yleistettävyyttä usealla tavalla.

Ensinnäkin aineisto kerättiin vain 7–15-vuotiaista vakiintuneista taimikoista ja erityisesti niiden viljelytaimien tilasta. Vaikka myös kuolleet viljelytaimet tarkastettiin, mukaan eivät kuitenkaan tulleet ne taimet, jotka olivat kadonneet varhaisen tuhon takia. Männyntaimien kuoleminenhan alkaa jo istutuskesänä (Norokorpi 1972, Heikkilä 1981, Mäkitalo 1999). Koska nuorimmat inventoidut taimikot oli perustettu kesällä 1995, niiden taimikonkehityksen varhaisvaiheen tuhoista ei saada kertainventoinnilla suoraa tietoa. Sen sijaan välillisesti voidaan viljelytiheyksiä, viljelyvuosia ja tunnettuja tuhovuosia vertaamalla päätellä eräiden tuhoniheuttajien osuudesta taimien tuhoutumiseen. Näin esimerkiksi Lapin neulaskatoilmiöön vuonna 1987 liittyneet juurivauriot ovat tuhonneet 1–3-vuotiaita männyntaimia ainakin vuosien 1985–1987 istutuksissa (Jalkanen 1990). Seppo Ruotsalaisen (suull.) mukaan läntisessä Lapissa ja etenkin Pellossa kuoli 1-vuotiaita männyntaimia versosurmaan kesällä 1990.

Toiseksi tuhoniheuttajat esiintyvät tyypillisesti periodeittain, jolloin tuhoniheuttajan vakavuus voi jäädä kokonaan noteeraamatta. Ääritapauksia ovat sellaiset tuholaiset, joita tavataan ainoastaan muutamina vuosina viljelystä. Heikkilän (1981) mukaan esimerkiksi tukkimiehentäi *Hyllobius abietis* (Coleoptera, Curculionidae) on Lapissakin merkittävä, mutta varttuneita taimia inventoimalla sitä ei havaita. Lisäksi sen merkitys on erilainen luontaisesti syntyneessä, kylvö- ja istutustaimikossa (Selander ym. 1990). Surmakka esiintyy syklisesti ja on selkeästi riippuvainen ilmaston vaihteluista (Uotila 1988). Sen tunnetut esiintymiset Lapin taimikoissa vuosina 1968–1969 (Norokorpi 1971), 1982 (Uotila & Jalkanen 1982) ja 1994 (Kaitera & Jalkanen 1994, Kaitera ym. 2000) olisivat voineet näkyä kesän 2001 aineistossa, jos vuonna 1994 kuolleet puut olisivat olleet riittävän kookkaita. Vähäisenä lähinnä Enontekiöllä kesällä 2001 havaittu versosurma oli vuoden 2000 tartuntaa.

Kolmanneksi, kun tietoa kerätään useita kuukausia, uusi tuho ei ole näkyvissä koko ajan. Näin työn edistymisen aikana ilmestyneistä tuhoista saadaan hyvin eritasoisia tietoja sen mukaan, milloin oireet tulevat esille tai laji on havaittavissa. Esimerkiksi uusi harmaakaristetartunta havaitaan vasta loppukesällä (Jalkanen 1979) ja männynversoruoste pituuskasvun alettua (Kurkela 1973).

4.2 Tuhoista

Kirjatuista tuhonaiheuttajista noin puolet oli sienten, neljännes eläinten ja 20 % muiden tekijöiden aiheuttamia. Tunnistamatta jäi vain 7,3 %, mitä on pidettävä poikkeuksellisen alhaisena etenkin, kun tuhon syntyä ei kertaintventoinnilla päästä seuraamaan alusta saakka. Esimerkiksi Heikkilän (1981) monivuotisissa seurannoissa tunnistamatta jäi huomattavasti enemmän. Tässä aineistossa sienten osuus oli suuri, joskin tuhoilla vain harvoin enää vakiintuneessa taimikossa on tappava merkitys. Vaivat lähinnä vähensivät kasvua ja heikensivät laatua. Tulos, että sienituhoja kirjataan noin kaksinkertainen määrä eläintuhoihin verrattuna vastaa Heikkilän (1981) pienillä taimilla saatuja tuloksia. Sen sijaan Heikkilän (1981) aineistossa muiden tekijöiden osuus oli huomattavan suuri, 30 % auratuilla ja 21 % auraamattomilla aloilla. Lisäksi eläinten tuhoamien taimien osuus oli huomattavin kahtena ensimmäisenä istutuksen jälkeisenä vuotena. Taimilla tavattiin mm. tukkikärsäkkäitä (mm. tukkimiehentäi), pikikärsäkkäitä (*Pissodes* spp.), pihkakääriäinen, mäntykirva ja kirjokudospistiäinen (*Acantholyda hieroglyphica* Christ.). Hirvikin katkoi paikoitellen vanhimpia taimia.

Heikkilän (1981) mukaan sienitaudit lisääntyivät neljäntenä ja viidentenä vuonna viljelystä. Lopulta männyn talvihome oli yleisin taimia tappanut taudinaiheuttaja niin auratuilla kuin auraamattomillakin koealoilla. Se tappoi taimista noin 20 %, mikä oli yli puolet kuolleiden taimien määrästä. Männynversosurma oli lumikaristeen jälkeen pahin biotoinen tuhonaiheuttaja koealoilla. Norokorven (1971) materiaalissa, jonka keruu sattui 1960-luvun lopun surmakkatartunta-aikaan, männynversosurma oli ylivoimaisesti suurin tuhonaiheuttaja: sitä esiintyi 72 %:lla kuolleista taimista. Männyn talvihometta esiintyi 18 %:lla kuolleista taimista. Muut tuhot olivat kolmanneksi tärkeimpiä: niiden osuus oli keskimäärin 7 % kuolleista taimista, mikä viittaa eläintuhojen vähäisyyteen. Tämän tutkimuksen mukaan siis männyn talvihome oli huomattavasti versosurmaa merkittävämpi. Tämä johtuu tautien tavasta esiintyä: talvihome tartuttaa taimia enemmän tai vähemmän joka vuosi, kun surmakka itiöi runsaammin 10–15 vuoden välein.

Tässä aineistossa männynversoruoste, joka on riippuvainen haavan esiintymisestä, oli yleinen eteläisessä Lapissa. Etenkin Lapin kolmiossa se oli yleisin sienitauti männyllä. Pohtilan ja Valkosen (1985) mukaan varttuneiden viljelytaimikoiden tilaa yleisimpiä männyn sienitau-teja olivat versosurma, versoruoste ja talvihome eli samat kuin nyt esillä olevassa työssä, tosin tärkeysjärjestys oli toinen. Em. tekijöiden mukaan männynversosurman ja männyn talvihomeen aiheuttamat tuhot olivat vakavia etenkin tutkimusalueen pohjoisosissa ja versoruosteen eteläosissa. Tässä suhteessa esiintymisalue ei ole muuttunut sitten Kurkelan (1969) havaintojen. Esiintymisalue näyttää pysyneen samana myös 2000-luvulla, joskin versoruosteen jälkiä havaittiin paljon oletettua vä-

hemmän. Kuten Norokorven (1971) ja Heikkilän (1981) aineistoista voidaan päätellä, nuorilla taimilla männynversoruoste on harvinainen. Nyt inventoiduilla varttuneemmilla taimilla taudin määrää on saattanut vähentää hirvikantojen viimeaikainen runsaus, joka mahdollisesti sekä vähentää männyn kasvaimia että ennen kaikkea alentaa sienien lisääntymiseen tarvittavan haavan määrää. On myös mahdollista, että hirvituhot osittain peittävät versoruosteen helmi-itiöpesäkkeiden jäljet männyn kasvaimilla (Nikula 1992).

Tässä tutkimuksessa kuusentalvihomeen todettiin olevan yleinen muualla paitsi Lapin kolmiossa. Tämä vastaa Kurkelan ja Norokorven (1975) havaintoja, että Pohjois-Suomessa kuusentalvihome lisääntyy etelästä pohjoiseen. Runsaimmin sitä esiintyi kuusen taimikoissa Muoniossa, Kittilässä ja Sodankylässä. Eräissä tapauksissa tuho voi olla merkittävääkin (Norokorpi 1972), vaikka tässä aineistossa sitä ei voitu havaita. Vaikka kuusensuopursuruoste voi paikoin olla vakava ongelma taimilla, sitä ei voi yleisesti pitää sellaisena kuusen viljelytaimilla lähinnä runsaiden neulasvuosikertamäärien vuoksi.

Tuloksista käy ilmi, että hirvi on varttuneiden taimikoiden ainoa merkittävä eläintuhojen aiheuttaja Lapissa. Muista mainittakoon vain mäntykirva ja pihkakääriäinen, jotka myös Heikkilä (1981) kirjasi. Hirven nousu taloudellisesti erittäin merkittäväksi tuholaiseksi on uusi asia aiempiin tutkimuksiin verrattuna. Tosin Lapin kolmion alueella tuhoja on ollut jo pitkään (Nikula 1992). Pahimmilla tuhoalueilla hirvi ruokaillee kaikilla männynviljelyaloilla ja paikoin kaikilla taimilla. Se osoittautui myös kuusen kasvainten syöjäksi.

Vesat ja heinäisyys näyttävät olevan ainainen ongelma. Sekä tässä työssä että Pohtilan ja Valkosen (1985) mukaan niin kuusen kuin männyn kehitys vaarantuu hoitamattomuudessa. Yllättävä havainto oli kuusella todettu hallaongelma Lapin kolmion alueella.

Nyt saadut tulokset vahvistavat yleistä näkemystä yleisimpien tautien, tuholaiden ja muiden tekijöiden merkityksestä varttuneissa taimikoissa. Muutoksia on tapahtunut vuosikymmenten aikana, mutta monet tutut vaivat ovat taimikoissa edelleenkin vallitsevina. Tuhotietojen vertailtavuutta vaikeuttaa se, minkä ikäisistä/kokoisista taimista ja millä tiedon tasolla tuhotietoa on kulloinkin kerätty. Vaikka laaja-alainen viljelystä alkava selvitys saattaisi antaa vastauksen moniin kysymyksiin, massiivisiin vuosittain toistuviin seurantoihin ei liene minkäänlaisia perusteita. Ne voidaan korvata täsmäkohdennetuilla inventoinneilla kuten Lapin lain kohteiden inventointikin parhaimmillaan on ollut.

5 Yhteenveto

Kaikista mitatuista viljelytaimista 45 %:lla esiintyi merkkejä jostakin tuhonaiheuttajasta. Kaikista tuohavainnoista 52 % oli sienituhoja, 21 % eläintuhoja ja 20 % muita tuhoja. Tunnistamattomien tuhojen osuudeksi jäi vain 7 %. Yleisin sienituho männyllä oli männynthalvihome Kuusamossa ja Lapissa lukuun ottamatta Lapin kolmiota, missä ykkössijalla oli männynversoruoste. Kuusella yleisin sienitauti oli kuusentalvihome, joka tosin puuttui Lapin lounaisimmasta osasta kokonaan. Ylivoimaisesti merkittävin eläintuho männyllä oli hirvi koko Lapissa Muoniotu lukuun ottamatta (mäntykirva). Lapin kolmion ja Etelä-Lapin taimista noin neljännes oli hirven vikuuttamia. Tärkeimpiä tekijöitä muiden tuhonaiheuttajien ryhmässä olivat lumi, rouste, ravinnetalous, vesat ja kasvillisuus männyllä ja halla kuusella erityisesti lounaisen Lapin alueella.

Kirjallisuus

- Hallikainen, V., Hyppönen, M., Mäkitalo, K., Aalto, T., Jalkanen, R. & Penttinen, H. 2002. Lapin lain mukaisen metsänviljelyn onnistuminen. Tässä julkaisussa s. 23–37.
- Heikkilä, R. 1981. Männyn istutustaimikkojen tuhot Pohjois-Suomessa. Summary: Damage in Scots pine plantations in northern Finland. *Folia Forestalia* 497: 22 s.
- Hyppönen, M., Hallikainen, V., Jalkanen, R., Mäkitalo, K. & Penttinen, H. 2002. Lapin lain mukainen metsänviljely — tilastotarkastelu. *Metsätieteen aikakauskirja* (tarjottu).
- Jalkanen, R. 1979. Harmaakariste vaivaa männyntaimistoja. *Metsä ja Puu* 6–7: 34–35.
- 1989. Lapin metsäpatologiset ongelmat. Julkaisussa: Saastamoinen, O. & Varmola, M. (toim.). *Lapin metsäkirja*. *Acta Lapponica Fenniae* 15: 32–47.
- 1990. Vauriot Lapin luonnossa talven 1986–87 jälkeen. Julkaisussa: Varmola, M. & Palviainen, P. (toim.). *Lapin metsien terveys*. *Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1989*. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 347: 31–33.
- 1993. Abiotic and biotic diseases of the northern boreal forests in Finland. Julkaisussa: Jalkanen, R., Aalto T. & Lahti, M-L. (toim.). *Forest pathological research in northern forests with a special reference to abiotic stress factors*. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 451: 7–21.
- Kaiteira, J. & Jalkanen, R. 1994. Viime vuodet suosineet surmakkaa pohjoisessa. *Versosurmaa odotettavissa kesällä*. *Metsälehti* 1994(9): 10.
- , Seitämäki, L. & Jalkanen, R. 2000. Morphological and ecological variation of *Gremmeniella abietina* var. *abietina* in *Pinus sylvestris*, *Pinus contorta* and *Picea abies* sapling stands in northern Finland and the Kola Peninsula. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15(1): 13–19.

- Kurkela, T. 1969. Haavanruosteen esiintymisestä Lapissa. *Folia Forestalia* 64. 4 s.
- 1973. Epiphytology of *Melampsora* rust of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and aspen (*Populus tremula* L.). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 79(4). 68 s.
- & Norokorpi, Y. 1975. Kuusen lumikaristesienen (*Lophophacidium hyberboreum* Lagerb.) esiintyminen Suomessa. Summary: Occurrence of spruce snow blight fungus (*Lophophacidium hyberboreum* Lagerb.) in Finland. *Folia Forestalia* 248. 7 s.
- Laki Lapin vajaatuottoisten metsien kunnostamisesta. 1982. Asetuskokoelma 1057/1982.
- Mäkitalo, K. 1999. Effect of site preparation and reforestation method on survival and height growth of Scots pine. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14(6): 512–525.
- Nikula, A. 1992. Hirvilaidunten tila Lapin kolmion alueella taimikkoinventointien perusteella. Julkaisussa: Nikula, A., Varmola, M. & Lahti, M-L. (toim.). Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 437: 143–150.
- 1993. Animals as forest pests in Finnish Lapland. Julkaisussa: Jalkanen, R., Aalto T. & Lahti, M-L. (toim.). Forest pathological research in northern forest with a special reference to abiotic stress factors. Extended SNS meeting in forests pathology in Lapland, Finland, 3–7 August, 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 451: 22–29.
- Norokorpi, Y. 1971. Männyin viljelytaimistojen tuhot Pohjois-Suomessa. *Metsä ja Puu* 4: 23–26.
- 1972. Nuorten kuusentaimistojen nykyisestä tilasta ja kehityksestä Perä-Pohjojan valtionmailla. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 3: 16–22.
- Pohtila, E. & Valkonen S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piiri-metsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Summary: Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 631. 19 s.
- Saarenmaa, H. 1989. Eläinten aiheuttamat metsätuhot Lapissa. Julkaisussa: Saaramainen, O. & Varmola, M. (toim.). Lapin metsäkirja. *Acta Lapponica Fenniae* 15: 125–134.
- Selander, J., Immonen, A. & Raukko, P. 1990. Luontaisen ja istutetun männyntaimen kestävyys tukkimiehentäitä vastaan. Summary: Resistance of naturally regenerated and nursery-raised Scots pine seedlings to the large pine weevil, *Hyllobius abietis* (Coleoptera, Curculionidae). *Folia Forestalia* 766. 19 s.
- Uotila, A. 1988. Ilmastotekijöiden vaikutus männynversosyöpätuhoihin. Summary: The effect of climatic factors on the occurrence of Scleroderris canker. *Folia Forestalia* 721. 23 s.
- & Jalkanen, R. 1982. Taas runsaasti taimituhvoja pohjoisessa. *Metsälehti* 1982(16): 12.

Metsänuudistaminen suojametsäalueella ja korkeilla mailla



Suojametsäalueen metsien uudistuminen

*Mikko Hyppönen, Vesa Juntunen, Tommi Lohi, Kari Mikkola,
Kari Mäkitalo, Mauri Timonen ja Martti Varmola*

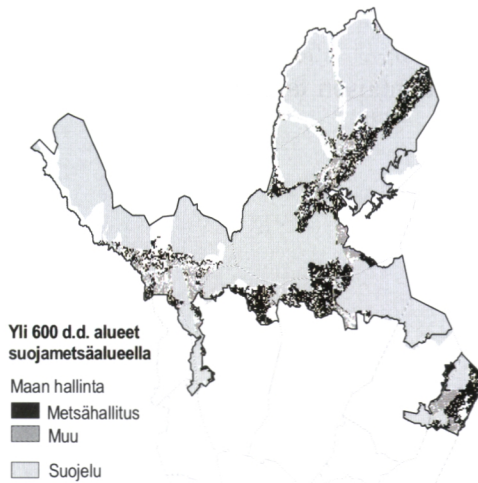
I Johdanto

Vuonna 1922 säädetyllä lailla suojametsistä pyrittiin turvaamaan metsänrajan säilyminen pohjoisimmassa Lapissa. Suojametsäalue on määritelty valtioneuvoston päätöksessä Lapin suojametsäalueesta vuodelta 1939. Rajat on merkitty maastoon vuonna 1979 kiinteistörekisteriin merkityssä maanmittaustoimituksessa. Suojametsäalueen muodostavat Enontekiön ja Utsjoen kunnat kokonaisuudessaan sekä osat Inarin, Kittilän, Kolarin, Muonion, Sallan, Savukosken ja Sodankylän kunnista (kuva 1).

Suojametsälaki kumottiin vuoden 1997 alusta voimaan tulleella metsälalla, ja suojametsiä koskevat säännökset siirrettiin metsälakiin ja Valtioneuvoston päätökseen suojametsistä (1998). Päätöksessä ei puututtu aikaisempaan suojametsäalueen rajaukseen. Valtioneuvoston päätöksen perusteena oli suojametsälaista periytyvä varovaisuuden periaate, jolla pyritään estämään metsänrajan aleneminen. Varovaisuus edellyttää, että suojametsäalueella, toisin kuin muualla Suomessa, metsää voidaan hakata vain metsäkeskuksen hyväksymän hakkuu- ja uudistamissuunnitelman mukaisesti.

Suojametsäalue oli 1900-luvun alkupuolella intensiivisen tutkimuksen kohteena. Tutkimus käsitteli männiköiden uudistumista, männyn siemenvuosia sekä metsänrajametsien ekologiaa ja käyttöä (esim. Renvall 1912, Lakari 1915). Sittenmin suojametsäalue jäi vuosikymmeniksi vähemmälle huomiolle. Suojametsien ensimmäiset käsittelyohjeet julkaistiin vasta 1950-luvulla (Oinonen ym. 1958).

Kiinnostus suojametsä- ja metsänraja-alueen metsien tutkimiseen virisi uudelleen 1970-luvulla, jonka jälkeen alueen metsien rakenne, kehitys ja uudistaminen on ollut uudelleen tutkimuksen kohteena (esim. Pohtila & Timonen 1980, Gustavsen & Timonen 1999). Laajat, erityisesti suojametsäalueen metsien luontaiseen uudistamiseen keskittyvät tutkimukset puuttuvat.



Kuva 1. Suojametsäalue, metsätalouden piirissä olevat yksityis- ja valtionmetsät sekä suojelualueet. Metsätalousalueet on rajattu lämpösummaltaan yli 600 °Cvrk-yksikön mukaan (normaalikausi 1961–1990) ja rajaamalla pois avosuot ja vedet. Kartan osoittamat alueet ovat lievä yliarvio johtuen rajausten menetelmästä.

