

Martti Varmola ja  
Sirikka Tapaninen (toim.)

*Onko Lapin  
metsissä  
kaikki kunnossa?*

ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMA



19.12.01

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 820, 2001

# **Onko Lapin metsissä kaikki kunnossa?**

Metsäntutkimuspäivä Rovaniemellä 15.5.2001

Martti Varmola  
Sirkka Tapaninen  
(toim.)

ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMA

Varmola, M. & Tapaninen, S. (toim.). 2001. Onko Lapin metsissä kaikki kunnossa? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 820. 149 s. ISBN 951-40-1799-4, ISSN 0358-4283.

Toimittajan 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.

Kannen suunnittelu: Jouni Hyvärinen  
Taitto: Sirkka Tapaninen  
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

Tutkimuspäivän avaus <i>Kari Mielikäinen</i> .....	5
Suomi mukana Euroopan metsien terveydentilan seuranta- ohjelmassa <i>Hannu Raitio</i> .....	9
Lapin metsien terveydentila ja siihen vaikuttavat tekijät <i>Antti-Jussi Lindroos, John Derome, Martti Lindgren</i> ja <i>Hannu Raitio</i> .....	21
UV-säteily ja metsäpuiden taimet <i>Minna Turunen, Marja-Liisa Sutinen, Yrjö Norokorpi,</i> <i>Kirsti Derome, Kaisa Masson ja Esko Kyrö</i> .....	31
Uusinta tietoa tervasrososta <i>Juha Kaitera</i> .....	43
Uudet metsänhoito-ohjeet ja metsien uudistaminen Lapissa <i>Ville Hallikainen</i> .....	53
Männyn luontainen uudistaminen Lapissa <i>Mikko Hyppönen</i> .....	99
Metsänraja-alueiden uudistuminen <i>Vesa Juntunen</i> .....	121
Ihmiset haasteena metsätaloudelle ja tutkimukselle – ylälappilaisten luonnonkäytön motiiveja <i>Mikko Jokinen</i> .....	133

## *Lukijalle*

Lapin metsien kunto on puhuttanut suurta yleisöä ja metsäammattilaisia kautta aikain. Rovaniemen tutkimusasema perustettiin vuonna 1970 selvittämään metsien kuntoa, nimittäin ratkomaan metsänuudistamisessa kohdattuja vaikeuksia Lapissa. 1990-luvun suurin yksittäinen hankkeemme oli puolestaan Itä-Lapin metsävaurioprojekti, jossa tutkittiin Kuolan sulattojen vaikutuksia pohjoisiin metsäekosysteemeihin. Kymmenen vuotta ”metsävaurioiden” jälkeen on aiheellista tarkastella sitä, miten Lapin metsät nyt voivat. Tähän julkaisuun on koottu Rovaniemellä toukokuussa 2001 pidetyn tutkimuspäivän esitelmät.

Metsäntutkimuslaitoksella on vastuu Suomen metsien terveydentilan seurannasta yleiseurooppalaisessa ohjelmassa. Siihen liittyen Lapin metsien tilasta on koottu valtava määrä uutta tietoa, joka vakuuttavasti kertoo siitä, millaisia vaikutuksia ilmansaasteilla on pohjoisiin herkkiin ekosysteemeihin. Tulokset osoittavat, että suureen huoleen ei ole aihetta. Uusiakin tutkimuskohteita on tarjolla. Ultraviolettisäteily on lisääntynyt yläilmakehän otsonikerroksen ohentumisen seurauksena, ja voimistuneen säteilyn vaikutuksia metsäpuiden taimiin on tutkittu laajan tutkijaryhmän voimin. Myös uusia ”perinteisiä” taudinaiheuttajia tutkitaan Rovaniemen tutkimusasemalla. Tervasarvo on yleinen, mutta tähän saakka suhteellisen vähän tutkittu sienitauti.

Metsien uudistamisen menetelmät ja koko metsähoito-ohjeisto on uusittu 1990-luvulla. Ohjeet vaikuttavat hitaasti metsien tilaan, mutta on syytä tarkastella ohjeiden vaikutuksia myös aiemman tietämyksen valossa. Rovaniemen tutkimusasemalla on aloitettu laaja hanke metsänuudistamisen uusien ohjeiden vaikutuksista pohjoisten metsien ekologiseen, taloudelliseen ja sosiaaliseen kestävyys. Muun muassa metsien luontainen uudistaminen on lisääntynyt selvästi, ja tulokset poikkeavat metsänviljelyn antamista.

Metsän uudistuminen on etenkin metsänrajalla pitkäaikainen prosessi, mutta jo vajaan kahdenkymmenen vuoden seurantajakso kertoo metsärajalla jatkuvasti tapahtuvista muutoksista. Etenkin Ylä-Lapissa metsänrajan tuntumassa luonnonvarojen kestävä käyttö edellyttää paikallisten ihmisten osallistumista. Tutkimuspäivän artikkelisarjan päättääkin Kolarin tutkimusasemalla valmisteilla olevan väitöskirjan kysely- ja haastattelututkimusten esittely. Siinä luodetaan kolmen pohjoisimman kunnan asukkaiden mielipiteitä luontaistalouden, matkailun, luonnonsuojelun, metsätalouden ja paikallisten ihmisten virkistyskäytön yhteensovittamisesta.

Tutkimusaseman johtaja Martti Varmola

# Tutkimuspäivän avaus

***Kari Mielikäinen***

*Metsäntutkimuslaitos  
Unioninkatu 40 A 00170 Helsinki*

kari.mielikainen@metla.fi

Elämä Suomessa ja eritoten Lapissa on ollut ainaista taistelua luonnonvoimia vastaan. Katovuodet ovat seuranneet toisiaan enemmän tai vähemmän säännöllisesti. Ennen kato johti nälänhätään; nyky-Euroopassa selvittää onneksi taloudellisilla menetyksillä. Puun kasvun lihavat ja laihat vuodet ovat mitattavissa vuosirenkaista, joiden kertoma tarina ulottuu uppopuiden avulla vuosituhansien päähän menneisyyteen.

Vuosirenkaat ja säätilastot osoittavat kesän 1901 olleen lämpimimpiä miesmuistiin. Seuraava vuosi eli vuosi 1902 oli toista maata. Varhain syksyllä iskenyt, sanoisinko ”etutalvi”, iski talveen valmistautumattomaan luontoon tavalla, joka on luettavissa metsänrajan läheisyydessä kasvaneiden mäntyjen vuosilustoista. Tuhosta henkiin jääneiden puiden toipuminen kesti lähes kaksi vuosikymmentä.

Puiden kasvun elpyminen vuodesta 1920 eteenpäin oli varsin ripeää. Vuosirenkaiden leveys saattoi jopa kymmenkertaista parissa kymmenessä vuodessa. Jos ajatus kasvihuoneilmaston voimistumisesta olisi keksitty jo tuolloin, olisivat metsien kehityksestä tehtävät ennusteet osoittaneet lähes pystysuoraan taivaaseen. Näin ei ollut kuitenkaan asian laita, vaan ihmisten mielissä olivat tuolloin vielä vuosikymmenen takaiset ilmasto-ongelmat ja aina 1850-luvun loppupuolelle kestänyt niin sanottu pikku jääkausi. Ilmaston kylmenemistä silmällä pitäen laadittiin päinvastoin laki suojametsistä. Lain tavoitteena oli pohjoisten metsien varovainen käyttö tavalla, joka estäisi metsänrajan vetäytymisen etelään päin ja tunturin rinteitä alaspäin.

Suojametsälain valmistuttua metsien kasvulama oli jo hellittänyt. Ilmastokatastrofia seuranneen, vuosikymmeniä kestäneen lämpökauden aikana heräsi pikku hiljaa optimismi Lapin metsien tuotosmahdollisuuksista. Professori Gustaf Sirénin urauurtavat tutkimukset paksusammalkuusikoiden kehityksestä suuntasivat metsänuudistamista kohti viljelymänniköitä. Uudistamiselle oli myös kysyntää. Sotakorvaukset oli maksettava huomattavalta osin metsäteollisuuden tuotteilla. Myös Pohjois-Suomen metsät joutuivat tällöin tarjoamaan kortensa yhteiseen kekkoon.

Männiköiden tulevaisuus näytti aluksi varsin valoisaalta, kunnes luonto puuttui jälleen peliin. Kylmä 1960-luku koetteli jälleen kerran vahvaakin uskoa Lapin metsätalouteen. Synkimmät ennustajat arvelivat koko Lapin muuttuvan ennen pitkää puuttomaksi tundraksi. Pikku hiljaa Osaran aukeiksi ristityt hakkuualat kuitenkin metsittyivät. Lopputuloksena oli, milloin tuottavaa, milloin taas hieman vajaatuottoisempaa metsää. Metsätalous, metsätyöt ja poronhoito olivat edelleen monen haja-asutusalueen eläjän pääasiallinen toimeentulon lähde.

Niin elämä jatkui 1980-luvun puoliväliin saakka. Tuolloin alkoi pikku hiljaa kiihtyvä, laajeneva ja monipuolistuva keskustelu Lapin metsien tilasta ja käyttöarvoista. Teollisuuden käyttöön tuotettava puu ei enää ollutkaan metsien ainoa käyttömuoto. Vastakkain asettelu niin sanotun tehometsätalouden ja pehmeämmän, sanoisinko ”keräilytalouden” välillä sai uutta pontta, kun metsien virkistyskäyttö sekä maisema- ja luontoarvot nousivat lehtien otsikoihin. Ennen pitkää alettiin puhua metsien käytön puuntuotannollisen ja taloudellisen kestävyyyden ohella ekologisesta ja sosiaalis-kulttuurisesta kestävyyydestä.

Oman lisänsä monimutkaistuvaan metsäkeskusteluun toivat 1980-luvun loppupuolella saadut tiedot Kuolan niemimaan valtaisista saaste-  
päästöistä. Tästä eteenpäin Lapissa havaitut metsien terveysongelmat pantiin automaattisesti saasteiden piikkiin. Näin siitä huolimatta, että joillakin ilman laadun mittausasemilla ainoat mittarilla havaittavat saasteet olivat mittarinlukijan vanhan dieselmersun pakoputkesta tuleva rikkipitoinen savu. Samaan aikaan Keski-Euroopasta kiirivät ennusteet sikäläisistä saasteista ja niiden arvioituista vaikutuksista kuumensivat tunteita entisestään.

Laajat tutkimukset niin meillä kuin muuallakin osoittivat synkimpien ennusteiden olleen lievää rankempaa liioittelua. Koko Euroopassa valtaosa 1980-luvulla havaituista metsätuhoista oli luonnollista alkuperää. Kuivuus, kylmyys, myrskyt ja sääilmiöihin liittyvät seuranaistuhot olivat useimpien tuhojen syy. Tuhoista huolimatta koko Euroopan metsien kasvu on lisääntynyt jyrkästi vuoden 1970 jälkeen.

”Väärinkin perustein” tehdyt ilmansuojelutoimet tosin myötävaikuttivat siihen, että voimme tällä hetkellä levätä yömmе entistä rauhallisempina entistä puhtaammassa ilmassa.

Entä sitten äsken mainitsemani metsien käytön kestävyys? Kuten kaikki hyvin tiedämme, puuntuotannon kestävyuden kannalta tärkeimmät metsänhoidon toimenpiteet ovat metsien onnistunut uudistaminen, taimikoiden ja nuorten metsien hoito sekä harvennushakkuut. Valtakunnan metsien 8. inventoinnin metsänhoitokartalla oli 1990-luvun taitteessa kaksi ongelma-aluetta, Pirkanmaa ja keskinen Lappi. Pirkanmaan ongelmaksu muodostui rehevillä mailla uudelleen muotiin tullut kuusen luontainen uudistaminen, joka ei heinittymisen vuoksi onnistunut. Lapin metsien uudistamisongelman syihin ja parannuskeinoihin saamme toivon mukaan vastauksia tämän päivän aikana.