Valtioneuvoston päätöksessä suojametsistä Metsäntutkimuslaitokselle annettiin tehtäväksi seurata suojametsäalueen metsien sekä Lapin ja Oulun läänin korkeiden alueiden metsien uudistumista ja tehdä asiasta selvitys maa- ja metsätalousministeriölle 10 vuoden välein. Tässä tutkimuksessa luodaan katsaus suojametsä- ja metsänraja-alueen metsien käsittelyyn, ohjeisiin ja suosituksiin, ilmastotrendeihin sekä metsien uudistamista koskevien tutkimusten tuloksiin.

2 Suojametsäalueen metsätalous

Suojametsäalueen kokonaispinta-ala on noin 3,3 milj ha, josta valtion omistuksessa on 91 %. Yksityisten, kuntien, seurakuntien ja yhteismetsien omistamia metsiä on 9 %. Yksityismetsälöitä suojametsäalueella on noin 1000 (Suoheimo 1998). Suurin osa suojametsäalueesta on suojeltu erilaisin suojelupäätöksin. Yksityismetsien pinta-ala suojametsäalueella on 280 000 ha, josta arviolta 150 000 ha on metsämaata. Metsähallituksen hallinnassa olevien suojametsien talousosaan kuuluu 188 000 ha. Metsätaloustoiminnan piirissä arvioidaan suojametsäalueella olevan noin 400 000 ha metsää.

Suojametsäalueen hakkuut ovat olleet enimmäkseen luontaiseen uudistamiseen tähtäviä siemen- ja ylispuuhakkuita. Suojametsäalueen valtionmailla viljeltiin metsää vuosina 1911–1977 yhteensä 23 116 ha, josta 62 % oli istutusta ja 38 % kylvöä (Pohtila & Timonen 1980).

Suojametsäalueella on käsitelty metsää viime vuosien aikana noin 5200 hehtaarilla vuodessa eli keskimäärin runsaalla prosentilla metsätalouden piirissä olevasta pinta-alasta. Näistä noin 2500 hehtaarilla (0,6 %) hakkuu on ollut uudistushakkuuta. Koska ylispuuhakkuuta on Metsä-

hallituksen mailla tehty säännöllisesti huomattavasti enemmän kuin siemenpuuhakkuiden pinta-alat edellyttäisivät, huomattava osa suojametsäalueen metsistä lienee uudistunut luontaisen taimettumisen kautta ilman aktiivista metsänuudistamista (ks. Hyppönen & Hyvönen 2000).

3 Metsänuudistamisohjeet ja -suositukset suojametsäalueella

Valtioneuvoston päätöksessä suojametsäalueesta todetaan, että metsänuudistaminen voi perustua luontaiseen uudistamiseen, kylvöön, istutukseen tai niiden yhdistelmään. Tavoitteena on käyttää luontaista uudistamista aina, kun siihen on edellytyksiä. Metsänviljelyssä tulee välttää laajoja yhtenäisiä uudistusaloja. Metsälain 12 §:n mukaan suojametsäalueella puuston hakkuu muuhun kuin kotitarpeeksi on sallittu vain metsäkeskuksen hyväksymän hakkuu- ja uudistamissuunnitelman mukaisesti.

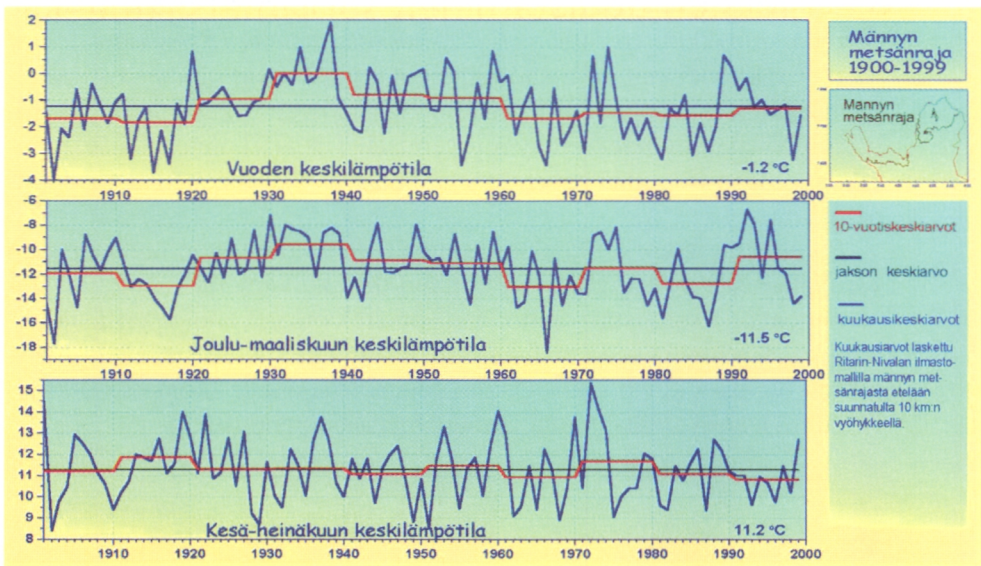
Sekä Metsähallituksen metsänhoito-ohjeissa (Hokajärvi 1997) että yksityismetsätalouden Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksissa (Hyppönen ym. 2001) on ohjeet metsien uudistamiseen suojametsäalueella ja korkeilla alueilla. Ohjeet ovat hyvin samanlaiset ja perustuvat männyn osalta edelleen Oinosen ym. (1958) laatimiin Lapin suojametsien käsittelyohjeisiin. Lähtökohtana ohjeissa on varovaisuusperiaate. Männyn luontaisen uudistamisen päämenetelmä on siemenpuuhakkuu. Siemenpuuhakkuu voi olla yksi- tai kaksivaiheinen. Myös kaistale- ja/ tai pienaukkohakkuu on mahdollinen. Kummassakin ohjeessa suositellaan ilman varsinaisia uudistamistoimia syntyneen alikasvoksen ja kehityskelpoisen taimiaineksen hyödyntämistä. Tiheät, luonnontilaiset männiköt voidaan väljentää harvennusmallien mukaisesti ennen siemenpuuhakkuuta.

Pohjoisilla ja korkeilla alueilla suositellaan luontaisen uudistamisen varmistamista metsänviljelyllä esimerkiksi kylvämällä muokatut siemenpuualat. Yksityismetsätalouden suosituksissa ei anneta erillisiä ohjeita kuusen luontaiseen uudistamiseen suojametsäalueella. Metsähallituksen ohjeissa kuusi uudistetaan suojametsäalueella luontaisesti käyttämällä yleensä avohakkuuta ja reunametsäsiemennystä.

4 Ilmastotrendit ja niiden arvioitu vaikutus metsien uudistumiseen suojametsäalueella

Metsänraja on perääntynyt viimeisten 500 vuoden aikana. Perääntymisen johtuu useita satoja vuosia kestäneestä ja vasta 1900-luvun alussa loppuneesta pikkujääkaudesta. Mainittavampaa metsänuudistumista tuona aikana tapahtui ainoastaan 1700-luvun puolivälin lämpiminä vuosina, mitä todistavat nykyisen männyn metsänrajan etulinjassa sinnittelevät noin 250-vuotiset puuvanhuksut (Timonen 2001, Tynys 1998). Lämpimät vuosikymmenet 1920-luvulta alkaen merkitsivät männyn metsänrajalla uusien puusukupolvien leviämistä alueille, joilla ei näy edes kantojuurakkoina merkkejä aiemmista metsiköistä. Männyn nykyisen metsänrajan muodostavatkin pääasiassa 60–70-vuotiaat puut. Vieläkin ylemmäs ovat edenneet 1970-luvulla syntyneet puuyksilöt, mutta nähtäväksi jää, miten ne tulevat selviytymään äärimmäisissä olosuhteissa.

Metsänrajaseutua koskevat ilmastaselvitykset osoittavat, että kasvihuoneilmion voimistumisesta tai muista syistä aiheutuva ilmaston lämpeneminen ei ainakaan vielä näy lämpötilasarjoissa (kuva 2). Puun kasvulle tärkeä kesäaikainen ilmasto on pysynyt sängen keskimääräisenä aiempiin vuosisatoihin verrattuna.



Kuva 2. Keskilämpötilat ovat vaihdelleet 1900-luvulla pitkän ajan keskiarvon tuntumassa. Mitään suuria heilahteluita ei varsinkaan viime vuosikymmeninä ole tapahtunut. Huomiota kiinnittää kesäkauden keskilämpötilojen pienentynyt vaihtelu. Sääaineiston lähde: Ritari & Nivala (1993).

5 Metsänrajan muutokset tutkimuksen valossa

Metlan tekemän metsänrajan seuranta tutkimuksen mukaan mänty on uudistunut Suomen metsänrajalla ajanjaksolla 1983–1999, mutta suuri taimien kuoleminen on aiheuttanut sen, ettei taimien runkoluku ole seuranta-aloilla juuri lisääntynyt. Suuren taimikuolleisuuden voidaankin katsoa olevan merkittävin metsänrajan etenemistä hidastava tekijä. Alueelliset erot ovat kuitenkin suuria, eikä mitään yksiselitteistä koko Pohjois-Suomen kattavaa suuntausta voida erottaa (Juntunen ym. 2002).

Kuusi on menestynyt kyseisellä seurantajaksolla mäntyä paremmin. Taimien runkoluku on kuusivaltaisilla alueilla kaksinkertaistunut, mikä antaa selkeitä viitteitä siitä, että myös metsänraja on etenemässä. Kuusella taimikuolleisuus on ollut alhaisempaa kuin männyllä. Myös kesän 2001 maastotyöhavainnot osoittavat, että metsänrajan yläpuoliset alueet ovat kuusivaltaisilla alueilla taimettumassa (Juntunen ym. 2002). Kuusella uudistuminen ei ole yhtä tiukasti ilmastotekijöistä johtuvaa kuin männyllä. Sen sijaan maaperä saattaa muodostaa kuuselle Suomen Lapin metsänraja-alueilla monin paikoin etenemisesteen, sillä kuusi ei näytä menestyvän granuliittialueen karkeilla ja kuivilla moreeneilla (Mäkitalo ym. 1995).

6 Metsien uudistaminen suojametsäalueella

6.1 Luontainen uudistaminen

Pohjoisessa levinneisyytensä äärialueilla mänty ei aina pysty tuottamaan kypsää siementä (Henttonen ym. 1986), vaikka jonkin verran itävää siementä syntyy lähes joka vuosi (Heikinheimo 1932, 1937). Merkittävät männyn siemenvuodet toistuvat metsänrajan eteläpuolella kuitenkin harvoin ja metsänrajalla vain muutaman kerran vuosisadassa (Sarvas 1937, Sirén 1961, Pohtila 1980).

Lehdon (1969) Tunturi-Lappia koskevien tulosten mukaan *männyn* luontainen uudistaminen oli epäonnistunut viidenneksellä uudistusaloista, joita ei ollut muokattu. Herttuaisen (1981) tutkimuksessa siemenpuuja avoalojen metsittämisestä suojametsäalueella männyntaimia oli laitutuilla ja kulotetuilla aloilla 6000–9000 kpl ha⁻¹ ja muokkaamattomilla 3000 kpl ha⁻¹ keskimäärin 275 metrin korkeudella merenpinnasta ja 27 vuoden kuluttua hakkuusta. Ainoastaan kuivahkon kankaan muokkaamattomilla avoaloilla taimia oli vähän, keskimäärin 400 kpl ha⁻¹. Nenolan (1984) tutkimuksessa siemenpuu- ja kaistalehakkuualojen taimettumisesta Inarissa hakkuutapojen välillä ei ollut eroa. Männyntaimien kokonaismäärä oli keskimäärin 4000 kpl ha⁻¹ ja kehityskelpoisten männyntaimien määrä 1200 kpl ha⁻¹. Kehityskelpoisia taimia oli vähimmilläänkin 800 kpl ha⁻¹.

Lapin metsälautakunnan alueen yksityismetsissä 1990-luvun puolivälissä tehdyssä inventoinnissa 20 uudistusala sijaitti lämpösummaltaan alle 700 °Cvrk:n alueella, joka vastaa suunnilleen suojametsäaluetta (Hyppönen 2002, Hyppönen ym. 2002). Uudistusalat olivat kahden lukuun ottamatta muokkaamattomia. Uudistusaloilla oli keskimäärin 1500 männyntainta hehtaaria kohden (vaihteluväli 70–3 700 kpl ha⁻¹). Kaikkien puulajien kehityskelpoisia taimia oli määrittämistavasta riippuen keskimäärin 800–1100 kpl ha⁻¹. Tyhjien koealojen määrä oli vastaavasti 51–42 %. Uudistusaloista 24–35 % oli kasvatuskelpoisuudeltaan hyviä tai tyydyttäviä, 43–48 % välttäviä ja 22–28 % huonoja eli riittämättömästi taimettuneita. Koko metsälautakunnan aineistossa uudistamistulokseen vaikuttivat merkittävästi maanmuokkaus, lämpösumma, maaston korkeus, kasvupaikkatyyppi ja maaperän kivisyys.

1990-luvun puolivälissä tehdyn inventoinnin mukaan männyn luontainen uudistaminen on onnistunut vähintään yhtä hyvin kuin aiemmin alueelta tehdyt tutkimukset osoittavat. Lapissa maanmuokkaus parantaa merkittävästi uudistamistulosta, kuten etelämpänäkin.

Kuusimetsiä esiintyy suojametsäalueella mäntymetsiä vähemmän. Niitä on lähinnä suojametsäalueen eteläosissa sekä idässä Sallan ja Savukosken kuntien alueilla (Heikinheimo 1920, Mäkitalo ym. 1995). Tutkimuksia kuusen luontaisesta uudistamisesta suojametsäalueella ei ole julkaistu. Tuloksia on kuitenkin noin 20 km suojametsäalueen eteläpuolella sijaitsevista kuusen luontaista uudistamista selvittävästä kokeista. Kokeet sijaitsevat lämpösummaltaan suojametsäaluetta vastaavalla alueella (640 °Cvrk ajanjaksolla 1961–1990). Vuonna 1972 hakatuille ja eri tavoin muokatuille avokaistoille syntyneitä kuusen taimia oli 20 kasvukauden kuluttua 5100–15 900 kpl ha⁻¹ (Mäkitalo 1994). Lisäksi aloilla oli hieskoivun taimia 600–2600 kpl ha⁻¹. Maanmuokkauksen merkitys taimettumiselle oli suuri, sillä muokkaamattomilla pinnoilla kasvoi vain noin 400–600 kuusentainta hehtaarilla (Mäkitalo 1987).

Kuusen talvihome (*Lophophacidium hyperboreum* Lagerb.) osoittautui pahimmaksi kuusen taimien kuolleisuuden aiheuttajaksi (tuhoja 62 % taimista) ja sillä oli selvästi myös kuusen pituuskasvua heikentävä vaikutus (Mäkitalo 1994).

Tutkimustulokset viittaavat siihen, että kuusi voi suojametsäalueen olosuhteissakin uudistua erinomaisesti luontaisesti reunametsästä tai ylispuustosta hyvien siemenvuosien jälkeen.

6.2 Metsänviljely

Vanhimpien suojametsäalueelle perustettujen männynviljelyiden onnistuminen on vaihdellut taimikoiden täydellisestä tuhoutumisesta täysitiheisiin taimikoihin. Laajamittaisia epäonnistumisia on havaittu vain vuosina 1914–1938 Koillis-Inarissa, Utsjokilaaksossa ja Pulmankijärvellä tehdyissä kylvöissä (Mikola 1959). Nuortevan (1948) mukaan

metsänviljelyt metsänrajaseuduilla ovat onnistuneet yllättävän hyvin. Ylä-Lapin alueella oli 1980-luvun alussa 2350 ha onnistuneita männyn metsänviljelyjä, joista 300 ha oli riukumetsiä, 800 ha vakiintuneita taimikoita ja loput vakiintumattomia, kehityskelpoisia taimikoita (Veijola 1998).

Pohtilan ja Timosen (1980) tutkimuksen mukaan Utsjoella oli kasvatuskelpoisia taimia keskimäärin 900 kpl ha⁻¹ ja Inarin Pakanajoella 1000 kpl ha⁻¹. Koko suojametsäalueella kylvettyjen ja istutettujen männyntaimikoiden keskimääräinen runkoluku oli noin 1800 kpl ha⁻¹, josta luontaisesti syntyneiden taimien osuus oli 45 %. Kasvatuskelpoisten taimien määrä oli keskimäärin 1000 kpl ha⁻¹. Vajaa neljännes tutkimuksen taimikoista arvioitiin kehityskelvottomiksi ja noin viidenneksellä taimikoista kasvatuskelpoisia taimia oli yli 1400 kpl ha⁻¹. Selvästi parhaiten olivat onnistuneet 1930–1940-lukujen ja heikoimmin 1960-luvun viljelyt.

Utsjoella vuosina 1954–1963 viljellyistä, männyn metsänrajan yläpuolisista männyn taimikoista keskimäärin 42 % oli Paasosen (1980) mukaan kehityskelvottomia. Hyvin tai tyydyttävästi onnistuneita oli keskimäärin 21 % taimikoista. Kylvöt olivat onnistuneet istutuksia paremmin. Kasvatuskelpoisia männyntaimia löytyi keskimäärin 860 kpl ha⁻¹.

Pohtilan ja Pohjolan (1983) laajassa metsänviljelytutkimuksessa kolme 38:sta koekentästä sijaitsi suojametsäalueella. Kymmenen kasvukauden jälkeen männyn kylvöruuduissa oli elossa 18–30 %, koulituilla paljasjuurisilla männyntaimilla istutetuissa ruuduissa 7–20 % ja männyn kennotaimilla istutetuissa ruuduissa 8–26 % taimista. Heikoin tulos saavutettiin kuusivaltaisella ja paras mäntyvaltaisella kasvupaikalla. Vuoteen 1987 mennessä, jolloin viljelystä oli kulunut 16–18 kasvukautta, männyntaimet olivat kuitenkin lähes täysin tuhoutuneet (Mäkitalo, julkaisematon aineisto). Kylvötaimista oli elossa 0–2 %, paljasjuurisista 3–6 % ja kennotaimista 1–5 %.

Kuusen kylvöruuduissa taimia oli 10 kasvukauden jälkeen elossa 36–64 % ja paljasjuurisilla, koulituilla kuusentaimilla istutetuissa 34–79 % (Pohtila ja Pohjola 1983). Vuonna 1987 elossaolo oli kuusen kylvöruuduissa enää 3–33 % ja istutusruuduissa 16–38 % (Mäkitalo, julkaisematon aineisto).

Edellä kuvatun kaltainen männyn taimien romahdusmainen kuoleminen 1980-luvulla on havaittu myös muissa tutkimuksissa. Suojametsäaluetta vastaavissa ilmasto-oloissa tehdyssä tutkimuksessa elävien taimien määrä vaihteli 6–8 kasvukauden kuluttua viljelystä eri maankäsitelyaloilla istutusruuduissa 60–84 % ja kylvöruuduissa 21–54 % (Mäkitalo 1983). Kymmenen vuotta myöhemmin kaikki taimet olivat tuhoutuneet (Mäkitalo, julkaisematon aineisto). Lähes samanlainen tulos saatiin Mäkitalon (1999) mukaan myös toisella suojametsäaluetta vastaavalla koekentällä, jossa taimien alkukehitys oli ollut kohtalaisen hyvä (Pohtila & Pohjola 1985). Männyn taimien elossaolo putosi kylvöruuduissa 10

vuodessa 1980-luvun alun 61 %:sta 12 %:iin, paljasjuuritaimiruuduissa 64 %:sta 21 %:iin ja kennotaimiruuduissa 71 %:sta 22 %:iin. 1990-luvulla uusia tuhoja ei enää esiintynyt (Mäkitalo & Heiskanen 2001).

Lämpösumma ja maaston korkeus vaikuttavat männyn viljelyn onnistumiseen Lapissa (Pohtila & Pohjola 1983, Valkonen 1992). Pohtilan ja Timosen (1980) mukaan aurauksen käyttö ja rinteen kaltevuus vaikuttivat positiivisesti sekä maan kivisyys ja maanpinnan kummut ja painanteet negatiivisesti taimikon tiheyteen.

Metsänviljelyn onnistumista heikentäviksi tekijöiksi suojametsäalueella ja sitä lämpösummaltaan vastaavilla alueilla on lisäksi esitetty liian eteläinen siemenalkuperä, poikkeuksellisen kylmät ja taimien kannalta epäedulliset ilmastojaksot esim. 1910-, 1960- ja 1980-luvuilla, tunturi-koivun kilpailu, maanpinnan käsittelyn puuttuminen, siemenen heikko laatu, viljelytyön huono laatu sekä runsaat myyrä- ja sopulivuodet.

Yleisimpiä männyn taimia heikentäviä ja tappavia taudinaiheuttajia suojametsäalueella ja sitä vastaavissa oloissa on männyn talvihome (*Phacidium infestans* Karst.) (Norokorpi 1971a). Jalkasen (1989) mukaan ylälappilainen mänty kestää parhaiten talvihometta, sillä sen oksat ovat elossa alas asti isoissakin taimissa.

Toinen männyn viljelytaimikoissa yleisesti esiintyvä patogeeni on männyn versosurmatuhoja aiheuttava surmakkasieni (*Gremmeniella abietina* Lagerb.) (Kaitera 1997). Se iskeytyy usein männyn talvihomeen heikentämiin taimiin (Norokorpi 1971b, Roll-Hansen ym. 1992). Sekä männyn talvihome- että versosurmatuhoja on havaittu esiintyvän epidemioina männyn kasville epäedullisten kylmien ilmastojaksojen yhteydessä (Norokorpi 1972, 1987). Jalkasen (1989) mukaan erityisesti lakimaiden viljelytaimikot näyttävät kohtaavan versosurmaepidemian ainakin kerran ennenkuin ne saavuttavat 1–2 metrin pituuden. Männyn luonnontaimissa esiintyy samoja tuhoja kuin viljelytaimissa.

Metsänviljely suojametsäalueella antaa vaihtelevia tuloksia. Viljely sopii kuitenkin hyvin yhteen luontaisen uudistamisen kanssa siksi, että luontainen uudistaminenkin on epävarmaa ja hidasta harvoin toistuvien ja niukkojen siemenvuosien takia.

7 Päätelmät

Suojametsäalueen metsien uudistamisen onnistuminen riippuu etenkin alueen ilmaston vaihtelusta mutta myös ihmisen toiminnasta. Luontainen uudistaminen on viime aikoina onnistunut alueella kohtuullisesti ottaen huomioon alueen erityispiirteet. Luontaiseen uudistamiseen liittyvä maanmuokkaus varmistaa ja parantaa uudistamistulosta. Metsänuudistumista tapahtuu suojametsäalueella huomattavassa määrin myös ilman ihmisen aktiivisia toimenpiteitä. Viljely sopii hyvin yhteen metsi-

en luontaisen uudistamisen kanssa siksi, että luontainen uudistaminenkin on epävarmaa ja hidasta harvoin toistuvien ja niukkojen siemenvuosien takia. Menetelmät täydentävät toinen toisiaan.

Suuria muutoksia uudistamistuloksissa ei liene odotettavissa, jollei ilmastossa tapahdu äkillisiä muutoksia. Kesäajan lämpösumma on viime vuosikymmenen aikana ollut hieman vuosisadan alkupuolta viileämpi, mutta metsänuudistamiselle jokseenkin normaali. Suojametsäalueella havupuutaimikoissa ei ole havaittu samanlaisia luonnontuhoja kuin tunturimittarin aiheuttamat metsäkuolemat tunturikoivikoissa 1960-luvulla, joten suojametsäalueen taimikot näyttävät sopeutuneen ääreviin olosuhteisiin.

Valtioneuvoston päätöksen mukaan suojametsien uudistumisen seurannan tulee jatkossa perustua inventointeihin ja pitkäaikaisiin seurantatutkimuksiin. Ne voidaan toteuttaa valtakunnan metsien inventoinnin yhteydessä, erillistutkimuksina, osana Lapin metsäkeskuksen metsänuudistamisen onnistumisen tarkastuksia tai eri menetelmien yhdistelmänä.

Kirjallisuus

- Gustavsen, H. G. & Timonen, M. 1999. Lapin suojametsäalueen männiköiden rakenne, kasvu ja käsittely. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 748. 54 s.
- Heikinheimo, O. 1920. Pohjois-Suomen kuusimetsien esiintyminen, laajuus ja puuvarastot. Referat: Vorkommen, Umfang und Holzvorräte der Fichtenwälder in Nord-Finnland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 3(2). 170 s.
- 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä I. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume I. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 17(3). 61 s.
- 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä II. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume II. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24(4). 67 s.
- Henttonen, H., Kanninen, M., Nygren, M. & Ojansuu, R. 1986. The maturation of *Pinus sylvestris* seeds in relation to temperature climate in Northern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1: 243–249.
- Herttuainen, E. 1981. Männyn luontainen uudistaminen kulotetulla kankaalla Met-sä-Lapissa. Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 75 s.
- Hokajärvi, T. (toim.). 1997. Metsänhoito-ohjeet. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 10. 60 s.
- Hyppönen, M. 2002. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä Lapissa. Summary: Natural regeneration of Scots pine using the seed tree method in Finnish Lapland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 844. 69 s. + liitteet.

- & Hyvönen, J. 2000. Ylispuustoisten mäntytaimikoiden syntyhistoria, rakenne ja alkukehitys Lapin yksityismetsissä. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2000: 589–602.
- , Hyvönen, J. & Valkonen, S. 2002. Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen Lapin yksityismetsissä 1960-, 1970- ja 1980-lukujen siemenpuuhakkuissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2002: 559–574.
- , Härkönen, J., Keränen, K., Riissanen, N. & Tikkanen, J. (toim.). 2001. Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksset. Kajaanin kirjapaino Oy. ISBN 951–98731–1–2. 60 s.
- Jalkanen, R. 1989. Lapin metsäpatologiset ongelmat. Abstract: Forest pathological problems in Finnish Lapland. Julkaisussa: Saastamoinen, O. & Varmola, M. (toim.). *Lapin metsäkirja. Acta Lapponiae Fennica* 15: 32–47.
- Juntunen, V., Neuvonen, S., Norokorpi, Y. & Tasanen, T. 2002. Potential for timberline advance in northern Finland, as revealed by monitoring during 1983–1999. Hyväksytty painettavaksi julkaisuun: *Arctic Vol.* 55(4). 24 s.
- Kaitera, J. 1997. Timing of Scots pine branch damage caused by large-tree type of Gremmeniella abietina var. abietina and the structure of epidemics in northern Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 652. 35 s.
- Lakari, O. J. 1915. Studier über die Samenjahre und Altersklassenverhältnisse der Kiefernwälder auf dem nordfinnischen Heideböden. *Acta Forestalia Fennica* 5(1). 211 s.
- Lehto, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuuspuumenetelmällä. Summary: Studies conducted in northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of the seed tree and shelterwood methods. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67(4). 140 s.
- Mikola, P. 1959. Metsänviljelyn mahdollisuuksista pohjoisella metsänrajalla. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 76(11): 374–379.
- Mäkitalo, K. 1983. Koetuloksia männyn viljelyn onnistumisesta eri tavoin käsitellyllä paksusammaltyypin maalla Lapissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 105: 98–110.
- 1987. Kuusen luontaisesta uudistamisesta korkealla paksusammaltyypin maalla. Julkaisussa: Saarenmaa, H. & Poikajärvi, H. (toim.). *Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Ajankohtaista tutkimuksesta. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 278: 32–46.
- 1994. Männyn, kuusen ja koivun luontaisen uudistamisen kokeellisia tutkimuksia Lapissa. *Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema. Moniste.* 20 s.
- 1999. Effect of site preparation and reforestation method on survival and height growth of Scots pine. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 512–525.
- & Heiskanen, J. 2001. Männynviljelyn onnistuminen ja siihen vaikuttavat tekijät – tuloksia pitkäaikaisesta metsänviljelykokeesta Lapissa. Julkaisussa: Varmola, M. & Tapaninen, S. (toim.). *Pohjoisten metsien hoito – 30 vuotta tutkimuspäiviä Rovaniemellä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 803: 71–103.

- , Sutinen, R., Hyvönen, E., Pulkkinen, E., Pänttjä, M. & Sutinen, M-L. 1995. Määrääkö maaperä kuusen polaarisen metsänrajan Pohjois-Lapissa? Julkaisussa: Tasanen, T., Varmola, M. & Niemi, M. (toim.). Metsänraja tutkimuksen kohteena. Tutkimuspäivä Ylläksellä 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 539: 35–48.
- Nenola, E. 1884. Männyn siemenpuuhakkuu- ja kaistaleavohakkuualojen uudistuminen Inarissa. Opinnäytetyö, Rovaniemen metsäopisto. 39 s.
- Norokorpi, Y. 1971a. Männyn viljelytaimistojen tuhoista Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 2: 37–49.
- 1971b. Männyn viljelytaimistojen tuhot Pohjois-Suomessa. Metsä ja Puu 4: 23–26.
- 1972. Pohjoisten männyn viljelytaimistojen tuhoprosessista. Metsä ja Puu 4: 13–14.
- 1987. Metsänviljelyn onnistuminen korkeilla mailla. Julkaisussa: Saarenmaa, H. & Poikajärvi, H. (toim.). Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Ajan-kohtaista tutkimuksesta. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 17–31.
- Nuorteva, M. 1948. Metsänviljelyä männyn metsänrajan pohjoispuolella. Metsätaloudellinen Aikakauslehti 65(1–2): 14–16.
- Oinonen, E., Sarvas, R. & Sirén, G. 1958. Lapin suojametsien käsittelyohjeet. Moniste. 23 s.
- Paasonen, V. 1980. Utsjoen männyn viljelyt vuosina 1954–1963. Laudaturtyö, Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 56 s.
- Pohtila, E. 1980. Climatic fluctuations and forestry in Lapland. *Holarctic Ecology* 3: 91–98.
- & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970–1972 Lappiin perustettujen aurattujen aluiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment on ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970–1972. *Silva Fennica* 17(3): 201–217.
- & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männyn viljelyssä Lapissa. Summary: Soil preparation in reforestation of Scots pine in Lapland. *Silva Fennica* 19(3): 245–270.
- & Timonen, M. 1980. Suojametsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys. Summary: Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 453. 18 s.
- Renvall, A. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Produktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. *Acta Forestalia Fennica* 1(2). 154 s.
- Ritari, A. & Nivala, V. 1993. Pohjois-Suomen numeerinen ilmastomalli mesoskaalassa. Julkaisussa: Nikula, A., Ritari, A. & Lahti, M-L. (toim.). Paikkatiedon ja satelliittikuvainformaation käyttö metsäntutkimuksessa. Tutkimuspäivä Rovaniemellä 1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 479: 88–98.
- Roll-Hansen, F., Roll-Hansen, H. & Skroppa, T. 1992. Gremmeniella abietina, *Phacidium infestans*, and other causes of damage in alpine, young pine plantations in Norway. *European Journal of Forest Pathology* 22: 77–94.

- Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivil- la kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Über die natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine waldbiologische Untersuchung auf den trockenen Heideböden Nord-Finnlands. Acta Forestalia Fennica 46. 147 s.
- Sirén, G. 1961. Skogsgränställen som indikator för klimatfluktuationerna i norra Fennoskandien under historisk tid. Summary. Communicationes Instituti Fo- restalis Fenniae 54(2). 66 s.
- Suoheimo, J. 1998. Ehdotus valtioneuvoston päätökseksi suojametsistä. Maa- ja metsätalousministeriö. Muistio. 6 s.
- Timonen, M. 2001. Ilmaston muutokset kautta aikojen — onko menneisyys Lapin metsien tulevaisuuden peili? Julkaisussa: Varmola, M. & Tapaninen, S. (toim.). Pohjoisten metsien hoito – 30 vuotta tutkimuspäiviä Rovaniemellä. Metsäntut- kimuslaitoksen tiedonantoja 803: 9–29.
- Tynys, T. 1998. Vätsärin erämaan metsien kehitys. Metsähallituksen luonnonsuojelujul- kaisuja. Sarja A No 88. 38 s.
- Valkonen, S. 1992. Metsien uudistaminen korkeilla alueilla Pohjois-Suomes- sa. Summary: Forest regeneration at high altitudes in Northern Finland. Folia Forestalia 791. 84 s.
- Veijola, P. 1998. The northern timberline and timberline forests in Fennoscandia. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 672. 242 s.

Korkeiden alueiden metsien uudistuminen

Eero Kubin, Samuli Kemppainen ja Jorma Pasanen

I Johdanto

Pohjoisten alueiden metsät ovat olleet tutkimuksen kohteena jo pitkään. Metsien taloudellisen käytön laajentuessa 1950- ja 1960-luvuilta alkaen tutkimuksessa on suunnattu erityistä huomiota erilaisten metsänviljelymenetelmien vertailuun (Pohtila & Pohjola 1983). Korkeiden alueiden metsien uudistumisen ongelmiin paneuduttiin ensimmäisen kerran laajasti Rovaniemen tutkimusaseman vuonna 1987 järjestämällä metsätutkimuspäivillä. Pidetyissä esitelmissä käsiteltiin mm. metsänviljelyn onnistumista (Norokorpi 1987) ja kuusen luontaista uudistumista (Mäkitalo 1987). Pian Rovaniemellä järjestetyn metsätutkimuspäivän jälkeen valmistui korkeiden alueiden metsien uudistamisesta laaja tutkimus (Valkonen 1992).

Myös Muhoksen tutkimusasemalla on tehty korkeiden alueiden metsien uudistamistutkimusta Kainuussa ja Koillismaalla (Valtanen 1988, Kubin 1987, 1992, Kubin & Valtanen 1993, Savilampi & Kubin 1996, Kubin ym. 1997). Osa selvityksistä tehtiin ns. pitäjäinventointien yhteydessä, jolloin tarkastelussa oli otos määrättyinä vuosina perustettuja taimikoita. Tulokset osoittivat erityisesti männyn uudistamisen vaikeutta maaston korkeuden kasvaessa.

Suojametsäalueella tehtävä kaupallinen hakkuu on sallittu vain metsäkeskuksen hyväksymän hakkuu- ja uudistamissuunnitelman mukaisesti. Korkeilla alueilla vastaavaa menettelyä ei ole, vaan hakkuuta koskeva tieto annetaan metsänkäyttöilmoituksessa. Uudistushakkuiden määrästä korkeilla alueilla ei ole näin ollen erillisiä tilastoja. Tilastoinnin ja systemaattisen seurannan puuttuessa korostuu tutkimustulosten merkitys uudistamisen onnistumisen arvioinnissa. Korkeiden alueiden uudistamistutkimusta tarvitaan erityisesti valtioneuvoston päätöksessä suojametsistä (2.11.1998/8849) edellytettyjen selvitysten laatimiseksi mm. korkeiden alueiden metsien uudistumisesta. Ensimmäinen valtioneuvoston edellyttämä selvitys tehtiin vuoden 2001 lopussa (Kubin ym. 2001).

2 Korkeat alueet metsänhoitosuosituksissa

Korkeiden alueiden metsien hoitoa ja käyttöä on säädelty jo pitkään metsäorganisaatioiden antamalla ohjeilla ja suosituksilla. Uusimmissa ohjeissa korkeiden alueiden metsien käsittelyn lähtökohtana on varovaisuuden periaate, riskien minimointi ja erämaisyyden elementtien säilyttäminen (Hokajärvi 1997, Hyppönen ym. 2001). Mänty ja kuusi uudistetaan ensisijaisesti luontaisesti. Mikäli luontaisen uudistamisen edellytyksiä ei ole, tehdään tarpeelliset maankäsittely- ja viljelytoimenpiteet kuten muuallakin talousmetsissä. Viljelyalalle jätetään siemenpuita varmistamaan uudistamisen onnistumista. Siemenpuuasentoon hakatut männiköt voidaan kylvää uudistamisen varmistamiseksi. Uudistusalan koko voi enimmillään olla 15 ha ja kulotettaviksi suunnitelluilla aloilla enintään 30 ha. Luontainen uudistaminen voidaan tehdä myös pienialaisena avohakkuuna, jolloin aukon maksimikoko on männylä yksi ja kuusella kolme hehtaaria (Hokajärvi 1997). Lämpösummaltaan 700–800 °Cvyrk:n alueella uudistuskypsyuden keskilämpimittasuositusta voidaan alentaa 1–2 cm puuston heikon kasvukyvyn takia (Hyvän... 2001).

Männyn luontaisessa uudistamisessa taimiaines pyritään saamaan jo kasvatuksen loppuvaiheessa toteutettavissa harvennushakkuissa. Siemenpuualat muokataan karuimpia kasvupaikkoja lukuun ottamatta. Myös männyn kylvöä siemenpuiden alle suositellaan. Jos luontainen uudistaminen ei kuitenkaan onnistu kohtuullisessa ajassa, metsä uudistetaan viljelyllä. Viljelyaloille jätetään pienehköjä mäntyryhmiä ja yksittäisiä siemenpuita. Kuusi uudistetaan pääsääntöisesti istuttamalla paakkutaimia mätästämällä muokattuun maahan. Kuusi voidaan uudistaa myös luontaisesti käyttämällä suojuspuu- tai kaistalahakkuuta ja reunametsänsiemennystä. Koillismaahan korkeilla alueilla on useimmiten turvaututtava viljelyyn, koska luontainen uudistaminen on hidasta ja epävarmaa. Alikasvos hyödynnetään ja viljelyalojen uudistumista varmennetaan jättämällä siemenpuita männyn kylvö- tai istutusaloille. Uudistamistapa tulee kuitenkin valita selkeästi ennen uudistushakkuuta. Korkeiden alueiden tuoreilla kankailla on tykyn vuoksi männyn asemesta harkittava myös kuusen viljelyä.

Myös metsäyhtiöiden suosituksissa korostuu varovaisuuden periaate. UPM-Kymmenen ohjeissa uudistaminen tehdään korkeilla mailla pienialaisesti, yleensä kuuselle, ja käytetään normaalia suurempaa istutus-tiheyttä (Metsän... 1996). Männyn soveltuvuus arvioidaan vanhan metsän puulajikoostumuksen perusteella. Vaaran siluetti pyritään säilyttämään ehjänä ja selväpiirteisenä kaukomaiseman merkittävyyden takia. Stora Enson ohjeissa kiinnitetään erityistä huomiota uudistamistavan, puulajin ja alkuperän valintaan (Metsänhoito-ohje 1998). Uudistamisessa käytetään paikallista siementä. Luontainen taimiaines käytetään hy-

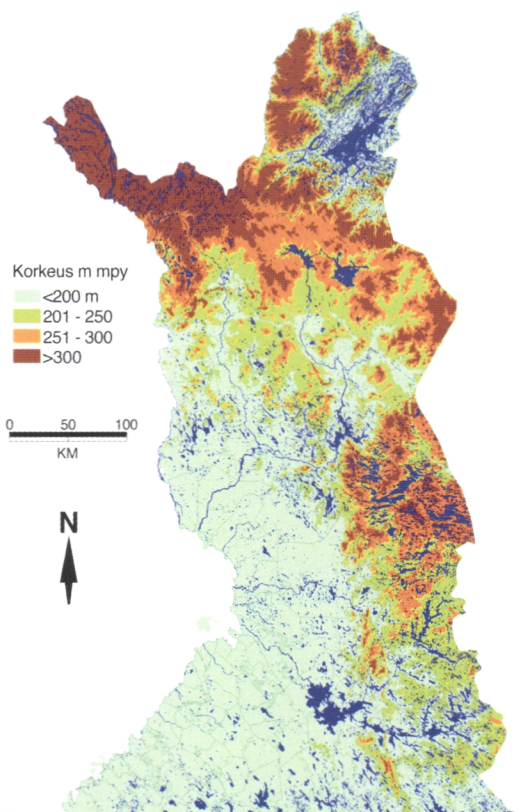
väksi niin, että kuivahkolla kankaallakin hyväksytään kasvatettavaksi puulajiksi kuusi tai koivu. Pohjoisrinteille ja tykkyalueelle sekä tuoreen kankaan vastaaville maapohjille istutetaan kuusta tai lehtikuusta. Kuivahkoa kangasta vastaaville paikoille istutetaan mäntyä tai kuusta ja sitä karummille mäntyä, ellei luontaista uudistamista voida käyttää.