Metsän käytön sosiaalinen ja kulttuurinen kestävyys ovat mielestäni täällä Lapissa huomattavasti tärkeämpiä kysymyksiä kuin etelässä. Sosiaalinen kestävyys liittyy itse asiassa lappilaisen metsätalouden harjoittajan ja poromiehen Etelä-Suomen satunnaiseen luontoturistiin. Äkki-päätään varsin erilaisilta vaikuttavia kansanryhmiä yhdistävä tekijä on raha. Turistien Lappiin tuoma raha on nimittäin ensiarvoisen tärkeää koko Lapin säilymiselle elinkelpoisena ja asuttuna. Matkailijoiden mielenkiinnon säilyttäminen edellyttää vastavuoroisesti Lapin metsien talouskäytöltä luontoarvojen huomioon ottoa tavalla, joka saattaa vaikeuttaa kannattavaa puuntuotantoa.

Tämän päivän tutkimuspäivän otsikko on asetettu kysymyksen muotoon: ”Onko Lapin metsissä kaikki kunnossa?” Ennen kuin päivän alustajat kertovat meille totuuden, haluan palata vielä kahteen asiaan.

Kuten alussa sanoin, luonto on, paitsi ystävämme, myös kova ja armoton kilpakumppani, joka voi iskeä lyttyyn haaveemme. Viime vuosina on esitetty usein ajatus, jonka mukaan mahdollinen ilmaston lämpeneminen siirtäisi puuntuotannon painopistettä pohjoiseen päin. Tämäkin ennuste voi jonain päivänä osoittautua liian yksioikoiseksi. Ilmaston muutos saattaa pahimmassa tapauksessa kääntää elinehtonamme olevan Golf-virran suuntaa ja muuttaa Lapin ikeroudan maaksi. Vaikka näin hullusti ei kävisikään, saattaa talvisateiden ennustettu lisääntyminen vahvistaa talvista lumipeitettä tavalla, joka tekee metsien uudistumisen nykyistä vaikeammaksi.

Toinen tärkeä ja muistissa pidettävä asia on maaseudun ja koko Lapin elinkelpoisuus. On syytä muistaa, että valtakunnan taloudessa suhteellisen vähäpätöisiltä tuntuvat Lapin metsätalous ja poronhoito ovat yksittäiselle ihmiselle lähes ”elämää suurempia” kysymyksiä. Vain asuttu ja elävä haja-asutusalue mahdollistaa myös etelän ihmisen vapaa-ajan vieton Lapin ainutlaatuisissa maisemissa.

Perinteisen metsätalouden, luontaiselinkeinojen ja matkailuelinkeinojen järkevä rinnakkaiselo edellyttää tutkittua ja oikeassa muodossa esitettyä tietoa metsätuhoista, ilmastosta sekä kannattavasta, ympäristöystävällisestä metsien hoidosta ja käytöstä pienen ihmisen hyväksi.

Toivon, että tämän päivän alustukset, internet-esitykset ja keskustelut antavat meille kaikille tietoa ja uusia ajatuksia toimimaan Lapin metsien parhaaksi.

# Suomi mukana Euroopan metsien terveydentilan seurantaohjelmassa

**Hannu Raitio**

*Metsäntutkimuslaitos, Parkanon tutkimusasema  
39700 Parkano*

hannu.raitio@metla.fi

## 1 Johdanto

Keskustelu ilman epäpuhtauksien ja metsien terveydentilan välisistä vuoro-suhteista alkoi 1970- ja 1980-lukujen vaihteessa happamista sateista. Julkissa ja tieteellisessä keskustelussa syntyi tuolloin käsite ”uudentyyppiset metsävauriot”. Tosin ilman epäpuhtauksien ympäristövaikutuksia on tutkittu jo viime vuosisadalla. Englantilainen kemisti Angus Smith kuvasi hapan sateen ominaispiirteet jo vuonna 1852 tutkiessaan sateen kemian Manchesterin ympäristössä. 20 vuotta myöhemmin hän käytti julkaisussaan termiä hapan sade. Ilmansaasteiden suorista vaikutuksista, joita on havaittu kautta aikojen teollisuuslaitosten läheisyydessä, on sittemmin käytetty nimitystä ”klassiset savukaasuvauriot” erotukseksi perinteisistä sienitaudeista ja hyönteisten aiheuttamista tuhoista tai ”uudentyyppisistä metsävaurioista”.

Suomessa keskustelu ilmansaasteiden metsävaikutuksista alkoi hie-man myöhemmin kuin Keski-Euroopassa, 1980-luvun puolivälissä, ja vilkkaimmillaan se lienee ollut vuosikymmenen lopulla, jolloin perustettiin lukuisia alueellisia metsävaurioprojekteja mm. Itä-Lapin metsävaurioprojekti (1989–1993). Tätä ennen Metsäntutkimuslaitos oli osallistunut maa- ja metsätalousministeriön ja ympäristöministeriön yhteiseen

happamoitusprojektiin (HAPRO 1985–1989) ja luonut pohjan Suomen metsien terveydentilan systemaattiselle seurannalle. Aina 1990-luvun puoliväliin saakka metsien terveydentilan seuranta ja tutkimus oli-kin Metsäntutkimuslaitoksen tärkeimpiä tutkimustyön painoaloja. Sittemmin kuvaan ovat tulleet metsien monimuotoisuus, ilmaston muutoksen vaikutukset ja kestävä metsätalous sekä monet muut ajankohtaiset kansainväliset kysymykset.

## 2 Seurantaohjelman poliittinen sopimustausta

Vuodesta 1985 lähtien Suomi on osallistunut yleiseurooppalaiseen metsien kunnan seurantaohjelmaan ”The International Co-operative Programme on Assessments and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests” (ICP Forests). Tämä Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan Talouskomission (YK/ECE) alainen metsien terveydentilan seuranta-ohjelma pohjautuu kansainväliseen ilman epäpuhtauksien valtiosta toiseen tapahtuvaa kaukokulkeutumista koskevaan yleissopimukseen ”Convention on Long-range Transboundary Air Pollution” nk. Geneven yleissopimukseen. Euroopan unionin jäsenmaissa metsien terveydentilan seuranta nojautuu sitä varten vuosina 1986 ja 1994 vahvistettuihin säädöksiin ja niihin myöhemmin tehtyihin täydennyksiin. Neuvoston asetuksella (ETY) no. 3528/86 luotiin oikeudellinen perusta arviointien yhteisrahoitukselle vuonna 1986. Tällä hetkellä ohjelmaan osallistuu 15 EU:n jäsenvaltiota sekä 14 sen ulkopuolista maata. Seurannalla toteutetaan myös Strasbourgin ministerikokouksen päätöslauselmaa S1, Helsingin ministerikokouksen päätöslauselmaa H1 ja Lissabonin ministerikokouksen päätöslauselmaa L2 Euroopan metsien suojelemisesta.

Vuonna 1999 Suomelle vahvistettiin erillinen kansallinen metsä-ohjelma vuoteen 2010 (Maa- ja metsätalousministeriö 1999). Siinä metsien terveydentila on huomioitu toteamalla, että ”1980-luvulla alkanut metsien elinvoimaisuuden ja terveydentilan yleiseurooppalainen seuranta on antanut tärkeää tietoa Euroopan metsien terveydestä. Seurantaa jatketaan keskittyen entistä enemmän kaikkien stressitekijöiden vaikutuksiin. Vain riittävän pitkät aikasarjat antavat vastauksia metsiin tulevan kuormituksen merkityksestä”. Myös Euroopan unionin metsästrategiassa on korostettu metsien monitahoista toiminnallista merkitystä ja kestävä metsätaloutta.

## 3 Seurantaohjelman tavoitteet

Yleiseurooppalainen metsien terveydentilan seurantaohjelma koostuu kahdesta erillisestä toiminnosta: 1) laaja-alaisesta metsien terveydentilan seurannasta (I taso) sekä 2) intensiivisestä metsäekosysteemien seurannasta (II taso).

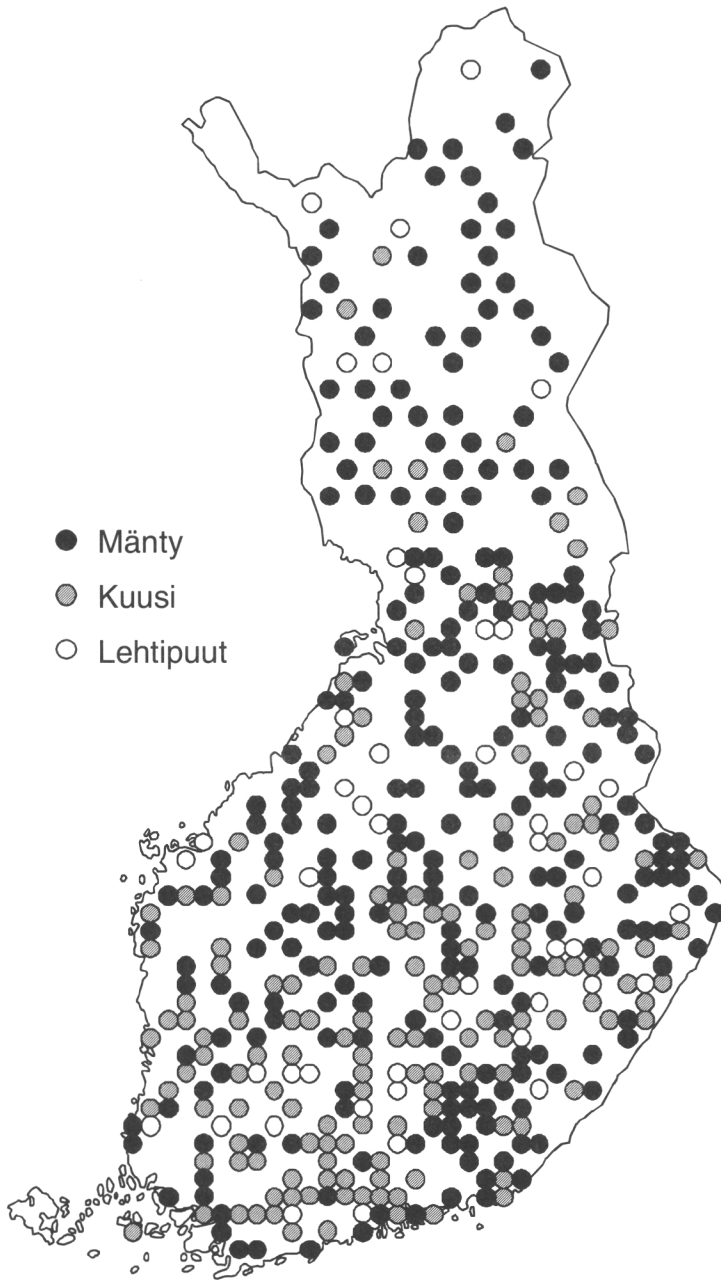
Seurantaohjelman tavoitteena YK/ECE:n uusitun strategian mukaisesti on:

1. tuottaa tietoa ympäristötekijöiden vaikutuksesta metsien kuntoon (I taso),
2. tutkia ympäristötekijöiden ja metsien kunnan välisiä riippuvuussuhteita ja seurata tärkeimpien metsäekosysteemien kehitystä (II taso),
3. tuottaa tietoa metsäekosysteemien eri osien vuorovaikutussuhteista,
4. avustaa metsien kriittisen kuormituksen laskennassa sekä lisätä yhteistyötä muiden ympäristön seurantaohjelmien kanssa,
5. tukea metsäpolitiikkaa kansallisella, eurooppalaisella ja globaalilla tasolla sekä
6. tuottaa tietoa poliittisille päättäjille ja suurelle yleisölle.