3 Korkeat alueet

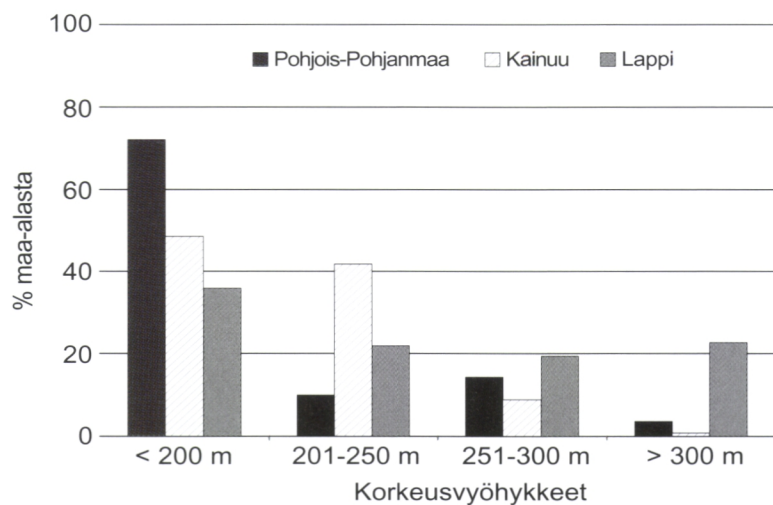
Korkeiden alueiden rajaaminen on perustunut aikaisemmin joko korkeuteen tai lämpösummaan. Metsähallituksessa raja oli ennen nykyisiä suosituksia Saariselän eteläpuolella 280–330 m ja pohjoispuolella 250–300 m (Sandström 1987). Uusimmissa ohjeissa alueita ei kuitenkaan enää rajata yksistään korkeusaseman tai lämpösumman perusteella, vaan kysymyksessä ovat metsät, joissa korkeudesta johtuva alhainen lämpösumma tai tykky rajoittavat metsätalouden edellytyksiä (Hokajärvi 1997). Tapion uusimpien metsänhoitosuositusten (Hyvän... 2001) mukaan korkeiden alueiden ongelmat voivat alkaa Pohjois-Pohjanmaalla jo alle 200 metrin korkeudessa. Kainuussa raja on keskimäärin 250 m ja Lapin läänissä 200–280 m. Korkeiksi alueiksi luetaan UPM-Kymmenen mailla Kainuussa vähintään 240 m:n yläpuolella olevat metsät. Stora Enson ohjeissa korkeisiin alueisiin luetaan yli 200 m:n yläpuolella olevat metsät. Korkeiden alueiden ongelmien alkaminen noudattaa paljolti tykyn esiintymisen alarajaa, joka vaihtelee välillä 200–300 m (Solantie 1974).

Valtaseen (1988) mukaan Oulun läänissä on korkeita maita yhteensä 555 900 ha. Tällöin rajana on käytetty valtion mailla 280 m ja yksityismailla 200 m. Kaikki esitetty pinta-ala ei ole metsämaata. Metsäorganisaatioiden mukaan Oulun läänissä on 180 000 ha alueita, joissa mäntyä viljeltäessä tulee korkean sijainnin takia pahoja ongelmia ja 375 000 ha alueita, missä tulee varautua vaikeuksiin ja epäonnistumisiin. Vastavasti Lapissa, entisten Lapin ja Koillis-Suomen metsälautakuntien alueilla, mukaan lukien suojametsät, korkeita alueita on 1 864 000 ha, josta metsämaata on 402 000 ha (Varmola 1988, 1991).

Suojametsäalueen eteläpuolella korkeilla alueilla sijaitsevat metsämaat painottuvat suurelta osin Kuusamoon ja sen ympäristökuntiin (kuva 1). Lapin, Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun metsäkeskusten alueella 201–250 m:n välillä olevaa aluetta on suhteellisesti eniten Kainuussa, yli 40 % maa-alasta (kuva 2). Jos mukaan luetaan vielä 251–300 m:n korkeudella olevat alueet, Kainuun merkitys korostuu edelleen. Lapin metsäkeskuksen alue erottuu muista 300 m:n yläpuolella olevan maa-alan runsaudessa.



Kuva 1. Yli 200 m:n korkeudella sijaitsevat alueet eri korkeusluokissa. Kuva Kari Mikkola.

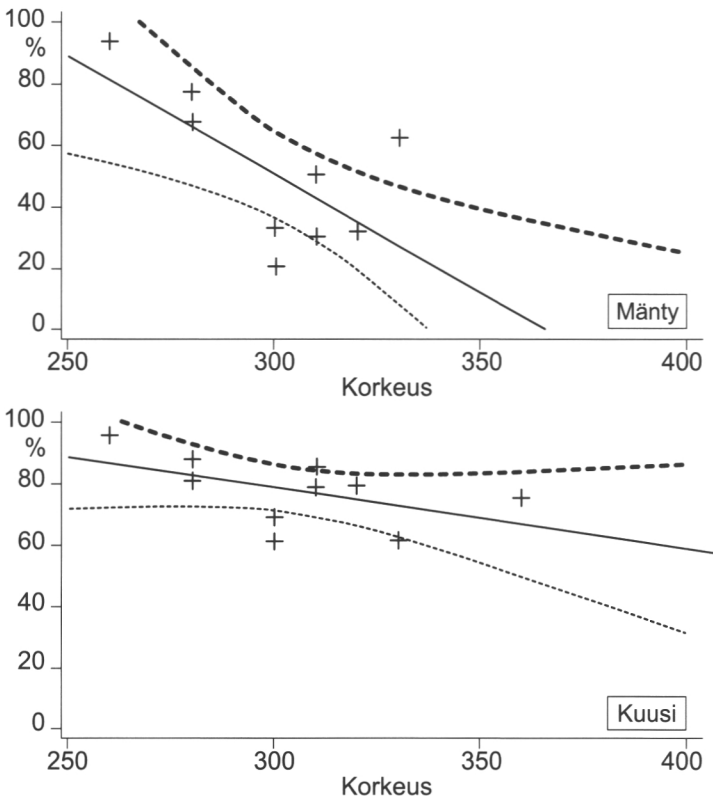


Kuva 2. Korkeusvyöhykkeiden osuudet maa-alasta metsäkeskuksittain. Luvut Kari Mikkola.

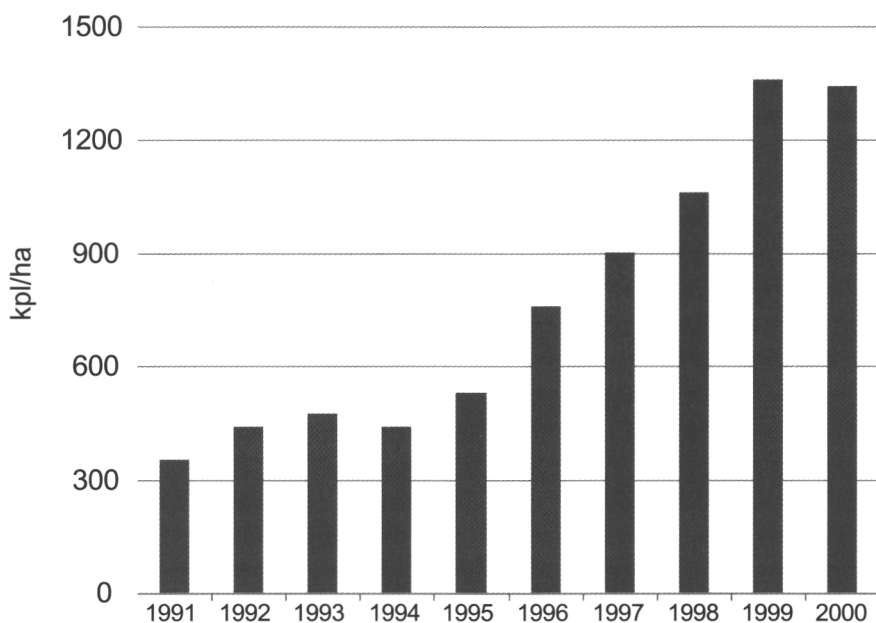
4 Korkeuden vaikutus taimien elossaoloon

Metsänuudistamisen onnistumista Kainuun ja Koillismaan korkeilla alueilla (260–360 m) selvitettiin vuonna 1997 valmistuneiden julkaisujen ja koekentiltä saatujen uusimpien tutkimustulosten avulla (Kubin ym. 1997). Auratun alan 6–19-vuotiaiden männyn istutustaimien elossaolo laski jyrkästi topografisen korkeuden kasvaessa (kuva 3). Myös taimien pituuskasvu ja kunto heikkenivät korkeuden kasvaessa. Luontainen uudistaminen ei myöskään tuottanut nopeasti hyvää tulosta, kun korkeus oli 280–300 m mpy (kuva 4). Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen korreloi negatiivisesti maaston korkeuden kanssa (Hypönen 2002).

Kuusen istutus onnistui männyn istutusta selvästi paremmin (kuva 3). Kuusen elossaolon ja korkeuden välinen korrelaatio oli lievästi negatiivinen ($r = -0,50$), mutta ei kuitenkaan tilastollisesti merkitsevä. Myös Valkosen (1992) aineistossa Lapista kuusi menestyi korkeuden kasvaessa mäntyä paremmin. Tulosten perusteella männyn viljelyyn korkeille alueille Kainuussa ja Koillismaalla on suhtauduttava varauksella.



Kuva 3. Korkeuden vaikutus auratulle alalle istutettujen männyn- ja kuusentaimien elossaoloon 6–19 vuoden iässä (Kubin ym. 1997).



Kuva 4. Taimettuminen männyn luontaisessa uudistamisessa vuosina 1991–2000.

5 Tiivistelmä ja päätelmiä

Korkeiden alueiden metsien hoitoa ja käyttöä on säädelty metsäorganisaatioiden antamilla ohjeilla ja suosituksilla. Yleispiirteinä kaikkien metsäorganisaatioiden ohjeissa on varovaisuus. Tätä tukevat uudistamisesta saadut tutkimustulokset erityisesti männyn viljelyn osalta; uudistumisen epävarmuus kasvaa korkeuden lisääntyessä ja taimikko voi olla vakiintumaton vielä yli 10 vuoden kuluttua istutuksesta. Jos maa on riittävän viljavaa, korkeat alueet tulisikin uudistaa kuuselle.

Metsiä uudistettaessa on etusijalla luontainen uudistaminen, jos siihen on edellytykset. Korkeilla alueilla luontainen uudistaminen on erityisen perusteltua sille sopivilla paikoilla, jotta uudistamisen kustannukset eivät nouse liian suuriksi. Rajoituksena ovat kuitenkin heikot siemenvuodet ja pitkä uudistumisaika. Asetuksessa (20.12.1996/1200) mainittuja uudistamisaikoja tulisikin korkeiden alueiden osalta tarkistaa ja tutkimusta uudistamisen kehittämiseksi lisätä.

Korkeiden alueiden metsien käyttöä voitaisiin edistää mm. seuraavilla toimenpiteillä: 1) Kehittämällä korkeiden alueiden hakkuiden tilastointia ja uudistumisen seuranta, 2) lisäämällä luontaisen uudistamisen ja uudistumisen ekologisen perustan tutkimusta erityisesti siemenen ja taimettumisen osalta ja 3) selvittämällä metsätalouden kannattavuutta korkeilla alueilla osana luonnonvarojen kestäväää käyttöä.

Kirjallisuus

- Hokajärvi, T. (toim.). 1997. Metsänhoito-ohjeet. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 10. 58 s.
- Hyppönen, M. 2002. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 844. Väitöskirja. 69 s. + osajulkaisut.
- , Härkönen, J., Keränen, K., Riissanen, N. & Tikkanen, J. (toim.). 2001. Pohjois-Suomen metsänhoitosuositukset. Kajaanin Kirjapaino. 60 s.
- Hyvän metsänhoidon suositukset 2001. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 96 s.
- Kubin, E. 1987. Puulajien vertailukokeet Koillismaalla. Julkaisussa: Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1986. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 255: 1–17.
- 1992. Tutkimustuloksia korkeiden alueiden metsänuudistamisen ekologiselta koekentältä Kuusamosta. Julkaisussa: Valtanen, J., Murtovaara, I. & Moilanen, M. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Taivalkoskella 1991. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 419: 66–85.
- & Valtanen, J. 1993. Siperianlehtikuusen ja eräiden muiden puulajien alkukehityksestä Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. Julkaisussa: Moilanen, M. & Murtovaara, I. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 464: 107–130.
- , Pasanen, J. & Savilampi, P. 1997. Korkeiden alueiden metsien uudistaminen Kainuussa ja Koillismaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 666. 40 s.
- , Pasanen, J. & Kempainen, S. 2001. Korkeiden alueiden metsien uudistaminen. Julkaisematon raportti.
- Metsienhoito-ohje. Metsien uudistaminen. Enso Metsä. 1998. 24 s.
- Metsän uudistaminen. 1996. UPM-Kymmene Metsä. 64 s.
- Mäkitalo, K. 1987. Kuusen luontaisesta uudistumisesta korkealla paksusammal-tyypin maalla. Julkaisussa: Saarenmaa, H. & Poikajärvi, H. (toim.). Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Ajankohtaista tutkimuksesta. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 32–46.
- Norokorpi, Y. 1981. Lakimetsien rajaamisen perusteita. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 24: 59–65.
- 1987. Metsänviljelyn onnistuminen korkeilla alueilla. Julkaisussa: Saarenmaa, H. & Poikajärvi, H. (toim.). Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Ajankohtaista tutkimuksesta. Metsäntutkimuspäivät Rovaniemellä 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 17–27.
- Pohtila, E. & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970–1972 Lappiin perustetun aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. *Silva Fennica* 17(3): 201–224.
- Savilampi, P. & Kubin, E. 1996. Korkeiden maiden metsänuudistamismenetelmän valinnasta. Julkaisussa: Piironen, M.-L. & Väärä, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Kajaanissa 1995. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 598: 95–105.

- Solantie, R. 1974. Pohjois-Suomen lumipeitteestä. Lapin ilmastokirja. Lapin tutkimusseura. Rovaniemi. s. 74–89.
- Valkonen, S. 1992. Metsien uudistaminen korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa. Summary: Forest regeneration at high altitudes in Northern Finland. *Folia Forestalia* 791. 84 s.
- Valtanen, J. 1988. Korkeiden maiden metsien uudistaminen Oulun läänissä. Summary: Stand reforestation at elevated sites in Northern Finland. *Folia Forestalia* 718. 41 s.
- Varmola, M. (toim.) 1988. Lapin Metsä 2000 -ohjelma. Lapin lääninhallitus. 149 s.
- 1991. Korkeiden maiden puuntuotannollinen merkitys. *Metsä ja Puu* 10: 24–26.



Metsänuudistaminen ja tuhot



Metsäntaudit metsänviljelyn ongelmana

Timo Kurkela

I Johdanto

Taudit vaikuttavat taimikoissa monin tavoin. Periaatteessa kaikkien tautien esiintymiseen tai niiden aiheuttamiin vahinkoihin voidaan jossakin määrin vaikuttaa. Jotta tautien ehkäisy ja torjunta olisi tuloksellista, on tunnettava taudinaiheuttajien ekologia sekä metsää taudeille altistavat tekijät. Biologisen asiantuntemuksen lisäksi tarvitaan toimien merkittävyyden arviointia. Tauteja ehkäisevät toimet ovat taloudellisesti edullisempia kuin tautien torjunta sellaisena kuin se perinteisesti on ymmärretty. Periaatteessa ehkäisy on riskienhallintaa ja torjunta palokuntatyötä.

Erilaisissa inventoinneissa merkittäviksi mäntytaimikoiden taudeiksi pohjoisen metsänviljelyaloilla ovat osoittautuneet mm. männynversoruoste, versosurma, talvihome ja mäntykorokka. Pohjois-Suomessa myös tervasroso on ollut paikoin varsin tuhoisa nuorissakin männiköissä. Kuusella tunnetaan oikeastaan vain yksi jollakin tavoin metsänviljelyssä varteen otettava taimikkotauti, kuusentalvihome. Koivun taudeista Pohjois-Suomesta on äärimmäisen vähän havaintoja, mutta tunnetusti koivunruoste voi esiintyä pohjoisissa metsissä ja mahdollisesti myös taimikoissa hyvinkin runsaana. Sienitautien lisäksi pohjoisen metsänviljelmiä vaivaavat erilaiset abioottiset tuhot.

Tulevan taimikon terveyteen vaikuttaa jopa se, miten vanhan metsän hakkuu toteutetaan. Tärkeintä on kuitenkin valita kullekin kasvupaikalle parhaiten sopiva taimiaines, oikea puulaji ja sen alkuperä sekä terveet taimet. Viljeltävän alueen valmistelu, esim. kulutus ja erilaiset muokkaustavat vaikuttavat merkittäväällä tavalla taimikon terveyteen kymmenen ensimmäisen kasvuvuoden aikana.

Tässä katsauksessa käsitellään lähemmin vain Pohjois-Suomessa verraten yleisiä tauteja, jotka leviävät taimikoihin pääasiassa ympäröiviltä alueilta, mutta joissakin tapauksissa saattavat siirtyä metsään myös taimitarhoista taimien mukana.

2 Männynversosurma (*Gremmeniella abietina*)

Sienitaudeista laaja-alaisimpia ja tuhoisimpia ovat olleet versosurmaepidemioiden. Surmakkasienestä tunnetaan kaksi eri tyyppiä: pohjoinen B-tyyppi sekä pääosin eteläinen, mutta ajoittain myös pohjoisessa esiintyvä A-tyyppi. A-tyypin surmakka voi tarttua kaikenkokoisiin mäntyihin, pikkutaimista varttuneisiin puihin. B-tyyppi tarvitsee lumipeitteen suojaa talvella tapahtuvalle rihmaston kasvulle ja taudin kehitykselle. Riuksasteen männiköissä, esim. Rikkilehto, A-tyyppi on ollut tärkein tuhon aiheuttaja. 1960-luvun lopulla versosurmaepidemioiden olivat suureksi osaksi B-tyypin aikaansaamia, mutta myös A-tyyppiä lienee esiintynyt. Tuohon aikaan surmakan rotuja ei vielä osattu tunnistaa. Surmakan torjuntaan epidemian aikana ei ole mitään mahdollisuuksia. Taudin mahdollisuuteen on varauduttava jo hakkuun suunnittelussa. Uudistamalla pahimmat notkojen pohjat ja supat verhopuuston avulla vältetään mahdollisesti vuosikymmenien ongelmat taimikonhoidossa. Kovin viljaville kasvupaikoille mäntyä ei pitäisi viljellä. Paikallinen tai vähän pohjoisempi alkuperä takaa mahdollisimman hyvän versosurmakesävyuden taimikossa. Taimitarhoilla ulkona talvehtineissa taimissa saattaa olla piilevä versosurmatartunta. Taudin oireet tulevat taimissa näkyviin vasta kun vuorokauden keskilämpötilat nousevat yli 5 asteen. Metsään istutettavat taimet on syytä tarkastaa huolellisesti.