### 3.1 Laajamittainen metsien terveydentilan seuranta (I taso)

Suomessa metsien terveydentilan seurannasta vastaa Metsäntutkimuslaitos, jonka toimesta vuosittain inventoidaan puiden kunto kansainvälisesti sovituin menetelmin edustavaan otantaan perustuvissa noin 450 havaintometsikössä; nk. I taso (kuva 1). Havaintometsiköt on valittu vuonna 1985 valtakunnan metsien 8. inventoinnin 3000 pysyvää havaintokohteesta. Havaintoverkko on Etelä-Suomessa (16 x 16 km) tiheämpi kuin Pohjois-Suomessa (24 x 32 km). Lisäksi eroa on havaintopuiden lukumäärässä, Etelä-Suomessa arvioitavien puiden vähimmäismäärän tulee olla 20 kpl/havaintometsikkö ja Pohjois-Suomessa kymmenen. Normaalista harvempi havaintoverkko Pohjois-Suomessa on hyväksytty aikanaan EU:n ja Suomen välisissä sopimusneuvotteluissa Suomen liittyttyä unionin jäsenmaaksi vuonna 1995.

Puista määritetään useita eri tunnuksia: suhteellinen neulas- ja lehtikato eli harsuuntuneisuus, neulasvuosikertojen lukumäärä, oksatuhot, kuusella sekundaarioksien määrä, neulasten ja lehtien väriviat, käpy-sato, abioottiset ja bioottiset tuhot, viherleväkasvuston esiintyminen



Kuva 1. Laaja-alainen (I taso) metsien tilan seurantaverkko.

neulasilla sekä epifyyttijäkälien esiintyminen näyteoksilla. Kaikilta näytealoilta on lisäksi kerätty maanäyteet ja osasta näytealoista myös neulasnäytteet kemiallisia analyysejä varten.

Vuosia kestänyt seuranta on osoittanut, että Suomen metsät ovat vähemmän harsuuntuneita kuin useimmissa muissa Euroopan maissa ja metsiemme kuntoa voidaan muutenkin pitää tyydyttävänä. Seurannan alkuvaiheessa vuosina 1986–1989 kaikkien puulajien harsuuntuminen lisääntyi, mutta 1990-luvulla puiden latvusten kunto on kuitenkin parantunut ja säilynyt viime vuodet varsin vakaana. Harsuuntuminen johtuu Suomessa pääasiassa puuston ikääntymisestä sekä epäedullisista ilmasto- ja säätekijöistä. Koko maata tarkasteltaessa ei ole havaittu selvää yhteyttä ilman epäpuhtauksien ja puiden latvuskunnon välillä.

### 3.2 Metsäekosysteemien intensiivinen seuranta (II taso)

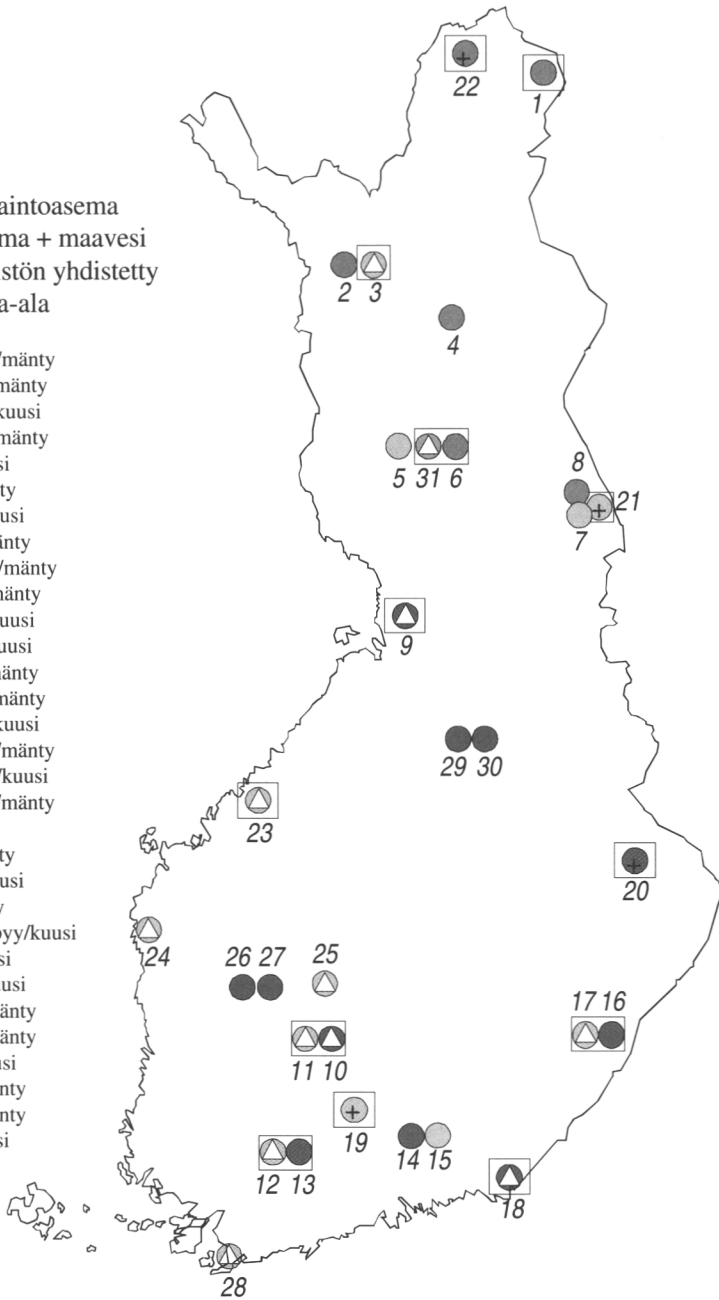
Metsäekosysteemien intensiivinen seuranta on osa yleiseurooppalaista seurantajärjestelmää, nk. II taso. Sen tavoitteena on parantaa tietämystä metsien terveydentilan ja ilman epäpuhtauksien sekä muiden stressitekijöiden välisistä vuorosuhteista. Tätä varten on perustettu yhteensä yli 800 havaintometsikköä eri puolille Eurooppaa. Euroopan unionin jäsenvaltioissa näitä on 501 ja Suomessa 31 (kuva 2).

Intensiivinen seurantaohjelma kattaa puiden latvuskunnon, kasvun sekä lehtien ja maaperän kemiallisen koostumuksen arvioinnin kaikilla havaintoaloilla. Laskeumaa seurataan jatkuvatoimisesti noin 70 prosentilla havaintoaloista, meteorologisia mittauksia 35 prosentilla sekä maaveden kemiallisia ominaisuuksia noin puolella havaintoaloista. Lisäksi pintakasvillisuus kuvataan viiden vuoden välein kaikista metsiköistä sekä vuosittain osalla havaintoaloista. Kaikkien näiden tutkimusten osalta on määritelty joukko pakollisia ja vapaaehtoisia parametrejä. Intensiiviseurannassa käytetyt mittausmenetelmät on valmisteltu eri tutkimusalojen asiantuntijaryhmissä, tällöin eri maista saatavat tulokset ovat paremmin vertailukelpoisia. Useissa maissa tutkitaan vapaaehtoisesti myös useita muita muuttujia, esim. fenologiaa, kasvitauteja, kariketta, jäkälää, sammalia, hyönteisiä, sieniä, kaasujen vaihtoa tai juurten toimintaa ja vaurioita. Metsäekosysteemien intensiivinen seuranta on suunniteltu 15–20 vuoden projektiksi.

Taulukosta 1 ilmenee lähemmin intensiivisen metsäekosysteemien seurannan aktiviteetit, havaintokohteiden lukumäärä ja arviointien tiheys.

- Mänty
- Kuusi
- △ Säähavaintoasema
- Laskeuma + maavesi
- + Ympäristön yhdistetty seuranta-ala

- 1 Sevetijärvi/mänty
- 2 Pallasjärvi/mänty
- 3 Pallasjärvi/kuusi
- 4 Sodankylä/mänty
- 5 Kivalo/kuusi
- 6 Kivalo/mänty
- 7 Oulanka/kuusi
- 8 Oulanka/mänty
- 9 Ylikiiminki/mänty
- 10 Juupajoki/mänty
- 11 Juupajoki/kuusi
- 12 Tammela/kuusi
- 13 Tammela/mänty
- 14 Lapinjärvi/mänty
- 15 Lapinjärvi/kuusi
- 16 Punkaharju/mänty
- 17 Punkaharju/kuusi
- 18 Michikkälä/mänty
- 19 Evo/kuusi
- 20 Lieksa/mänty
- 21 Oulanka/kuusi
- 22 Kevo/mänty
- 23 Uusikaarlepyy/kuusi
- 24 Närpiö/kuusi
- 25 Vilppula/kuusi
- 26 Ikaalinen/mänty
- 27 Ikaalinen/mänty
- 28 Solböle/kuusi
- 29 Pyhäntä/mänty
- 30 Pyhäntä/mänty
- 31 Kivalo/kuusi



Kuva 2. Metsäekosysteemien intensiivisen (II taso) seurannan havainto-  
metsiköt.

Taulukko 1. Intensiivisen metsäekosysteemien seurannan aktiviteetit.

Toiminto	Havintoalojen lukumäärä	Arviointien tiheys
Maa-analyysit	31	Joka 10. vuosi
Neulasanalyysit	31	Joka 2. vuosi
Puuston kasvu	31	Joka 5. vuosi
Rungon ympärysmitta	12	Tunneittain
Laskeuma	16	Kuukausittain, paitsi kesäisin kahden viikon välein
Maavesi		
- vajolysimetrit	16	Joka toinen viikko lumettomana aikana
- imulysimetrit	16	Joka toinen viikko lumettomana aikana
Meteorologia	12	
- ilman lämpötila (13 m ja 20 m)		Tunneittain
- suhteellinen ilmankosteus		Tunneittain
- maan lämpötila (-10 cm ja -20 cm)		Tunneittain
- sademäärä		Tunneittain
- tuulen nopeus		Tunneittain
- tuulen suunta		Tunneittain
- fotosynteettisesti aktiivinen säteily (PAR)		Tunneittain
- auringonsäteily		Tunneittain
- routa (-10, -20, -30, ... -100 cm)		Tunneittain
Pintakasvillisuus	31	Joka 5. vuosi
	6	Vuosittain
Karikkeet	13	Joka 2. viikko
Fenologia	5	Kolme kertaa viikossa kasvukautena

## 4 Seurantaohjelman tähänastiset saavutukset

Yleiseurooppalaisen metsien terveydentilan seurantaohjelman tulokset kuluneen 16 vuoden ajalta ovat edistäneet ilman puhtautta koskevien poliittisten päätösten täytäntöönpanoa kautta Euroopan. Sen tuloksilla on saavutettu monissa maissa ns. ”yhteiskuntarauha”. Seurannan tulokset ovat lisänneet myös yleistä tietoisuutta mesien tilasta ja parantaneet ymmärrystä metsien terveydentilan ja ympäristötekijöiden välisistä vuorosuhteista. Erilaiset vuosiraportit ja yhteenvedot ovat muodostuneet jo säännöllisiksi informaation lähteiksi kautta Euroopan (Raitio ja Kilponen 1999, De Vries ym. 2000, Lorenz ym. 2000, Metsien...2000, Ukonmaanaho ja Raitio 2000).

YK/ECE:n ja EU:n seurantaohjelmasta on muodostunut eurooppanlaajuinen yhtenäinen verkosto ja ainutlaatuinen, yhtenäinen järjestelmä, joka toimii samalla varoitusjärjestelmänä metsiä uhkaavien stressitekijöistä. Järjestelmä lienee tällä hetkellä parhaimpia maailmassa, jonka mallia seuraavat mm. monet Aasian maat perustaessaan parhaillaan vastaavia omia seurantaohjelmiaan.

Seurantaohjelma on nostanut tutkimuksen laatutason keskustelun kohteeksi ja tehnyt erinomaista työtä eurooppalaisen tutkimuksen laatutason parantamiseksi. Suomessa olemme olleet mukana kehittämässä mm. ympäristönäytteenottajien henkilösertifiointia. Olemme osallistuneet moniin ohjelman laatutasoa parantavaan pilottihankkeisiin ja tehneet erilaisia selvityksiä laadun parantamiseksi. Kuluvana vuonna ohjelman kenttähenkilökunta Suomessa sai tarvittavan koulutuksen ja sertifiikatit siitä, että he ovat päteviä näytteiden kerääjiä. Tässä suhteessa olimme ensimmäisiä koko Euroopassa. Ohjelman ansiosta laadunvarmistus ja laatujärjestelmät ovat nousemassa vahvasti esille koko metsätutkimuksen kentässä.

Ohjelma on ollut myös erinomainen foorumi poliitikkojen ja tutkijoiden kanssakäymiseen. Ohjelma on kansainvälistänyt myös suomalaista metsätutkimusta ja tehnyt maamme tunnetuksi tutkimuksen huippumaana. Ohjelman tuottamat laajat aineistot eivät ole ainoastaan ohjelman tutkijoiden käytössä, vaan aineistoista on jo nyt muodostunut kysytty kansainvälinen tutkimusmateriaali moniin ohjelman ulkopuolisiin tutkimushankkeisiin. Aineistoja käytetään myös moniin muihin seurantaohjelmiin mm. AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme) ja TEMS (Terrestrial Ecosystem Monitoring Sites database).

Aineistoja hyödynnetään myös eri maissa arvioitaessa kestävän metsätalouden toteutumista. Kansallisesti ohjelman aineistoja on Suomessa voitu hyödyntää myös alueellisissa ilmanlaadun bioindikaattoriseurannoissa.

## 5 Seurantaohjelman tulevaisuus

Päästövähennysten seurauksena happamoittavan laskeuman komponenttien sekä kaasumaisten ilman epäpuhtauksien pitoisuudet ilmassa ovat viime vuosina laskeneet. Ilman otsonipitoisuudet ovat kuitenkin kohonneet, ja otsoni lieneekin tällä hetkellä pahimpia uhkia metsien terveydentilan kannalta. Happamoituminen ei ole enää yhtä vakava ongelma kuin menneinä vuosina, vaikkakin rikkilaskeuman kriittinen kuormitus ylittyy vielä monin paikoin. Samoin vuosien myötä maahan varastoitunut rikkikuorma voi ajan myötä vielä muodostua ongelmaksi. Typpikuormitus on edelleen kautta Euroopan varsin vakava ongelma, samoin paikoin raskasmetallilaskeumat.

Luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen samoin kuin ilmaston muutoksen hallinta ovat nousseet kymmenen viime vuoden kuluessa ilman epäpuhtauksien rinnalle tärkeiksi ympäristökysymyksiksi. Muuttuneen tilanteen vuoksi sekä YK/ECE että Euroopan unioni ovat katsooneet aiheelliseksi arvioida uudelleen yleiseurooppalaisen metsien terveydentilan seurannan tavoitteita ja toteutusta. Euroopan unionin näkökulmasta asia on myös ajankohtainen siksi, että nykyiset metsien terveydentilan seurantaan koskevat asetukset umpeutuvat vuonna 2001.

YK/ECE:n arviointityön aloitti tohtori Tom Brydges arvioimalla kaikki ICP-ohjelmat. Arviossaan Brydges kritisoi varsin voimakkaasti etenkin ICP metsäohjelman I tason toimintaa, kun taas ympäristön yhdenmenny seuranta sai osakseen paljon kiitosta. Ulkoisen arvioinnin jälkeen toteutettiin ohjelman sisäinen arviointi, jonka tekivät asiantuntijaryhmien puheenjohtajat (Hausmann ja Lorenz 2000). Sisäisen ja ulkoisen arvioinnin pohjalta ICP metsäohjelman Task Force-kokous hyväksyi toukokuun lopulla vuonna 2000 ohjelman uudelleen muotoillut tavoitteet, jotka kuitenkin pidättäytyvät varsin tiukasti edelleen nk. Geneven yleissopimuksen pohjalle. Uusien tavoitteiden taustalla on kuitenkin nähtävissä selvää avautumista, jonka tavoitteena on olemassa olevan aineiston pohjalta löytää vastauksia myös muihin ympäristökysymyksiin kuin pelkästään happamoitumiskysymykseen.

Rinnan ICP:n metsäohjelman arviointien ja tavoitteiden uudelleen muotoilun kanssa Euroopan unioni aloitti omien säädöstensä uusimisen teettämällä oman ulkoisen arviointinsa sekä järjestämällä aihetta käsittelevän laaja-alaisen seminaarin Brysselissä toukokuussa vuonna 2000. Tätä ennen oli käyty monia kahdenkeskisiä keskusteluja komission edustajan sekä eri kansainvälisten sopimusosapuolien ja organisaatioiden kanssa. EU:n tavoitteena on huomattavasti avoimempi ja ennen kaikkea koordinoitumpi seuranta kuin YK/ECE:llä. Europarlamentin käsittelyyn uudet asetusluonnokset tullevat joko tänä tai ensi vuonna.

Ohjelman tuottamia aineistoja on yhä enenevässä määrin hyödynnetty sekä kotimaisessa että kansainvälisessä tutkimusyhteistyössä. Sekä YK/ECE:n että EU:n seurantaohjelman sisäisissä arvioinneissa on lisäksi korostettu ohjelman ulkopuolisten aineistojen laajempaa hyväksikäyttöä tarkasteltaessa ohjelman tuottamia aineistoja. Samoin huomiota on kiinnitetty tuotettujen aineistojen laatuun. Sekä Euroopan unionin että YK/ECE:n tavoitteena on luoda uudesta seurantaohjelmasta nykyistä ohjelmaa kattavampi, monitavoitteinen metsien tilan seurantajärjestelmä. Jatkossa kiinnitetään entistä enemmän huomiota mm. otsonin vaikutuksiin sekä ravinne- ja hiilivirtoihin. Tavoitteena on myös tehostaa sekä tutkijoiden keskinäistä että ohjelman ja poliittisten päättäjien välistä vuorovaikutusta.

Seurantaohjelman poliittista sopimustaustaa tulevat vahvistamaan mm. äskettäin allekirjoitettu kansainvälinen Göteborgin pöytäkirja happamoitumisen, rehevöitymisen ja alailmakehän otsonin torjumisesta, eli rikin, typen oksidien ja VOC (Volatile Organic Compounds) -päästöjen vähentämisestä, EU:n puitedirektiivi ilmanlaadun arvioinnista ja hallinnasta, otsonia koskeva tytärdirektiivi, päästädirektiivi sekä tietenkin Kioton ilmastopimus.

## Kirjallisuus

- De Vries, W., Reinds, G.J., van Kerkvoorde, M.S., Hendriks, C.M.A., Leeters, E.E.J.M., Gross, C.P., Voogd, J.C.H., & Vel, E.M. 2000. Intensive Monitoring of Forest Ecosystems in Europe. Technical Report 2000. UN/ECE & EC, Bryssel ja Geneve. 191 s.
- Hausmann, Th., & Lorenz, M. (toim.). Internal Review of ICP Forests. UN/ECE 2000. 133 s.
- Lorenz, M., Becher, G., Fischer, R., Seidling, W. 2000. Forest Condition in Europe. Results of the 1999 crown condition survey. 2000 Technical Report. EC & UN/ECE, Geneve ja Bryssel. 86 s + liitteet.

- Maa- ja metsätalousministeriö. 1999. Kansallinen metsäohjelma 2010. MMM:n julkaisu 2/1999. 38 s.
- Metsien tila Euroopassa. Kertomus vuodelta 2000. YK:n Euroopan talouskomissio ja Euroopan komissio. Liittovaltion metsätalouden ja metsätuotteiden tutkimuskeskus (BFH). Geneve ja Bryssel. 33 s.
- Raitio, H. & Kilponen, T. 1999. Forest Condition Monitoring in Finland. National Report 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 743. 147 s.
- Ukonmaanaho, L. & Raitio, H. 2000. Forest Condition Monitoring in Finland. National Report 1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 782. 151 s.



# Lapin metsien terveydentila ja siihen vaikuttavat tekijät

***Antti-Jussi Lindroos<sup>1)</sup>, John Derome<sup>2)</sup>,  
Martti Lindgren<sup>1)</sup> ja Hannu Raitio<sup>3)</sup>***

*Metsäntutkimuslaitos*

*<sup>1)</sup> Vantaan tutkimuskeskus, PL 18, 01301 Vantaa*

*<sup>2)</sup> Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 96301 Rovaniemi*

*<sup>3)</sup> Parkanon tutkimusasema, 39700 Parkano*

antti.lindroos@metla.fi, john.derome@metla.fi,  
martti.lindgren@metla.fi, hannu.raitio@metla.fi

## 1 Johdanto

Kuolan niemimaalla sijaitsevien kupari- ja nikkelisulattojen rikki- ja raskasmetallipäästöjen vaikutuksia metsäekosysteemeihin Suomen Lapissa tutkittiin 1990-luvun alkupuolella laajasti osana Itä-Lapin metsävaurioprojektia (Tikkanen 1995). Projektiin kuului metsiin ja metsämaahan kohdistuvan laskeuman sekä vajoveden kemiallisen koostumuksen tutkimuksia. Laskeumatutkimusten mukaan rikin märkälasseuma oli Lapissa yleisesti varsin alhainen huolimatta Kuolan alueen päästöistä (Anttila 1995, Derome ym. 1995). Huomio kiinnittyi tuolloin Sevettijärven alueella metsämaahan kohdistuvaan rikkilasseumaan ja siihen mahdollisesti vaikuttavaan Jäämereltä kulkeutuvaan rikkiin sekä luontaiseen ravinnekiertoon puuston ja maaperän välillä. Metsämaasta kerätyn vajoveden kemiallisen koostumuksen perusteella maaperän puskuri-kyky happamuutta vastaan oli Lapin mäntykohteilla yleisesti hyvä, ja vajoveden happamuudesta riippuvainen alumiinipitoisuus oli kaikilla kohteilla selvästi alempi kuin puiden juurille ja mykorrhitsoille haitallisenä pidetyt pitoisuudet (Niska ym. 1995, Lindroos 1998).

Suomi on vuodesta 1985 lähtien osallistunut yleiseurooppalaiseen metsien terveydentilan seurantaohjelmaan (ICP-Forests). Puiden kunto inventoidaan vuosittain koko maan kattavalla seurantaverkolla. Metsien kunnan ja erilaisten stressitekijöiden riippuvuutta on lisäksi tutkittu osana seurantaohjelmaa vuodesta 1995 lähtien 31 havaintometsikössä eri puolilla Suomea (Raitio ja Mäkinen 2000). Useat seurantaohjelman kohteet sijaitsevat Pohjois-Suomessa, joten niiden tuottaman tiedon perusteella voidaan arvioida myös Lapin metsien terveydentilaa ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

Tämän raportin tarkoituksena on esitellä uusimpia tutkimustuloksia yleiseurooppalaisesta metsien terveydentilan seurantaohjelmasta 1990-luvun lopulta Pohjois-Suomesta. Käsiteltäviä kokonaisuuksia ovat 1) happamoittavien yhdisteiden laskeumatilanne, 2) vajoveden koostumus metsämaan kemiallisen tilan indikaattorina, 3) neulasten kemiallinen koostumus ja 4) puiden harsuuntumistilanne. Uusimpia laskeuma- ja vajovesituloksia verrataan Itä-Lapin metsävaurioprojektin vastaaviin tuloksiin 1990-luvun alkupuolelta.