3 Männynversoruoste (*Melampsora pinitorqua*)

Männynversoruoste hidastaa nuorten männiköiden pituuskehitystä, jolloin taimikon lehtipuusto helposti tukahduttaa männyn taimet. Ruoste aiheuttaa myös laatuviikoja runkojen alaosiin. Merkittäviä versoruosteepidemiaita ei ole esiintynyt Kolari – Sodankylä – Salla -linjan pohjoispuolella, vaikka ruostetta tavataan loppukesällä haavalla aivan pohjoisinta Lappia myöten. Versoruosteen toinen isäntäkasvi on haapa. Jos haapaa esiintyy leimikossa, voidaan haapa yrittää hävittää jo ennen hakkuuta. Jos metsän monimuotoisuuden ylläpitämiseksi haapa halutaan säilyttää, on paikalle männyn sijaan viisasta valita jokin muu puulaji. Taimikoissa versoruostetta torjutaan hävittämällä haavan vesakkoa joko mekaanisesti tai kemiallisesti. Vasta kun taimikko on saavuttanut 3–4 m pituuden se on paremmin turvassa ruosteen vaikutukselta ja pystyy kilpailemaan haavan kanssa.

4 Tervasroso (*Cronartium flaccidum* ja *Peridermium pini*)

Tervasroso on Pohjois-Suomessa huomattavasti yleisempi kuin etelässä. Tauti vaivaa periaatteessa vain yksittäisiä puita, mutta sen aiheuttamat vahingot voivat olla kiertoajan kuluessa merkittäviä. Jos männikön rungoista 10 % on jatkuvasti taudin vaivaamia, saattavat taloudelliset tappiot kohota hyvinkin yli 5 %:iin metsikön tuotosta. Pohjois-Suomen männiköistä huomattava osa on paljon pahemmin saastuneita. Männiköitä luontaisesti uudistettaessa siemenpuiksi ei saa jättää tervasrosan saastuttamia puita. Sairaavat puut saattavat olla taudille keskimääräistä alttiimpia kuten myös niiden jälkeläiset. Siemenviljelyyn valittujen puiden kestävyyttä ei Suomessa ole selvitetty. Yleensä oletetaan, että terveet ja parhaimman näköiset puut ovat myös kestävimpiä tauteja vastaan. Ruostesienten tartunta on usein kuitenkin runsainta hyväkasvuissa puissa, mutta luontaisessa uudistamisessa ei ole muuta vaihtoehtoa kuin valita metsikön parhaat puut siemenpuiksi.

5 Männyntalvihome (*Phacidium infestans*)

Talvihome tekee tuhojaan talvella lumipeitteen sisällä. Talvihome on yleinen pohjoisinta Lappia myöten, sitä on myös Utsjoella Tenon varrella istutetuissa männiköissä. Talvihomeen itiöt leviävät männyn neulasille myöhään syksyllä ennen lumen tuloa. Tartunta tapahtuu lumipeitteen sisällä, ja jo tartunnan saaneista neulasista sienien rihmasto kasvaa lumen läpi terveisiin neulasiin. Lumipinnan yläpuolelle rihmasto ei kasva. Talvihometartunta saattaa tulla taimiin jo taimitarhalla. Yksikin tartunnan saanut neulanen voi olla alkuna taudin leviämiseksi mäntyviljelmälle. Pahimpana se esiintyy paikoilla, mihin lumi kasautuu tuulen ajamana ja viipyy pisimpään keväällä. Pahimmat talvihometuhot ovatkin taimikoissa lumenviipymäpaikoilla pohjoispuoleisilla rinteillä. Hyvin kasvuun lähtenyt taimikko kerää myös lunta ja lisää talvihometta alaoksisissa, mutta lumen yläpuolelle ehtinyttä latvustoa tauti ei enää tuhoa. Viljelyalueen kulotus vähentää talvihomevaaraa, mutta viljelyalueeseen rajoittuvista taimikoista tauti leviää herkästi nuorempaan taimikkoon. Jonkin muun puulajin muodostama kaista eri-ikäisten männyntaimikoiden välissä vähentää talvihomeriskiä. Talvihomeen taimikkoon tekemien aukkojen täydentäminen ei onnistu männyn taimilla.

6 Mäntykorokka (*Lachnellula pini*)

Mäntykorokka esiintyy Pohjois-Suomen eteläisimmissä osissa vain kuivimmilla hiekkakankailla, esimerkiksi Manamansalossa ja Rokuan kansallispuistossa. Pohjoisempina sitä tavataan myös tuoreemmilla mäntymailla. Männyin pohjoisella metsänrajalla se on kuitenkin harvinainen. Mäntykorokka harventaa lähinnä luontaisia taimikoita n. 20 vuoden ikään saakka. Osat männyistä selviää elävänä korosta huolimatta. Sienen aiheuttamia tyvikoroja löytyy jopa yli 100-vuotisista männyistä. Koroja on yleisimmin juurenniskasta n. 50 cm korkeuteen. Mäntykorokkaa ei pystytä torjumaan. Kuivien kankaiden tiheiden taimikoiden harvennuksessa korovikaiset taimet tulee poistaa. Jos taimikko harvennetaan kevättalvella kantavan hangen päältä, jää suurin osa tyvikoroisista taimista havaitsematta. Kerran alkuun päässyt koro ei yleensä umpeudu koskaan, vaan jatkaa laajenemistaan talvesta toiseen. Kesäisin korokasieni pitää taukoa.



Tyypillinen mäntykorokan aiheuttama vaurio.
Kuva: Risto Jalkanen.

7 Kuusentalvihome (*Lophophacidium hyperboreum*)

Kuusentalvihome on ekologiaaltaan männyn talvihomeen kaltainen. Se esiintyy vain Pello – Hyrynsalmi -linjan koillispuolella pohjois-boreaalisella kasvillisuusvyöhykkeellä, mihin tieteellinen nimikin viittaa. Tauti on tuhoisa kuusen taimille lumenviipymäpaikoilla. Kuusen talvihomeen ehkäisyssä ja torjunnassa voidaan soveltaa samoja periaatteita, mitä esiteltiin männyntalvihomeen yhteydessä. Kun kuusenviljely Pohjois-Suomessa ei ole ollut kovin laajaa, ei myöskään tästä taudista ole saatu paljon kokemuksia.

8 Koivunruoste (*Melampsoridium betulinum*)

Koivunruosteesta esiintyy erilaisia rotuja, jotka ovat ilmeisesti jossakin määrin isäntäkasvispesifisiä. Pohjoisessa koivun valtalaji on hieskoivu. Niinpä myös paikalliset koivunruosterodut näyttävät infektoivan tehokkaimmin hieskoivua. Yksittäiset rauduskoivut hieskoivujen joukossa ovat usein ruosteettomia. Etelässä yhtä selvää kontrastia ei helposti löydä. Hies- ja rauduskoivun välisten kestävyyserojen lisäksi on saman lajin sisälläkin suuria eroja ruosteenkestävyydessä. Periaatteessa kestävien koivujen valinta on siis hyvin helppoa. Monilla viljelykasveilla valinnalla saavutettu ruosteenkestävyys säilyy kuitenkin korkeintaan kymmenen vuotta lajikkeita laaja-alaisesti viljeltäessä. Metsäpuiden kasvatuksessa näin lyhytaikainen valintaetu ei riitä. Kun Pohjois-Suomen luontaisten koivikoiden valtalajina tulee olemaan hieskoivu, on todennäköistä, että pienialaisissa rauduskoivikoissa ruoste vain harvoin saa aikaan merkittävää vahinkoa.

9 Abioottiset tuhot metsänviljelmillä

Merkittävimmät fysiogeeniset tuhonaiheuttajat ovat halla, kuivuus ja kevätahava. Näiden vaikutuksia on vaikea estää. Notkojen pohjilla (halla) ja lakialueilla (kevätahava) voidaan säätekijöiden äärevyyttä lievittää verhopuuston avulla.

10 Päätelmät

Sääsuhteiltaan keskimääräisen suotuisina kasvukausina metsien uudistaminen onnistuu Pohjois-Suomessa, kun se toteutetaan nykyisten suositusten mukaisesti: a) vältetään äärevillä kasvupaikoilla avohakkuita, b) valitaan puulajit kasvupaikan viljavuuden mukaan, c) käytetään alueelle sopivia alkuperiä, d) uudistusaloilla otetaan huomioon tautien aiheuttajien leviämistä edistävät ekologiset tekijät, e) uudistusalan valmistuksessa käytetään menetelmiä, joilla nopeutetaan taimikon alkukehitystä ja f) vähennetään taudinaiheuttajien leviämismahdollisuuksia sopivalla uudistusalan käsittelyllä.

Edellä esiteltyistä taudeista on nykyisin runsaasti sovellettavaa tietoa sekä tutkimusjulkaisuissa että käytännön opaskirjasissa. Pohjois-Suomessa esiintyy myös muita nykyisen tietämyksen mukaan vähemmän merkittäviä tauteja. Varsinkin lehtipuiden, koivun ja haavan, taudeista on tietoa toistaiseksi aivan liian vähän, jotta niiden merkitystä voitaisiin arvioida tai antaa suosituksia metsien uudistamisessa.

Kirjallisuus

- Jukka, L. (toim.). 1988. Metsänterveysopas. Metsätuhot ja niiden torjunta. Samerka Oy. 168 s.
- Kurkela, T. 1994. Metsän taudit. Otatieto Oy. 320 s.
- Poteri, M. (toim.). 2002. Taimituho-opas. 2. uudistettu painos. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 843. 136 s.
- Pettersson, B. ja Samuelsson, H. (toim.). 1995. Skador på barrträd. Skogsstyrelsen, Jönköping. 304 s.
- Uotila, A. & Kankaanhuhta, V. 1999. Metsätuhojen tunnistus ja torjunta. Metsälehti Kustannus. 215 s.

Hirvivahingot ja niiden vähentäminen

Risto Heikkilä

I Johdanto

Hirvien aiheuttamat taimikkovahingot ovat viime vuosina lisääntyneet koko maassa. Niitä on esiintynyt valtakunnan metsien inventoinnin (VMI 9) Etelä-Suomen tulosten mukaan selvästi enemmän viime vuosikymmenellä kuin 1980-luvulla. Yksityisille metsänomistajille maksetut korvaukset ovat vuodesta 1999 lähtien olleet ennätysellisen suuret. Suomessa käytössä oleva korvausjärjestelmä on ainutlaatuinen ja takaa mahdollisuuden luonnonvaraisen riistaeläinlajin tekemien tuhojen kompensointiin. Myös keskitetty hirvikannan säätely on ainutlaatuista. Verrattuna läntisiin naapurimaihin nämä tekijät ovat pitäneet vahinkotilanteen yleensä lähimain kohtuuden rajoissa. Viime kädessä hirvitiheyksien säätely on vapaaehtoisuuteen perustuvan päätöksenteon varassa.

Lapissa sekä taimikkotuhokorvausten kokonaismäärä että yksityistä maa-alaa kohti laskettu määrä ovat olleet maan eteläosatkin huomioiden suhteellisen suuret. 1990-luvun lopun selvästi hallitsematon tilanne antaa aiheen pohtia hirvilaidunten kantokykyyn vaikuttavia tekijöitä, kuten hirvitiheyksiä sekä ravintovarojen määrää ja niiden jakautumista.

2 Taustatekijöitä

Hirvitiheyden ohjearvoiksi on Lapin eteläosissa määritelty samat kuin Etelä-Suomessa, 2–5 yksilöä/1000 hehtaaria ja Keski-, Itä-, ja Pohjois-Lapissa 0,3–3 hirveä/1000 ha. 1990-luvun keski- ja loppupuolella tehdyjen kunnittaisten hirvilaskentojen mukaan näitä ohjearvoja ei ole ylitetty. Sen sijaan laskennat eivät osoita hirvitiheyksien tällöin laskeneen niin, että kaatomäärien jyrkkä vähentäminen olisi ollut perusteltua. Vuosi 1995 oli käännekohta, jolloin metsästäystä vähennettiin laajoilla alueilla, vaikka lentolaskennat osoittivat kannan nousua. Kysymys on siten paljolti päätöksentekoprosessista, mihin tosin osallistuu eri intressiryh-

mien edustajia. Kaatomäärien edelleen vähetessä hirvikannan tuottokyky nousi nopeasti. Vuotuisesti systemaattisten laskentojen puute ilmeisesti vaikutti siihen, ettei metsästystä tehostettu ajoissa. Kannan tiheyden voitiin kuitenkin arvioida nousseen suositusten ylärajalle ja vuonna 2001 Tervolassa ylikin.

On huomattava, että hirville on talvella tarjolla ravintoa merkittävästi pienemmillä pinta-aloilla, kuin mille hirvikannat lasketaan. Lapissa jää huomattava osa koko maapinta-alasta mahdollisten ruokamaiden ulkopuolelle. Hirville merkityksellisiä ovat metsä- ja osittain kitumaiksi luokitellut alueet, noin kolme neljäsosaa maapinta-aloista. Metsätaloudellinen hirvituhosteävyyys on luonnonolojen vuoksi muutenkin pohjoisessa pienempi kuin etelässä. Hitaasti kasvavat taimikot ovat pitkään tuhoille alttiina. Mahdollisuudet tiheiden, kestävämpien taimikoiden perustamiseen ovat usein vähäiset. Tämän vuoksi päätehakkuuseen kasvatettavan puuston tekninen laatu jää huonoksi, millä on pohjoisissa kasvuoloissa suuri taloudellinen merkitys. Puulajin vaihtaminen männyn kasvatukseen sopivimmilla mailla ei ole taloudellisesti mielekäästä. Myös hirvien muualta kuin arvokkaista taimista saama ravinto uudistuu hitaasti ja vähentää vaihtoehtoja.

3 Hirvet vaikuttavat metsäekosysteemiin

Taimikkotuhojen merkitys on tullut esille viimeaikaisissa inventoinneissa. Tuhojen vähentäminen on mahdollista suojaamalla taimikoita vuosittain latvoihin levitettävillä karkotteilla, mekaanisilla latvasuojilla tai tehokkailla monivuotisilla riista-aidoilla.

Pitkällä aikavälillä hirvien valikoiva ruokailu kuluttaa kasvillisuutta ja aiheuttaa muutoksia metsäekosysteemeissä. Puulajisuhteiden monipuolisuuden säilyttäminen on edellytyksenä metsäluonnon monimuotoisuuden säilymiselle. Jatkuvasti parhaisiin ravintovaroihin kohdistuva suuri kulutus vähentää lehtipuiden uusiutumista ja mahdollisuutta säilyttää puuston rakenteen luontainen monipuolisuus. Sen kaventesa seurausvaikutuksia saattaa syntyä myös muussa kasvi- ja eläinlajistossa. Luonnonsuojelualueilla jatkuva hirvilaidunnus voi estää metsän uudistumiselle merkityksellisen lehtipuuvaiheen kehityksen. Esimerkiksi Pisan luonnonpuistossa tehdyt havainnot osoittavat, että lehtipuiden on vaikea ylittää lumiraja jatkuvassa laidunnuspaineessa. Historiallisesti luonnontilaiset metsät uudistuivat myrskyjen ja palojen jälkeen ja tuottivat ravintoa hirville. Näiden lisääntyessä ja kuluttaessa uudistuvaa nuoreikkoa ravinto kävi vähiin ja hirvikanta romahti tai muutti pois. Nykymetsät pitävät pysyvästi yllä hirvikantaa, mikä käyttää hyväkseen myös suojelualueita, kuitenkin vailla luontaista hirvitiheyttä vähentävää seurausvaikutusta.



Kuva 1. Hirvet voivat syödä latvakasvainten ja oksien lisäksi myös puiden kuorta.
Kuva: Risto Heikkilä.

4 Metsäalueiden kantokyky

Metsäalueiden hyvyys hirvien elinpiireinä vaihtelee. Hirvilaidunten kantokykyyn vaikuttavat ravintovarot koostuvat taimikkovaiheen puustoista sekä alikasvoksista, reuna-alueista ja metsätalouden ulkopuolisista aloista. Karkeasti arvioiden voidaan tarkastella esimerkiksi 1–20 vuotiaiden metsiköiden pinta-alaosuuksia suhteessa hirvitiheyksiin. Verrattuna 1990-luvun puolivälissä tehtyihin hirvilaskentoihin nuorten metsiköiden pinta-alaosuudet olivat yhtä hirveä kohti varsin yleisesti pienentyneet 20–40 hehtaariin vuosikymmenen lopulla. Varsinkin pohjoiset olosuhteet huomioiden laidunkestävyys oli olennaisesti heikentynyt suurilla alueilla ja vastasi jopa maan eteläosien ongelmallisia hirvien talvitihentymäalueita.

Metsäalueiden kantokyvyn määrittäminen on mahdollista mittamalla saatavilla olevan ravinnon määrä metsiköiden eri kehitysluokissa. Taimikoiden kasvaessa ravinto lisääntyy ja alkaa taas vähetä 3–4 metrin pituusvaiheen jälkeen. On laskettu, että varttuneissa mäntyvaltaisissa taimikoissa hirvien saatavilla on 2000–3000 kg oksaravintoa hehtaarilla kun taas keski-ikäiset ja vanhat metsiköt voivat olla jokseenkin tyhjiä alikasvoksesta. Tietoa ravintovarojen määrästä ja jakautumisesta voidaan käyttää myös hirvien ravinnonkäytön ohjaamisessa mahdollisimman riskittömiin kohteisiin.

5 Hirvituhot keskittyvät

Luonnollisena seurauksena hirvikannan epätasaisesta ja vuodenajoin muuttuvasta jakautumisesta on myös vahinkojen keskittyminen. Kuitenkin hirvitiheydet lasketaan laajoille, satojen tuhansien hehtaarien aloille hallinnollisten rajojen perusteella. Huomattavasti pienempiin yksiköihin voidaan mitä ilmeisimmin päästä. Olisi tärkeätä selvittää minkä kokoisilla ja miten sijoittuvilla osa-alueilla voidaan pysyvämmin toimia määrittämällä hirvitiheydet ja yhdistämällä tieto metsien kantokykyyn. Hirvien elinpiirien koosta pohjoisissa oloissa on verrattain vähän tietoa kuten myös elinpiirien eri osien, reuna-alueiden ja metsätalouden ulkopuolisten alojen merkityksestä ravinnon saannissa. Hirvivahinkojen kohtuullistaminen vaatii lähitulevaisuudessa sekä tutkimusyhteistyötä että vuorovaikutusta käytännön metsänhoidon ja riistatalouden välillä.

Kirjallisuus

- Heikkilä, R. 1997. Hirvieläinten vaikutus metsiköiden kehitykseen. Metsätieteen aikakauskirja Folia Forestalia 1/1997: 63–72.
- 1998. Hirvivahinkojen estomenetelmä valitaan tilanteen mukaan. Metsästäjä 2/1998: 12–14.
- & Löyttyniemi, K. 1992. Growth response of young Scots pines to artificial stem breakage simulating moose damage. Tiivistelmä: Hirvivioitusta jäljittelevän verson katkaisun vaikutus nuoren männyn kehitykseen. Silva Fennica 26(1): 19–26.
- & Mikkonen, T. 1992. Effects of density of young Scots pine (*Pinus sylvestris*) stand on moose (*Alces alces*) browsing. Tiivistelmä: Männyntaimikon tiheyden vaikutus hirven ravinnonkäyttöön. Acta Forestalia Fennica 231. 14 s.
- & Härkönen, S. 1993. Moose (*Alces alces* L.) browsing in young Scots pine stands in relation to the characteristics of their winter habitats. Tiivistelmä: Hirven ravinnonkäyttö mäntytaimikoissa ja sen riippuvuus ympäristötekijöistä. Silva Fennica 27(2): 127–143.
- , Lilja, A. & Härkönen, S. 1993. Rauduskoivuntaimien toipuminen latvan katkeamisen jälkeen. Summary: Recovery of young *Betula pendula* trees after stem breakage. Folia Forestalia 809. 10 s.
- Härkönen, S. 1998. Effects of silvicultural cleaning in mixed pine-deciduous stands on moose damage to Scots pine (*Pinus sylvestris*). Scandinavian Journal of Forest Research 13: 429–436
- & Heikkilä, R. 2000. Suolakivet hirvien talvisen ravinnonkäytön ohjauksessa. Suomen riista 46: 66–75.

Poro ja metsä

Timo Helle, Lotta Jaakkola ja Aarno Niva

I Johdanto

Poronhoito kuuluu nykyisin niihin harvoihin lihantuotantomuotoihin, joissa karjaa kasvatetaan samassa ympäristössä, missä koti- tai hyötyeläimen villi kantamuoto on elänyt. Fennoskandiassa hoidettavan poron villi kantamuoto, tunturipeura, on elänyt läntisen ja pohjoisen Fennoskandian tunturiseuduilla. Sitä tavataan villinä edelleen useina osapopulaatioina Etelä-Norjan tuntureilla ja Kuolan niemimaalla. Historialliset tiedot (esim. Hollsten 1774, Laestadius 1832) sekä tutkimukset Kuolan tunturipeuroista (Semenov-Thian-Shanskii 1975) osoittavat, että tunturipeurat eivät ole pelkästään tunturien ja tundran asukkaita, vaan ne ovat laskeutuneet talvisin havumetsäalueelle, jossa ne käyttävät ravintonaan poronjäkäliä ja todennäköisesti myös puilla kasvavaa luppoo. 1600- ja 1700-luvuilla valtio tuki poronhoidon leviämistä valtiovallan toimesta myös etelämmäksi alueelle, jossa alunperin eli peuran toinen villi alalaji, metsäpeura. Metsäalueelle kotiutuneen poron talviravinnon perusta, poronjäkäliä ja lopot, ovat myös metsäpeuran tärkeimmät ravintokasvit Kuhmossa poronhoitoalueen eteläpuolella (Helle 1981).

Poron ravinnonsaannin parantamiseksi ja varmistamiseksi peurojen ekologista lokeroa on pyritty laajentamaan monella tavalla. Vanhan saamelaisporonhoidon muuttoliikkeet havumetsäalueen talvilaidunten ja Jäämeren rannikon kesälaidunten välillä ovat olleet pitempiä ja säännöllisempiä kuin tunturipeurojen vuodenaikaisvaellukset. Erilliset talvi- ja kesälaitumet ovat säästäneet talleamisherkkää jäkälälaidunta, ja runsasateisella rannikolla ruoho- ja heinäkasvillisuus on runsaampaa kuin sisämaan kuivilla tunturinummilli. Paikallisesti ravinnon saatavuutta on parannettu myös avaamalla ”kaivosta” lapiolla porojen apuna (Itkonen 1948); esimerkiksi Kyrön paliskunnassa näin meneteltiin vielä 1950-luvulla (Eelis Autto, suull. ilm. T. Helteelle 1978). Siellä, missä jäkälää oli niukasti, porojen koossapitäminen keski- ja kevättalvella onnistui vain luppuruokinnalla. Tämä tapahtui joko luppopuita kaatamalla tai karistamalla luppoo hangelle (Porolaidunkomissionin mietintö 1914, Itkonen 1948). Poroille tarkoitettujen ”luppokaskien” kaatamiseen antoi mah-

dollisuuden vielä vuoden 1932 poronhoitolaki, mutta käytännössä lupokasket korvautuivat kaupallisten hakkuiden poron ulottuville tuomalla lupolla. Lupon varistamista hangelle esim. oksasahan avulla harjoitetaan edelleen vähäisessä määrin.

Poron ja metsän välinen suhde on ollut ongelmallinen jo 1800-luvun loppupuolelta alkaen, ts. siitä asti kun pohjoisen metsät alkoivat saada taloudellista merkitystä nousevan metsäteollisuuden myötä. Keskuksellussa, jota on käyty myös Ruotsissa, syytökset ovat olleet molemmipuolisia. Porojen on väitetty haittaavan metsien uudistumista (vrt. kuitenkin Helle & Moilanen 1993), ja porolukujen noustessa korkeiksi 1980-luvulla huomiota kiinnitettiin myös poronhoidon muihin mahdollisiin ympäristövaikutuksiin (Hyppönen ym. 1998). Toisaalta hakkuiden haittavaikutukset ovat kiistämättömät sekä poronjäkälyn saatavuuden (Helle ym. 1990) että lupon esiintymisen suhteen (Mattila 1978). Poronhoitajien valtion metsien hakkuisiin kohdistama kritiikki on voimistunut sitä mukaa, kun vanhojen metsien pinta-ala on supistunut ja metsätalouden työllistävä vaikutus paikallistaloudessa vähentynyt.

Tässä artikkelissa porojen talvilaidunvarana tarkasteltava loppo on monella tapaa nykyisen metsätalous-poronhoito-konfliktin keskiössä, jossa ristiriidat eivät koske ainoastaan kuivia runsasjäkäläisiä kangasmaita, vaan käytännössä koko metsäpinta-alaa. Artikkelissa tarkastellaan kirjallisuustietojen pohjalta loppometsien tärkeimpiä ominaisuuksia sekä menetelmiä, joilla loppoa voidaan siirtää metsikkösukupolvelta toiselle. Erityisen kiinnostava tässä suhteessa on Suomessa vähälle huomiolle jäänyt karibu-strategia, jonka tavoitteena on ollut löytää metsäsuunnittelun keinoin kestävä tasapaino puun tuotannon ja lupolla elävien metsäkaribujen välille (Stevenson ym. 1991).

2 Lupon runsauteen vaikuttavat tekijät

Suomen poronhoitoalueella tavattavat naavamaiset puiden epifyyttijäkelät kuuluvat kolmeen sukuun, viherluppoihin (*Alectoria*), luppuihin (*Bryoria*) ja naavoihin (*Usnea*). Viherlupoista tavataan vain yhtä lajia, korpiluppoo (*A. sarmentosa*). Naavalajeja on samoin vain yksi, riippunaava (*Usnea filipendula*), jonka pohjoisimmat esiintymispaikat ovat Kuusamossa. Luppuihin kuuluu neljä lajia, kanadanluppo (*Bryoria fremontii*), mustaluppo (*B. fuscescens*), tupsuluppo (*B. furcellata*) ja lapinluppo (*B. simplicior*). Yksityiskohtaista tietoa eri lajien keskinäisestä runsaudesta koko Pohjois-Suomessa ei ole kattavasti käytössä. Tähänastiset tulokset Oulangan (Soppela 2001) sekä Pallas-Ounaksen ja Lemmenjoen kansallispuistoista (Jaakkola ym. 2002, julkaisematon) osoittavat, että valtaosa naavamaisen epifyyttilajien kokonaisbiomassasta tulee kolmen lajin, korpiluppon, kanadanluppon ja mustaluppon osalle. Korpiluppon isäntäkasvi

on useimmiten kuusi, joten korpiluppo harvinaistuu jo Metsä-Lapissa, kanadanluppoa ja mustaluppoa sen sijaan esiintyy mäntyrajalle asti.

Kolmen yleisimmän ja samalla poron kannalta tärkeimmän lupon kasvupaikkavaatimuksissa on selviä eroja (P. Helle ym. 1989, Soppela 2001). Korpiluppo viihtyy kuusivaltaisilla tuoreilla kankailla, korvissa ja soistuneilla kankailla, kun taas kanadanluppo suosii harvahkoja ja siten valoisia mäntykankaita. Mustaluppoa sen sijaan kasvaa sekä kuusiettä mäntyvaltaisissa metsissä.

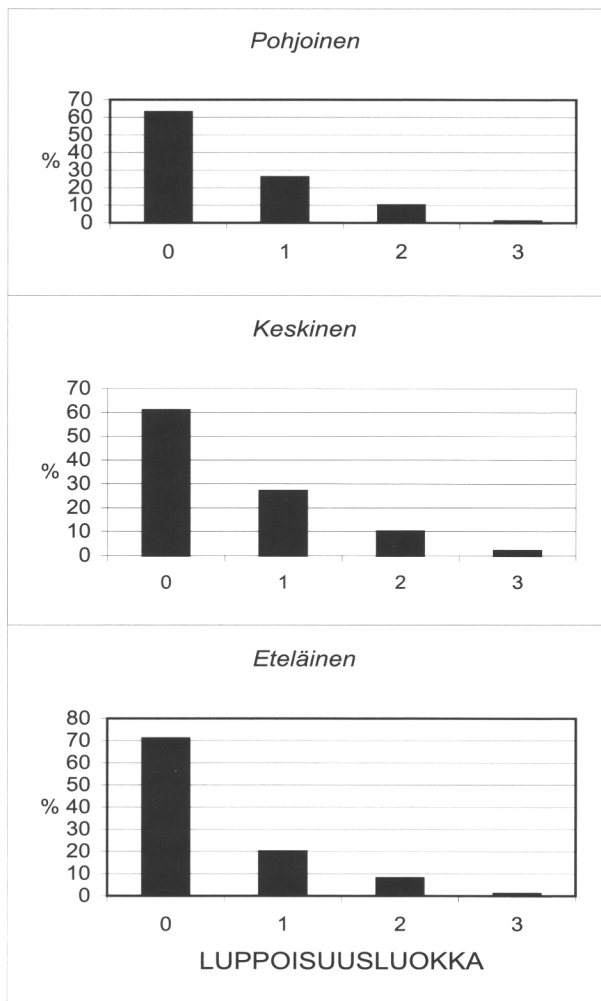
Tärkein luppojen määrää selittävä tekijä on metsikön ikä. Mattilan (1979) mukaan runsasluppoiset metsät ovat yleensä yli 100-vuotiaita ja usein 150-vuotiaita. Riippuvuus ei ole kuitenkaan lineaarinen. Alle 50-vuotiaat metsät ovat useimmiten lupottomia, ja selvästi yli 150-vuotiaissa metsissä lupon määrä alkaa vähetä, mikä johtuu puuston harvenemisestä; yksittäisten puiden luppomäärät sen sijaan voivat pysyä korkeina. Kuusen mäntyä hitaammasta kehityksestä johtuen luppokuusikot ovat usein vanhempia kuin luppomänniköt. Maantieteelliset syyt aiheuttavat eroja myös saman puulajin sisällä. Esimerkiksi Inarissa 180-vuotias männikkö on samassa biologisessa kehitysvaiheessa kuin 120-vuotias männikkö Pudasjärvellä poronhoitoalueen etelälaidalla (Mattila 1997). Poronhoitoalueen etelä- ja keskiosissa varsinaiset luppometsät ovat yleensä kuusi-, Ylä-Lapissa taas mäntyvaltaisia.

3 Nykyiset luppolaitumet

Lupon runsautta on selvitetty kattavimmin valtakunnanmetsien inventoinnin yhteydessä tehdyssä porolaiduntutkimuksessa (esim. Mattila 1979, 1997). Ensimmäisen kerran lupon määrää selvitettiin 6. inventoinnissa 1976–1978; tällä hetkellä menossa on neljäs inventointikerta. Lupon runsaus arvioitiin kullakin koealalla asteikolla 0 = ei luppoa, 1 = vähän, 2 = kohtalaisesti ja 3 = runsaasti luppoa. Lupon määrää arvioitaessa huomioon on otettu paitsi puukohtainen lupon määrä myös puuston tiheys, sillä tavoitteena oli nimenomaan koealakohtainen arvio. Varsinaisina luppolaitumina voidaan pitää luppaisuusluokkien 2 ja 3 metsiköitä; luokka 1 voi kuvastaa metsikön tulevaa luppopotentiaalia.

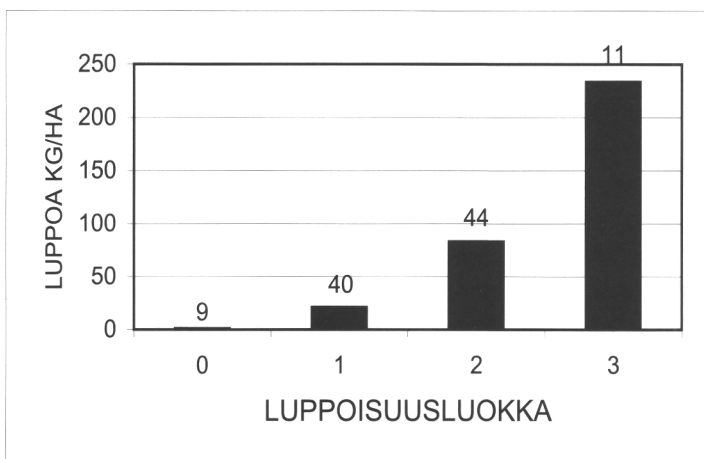
Kuvassa 1 on esitetty luppotilanne poronhoitoalueen eri osissa 1980-luvun lopulla. Alueelliset erot ovat varsin pieniä. Lupottomien koealojen määrä metsämaalla vaihteli 60 ja 70 prosentin välillä. Kohtalaisia luppometsiä oli 8–10 prosenttia ja runsasluppoisia noin yksi prosenti.

Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusaseman porohankkeen (Poronhoito ja muuttuva ympäristö) yksi tavoitteista on luppobio-massojen selvittäminen. Tällä hetkellä tuloksia on käytettävissä Oulangan kansallispuistosta Kuusamosta, jossa valtakunnanmetsien inventoinnissa käytetyille lupon runsausluokille on pyritty määrittämään heh-



Kuva 1. Luppotilanne poronhoitoalueen eri osissa 1980-luvun lopulla Mattilan (1997) mukaan. Luppoisuusluokka: 0 = ei luppoo, 1 = vähän, 2 = kohtalaisesti ja 3 = runsaasti luppoo.

taarikohtaiset biomassat (kuva 2). Eri luokkien rajoilla esiintyi jonkin verran päällekkäisyyttä. Esimerkiksi luokkaan 1 arvioidun metsikön todellinen biomassa oli suurempi kuin pienempien luokkaan 2 arvioitujen koalojen biomassa, mutta luokkien keskiarvot käyttäytyivät odotetulla tavalla. Luppo arvioitiin puukohtaisesti kultakin koevalta Stevensonin (1979) esittämällä ”verrokkiluppomenetelmällä”, joka edellyttää tiettyjen korjauskertoimien käyttöä, koska menetelmä antaa liian alhaisia biomassa-arvioita varsinkin puun keski- ja latvaosista. Poronhoitoalueelta kerätty maastoaineisto arvioidun ja mitatun biomassan eroista ja niiden korjaamiseen tarvittavista kertoimista viittaa siihen, että myös kuvan 2 arvot ovat aliarvioita.



Kuva 2. Alustavia tuloksia hehtaarikohtaisista luppobiomassoista eri loppoisuusluokissa Oulangan kansallispuistossa Kuusamossa. Pylväiden yläpuolella olevat luvut ilmaisevat tutkittujen metsiköiden määriä. Loppoisuusluokat ks. kuva 1.

Poron saatavilla olevan lupon määrä vaihtelee vuosittain huomattavasti samankin metsikön sisällä. Kaikkein epäedullisimmassa tilanteessa, ts. silloin kun lumi ei yhtään kannata loppoilevaa poroa, loppo on käytettävissä vain 1,5 m korkeudelle. Kun upottavaa lunta on runsaasti, porojen liikkuminenkin vaikeutuu, ja pahimmillaan loppo on lumen, jään tai kuuran peitossa. Tällaisia metsäporonhoidon ”painajaistalvia” on kuvannut mm. Holster (1948) Lohijärven paliskunnassa Yli-torniolla. Juuri kuvatunlaiset olosuhteet johtivat 1960-luvun lopulla katotalliin eteläisellä ja itäisellä poronhoitoalueella (Helle & Sääntti 1982). Jos poro sen sijaan pääsee syömään loppoa kantavan metrisen hangen päältä, saatavilla olevan lupon määrä viisinkertaistuu ja myös kulkeminen puulta puulle helpottuu (Helle 1982).

Kun huomioidaan ylhäältä puusta hangelle variseva loppo, saatavilla olevan lupon vuosivaihtelu kasvaa vielä dramaattisemmin. Joinain talvina ”lupposadantaa” ei esiinny juuri lainkaan, joinain talvina, kuten kuusamolaisessa Alakitkan paliskunnassa 1970-luvun alussa, porot elivät myrskyjen hangelle pudottamalla lupolla tammikuusta toukokuun alkuun (Helle 1982). Tällaisina talvina vanhoissa männiköissä loppoa varisi hangelle 15 kg/ha (kuivapaino) (Sulkava & Helle 1975). Eräässä tutkitussa yli 200-vuotiaassa kuusikossa sadanta oli 7 kg/ha/v (Kuusinen & Jukola-Sulonen 1987), yli 100-vuotiaassa kuusikossa Ruotsissa 35,5 kg/ha/v (Sparrevik 1984) ja toisessa vanhassa kuusikossa Ruotsissa 36–75 kg/ha/v (Esseen 1983). Tähän suppeaan vertailuun ei sisälly samalla alueella tehtyä mänty-kuusi-metsävertailua, joten kuusikoiden korkeampi lupposadanta jää epävarmalle pohjalle eikä saa tukea ainakaan Pohjois-Suomen kokemuseräisistä havainnoista.

Asiaa koskevasta kirjallisuudesta käy ilmi, että ”lupposadantaa” esiintyy erityisesti talvella, ja sen määrä on yhteydessä tuulen voimakkuuteen ja puihin kertyneen tykyn putoamiseen. Kolmanneksi varisevan lupon määrä on luonnollisesti riippuvainen luppobiomassasta. Lupon vuotuinen painonlisäys on noin 10 prosenttia (Helle 1975), joten varttuneissa puustoissa, joissa lupon määrä ei enää kasva, luppoo putoaa maahan keskimäärin kymmenes puuston kokonaisluppobiomassasta. Luokkaan 3 kuuluvissa metsiköissä varisevan lupon määrä olisi siten Pohjois-Suomessa keskimäärin vajaat 25 kg/ha/v.

4 Luppo alue-ekologisessa suunnittelussa

Kuvasta 1 käy ilmi, että 60–70 prosenttia valtakunnanmetsien inventoinnin metsikkökoealoista on lupottomia. Useimmiten kysymys on aukeista uudistusaloista, taimikoista tai nuorista kasvatusmetsistä (Mattila 1979). Eräs metsätalouden ja poronhoidon yhteensovittamisen peruskysymys onkin, millaisella metsäsuunnittelulla ja metsänhoidolla voitaisiin taata lupon säilyminen metsikkötasolla. On nimittäin havaintoja siitä, että luonnonmetsissä luppoo voi olla suhteellisen runsaasti jo nuorissa puissa, ainakin männyissä (Jaakkola ym. 2002, julkaisematon). Perusbiologian tasolla kysymys palautuu luppojen leviämismekanismeihin.

Esseen (1983) vertasi mm. korpilupon, eräiden muiden luppolajien (*Bryoria*) ja rihmanaavan (*Usnea longissima*) leviämismekanismeja. Luppojen leviäminen tapahtuu ensisijaisesti jäkäläfragmenttien, emoyksilöstä irronneiden eri kokoisten jäkälämurusten tai -hahtuvien avulla. Jos tällainen fragmentti putoaa tai kulkeutuu sopivalle kasvualustalle esim. tuulen mukana, siitä kehittyy uusi jäkäläyksilö. Hienorakenteiset ja siksi herkästi katkeilevat ja murentuvat lupot tuottivat fragmentteja runsaasti, kun taas sitkeistä rihmanaavoista irtosi vähemmän mutta pitempiä varren kappaleita. Niillä uuteen kasvupaikkaan, esim. oksaan kiinnittyminen onnistui ainoastaan silloin, kun rihma oli riittävän pitkä kietoutuakseen oksan ympärille. Esseen (1983) totesikin, että rihmaluppo pystyy leviämään ”kertahypyllä” vain muutamia metrejä. Sitä, kuinka tehokkaasti luppojen fragmentit leviävät reunametsästä tai hakkuulle jätetystä saarekkeesta läheiseen taimikkoon etäisyyden ja ajan funktiona, ei ole tutkittu. Tieto on kuitenkin tarpeen, jotta luppojatkuo saadaan säilymään metsikkötasolla.