## 2 Aineisto ja menetelmät

Laskeumaa kerätään ICP-Forests -ohjelmassa avoimella paikalla ja metsikössä 8 mäntyalalla ja 8 kuusialalla eri puolilla Suomea. Tässä raportissa käsiteltävät tulokset ovat vuosilta 1997–1999. Pohjois-Suomen mäntyalat sijaitsevat Ylikiimingissä, Kivalossa sekä Sevettijärvellä ja kuusialat Oulangalla, Kivalossa ja Pallasjärvellä (Raitio tässä julkaisussa, s. 14, kuva 2). Laskeumanäytteitä kerätään jatkuvasti ympäri vuoden 2–4 viikon välein. Laskeumaa kerätään metsikössä (metsikkösadanta) 20 sadevesikeräimellä lumettomana aikana ja 6–8 lumikeräimellä talvella. Keräimet on sijoitettu systemaattisesti näytealalle. Tutkimusmetsikön viereisellä avoimella paikalla laskeumaa kerätään kolmella sadevesikeräimellä ja kahdella lumikeräimellä.

Vajovettä kerätään metsämaasta neljän viikon välein lumettomana aikana samoilta 16 kohteelta, jossa tutkitaan myös laskeumaa. Näytteet kerätään vajovesilysimetreillä syvyyksiltä 5, 20 ja 40 cm maanpinnasta. Näytealalla on 5 lysisimetriä jokaisella syvyydellä. Maannostyyppi näytealoilla on podsoli. Mäntyalojen maaperä koostuu lajittuneesta aineksesta ja kuusialojen moreenista. Laskeuma- ja vajovesinäytteistä analysoidaan useita kemiallisia tunnuksia ICP-Forests -ohjelman manuaalin mukaisesti (Manual... 1998). Tässä raportissa ICP-Forests -ohjelman las-

keuma- ja vajovesituloksia verrataan Itä-Lapin metsävaurioprojektin tuloksiin vuosilta 1990–1993 (Niska ym. 1995). Itä-Lapin metsävauriotutkimuksessa käytettiin vastaavan tyyppisiä menetelmiä kuin yleis-eurooppalaisessa seurantaohjelmassakin (Derome ym. 1991).

Tässä raportissa esitettävät neulaskemiatulokset ovat ICP-Forestsin intensiivisen seurannan mänty- ja kuusialoilta (Raitio tässä julkaisussa, s. 14, kuva 2). Neulasnäytteet (C, C+1) kerättiin elävän latvuksen ylimmästä kolmanneksesta vuosina 1995 ja 1997. Menetelmät ja analyysit on kuvannut tarkemmin Raitio (1999).

Puiden harsuuntumistulokset on saatu koko maan kattavasta laaja-alaisesta havaintoverkostosta (Raitio tässä julkaisussa, s. 12, kuva 1). Männyn harsuuntuminen arvioidaan elävän latvuksen ylimmästä kahdesta kolmanneksesta ja kuusen elävän latvuksen ylemmästä puoliskosta. Harsuuntumislukua arvioidaan 5 %:n luokissa. Aineiston ja menetelmät on kuvannut tarkemmin Lindgren (2000).

## 3 Tulokset ja niiden tarkastelu

### 3.1 Laskeuma

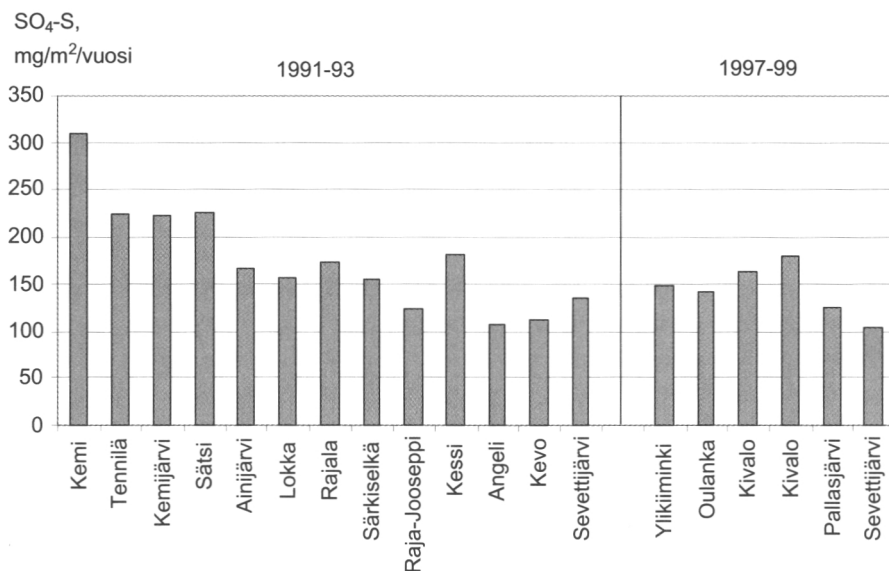
Sulfaattirikin laskeuma avoimella paikalla ja metsikkösadannassa oli Pohjois-Suomen mänty- ja kuusikohteilla selvästi alempi kuin Keski- ja Etelä-Suomen kohteilla vuonna 1999 (Lindroos ym. 2001). Rikkilaskeuma kohosi kaikilla kohteilla sadeveden kulkiessa latvuserroksen läpi, koska latvuksesta huuhtoutuu mm. rikin kuivalaskeumaa metsikkösadantaan. Tutkimusmetsiköiden sisällä metsikkösadannan sulfaattilaskeuma oli Pohjois-Suomen mäntykohteilla (Ylikiiminki, Kivalo, Sevettijärvi) ja kuusikohteilla (Oulanka, Kivalo, Pallasjärvi) kaikilla alle 200 mg S/m<sup>2</sup> vuonna 1999. Laskeumataso oli siten hyvin alhainen Etelä-Suomeen tai Keski-Eurooppaan nähden (Metsien...2000). Koko Suomen verkostossa metsämaahan kohdistuva sulfaattilaskeuma oli korkein Punkaharjun kuusialalla, lähes 600 mg S/m<sup>2</sup> vuonna 1999.

Merestä peräisin olevan sulfaatin osuus avoimen paikan ja metsikkösadannan sulfaattirikin laskeumasta oli vuonna 1999 yleisesti noin 5 % lukuunottamatta Sevettijärven mäntyalaa. Sevettijärvellä merisulfaatin osuus koko sulfaattilaskeumasta oli noin 10 % Jäämeren läheisyyden takia. Sevettijärven mäntyala sijaitsee vain noin 70 km päässä Nikelin kupari-nikkelisulatosta Kuolan niemimaalla, joka on merkittävä rikki-dioksidin päästölähde. Avoimen paikan ja metsikkösadannan rikki-

laskeuma oli kuitenkin alhaisin Sevettijärvellä verrattuna muihin mäntykohteisiin Suomessa vuonna 1999 (Lindroos ym. 2001).

Kuvassa 1 on verrattu sulfaattirikin vuotuista laskeumaa avoimella paikalla vuosina 1991–1993 Itä-Lapin metsävaurioprojektin verkostossa ja vuosina 1997–1999 ICP-Forests –ohjelman seuranta-aloilla Pohjois-Suomessa. Rikkilaskeuma näyttäisi vähentyneen 1990-luvun loppua kohden varsinkin Pohjois-Suomen eteläosissa. Myös Sevettijärvellä laskeuma oli vuosina 1997–1999 hieman alempi kuin 1991–1993. Sevettijärven laskeumataso ei myöskään noussut korkeammaksi kuin Lapin yleinen laskeumataso huolimatta Kuolan alueen päästöistä.

Avoimen paikan nitraatti- ja ammoniumtyppilaskeumat olivat myös varsin alhaisia kaikilla Pohjois-Suomen seuranta-aloilla vuonna 1999 (<150 mg N/m<sup>2</sup>). Laskeumatason olivat selvästi korkeampia Etelä-Suomessa (Lindroos ym. 2001).

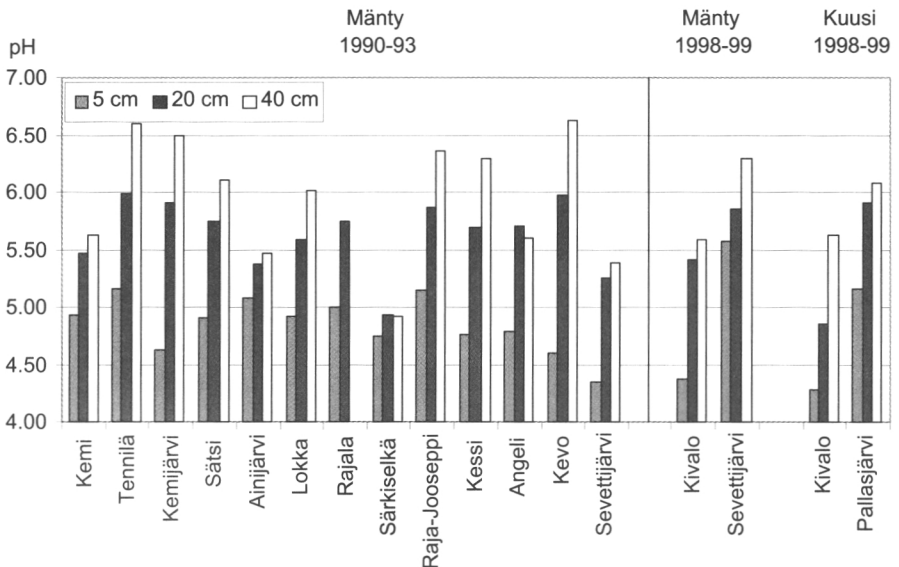


Kuva 1. Sulfaattirikin vuotuinen laskeuma avoimella paikalla Pohjois-Suomessa (keskiarvo). Vuosien 1991–1993 aineisto on Itä-Lapin metsävaurioprojektin havaintoaloilta. Vuosien 1997–1999 aineisto on ICP-Forests:n havaintoaloilta. Havaintoalat on järjestetty molemmissa aineistoissa etelästä pohjoiseen (vasemmalta oikealle).

### 3.2 Vajoveden koostumus happamoitumisen indikaattorina

Metsämaasta kerättävän vajoveden koostumusta käytetään maaperän kemiallisen tilan indikaattorina kuten osoittamaan maaperän happamoitumistilannetta ja puskuriokykyä happamoitumista vastaan. Happamoitumisteorian mukaan hapan rikki- ja typpilaskeuma voivat lisätä metsämaan vajoveden happamuutta, mikä puolestaan kohottaa alumiinipitoisuutta vedessä. Korkeat alumiinipitoisuudet voivat haitata puiden juurten ja mykorritsojen toimintaa. Maaperän happamoitumista ja alumiinikysymystä tutkittiin runsaasti Itä-Lapin metsävaurioprojektissa. Happamoitusprosessit olivat kiinnostuksen kohteina 1990-luvun alussa yleisenä ilmiönä ja suhteessa Kuolan päästöihin. Vastaavia aiheita tutkitaan myös yleiseurooppalaisessa metsien terveydentilan seurannassa.