Kanadassa elää metsäkaribupopulaatioita, joiden talviravinto koostuu enimmäkseen lupoista. Monien metsäkaribupopulaatioiden väheneminen on selvästi seurausta metsätalouden aiheuttamasta lupon vähenemisestä. Aiheesta on tehty viime vuosina useita tutkimuksia, joiden pohjalta on laadittu suosituksia metsienkäsittelystä jäljellä olevilla karibualueilla.

Lähtökohtina ovat karibulaidunten määrää ja laatua koskevat tutkimukset, joiden pohjalta voidaan tehdä luontaiselle suksessiolle ja erilaisille hakkuuoptioille perustuvia tulevaisuuden laidunskenaarioita. Terry ym. (2000) suosittelevat ensinnäkin, että aluetason metsätaloussuunnitelmissa on varauduttava säilyttämään riittävän laajoja alueita koskemattomina. Luppometsien säilyttämiseksi avohakkuiden sijaan suositetaan harsinta- tai eri-ikäisrakenteisen metsän hakkuuta, jossa jätettävän puuston pohjapinta-ala olisi vähintään 20 m²/ha (Terry ym. 2000, Stevenson ym. 1991, 1984). Jättopuut toimisivat loppujen ja muiden epifyyttijäkälien leviämiskeskuksina seuraavan kiertoajan metsikköön. Koska metsäkaribut suosivat väljentyneitä metsiä täystiheiden sijasta (petosopeutuma, hyvä näkyvyys) Armleder ja Stevenson (1996) katsovat, että parhaaseen tulokseen päästään ryhmittäisellä valinnalla ja 20–30 prosentin tilavuuspoistumalla. Vastaavanlaisiin johtopäätöksiin on päädytty Ruotsissa tehdyissä tutkimuksissa, joissa tosin ei ole kysymys porojen luppolaitumista, vaan puiden epifyyttijäkälien säilyttämisestä osana metsäluonnon monimuotoisuutta. Nykyisillä kiertoajoilla päätehakkuukypsän metsikön biomassassa on Ruotsissa vain noin 5 prosenttia vanhan metsän potentiaalisesta luppobiomassasta (Renhorn 1997). Hän suosittelee kiertoaikojen pidentämistä, luppopuiden ja puuryhmien jättämistä avohakkuille. Yhdeksi vaihtoehdoksi nähdään myös harsintahakkuut (Dettki & Esseen 1998).

Ontariossa Kanadassa on laskettu karibustrategian taloudellisia vaikutuksia metsätalouteen. Ensimmäisen kiertoajan jälkeen havupuun saanto pieneni 23 prosentilla nykyisiin hakkuutapoihin verrattuna (Albridge 1995). Alueellisissa mallilaskelmissa karibumallin metsätaloudelliseksi kustannuksiksi saatiin 16–32 prosentin tuoton aleneminen (McKenney & Nippers 1996). Armstrong (1998) kehottaa kuitenkin suhtautumaan laskelmiin varauksellisesti, sillä metsien käsittely tulee joka tapauksessa kehittymään luonnonmukaisempaan suuntaan karibuista riippumatta.

Poronhoito ja muuttuva ympäristö -hankkeen yhtenä käytännöllisenä tavoitteena ovat Ylä-Lappia koskevat paliskunnittaiset porotalous-metsätalousmallit. Niissä otetaan huomioon lupon lisäksi myös muut keskeiset talviravintokohteet (poronjäkäle ja metsälauha), joiden biomassat tai saatavuus ovat ilmaistavissa loppujen tavoin kasvupaikkaluokittain metsikön iän funktiona (Mattila 1981, Helle ym. 1992). Monitavoitteisen metsäsuunnittelun optimointiohjelmien avulla voidaan arvioida eri puuntuotanto-optioiden vaikutukset toisaalta porolaitumiin ja poronhoidon kustannuksiin, toisaalta paikallis- ja aluetalouteen metsätalouden välityksellä (ks. esim. Kangas & Kangas 2001). Viime kädessä kysymys on arvoalinnoista. Biologisesti tai sosioekonomisesti suuntautunut tutkimus ei voi näitä arvoalintoja tehdä. Tutkimus voi sen sijaan tarjota apua siinä, että kun tietystä puuntuotanto-optiosta päätetään, ratkaisun

biologiset, taloudelliset ja myös kulttuuriset vaikutukset ovat sekä päätöksentekoon osallistuvien että sidosryhmien tiedossa ja arvioitavissa.

Kirjallisuus

- Albridge, C. 1995. Wood supply and woodland caribou on the Nakina/Geraldton Forests and the Lac Seul Forest. Ontario Ministry of Natural Resources, NWST Technical Reports. TR-97. 93 s.
- Armleder, H. M. & Stevenson, S. K. 1996. Using alternative silviculture systems to integrate mountain caribou and timber management in British Columbia. Proceedings of the sixth North American Caribou workshop, Prince George, British Columbia, 14 March 1994. *Rangifer* 9 (Special Issue). s. 141–148.
- Armstrong, T. E. R. 1998. Integration of woodland caribou habitat management and forest management in northern Ontario – current status and issues. The Seventh North American Caribou Conference, Thunder Bay, Ontario, Canada, 19–21 August, 1996. *Rangifer*, Special Issue No. 10: 221–230.
- Dettki, H. & Esseen, P.-A. 1998. Epiphytic macrolichens in managed and natural forest landscapes: a comparison at two spatial scales. *Ecography* 21: 613–624.
- Esseen, P.-A. 1983. Ecology of lichens in boreal coniferous forests with reference to spatial and temporal patterns. PhD-dissertation. Department of Ecological Botany. University of Umeå. 147 s.
- Eriksson, O. 1981. Renens vinterdiet (Winter diet of reindeer). *Växtekologiska studier* 13: 25–46.
- Helle, P., Helle, T. & Mönkkönen, M. 1989. Lupon esiintyminen Oulangan kansallispuistossa. Summary: Abundance of arboreal lichens (*Usneaceae*) in the Oulanka National Park, northeastern Finland. Julkaisussa: Poikajärvi, H., Sepponen, P. & Varmola, M. (toim.). Tutkimus luonnonsuojelualueilla. Research activities on the nature conservation areas. *Folia Forestalia* 736: 94–98.
- Helle, T. 1975. Tutkimuksia poron (*Rangifer tarandus tarandus* L.) talvisesta laidunekologiasta Kuusamossa vv. 1970–74. Lisensiaattitutkimus, Oulun yliopisto 1975.
- 1981. Studies on wild forest reindeer (*Rangifer tarandus fennicus* Lönnerberg) and semi-domestic reindeer in Finland. *Acta Universitatis Ouluensis, Series A, Biologica* 12: 1–34.
- 1982. Peuran ja poron jäljillä. Kirjayhtymä, Helsinki. 159 s.
- & Sääntti, T. 1982. Vinterkatastrofer inom renskötseln i Finland: förluster och deras förebyggande. (Katotalvet Suomen poronhoidossa: menetykset ja niiden torjunta). *Rangifer* 2(1): 2–8.
- & Moilanen, H. 1993. The effects of reindeer grazing on natural regeneration of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8(3): 395–407.
- , Aspi, J. & Kilpelä, S. S. 1990. The effects of stand characteristics on reindeer lichens and range use by semidomesticated reindeer. *Rangifer*, Special Issue No. 3: 107–114.

- Hollsten, J. 1774. Afhandling om renen. Kongl. Vetenskaps. Acad. Handlingar 35: 124–147.
- Holster, K. 1948. Suopunginheittoja. *Poromies* 1948 (2): 21–23.
- Hyppönen, M., Penttilä, T. & Poikajärvi, H. (toim.). 1998. Poron vaikutus metsä- ja tunturiluontoon. Tutkimusseminaari Hetassa 1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 678. 141 s.
- Itkonen, T. 1948. Suomen lappalaiset vuoteen 1945. Osa II. WSOY Porvoo-Helsinki. 629 s.
- Jaakkola, L., Helle, T., Soppela, J., Niva, A. & Yrjönen, M. 2002. Luppobiomasojen riippuvuus metsikkörakenteesta Pohjois-Suomessa (julkaisematon käsikirjoitus).
- Kangas, A. & Kangas, J. 2001. Alue-ekologisten tarkastelujen integrointi metsäsuunnitteluun. Julkaisussa: Kangas, J. & Kokko, A. (toim.). Metsän eri käyttömuotojen yhteensovittaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 800: 289–293.
- Kuusinen, M. & Jukola-Sulonen, E.-L. 1987. Litterfall of epiphytic lichens and changes in species composition at four *Pinus sylvestris*-stands in Finland. (Karikkeen epifyyttijäkälälajisto ja sen muutokset neljällä mäntykoelalla). Symposium on the effects of air pollutants on forest ecosystem. Oulu, 11.–12.12.1986. *Aquila* 25: 83–89.
- Laestadius, L. L. 1832. Om vilda renen. *Tidskrift för jägare och naturforskare* 1832. s. 344–347.
- Mattila, E. 1979. Kangasmaiden luppometsien ominaisuuksia Suomen poronhoitoalueella 1976–1978. Summary: Characteristics of the mineral soil forests with arboreal lichens (*Alectoria*, *Bryoria* and *Usnea* spp.) in the Finnish reindeer management area 1976–1978. *Folia Forestalia* 417. 37 s.
- 1981. Survey of reindeer winter ranges as a part of the Finnish National Forest Inventory in 1976–1978. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99 (6): 1–74.
- 1997. Poronhoitoalueen etelä- ja keskiosien talvilaiduntunnukset metsäosittessa puuston ikäluokittain 1980-luvun alussa. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 2/1997: 201–223.
- McKenney, D. & Nippers, B. 1996. A spatial analysis of caribou-wood supply trade-offs in northwestern Ontario. Draft Reports Canadian Forest Service, Sault Ste. Marie. 42 s.
- Porolaidunkomissioonin mietintö. 1914. Helsinki. Keisarillisen Senaatin Kirjapaino. 146 s. + liitteet.
- Renhorn, K.-E. 1997. Effects of forestry on biomass and growth of epiphytic macrolichens in boreal forests. Academic dissertation. Umeå University 1997. 80 s.
- Semenov-Thian-Shanskii, O. I. 1975. The status of wild reindeer in USSR, especially in the Kola Peninsula. *Biological Papers of University Alaska, Special Report* 1: 155–161.

- Soppela, J. 2001. Lupon biomassa ja lajikohtainen vaihtelu eri kasvupaikoilla Oulangan kansallispuistossa. Metsäympäristön hoidon ja suojelun Pro gradu. Joensuu yliopisto, Metsätieteellinen tiedekunta. 52 s.
- Sparrevik, E. 1984. Trädlevande tagellaver som renbete. Kvantitativa undersökningar av några arter tillhörande släkterna *Alectoria* och *Bryoria*. Medd. Växtbiologiska inst., Uppsala 1984: 3.
- Stevensson, S. K. 1979. Effects of selective logging on arboreal lichens used by Selkirk Caribou. B. C. Ministry of Forests, Nelson. 79 s.
- , Armleder, H., Jull, M., King, D., Terry, E., Watts, G., McLellan, B. & Child, K. 1984. Mountain Caribou in Managed Forests: Preliminary Recommendations for Managers. BC Ministry of Forests, Research Branch, Victoria, BC.
- , Child, K. N., Watts, G. S. & Terry, E. L. 1991. The Mountain Caribou in Managed Forests Program: Integrating forestry and habitat management in British Columbia. Proceedings of the 5th North American Caribou Workshop. Rangifer, Special Issue No 7: 130–136.
- Sulkava, S. & Helle, T. 1975. Range ecology of the domesticated reindeer in the Finnish Coniferous forest area. Biol. Pap. Univ. Alaska Special Report 1: 308–315.
- Terry, E. L., McLellan, B. N. & Watts, G. S. 2000. Winter habitat ecology of mountain caribou in relation to forest management. *Journal of Applied Ecology* 37: 589–602.

Lapin metsähyönteistuhot ja ilmasto niiden rajaajana

Tarmo Virtanen

I Johdanto

Hirvien ja porojen aiheuttamia metsätuhoja on periaattessa helppo säädellä eläinten lukumäärää rajoittamalla ja aitauksilla. Sen sijaan hyönteistuhojen ja sientitautien kontrollointi on vaikeaa, useissa tapauksissa jopa mahdotonta. Tuhoalttiuteen vaikuttavat osaltaan metsänkäsittelytoimenpiteet, mutta myös ilmasto ja sääolot ovat tärkeitä tuhojen selittäjiä. Ennen kaikkea esiintymisen pohjoisella äärirajalla ilmaston merkitys korostuu eliöiden menestymisen säätelijänä. Usein tuhojen taustalla ovatkin ilmastolliset tekijät, jotka suoraan tai välillisesti vaikuttavat myös biottisten tuhonaiheuttajien esiintymiseen.

Artikkelini alussa luodaan lyhyt katsaus Lapin metsähyönteistuhoihin viimeisen runsaan kymmenen vuoden aikana. Sen jälkeen käsitellään yleisemmin hyönteisten sekä niiden aiheuttamien metsätuhojen ja ilmaston suhdetta nykyään ja ilmastonmuutosennusteiden valossa. Lopuksi esitän yhteenvedot tutkimuksista, joita olen tehnyt kahdesta Lapissa merkittävästä metsätuhohyönteisestä, ruskomäntypistiäisestä ja tunturimittarista.

2 Hyönteistuhot Lapissa viime vuosina

Hyönteisten aiheuttamat taimituhot ovat olleet Lapissa viime vuosina melko vähäisiä. Mäntykirva on Lapissa 1980- ja 1990-luvun aikana paikoittain vaurioittanut istutusmäntyjä ennenkaikkea korkeilla alueilla sijaitsevilla rehevillä mailla (Nikula 1993). Joitakin mäntypistiäisten aiheuttamia nuorten metsien tuhoja on tapahtunut, muutama melko laaja-alainenkin. Kärsäkkäistä tukkimiehentäi ja jossain määrin eräät muut lajit voivat aiheuttaa merkittäviä taimituhota, mutta nämä tuhot ovat painottuneet Etelä- ja Keski-Suomeen. Hyönteiset eivät näyttäneet merkittävänä tuhonaiheuttajina myöskään selvitetäessä metsänviljelyn onnistumista Lapissa (Penttinen ym. 2002).

Varttuneidenkaan puiden hyönteistuoja ei ole esiintynyt Lapissa viime vuosina erityisen merkittävästi. Ruskomäntypistiäiset ovat aiheuttaneet jonkin verran tuhoa Saariselällä. Vähäisiä pilkkumäntypistiäistuoja havaittiin 1990-luvun alussa Etelä-Lapissa, sen sijaan aivan viime vuosina esiintynyt ja jo nyt laantuva tuhoepidemia ei levinnyt Etelä-Kainuuta pohjoisemmaksi. Itä-Lapin metsävaurioprojektin yhteydessä tutkittiin männyn neulastuholaisten määriä karikesuppiloihin kertyvän papanamäärän perusteella. Tutkimuksessa havaittiin vuotuisten vaihtelujen olevan suuria, mutta suurimmat neulastuholaismäärät löytyivät silti selvästi Etelä-Lapista (Niemelä 1995). Potentiaaliset tuhoa aiheuttavat kaarnakuoriaiset, pysty- ja vaakanävertäjät sekä okakaarnakuoriainen männynllä sekä kirjanpainaaja kuusella, eivät ole viime vuosina aiheuttaneet merkittäviä tuhoja. Tunturimittari aiheutti hieman koivutuoja eräillä alueilla Käsivarressa ja Keski-Lapissa 1990-luvun alkupuolella.

3 Muuttuvan ilmaston vaikutukset hyönteislajistoon

Ilmasto asettaa tiukat rajat vaihtolämpöisten hyönteisten pohjoiselle levinneisyydelle. Esimerkikiksi Suomen suurperhosten lajilukumäärä putoaa etelärannikon runsaasta 700:sta runsaaseen 200:aan Rovaniemelle tultaessa (Virtanen & Neuvonen 1999a). Voidaan todeta, että suurperhosten lajilukumäärä vähenee pohjoiseen mentäessä keskimäärin 50 lajia per 100 kilometriä. Ravintokasvien levinneisyys selittää vähenemisestä vain pienen osan (Virtanen & Neuvonen 1999a). Tämä tarkoittaa myös sitä, että potentiaalisia tuholaislajeja on pohjoisessa vähemmän kuin etelässä. Voidaan myös yleistää, että mitä etelämmäs Euroopassa mennään, sitä merkityksellisempiä hyönteiset metsätuhojen aiheuttajina ovat.

Jos ennustettu ilmaston lämpeneminen tapahtuu, tällä on varmasti vaikutusta metsähyönteistuhojen määrään erityisesti pohjoisessa. Ilmakehän prosessien tutkijoiden ja mallintajien keskuudessa ilmaston todennäköisten muutosten pääpiirteistä vallitsee melko hyvä yksimielisyys (esim. Crowley 2000, Grassl 2000, Räisänen 2001). Lämpötilan on ennustettu nousevan muutamia asteita. Mm. Räisänen (2001) esittää 19 eri ilmastomallin keskiarvona Fennoskandian keskimääräiseksi lämpötilannousuksi seuraavan 80 vuoden kuluessa talvikuukausina 3,2 astetta, kesäkuukausina 2,0 astetta ja sadannan samanaikaisesti lisääntyvän 10 %:lla. Eri mallien ennusteissa on kyllä eroja, samoin kuin niiden tarkemmissa alueellisissa piirteissä. Vaikka vuosien välinen vaihtelu säilyykin, tämä kuitenkin tarkoittaa sitä, että ilmastovyöhykkeet siirtyisivät useampia satoja kilometrejä pohjoisemmaksi jo tämän ajanjakson kuluessa.

Jos ennustetut muutokset toteutuvat, niin tällä on varmasti positiivisia seurauksia metsien kasvuille, joskin eri puulajien reaktiot ovat erilaisia ja lajiston valtasuhteet voivat muuttua (Kellomäki & Kolström 1994). Toisaalta, hyönteiset kykenevät vastaamaan muutoksiin paljon puita nopeammin. Tämä johtuu niiden hyvästä leviämiskyvystä ja korkeasta lisääntymiskapasiteetista, joka on seurausta lyhyestä sukupolvenkiertoajasta ja suuresta potentiaalisesta jälkeläismäärästä. Ilmaston muuttumisen aiheuttamat hyönteistuhot voivat taas osaltaan vaikuttaa puulajien valtasuhteisiin (Niemelä ym. 2001).

Voidaan ennustaa, että jos ilmasto lämpenee, eteläiset lajit levittäytyvät pohjoisemmaksi. Näin on jo havaittu tapahtuvankin: Parmesan ym. (1999) raportoivat tutkimuksessaan olleista eurooppalaisista perhoslajeista 63 %:lla levinneisyysalueen siirtyneen viime vuosisadan aikana pohjoisemmaksi, ja vain 3 %:lla etelämmäksi. Nykyisessä ilmastossa suurperhosista ennen kaikkea aikuistalvehtijalajit, mutta myös valtaosa munatalvehtijoista on Suomessa levinneisyydeltään eteläisiä (Virtanen & Neuvonen 1999a). Tämä johtunee siitä, että ne ovat alttiina pakkas-kuolemille, toisin kuin yleensä lumen alla talvehtivat toukka- ja kotelotalvehtijat. Aikuis- ja munatalvehtijoiden voidaan siis ennustaa hyötävän, jos talvet lämpiävät. Munatalvehtijoissa on erityisen paljon massaesiintyjä ja siten myös tuhoja aiheuttavia lajeja.