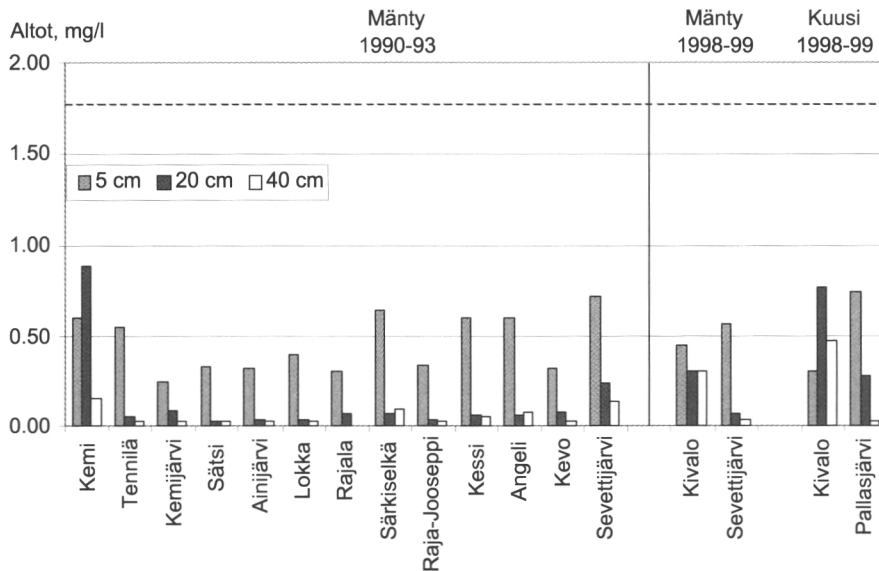
Kuvassa 2 on esitetty metsämaasta syvyyksiltä 5–40 cm kerätyn vajoveden pH vuosina 1990–1993 Itä-Lapin metsävaurioprojektin verkostossa ja vuosina 1998–1999 ICP-Forests'n havaintoaloilla Pohjois-Suo-



Kuva 2. Vajoveden pH-mediaani syvyyksillä 5, 20 ja 40 cm maanpinnasta Pohjois-Suomen havaintoaloilla. Vuosien 1990–1993 aineisto on Itä-Lapin metsävaurioprojektin mäntyaloilta (Niska ym. 1995). Vuosien 1998–1999 aineisto on ICP-Forests'n mänty- ja kuusialoilta. Havaintoalat on järjestetty molemmissa aineistoissa etelästä pohjoiseen (vasemmalta oikealle).

messa. Tutkituilla kohteilla ajankohdasta ja puulajista riippumatta havaittiin yleisesti voimakas pH:n kohoaminen syvyyden kasvaessa, mikä heijastaa maaperän kykyä neutraloida ja puskuroida happamuutta. Puskurikyvyn selvää heikentymistä ei pH-jakaumien perusteella ole havaittu.

Maaveden alumiinipitoisuuden haitallista tasoa kasvien kannalta on yksiselitteisesti vaikea osoittaa. Toksiseksi pitoisuudeksi on kuitenkin usein esitetty noin 1,8 mg/l (esim. De Vries 1993). Laboratoriokokeissa taimilla on tosin tarvittu selvästi korkeampia pitoisuuksia kasvun pysäyttämiseksi (Arovaara ja Ilvesniemi 1990). Pohjois-Suomen mäntyaloilta vuosina 1990–1993 sekä mänty- ja kuusialoilta vuosina 1998–1999 määritetyt vajoveden kokonaisalumiinipitoisuudet olivat joka tapauksessa hyvin matalia verrattuna esimerkiksi raja-arvoon 1,8 mg/l (kuva 3). Lisäksi suuri osa alumiinista on maan pintaosassa myrkyttöminä orgaanisina muotoina (Lindoos ym. 1995). Vajoveden alumiinipitoisuus



Kuva 3. Vajoveden Al-pitoisuuden mediaani syvyyksillä 5, 20 ja 40 cm maanpinnasta Pohjois-Suomen havaintoaloilla. Vuosien 1990–1993 aineisto on Itä-Lapin metsävaurioprojektin mäntyaloilta (Niska ym. 1995). Vuosien 1998–1999 aineisto on ICP-Forestsin mänty- ja kuusialoilta. Havaintoalat on järjestetty molemmissa aineistoissa etelästä pohjoiseen (vasemmalta oikealle). Kuvaan on merkitty toksisuusraja (De Vries 1993).

ei siten näyttäisi olleen haitallisella tasolla metsäkasvillisuuden kannalta millään tutkitulla kohteella. Myös vajoveden Ca/Al- moolisuhde oli Pohjois-Suomen aloilla yleisesti korkeampi kuin raja-arvo 1,0 (De Vries 1993). Haittavaikutuksia voi teoriassa esiintyä tätä rajaa pienemmillä arvoilla.

### 3.3 Neulasten kemiallinen koostumus

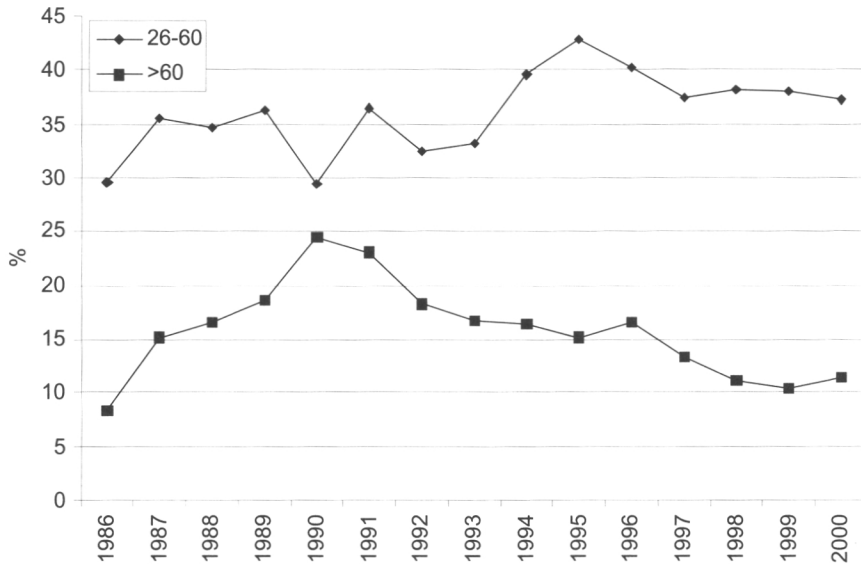
Männyn neulasten kuparipitoisuus oli hieman korkeampi Sevettijärvellä verrattuna muihin ICP-Forestsin seuranta-aloihin Suomessa. Tämä johtuu todennäköisesti kuparilaskeumasta, joka saa alkunsa Kuolan niemimaan raskasmetallipäästöistä. Tämä käy ilmi nuorimpien ja niitä vuotta vanhempien neulasten aineistosta (C ja C+1 neulaset), joka kerättiin seurantaverkostosta eri puolilta Suomea vuosina 1995 ja 1997 (Raitio 1999). Nuorimpien männyn neulasten kuparipitoisuus oli suurimmillaan Sevettijärvellä noin 4 mg/kg. Muualla Suomessa kuparipitoisuudet jäivät yleisesti alle 3 mg/kg. Vuotta vanhempien neulasten kuparipitoisuus Sevettijärvellä oli yli 3 mg/kg ja muualla Suomessa pitoisuudet jäivät yleisesti alle 2,5 mg/kg.

Myös Jäämeren vaikutus heijastui neulasten koostumuksessa pohjoisimmilla seuranta-aloilla. Männyn neulasten boori- ja magnesiumipitoisuudet olivat korkeampia Kevon ja Sevettijärven kohteilla verrattuna muihin seuranta-aloihin.

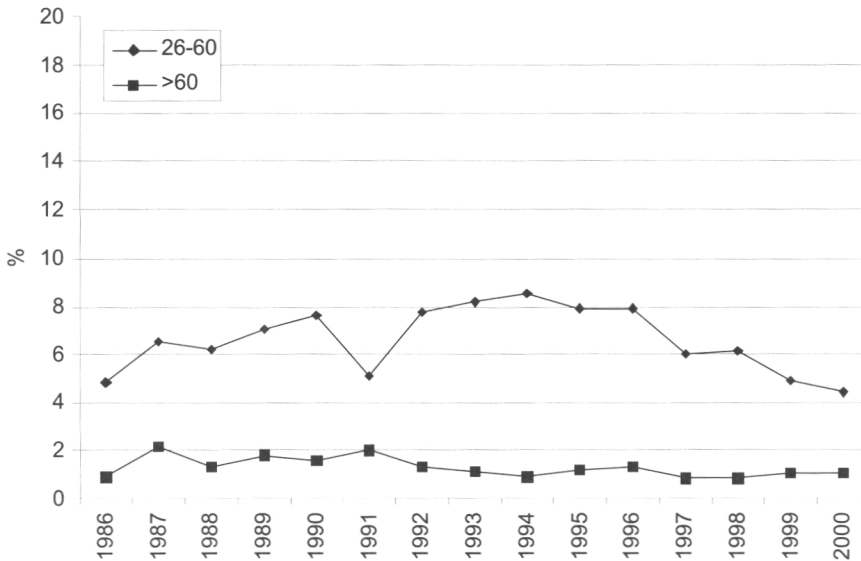
### 3.4 Kuusen ja männyn harsuuntuminen Pohjois-Suomessa

Pohjois-Suomen kuusikot olivat vuonna 1999 jonkin verran harsuuntuneempia (keskimääräinen harsuuntumisaste (29 %) kuin Etelä-Suomen kuusikot (17 %) tai koko maan keskiarvo (19 %) (Lindgren 2000). Koko Suomen kattavassa laaja-alaisessa seurantaverkostossa kuusialoja on kuitenkin Pohjois-Suomessa vain 29 (yhteensä noin 250 puuta), joten koelaverkko on maan pohjoisosassa harva. Pohjois-Suomen kuusikot olivat tässä aineistossa selvästi vanhempia (keskimääräinen ikä 140 vuotta) kuin Etelä-Suomen alat (75 vuotta) tai koko maan keskiarvo (83 vuotta). Tämä vaikuttaa yhdessä pohjoisen ankaran ilmaston kanssa harsuuntumiseen. Metsikön iän ja kuusen harsuuntuneisuuden välillä vallitsee selvä positiivinen korrelaatio (mm. Derome ym. 2001).

Harsuuntuneimpien kuusien (harsuuntumisaste >25 %) osuuden kehitys Pohjois-Suomessa vuosina 1986–2000 on esitetty kuvassa 4. 1990-luvun loppupuolella harsuuntumisloukkaan 26–60 % kuuluvien kuusien



Kuva 4. Harsuuntuneiden kuusien osuuden kehitys Pohjois-Suomessa vuosina 1986–2000. Harsuuntuneisuusluokkien 26–60 % ja yli 60 % kehitys on esitetty erikseen.



Kuva 5. Harsuuntuneiden mäntyjen osuuden kehitys Pohjois-Suomessa vuosina 1986–2000. Harsuuntuneisuusluokkien 26–60 % ja yli 60 % kehitys on esitetty erikseen.

osuus koko aineistosta on pysynyt varsin vakaana. Kaikkein harsuuntuneimpien kuusien (harsuuntumisaste >60 %) osuus nousi jaksolla 1986–1990, mutta osuus kääntyi vuodesta 1991 lähtien laskuun ja oli vuonna 2000 samalla tasolla kuin vuonna 1986.

Männyn harsuuntumisessa erot maan etelä- ja pohjoisosien välillä eivät vuonna 1999 olleet suuria (Lindgren 2000). Pohjois-Suomen keskimääräinen harsuuntumisaste oli 10 %. Vastaava arvo Etelä-Suomessa oli 8 % ja koko maassa 9 %. Harsuuntuneimpien mäntyjen (harsuuntumislukat 26–60 % ja >60 %) suhteellisissa osuuksissa koko aineistosta ei tapahtunut suuria muutoksia jaksolla 1986–2000 (kuva 5).

Kuusen ja männyn harsuuntumisaste ei korreloinut merkitsevästi mallitetun laskeuman (rikki- ja typpilaskeuma, v. 1993, Hilatar-malli, Hongisto 1998) kanssa.

## Kirjallisuus

- Anttila, P. 1995. Ilman laatu ja laskeuma. Julkaisussa: Tikkanen, E. (toim.) Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Metsäntutkimuslaitos. Maa- ja metsätalousministeriö. s. 43–76.
- Arovaara, H. & Ilvesniemi, H. 1990. The effects of soluble inorganic aluminium and nutrient imbalances on *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings. Julkaisussa: Kauppi, P., Anttila, P. & Kenttämies, K. (toim.). Acidification in Finland. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg. s. 715–733.
- De Vries, W. 1993. Average critical loads for nitrogen and sulphur and its use in acidification abatement policy in the Netherlands. *Water, Air, and Soil Pollution* 68: 399–434.
- Derome, J., Lindroos, A.-J. & Lindgren, M. 2001. Soil acidity parameters and defoliation degree in six Norway spruce stands in Finland. *Water, Air, and Soil Pollution: Focus* 1: 169–186.
- , Niska, K. & Lindroos, A.-J. 1995. Puuston vaikutus laskeumaan. Julkaisussa: Tikkanen, E. (toim.). Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Metsäntutkimuslaitos. Maa- ja metsätalousministeriö. s. 79–83.
- , Niska, K., Lindroos, A.-J. & Välikangas, P. 1991. Ion-balance monitoring plots and bulk deposition in Lapland during July 1989–June 1990. Julkaisussa: Tikkanen, E. & Varmola, M. (toim.). Research into forest damage connected with air pollution in Finnish Lapland and the Kola Peninsula of the U.S.S.R. A seminar held in Kuusamo, Finland, 25–26 May 1990. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 373: 49–76.