Useille hyönteisille kesän aikainen lämpösummakertymä on erityisen tärkeä menestystekijä. Esimerkiksi suvuttomasti lisääntyvät kirvat pystyvät hyvin nopeasti lämpötilojen noustessa kasvattamaan populaatiokokoaan, ja niiden kesänaikainen sukupolvimääräkin on kesän lämpösumman säätelemä (Strathdee ym. 1995). Erityisesti kylmien kesien tiedetään rajoittavan myös kaarnakuoriaisten populaatiokokoa pohjoisessa Euroopassa (Saarenmaa 1985).

4 Ruskomäntypistiäinen

Ruskomäntypistiäinen on ollut männyn pahin neulastuholainen Suomessa viime vuosikymmeninä ja aiheuttanut merkittäviäkin kasvutappioita. Ruskomäntypistiäistuhot keskittyivät Suomessa vuosina 1960–1990 sisämaassa oleville kuiville kankaille Etelä- ja Keski-Suomeen (Virtanen ym. 1996). Tuhoja esiintyi ennen kaikkea harvapuustoisissa metsissä, toisinaan myös siemenviljelyksillä (Juutinen & Varama 1986, Virtanen ym. 1996). Maaperältään tuhoherkkien metsien määrä ja kylmien talvien todennäköisyys selittävät kohtalaisen hyvin kuntakohtaista tuohovaintojen määrää (Virtanen ym. 1996). Kovien pakkastalvien tiedetään tappavan ruskomäntypistiäisen talvehtivia munia. Kylmien talvien jälkeen tuho jää usein syntymättä. Mikäli kylmien pakkastalvien määrä vähenee tulevaisuudessa, ruskomäntypistiäisen aiheutta-

mien metsätuhojen määrä todennäköisesti kasvaa itäisessä ja pohjoisessa Suomessa, sillä alueella on runsaasti tuholle sopivia kuivia ja harva-
puustoisia mäntykankaita.

Saariselän ympäristössä jo useamman vuosikymmenen ajan jatkuneet ruskomäntypistiäistuhot olivat poikkeuksellisen voimakkaita kesällä 2000 (kuvat 1, 2 ja 3). Kesällä 2001 toukkia oli melko vähän, mutta kesällä 2002 lienee taas odotettavissa enemmän tuhoja johtuen lajin kaksivuotisesta elinkierrosta alueella. Tätä ennustaa myös viime talvena havaittu munaryhmien määrä ja niiden elinvoimaisuus (Martti Varama, henkilökohtainen tiedonanto).



Kuva 1. Ruskomäntypistiäisen vaurioittamaa männikköä. Kuvat 1–3 kuvattu Saariselän ympäristössä elokuussa 2000.



Kuva 2. Ruskomäntypistiäisen syömänuori mänty.



Kuva 3. Ruskomäntypistiäisen toukkaryhmä. Kuvat 1–3: Tarmo Virtanen.

5 Tunturimittari

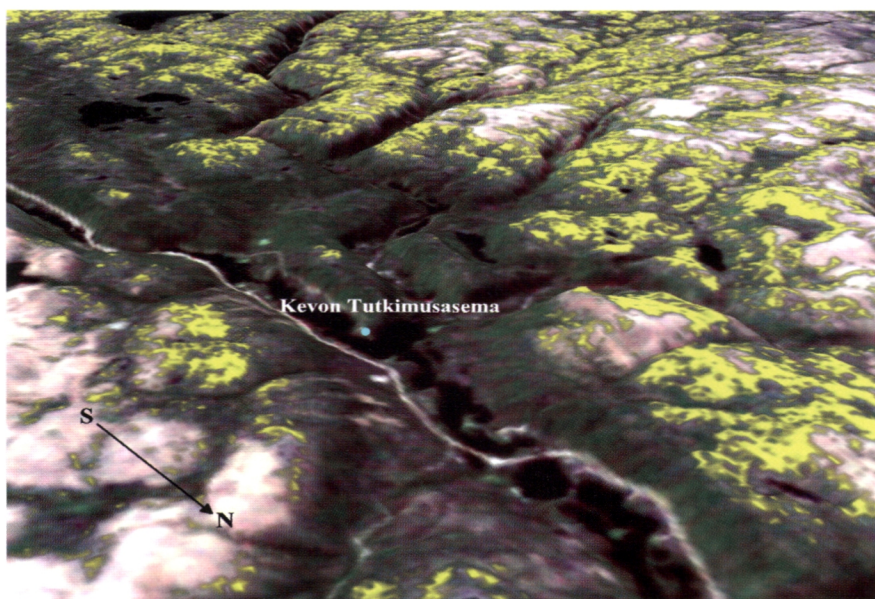
Metsätaloudellisessa mielessä tunturimittaria ei voida pitää merkittävänä tuholaisena, koska sen aiheuttamat tuhot ovat keskittyneet tunturikoivikoihin. Toisaalta sitä voitaneen pitää alueen metsähyönteisistä merkittävimpana sen aiheuttamien tuhojen laajuuden ja voimakkuuden vuoksi. Esimerkiksi päälaen Lapissa 1960-luvun puolivälissä koivikkoa kuoli 1210 km² alueella (Kallio & Lehtonen 1973, Seppälä & Rastas 1980). Lisäksi nämä koivikot ovat toipuneet melko huonosti, sillä ylä-Lapin luontokartoituksen mukaan 571 km² tästä tuhoalueesta on muuttunut tunturipaljakaksi (Sihvo 2002). Metsä-Lapissakin tuhoja on havaittu mm. 1990-luvun puolivälissä, mutta ne eivät kuitenkaan ole johdaneet laaja-alaisin koivukuolemiin (Ruohomäki ym. 1997).

Eräs tärkeä tunturimittarin tuhojen alueellista sijoittumista rajaava tekijä on talven minimilämpötila. Tunturikoivikot säästyvät tuhoilta sellaisissa paikoissa, joissa talven minimilämpötila laskee alle -36 °C (Virtanen ym. 1998). Tällaisia alueita joihin kylmä ilma talvella kerääntyy ovat tyypillisesti laaksonpohjat ja jokivarret (kuva 4).



Kuva 4. Jokilaaksossa, johon kylmä ilma on kerääntynyt, koivut ovat säästyneet 1960-luvun tuholta. Etu- ja taka-alalla on vieläkin nähtävissä kuolleita koivun runkoja. Kidisjokilaakso, n. 6 km Kevolta koilliseen. Kuvattu heinäkuussa 1995, Tarmo Virtanen.

Utsjoen valuma-alueelle tehdyssä satelliittikuvapohjaisessa kasvillisuustyyppiluokituksessa omaksi luokakseen erottui ns. vanha tunturimittarituho-alue (kuva 5). Luokitustyö on osa Suomen Akatemian rahoittamaa ARCTICA (Arctic feedbacks to global warming: a circumpolar assessment) -hanketta. Kuvassa 5 tulee esille, kuinka tuhot ovat sijoittuneet ylevämmille alueille, ja laaksonpohjat ovat säästyneet tuholta. Tuholuokka muodostuu itse asiassa runsasvarpuisista tunturikankaista, joissa koivua joko ei ole tai sen peittävyys on hyvin pieni. Satelliittikuvan perusteella on mahdotonta sanoa, onko tällainen kasvillisuustyyppi jossakin tietyissä paikassa tunturimittarituhosta tai muusta syystä johutuva. Verrattaessa ns. tuholuokan sijaintia maastohavaintoainestoon ja muihin tuhokartoituksiin (Seppälä & Rastas 1980, Sihvo 2002), se näyttää kuitenkin melko tarkasti noudattava tuhoaluetta. Tosin kivikkoisimmat tuhoutuneet koivumetsät eivät sijoittuneet tähän luokkaan. Jos nyt tulisi uusi tuho, sen laajuuden määrittäminen satelliittikuvien avulla onnistuisi paljon tarkemmin, koska tällöin olisi mahdollista tehdä ns. muutostanalyysi. Tämä tapahtuisi vertaamalla ennen tuhoa otettua ja tuhon jälkeen otettua satelliittikuvaa keskenään. Tällainen työ on jo tehty parille vuoden 1994 tuhoalueelle Pohjois-Ruotsissa ja Norjassa (Tømmervik ym. 2001). Tutkimuksessa pystyttiin hyvin erottelemaan varsinaiset tuhoalueet, joilla esiintyi koivujen paljaaksisyöntiä ja sitä seuraavaa kenttäkerroksen varpujen syöntiä.



Kuva 5. Kevon ympäristössä olevat 1960-luvun tunturimittarituhoalueet. Korkeusmallin avulla luodun pinnan päälle on venytetty 29.7.2000 tallennettu Landsat ETM 7 satelliittikuva (kanavat 3,2,1, pikselikoko 30 m x 30 m), josta luokiteltu 1960-luvun tuhoalue (keltainen väri). Kuvassa näkyvä alue runsaat 200 km². Kuvan teossa avusti Kari Mikkola.

Jotta tulevien tuho-alueiden laajuutta voitaisiin ennustaa, tunturimitarin munakuolleisuutta on mallinnettu maisematasolla paikkatietomenetelmiä ja –aineistoja hyväksi käyttäen (Virtanen ym. 1998). Maastossa tutkittiin munien kuolleisuutta ja minimilämpötiloja. Näiden havaintojen pohjalta kehitettiin malli, jonka avulla digitaalista korkeusmallia hyödyntäen pystytään ennustamaan joka talvelle munat tappavan minimilämpötilojen esiintymisen alue, kun tiedetään, mikä on ollut Kevon sääasemalla mitattu vuotuinen minimilämpötila. Jos ilmasto lämpenee ennusteiden mukaisesti, tuhoilta suojassa oleva koivumetsä Utsjoen Kevon ympäristössä pienenee tulevien 50 vuoden aikana kolmasosaan nykyisestä. Sadan vuoden kuluttua tuhoilta suojassa oleva alue on enää vain kymmenesosa nykyisestä.

Ilmaston lämpenemisellä saattaa olla myös toisensuuntaisia vaikutuksia tunturimitarituhoihin: jos myös kesät lämpenevät ennusteiden mukaisesti, tuhojen voimakkuus voikin heiketä. Tämä johtuu mm. siitä, että toukat ja kotelot joutuvat tällöin voimakkaamman loisinnan kohteeksi ja niitä todennäköisesti saalistetaan runsaammin (Karhu & Neuvonen 1998, Tanhuanpää ym. 1999, Virtanen & Neuvonen 1999b). Lämpimät kesät myös edesauttavat koivujen toipumista (Kallio & Lehtonen 1973, Niemelä ym. 2001).

6 Johtopäätökset

Vaikka viime vuosina Lapissa on säästyty huomattavilta hyönteistuhoilta, ei ole mitenkään varmaa, että näin olisi myös tulevaisuudessa. Viime vuosien uusilla alueilla (Kainuu ja Etelä-Lappi) esiintyneet pilkkumäntypistiäistuhot ja pohjoisessa Norjassa entistä laajemmalla esiintyneet tunturimitarituhot (Tenow 1996) lienevätkin yhteydessä 1990-luvun keskimääräistä lämpimämpiin vuosiin. Mikäli ilmaston lämpeneminen etenee ennusteiden mukaisesti, yllätyksiä uusien hyönteistuhojen muodossa on varmastikin tulossa.

Kirjallisuus

- Crowley, T. J. 2000. Causes of climate change over the past 1000 years. *Science* 289: 270–277.
- Grassl, H. 2000. Status and improvements of coupled general circulation models. *Science* 288: 1991–1997.
- Juutinen, P. & Varama, M. 1986. Ruskean mäntypistiäisen (*Nediprion sertifer*) esiintyminen Suomessa vuosina 1966–83. *Folia Forestalia* 662. 39 s.
- Kallio, P. & Lehtonen, J. 1973. Birch forest damage caused by *Oporinia autumnata* (Bkh.) in 1965–66 in Utsjoki, N Finland. Reports from the Kevo Subarctic Research Station 10: 55–69.

- Karhu, K. J. & Neuvonen, S. 1998. Wood ants and a geometrid defoliator of birch: predation outweighs beneficial effects through the host plant. *Oecologia* 113: 509–516.
- Kellomäki, S. & Kolström, M. 1994. The influence of climate change on the productivity of Scots pine, Norway spruce, Pendula birch and Pubescent birch in southern and northern Finland. *Forest Ecology and Management* 65: 201–217.
- Niemelä, P. 1995. Hyönteisten esiintyminen papanatuoton perusteella. Julkaisussa: Tikkanen, E. (toim.): Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Gummerus kirjapaino, Jyväskylä 1995. s. 174–175.
- , Chapin, F. S. III, Danell, K. & Bryant, J. P. 2001. Herbivory-mediated responses of selected boreal forests to climatic change. *Climatic Change* 48(2–3): 427–440.
- Nikula, A. 1993. Animals as forest pests in Finnish Lapland. Julkaisussa: Jalkanen, R., Aalto, T. & Lahti, M.-L. (toim.). Forest pathological research in northern forests with a special reference to abiotic stress factors. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 451: 22–29.
- Parmesan, C., Ryrholm, N., Stefanescu, C., Hill, J. K., Thomas, C. D., Descimon, H., Huntley, B., Kaila, L., Kullberg, J., Tammaru, T., Tennent, W. J., Thomas, J. A. & Warren, M. 1999. Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature* 399: 579–583.
- Penttinen, H., Jalkanen, R., Aalto, T., Hallikainen, V., Hyppönen, M. & Mäkitalo, K. 2002. Taimikkotuhot Lapin lain kohteilla. Tässä julkaisussa. s. 37–47.
- Ruohomäki, K., Virtanen, T., Kaitaniemi, P. & Tammaru, T. 1997. Old mountain birches at high altitudes are prone to outbreaks of *Epirrita autumnata* (Lepidoptera: Geometridae). *Environmental Entomology* 26: 1096–1104.
- Räisänen, J. 2001. Hiilidioksidin lisääntymisen vaikutus Pohjois-Euroopan ilmastoon globaaleissa ilmastomalleissa. *Terra* 113(3): 139–151.
- Saarenmaa, H. 1985. The role of temperature in the population dynamics of *Tomiscus piniperda* (L.) (Col., Scolytidae) in northern conditions. *Journal of Applied Entomology* 99: 224–236.
- Seppälä, M. & Rastas, J. 1980. Vegetation map of the northernmost Finland with the special reference to subarctic forest limits and natural hazards. *Fennia* 158: 41–61.
- Sihvo, J. 2002. Ylä-Lapin luontokartoitus: perusaineistoa erämaasuunnitteluun. Julkaisussa: Saarinen, J. (toim.). Erämaapolitiikka: pohjoiset erämaat arjen, hallinnan ja tutkimuksen kohteena. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 827: 143–154.
- Strathdee, A. T., Bale, J. S., Strathdee, F. C., Block, W. C., Coulson, S. J., Webb, N. R. & Hodkinson, I. D. 1995. Climatic severity and the response to temperature elevation of Arctic aphids. *Global Change Biology* 1: 23–28.
- Tanhuanpää, M., Ruohomäki, K., Kaitaniemi, P. & Klemola, T. 1999. Different impact of pupal predation on populations of *Epirrita autumnata* (Lepidoptera:

- Geometridae) within and outside the outbreak range. *Journal of Animal Ecology* 68: 562–570.
- Tenow, O. 1996. Hazards to a mountain birch forest – Abisko in perspective. *Ecological Bulletins* 45: 104–114.
- Tømmervik, H., Høgda, K. A. & Karlsen, S. R. 2001. Using remote sensing to detect caterpillar outbreaks in mountain birch forests – a new approach. *Julkaisussa: Wielgolaski, F. E. (toim.). Nordic mountain birch ecosystems. Butler and Tanner Ltd., Frome and London, UK. s. 241–249.*
- Virtanen, T. & Neuvonen, S. 1999a. Climate change and macrolepidopteran biodiversity in Finland. *Chemosphere – Global Change Science* 1(4): 439–448.
- & Neuvonen, S. 1999b. Performance of moth larvae on birch in relation to altitude, climate, host quality and parasitoids. *Oecologia* 120: 92–101.
- , Neuvonen, S. & Nikula, A. 1998. Modelling topoclimatic patterns of egg mortality of *Epirrita autumnata* (Lepidoptera: Geometridae) with a Geographical Information System: predictions for current climate and warmer climate scenarios. *Journal of Applied Ecology* 35: 311–322.
- , Neuvonen, S., Nikula, A., Varama, M. & Niemelä, P. 1996. Climate change and the risks of *Neodiprion sertifer* outbreaks on Scots pine. *Silva Fennica* 30(2–3): 169–177.

Kirjoittajien yhteystiedot

Metsätalousinsinööri Tarmo Aalto

Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 99301 Rovaniemi
tarmo.aalto@metla.fi

MMT Ville Hallikainen

Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 99301 Rovaniemi
ville.hallikainen@metla.fi

MMT Risto Heikkilä

Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus, 01301 Vantaa
risto.heikkila@metla.fi

FT Timo Helle

Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 99301 Rovaniemi
timo.helle@metla.fi

MMT Mikko Hyppönen

Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 99301 Rovaniemi
mikko.hypponen@metla.fi

MMM Lotta Jaakkola

Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 99301 Rovaniemi
lotta.jaakkola@metla.fi

MMT, FT Risto Jalkanen

Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 99301 Rovaniemi
risto.jalkanen@metla.fi

FM Vesa Juntunen

Metsäntutkimuslaitos, Kolarin tutkimusasema, Muoniontie 21 A, 95900 Kolari
vesa.juntunen@metla.fi

FM Samuli Kempainen

Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema Kirkkosaarentie, 91500 Muhos
samuli.kempainen@metla.fi

FT Eero Kubin

Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema, Kirkkosaarentie, 91500 Muhos
eero.kubin@metla.fi

MMT Timo Kurkela

Metsäntutkimuslaitos, Vantaan tutkimuskeskus, 01301 Vantaa
timo.kurkela@metla.fi

MH Tommi Lohi

Metsäkeskus Lappi, PL 8053, 96101 Rovaniemi
tommi.lohi@metsakeskus.fi

FM Kari Mikkola

Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 99301 Rovaniemi
kari.mikkola@metla.fi

MH Kari Mäkitalo

Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 99301 Rovaniemi
kari.makitalo@metla.fi

Metsätalousteknikko Aarno Niva

Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 99301 Rovaniemi
aarno.niva@metla.fi

Metsätalousinsinööri Jorma Pasanen
Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema, Kirkkosaarentie, 91500 Muhos
jorma.pasanen@metla.fi

Mmyo Henna Penttinen
Joensuun yliopisto, metsätieteellinen tiedekunta, PL 111, 80101 Joensuu
henna.penttinen@metla.fi

MH Mauri Timonen
Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 99301 Rovaniemi
mauri.timonen@metla.fi

MMT Martti Varmola
Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 99301 Rovaniemi
martti.varmola@metla.fi

FT Tarmo Virtanen
Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 99301 Rovaniemi
tarmo.virtanen@metla.fi

Tähän julkaisuun on koottu keskeisin tieto siitä, miten vuosituhannen vaihteessa päättyneen Lapin lain tuella toteutettu metsänuudistaminen onnistui. Julkaisu tarjoaa myös muuta ajankohtaista tutkimustietoa metsänuudistamisesta Pohjois-Suomessa. Tarkastelun kohteena ovat ilmaston, hirven ja poron vaikutukset metsänuudistamiseen. Lisäksi esitellään tuorein tieto suojametsäalueen metsien uudistumisesta. Julkaisun artikkelit pohjautuvat Metsäntutkimuslaitoksen Rovaniemen tutkimusaseman tutkimuspäivässä 2002 pidettyihin esitelmiin.

Metsänuudistaminen
ja Lapin laki

Kuva: Risto Jalakanen



Metsänuudistaminen
suojametsäalueella
ja korkeilla mailla

Kuva: Ville Hallikainen



Metsänuudistaminen
ja tuhot

Kuva: Risto Heikkilä