- Hongisto, M. 1998. Hilatar, a regional scale grid model for transport of sulphur and nitrogen compounds. Description of the model. Finnish Meteorological Institute Contributions No. 21. Helsinki 1998. 152. s.
- Lindgren, M. 2000. Results of the 1999 national crown condition survey (ICP Forests/Level I). Julkaisussa: Ukonmaanaho, L. & Raitio, H. (toim.). Forest condition monitoring in Finland. National Report 1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 782: 33–40.
- Lindroos, A.-J. 1998. The effect of emissions from the Cu-Ni smelters in the Kola Peninsula on the chemical properties of forest soil. Väitöskirja. Helsingin yliopisto. Geologian laitos. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 676. 73 s.
- , Derome, J. & Niska, K. 1995. The relationship between dissolved organic matter and percolation water chemistry in Northern Finland. *Water, Air, and Soil Pollution* 79: 191–200.
- , Derome, J., Derome, K. & Niska, K. 2001. Deposition. Julkaisussa: Ukonmaanaho, L. & Raitio, H. (toim.). Forest condition monitoring in Finland. National Report 2000. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja (painossa).
- Manual on methods and criteria for harmonised sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. 1998. United Nations Economic Commission for Europe. International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests. Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH).
- Metsien tila Euroopassa. 2000. YK:n Euroopan talouskomissio ja Euroopan komissio. Liittovaltion metsätalouden ja metsätuotteiden tutkimuskeskus (BFH). 33 s.
- Niska, K., Derome, J. & Lindroos, A.-J. 1995. Laskeuman vaikutus maaperän happamuuteen. Julkaisussa: Tikkanen, E. (toim.). Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Metsäntutkimuslaitos. Maa- ja metsätalousministeriö. s. 83–89.
- Raitio, H. 1999. Needle chemistry. Julkaisussa: Raitio, H. & Kilponen, T. (toim.). Forest condition monitoring in Finland. National Report 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 743: 51–69.
- & Mäkinen, J. 2000. Forest condition monitoring under the UN/ECE and EC programmes in Finland. Julkaisussa: Ukonmaanaho, L. & Raitio, H. (toim.). Forest condition monitoring in Finland. National Report 1999. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 782: 10–15.
- Tikkanen, E. (toim.). 1995. Kuolan saastepäästöt Lapin metsien rasitteena. Metsäntutkimuslaitos. Maa- ja metsätalousministeriö. 232 s.

# UV-säteily ja metsäpuiden taimet

**Minna Turunen<sup>1)</sup>, Marja-Liisa Sutinen<sup>2)</sup>,  
Yrjö Norokorpi<sup>3)</sup>, Kirsti Derome<sup>3)</sup>,  
Kaisa Masson<sup>4)</sup> ja Esko Kyrö<sup>4)</sup>**

<sup>1)</sup>Lapin yliopisto, Arktinen keskus, PL 122, 96101 Rovaniemi

<sup>2)</sup>Metsäntutkimuslaitos, Kolarin tutkimusasema, 95900 Kolari

<sup>3)</sup>Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema  
PL 16, 96301 Rovaniemi

<sup>4)</sup>Lapin ilmatieteellinen tutkimuskeskus, 99600 Sodankylä

minna.turunen@urova.fi, marja-liisa.sutinen@metla.fi,  
yrjo.norokorpi@metla.fi, kirsti.derome@metla.fi,  
kaisa.masson@fmi.fi, esko.kyro@fmi.fi

## 1 Johdanto

Muun muassa kloorifluorihilivety- eli CFC-päästöistä (freonit) johtuva stratosfäärin otsonikerroksen oheneminen on johtanut ultravioletti-B-säteilyn (UV-B, 280–320 nm) lisääntymiseen monilla maapallon alueilla (Taalas ym. 1995). Voimistuva UV-B säteily yhdessä muiden globaalisten ilmastomuutostekijöiden kuten kohoavan lämpötilan ja CO<sub>2</sub>-pitoisuuden kanssa saattaa aiheuttaa merkittäviä muutoksia myös pohjoisten alueiden kasvillisuuteen. Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että UV-B-säteily vaikuttaa haitallisesti kasvien kasvuun ja lisääntymistoimintoihin, sillä niiden proteiinit ja nukleiinihapot absorboivat UV-säteilyä (Lumsden 1997, Rozema 1999).

Suuri osa aiemmista UV-tutkimuksista on ollut lyhytkestoisia laboratorio-olosuhteissa tehtyjä kokeita, joissa kasveja on altistettu epärealistisen korkeille UV-säteilytasolle (Lumsden 1997, Rozema 1999). Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää luontaisen UV-säteilyn ekofysiologisia vaikutuksia männyn, hieskoivun ja rauduskoivun taimiin Suomen Lapissa vuosina 1997–1999 sekä tutkia näiden kasvilajien puolustusmekanismeja UV-säteilyä vastaan. Tutkimus tehtiin UV-suodatuskokeen avulla, jossa taimien vastaanottamaa luontaista auringon säteilyspektriä manipuloitiin suodattamalla siitä tiettyjä aallonpituus-alueita pois erilaisten suodatinmuovien avulla.

## 2 Koejärjestelyt ja mittaukset

Luontaisen UV-säteilyn vaikutuksia metsäpuiden taimiin tutkittiin vuosina 1997–1999 Pallas-Ounastunturin kansallispuistossa (68°15'N) UV-suodatuskokeen avulla (kuva 1). Kokeessa oli 20 ruutua (1,40 x 0,85 m) ja yhteensä 400 taimiruukkua, joissa kasvatettiin siemenestä idätettyjä männyn (*Pinus sylvestris* L.), hieskoivun (*Betula pubescens* Ehrh.) ja



Kuva 1. UV-suodatuskoe Pallas-Ounastunturin kansallispuistossa. Kuva: Jouni Puoskari.

rauduskoivun (*Betula pendula* Roth. ) taimia (Turunen ym. 1999a, 2000b, Maieroni 1998). Ruudut katettiin erilaisilla suodatinmuoveilla. Käsittelyjä oli neljä, joista kustakin viisi toistoa: (1) Kontrolli (kehikko, ei suodatinmuovia), (2) Kontrolli (polyeteeni), (3) UV-B-suodatus (polyesteri, <318 nm) sekä (4) UV-B/UV-A-suodatus (akryyli, <380 nm). Koejaksot olivat: 25.6.–22.8. 1997, 19.6.–2.9. 1998 ja 16.6.–12.8. 1999 eli yhteensä 191 vrk. Suodatinmuovien säteilyläpäisevyys testattiin spektrofotometrillä (Brewer) (Masson ym. 1999) (kuva 2), ja jatkuvatoiminen lämpötilanseuranta suoritettiin lämpötiladataloggereilla (Turunen ym. 1999a, 2000b, Byrne 1999, Krywult ym. 2001). Taimet kasteltiin käsikastelulla.

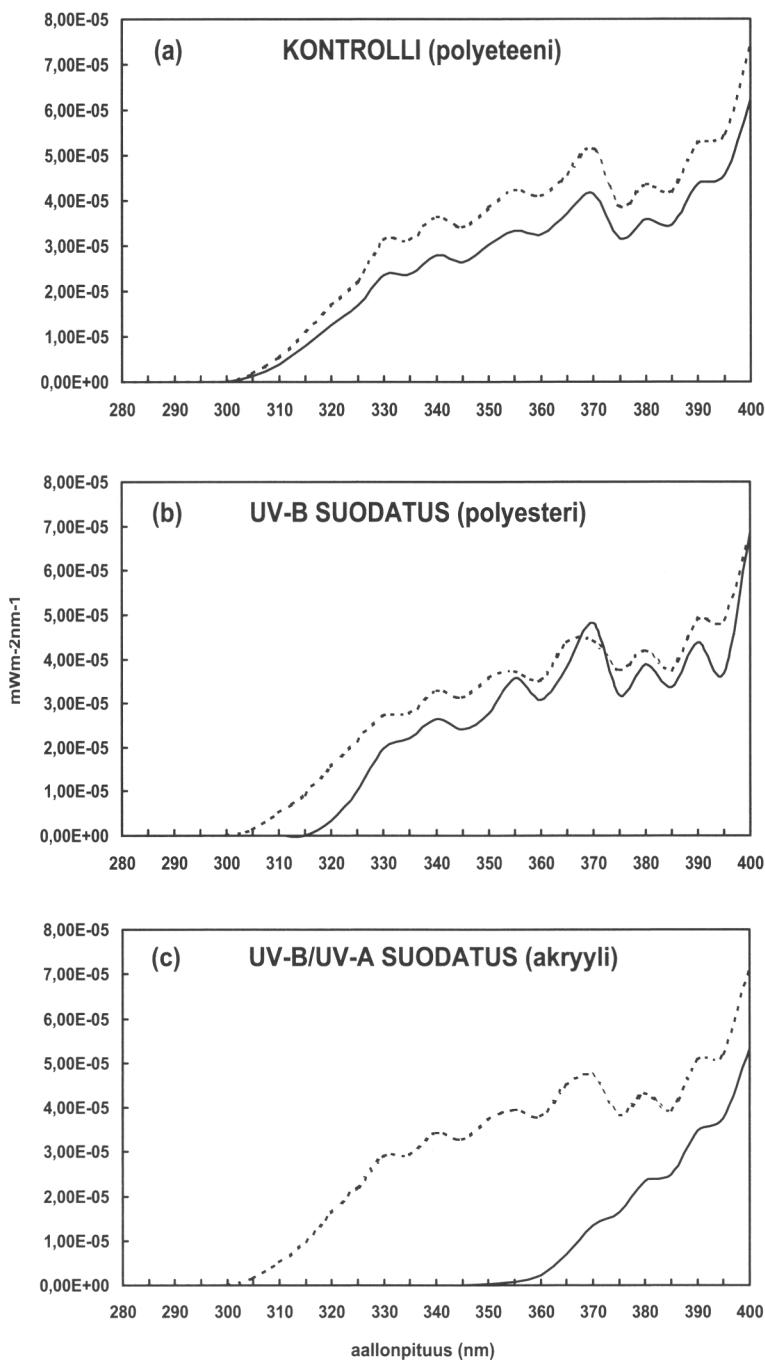
Kasvukausi 1997 oli lämpimämpi ja kuivempi kuin vuosien 1998 ja 1999 kasvukaudet (Ilmatieteen laitos 1997–1999). Biologisesti tehokas auringon UV-B-säteily ( $UV-B_{BE}$ ) (vrk:n maksimiarvojen keskiarvo) vaihteli tutkimusjaksoina seuraavasti: 88 mW m<sup>-2</sup> vuonna 1997, 68 mW m<sup>-2</sup> vuonna 1998 ja 91 mW m<sup>-2</sup> vuonna 1999 (taulukko 1).

Metsäpuiden taimista mitattiin useita kasvu- ja biomassamuuttujia, fotosynteesiä, ravinnepitoisuuksia sekä puolustusmekanismeja kuvaavia muuttujia kuten UV-säteilyä absorboivia yhdisteitä sekä lehtien ja neulasten pintakerrosten paksuutta (taulukko 2).

Taulukko 1. Säteily, keskilämpötilat ja sademäärät tutkimusalueella (Ilmatieteen laitos 1997–1999).

	1997	1998	1999
<b>UV-B säteily</b> ( $UV-B_{BE}$ ) (mWm <sup>-2</sup> )	88 (26–138)	68 (12–136)	91 (19–148)
<b>PAR<sup>1</sup></b> (Wm <sup>-2</sup> )	581 (138–776)	487 (125–778)	490 (31–823)
<b>Lämpötila</b> (°C)	14,0	11,4	11,9

<sup>1</sup> PAR=fotosynteesistä aktiivinen säteily



Kuva 2. UV-suodatuskokeen suodatusmuovien säteilynläpäisyominaisuudet: (a) kontrolli (polyeteeni), (b) UV-B-suodatus (polyesteri), (c) UV-B/UV-A-suodatus (akryyli). Yhtenäinen viiva = suodatinmuovin alta mitattu säteily, katkoviiva=suodatinmuovin päältä mitattu säteily (Turunen ym. 1999a, Krywult ym. 2001).

Taulukko 2. Tutkimuksessa suoritettut mittaukset.

Muuttuja	Menetelmä	Julkaisu
<b>UV-säteily (UV-B<sub>BE</sub>)</b>	Brewer spektrofotometri #037 (Lapin ilmatieteellinen tutkimuskeskus)	Masson ym. (1999) Turunen ym. (1999a), (2000b)
<b>Lämpötila</b>	Tinytalk dataloggerit	Turunen ym. (1999), (2000b)
<b>Itäminen</b>	Silmämääräinen havainnointi	Maieronni (1998)
<b>Kasvu- ja biomassamuuttujat</b> - vuotuinen/viikottainen kasvunlisäys - taimen korkeus - rangan läpimitta - lehden/neulasen pituus - verson, rangan, juurten kuivapaino - verso/juuri-suhde - spesifinen lehtipinta-ala (SLA)		Turunen ym. (2000b) Maieronni (1998) Byrne (1999)
<b>PSII (fotosysteemi II tehokkuus)</b> (Fv/Fm)		Turunen ym. (2000b) Maieronni (1998) Byrne (1999)
<b>N, C, C:N (kasvi)</b>	Alkuaineanalyysi/Leco	Turunen ym. (2000b)
<b>N, C, C:N (maa)</b> <b>Ca, Cu, K, Mg, Mn, Na, P, S, Zn (maa)</b>	Alkuaineanalyysi/Leco Ammoniumasetaatti/ICP	Turunen ym. (2000b)
<b>NRA (nitraattireduktaasiaktiivisuus)</b>	Metanoliuutto/Spektrofotometri	Krywult ym. (2001)
<b>Epifyytiset mikrobipopulaatiot</b>	Sarjalaimennokset, kasvatus ravintoalustalla	
<b>Lehden/neulasen rakenne</b>	Valomikroskopia	
<b>Flavonoidit</b>	Spektrofotometria, HPLC	

### 3 Ei selviä UV-vaikutuksia metsäpuiden taimissa

Luontainen auringon UV-säteily ei aiheuttanut selviä vaikutuksia männyn ja koivun taimien fotosysteemi II tehokkuuteen (PSII), kasvuun eikä biomassaan kolme kasvukautta kestäneen tutkimuksen aikana (191 vrk). Tutkimuksessa havaittiin kuitenkin lieviä ja tilastollisesti merkitseviä UV-säteilyn aiheuttamia vaikutuksia männyn taimien kasvussa ja neulasen kuivapainossa ensimmäisen ja toisen kasvukauden jälkeen; hies- ja rauduskoivulla näitä vaikutuksia ei havaittu (taulukko 3). Kokeen lopussa tilastollisesti merkitseviä UV-vaikutuksia ei havaittu millään tutkituista lajeista.

Taulukko 3. Yhteenveto tilastollisesti merkitsevistä luontaisen UV-säteilyn vaikutuksista männyn ja koivun taimiin kolmivuotisessa UV-suodatuskokeessa Pallas-Ounastunturin kansallispuistossa.

Kasvilaji Muuttuja	Mänty Rovaniemi			Mänty Enontekiö			Hieskoivu			Rauduskoivu		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<b>Kasvu ja biomassa</b>												
• taimen pituus			-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
• kasvunlisäys	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
• lehden/neulasten pituus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
• rangan läpimitta			-			-			-			-
• pituus-rangan läpimitta-suhde			-			-			-			-
• koko taimen kuivapaino			-			-			-			-
• verson kuivapaino			-			-			-			-
• rangan kuivapaino			-			-			-			-
• lehtien kuivapaino(c/c+1/c+2)			-			-			-			-
• spesifinen lehtipinta-ala			-			-			-			-
• juurten kuivapaino			-			-			-			-
• juuri-verso-suhde			-			-			-			-
• fotosysteemi II (Fv/Fm)			-			-			-			-
<b>Ravinteet</b>												
• lehtien/neulasten N-pitoisuus (c/c+1/c+2)			-			-			-			-
• verson N-pitoisuus			-			-			-			-
• juurten N-pitoisuus			-			-			-			-
• lehtien/neulasten C:N-suhde (c/c+1/c+2)			-			-			-			-
• verson C:N-suhde			-			-			-			-
• juurten C:N-suhde			-			-			-			-
<b>Lehden/neulasten rakenne</b>												
• lehden/neulasten paksuus						-						-
• pintakerrosten (epid.+hypod) paksuus						+						-
• mesofyllisolukon tiheys												-
• soluväli tilan määrä												-
<b>Epifyytiset mikrobipopulaatiot</b>												
									-	+		
<b>UV-säteilyä absorboivat yhdisteet</b>												
• flavonoidien kokonaispitoisuus	-			-			-					-
• kamferolijohdannaisten pitoisuus	-			+			-					+
• kverseenijohdannaisten pitoisuus	+			-			-					-

+ UV-vaikutus kontrolli (polyeteeni) vs. UV-B-suodatus tai/ja kontrolli (polyeteeni) vs. UV-B/UV-A-suodatus  
 - Ei UV- vaikutusta

1 Ensimmäisen kasvukauden jälkeen  
 2 Toisen kasvukauden jälkeen  
 3 Kolmannen kasvukauden jälkeen

Tutkimustuloksiin on kolme keskeistä selitystä. Vuosina 1997–1999 vallinnut auringon UV-säteily ( $12\text{--}148\text{ mWm}^{-2}$ ) ei todennäköisesti ollut erityisen voimakasta, eikä tutkimusjakso ollut tarpeeksi pitkä voimakkaampien UV-vaikutusten havaitsemiseksi. On myös todennäköistä, että tutkittujen kasvilajien puolustusmekanismit olivat riittäviä UV-säteilyä vastaan. Tätä tukevat samoista taimista mitatut, UV-säteilyä absorboivien yhdisteiden, erityisesti monien liukoisten fenolien, korkeat pitoisuudet. Myös aiempien tutkimusten mukaan sekä koivulla että männyllä on runsaasti sekä soluseiniin sitoutuneita että liukoisia UV-säteilyä absorboivia yhdisteitä, joista etenkin jälkimmäisten pitoisuuksien on havaittu kasvavan UV-B altistuksen seurauksena (Schnitzler ym. 1996, Lavola 1998, Turunen ym. 1999a,b,c).

Tässä tutkimuksessa ei havaittu UV-säteilyn aiheuttamia vaikutuksia fotosysteemi II tehokkuudessa yhdelläkään tutkitulla lajilla toisen tai kolmannen kasvukauden jälkeen. Aiemmissa tutkimuksissa on havaittu joko selvää UV-säteilystä johtuvaa fotosynteesin heikentymistä (Sullivan ja Teramura 1994) tai UV-vaikutusta ei ole havaittu lainkaan esimerkiksi fotosysteemi II tehokkuudessa (Schumaker ym. 1997). Voidaankin arvella, että tässä tutkimuksessa männyn taimilla havaittu lievä kasvun väheneminen ei johtuisikaan suorasta UV-säteilyn vaikutuksesta fotosynteesiin (alentunut fotosynteesinopeus lehtipinta-alaa kohti), vaan ennemminkin siitä, että fotosynteesissä sitoutunutta hiiltä allokoituisi UV-säteilyä absorboiviin yhdisteisiin fotosynteettisen lehtipinta-alan kustannuksella (Allen ym. 1998, Turunen ym. 1999a,b).

UV-vaikutusta ei havaittu kokeen loppuessa myöskään metsäpuiden taimien lehtien/neulasten, rangan tai juurten kokonais-N-pitoisuudessa tai hiilen ja typen suhteessa (C/N). Alhainen lehtien/neulasten N-pitoisuus oli yhteydessä niiden korkeaan kuivapainoon mutta ei UV-säteilyyn (kontrolli vs. UV suodatus) (Turunen ym. 2000). Luontaisessa UV-säteilyssä kasvaneiden rauduskoivun taimien NRA (nitraattireduktaasiaktiivisuus) oli kuitenkin korkeampi kuin taimilla, jotka olivat kasvanneet suodatetussa UV-säteilyssä. NRA:n ja typpi-pitoisuuden välillä ei kuitenkaan havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä (Krywult ym. 2001).

## 4 Kasvien puolustautuminen UV-säteilyä vastaan

### 4.1 UV-säteilyä absorboivat yhdisteet

Luontaisessa UV-säteilyssä kasvaneiden männyntaimien neulasissa oli merkitsevästi enemmän monia liukoisia fenoleita, kuten kamferolijohdannaisia, kamferoli-3-glukosideja ja kverseenijohdannaisia, kuin UV-suodatuksessa kasvaneilla männyn taimilla. Merkitseviä eroja ei kuitenkaan havaittu kahden eri suodatuksen (UV-B/UV-A- ja UV-B- suodatuksen) tai kahden mäntyalkuperän (Enontekiö ja Rovaniemi) välillä. Huomionarvoista oli se, että männyn neulasista mitattu diasyloitujen flavonolglukosidien pitoisuus oli korkea taimilla, jotka kasvoivat lähes täydellisessä UV-B/UV-A-suodatuksessa. Tämä osoittaa sen, että männyn neulasissa on olemassa UV-säteilystä riippumaton peruspuolustus, jolla on merkityksensä myös UV-säteilyltä suojautumisessa (Turunen ym. 1999a,b,c).

Myös aiempien UV-suodatuskokeiden tulokset kontortamännyn (*Pinus contorta* ssp. *latifolia*) taimilla Yhdysvaltojen Kalliovuorilla Wyomingissa (2500–3500 mpy), missä luontainen UV-säteily on huomattavasti voimakkaampaa kuin Suomen Lapissa, tukevat Pallas-Ounas-tunturin kokeesta saatuja tuloksia. Kontortamännyn neulasista irrotetuilla epidermileikkeillä tehdyt kuituoptiset UV-läpäisymittaukset osoittivat, että UV-B-säteily pysähtyy käytännössä lähes kokonaan neulasten epidermisolukkoon niiden sisältämien UV-säteilyä absorboivien yhdisteiden vuoksi. Vain alle 3 % UV-säteilystä pääsi tunkeutumaan täysikasvuisissa neulasissa epidermisolukerroksen läpi fotosyntetisoivaan mesofyllisolukkoon (Turunen ym. 1998, 1999c).

Rauduskoivun lehdissä oli noin kolme kertaa enemmän kverseenijohdannaisia kuin hieskoivun lehdissä mutta noin viisi kertaa vähemmän kamferolijohdannaisia. Niinpä kverseeni-kamferoli-suhde oli rauduskoivulla 32,1 ja hieskoivulla 2,1. Eräiden tutkimusten mukaan kverseenillä saattaa olla antioksidanttisia ominaisuuksia kamferoliin nähden sen sisältämän ylimääräisen hydroksyyliiryhmän ansiosta (Ryan ym. 1998).

## 4.2 Pintakerrosten paksuuntuminen

Valomikroskooppinen tutkimus osoitti, että luontaisessa UV-säteilyssä kasvaneiden männyn taimien neulasten pintakerros (epidermi + hypodermi) oli merkittävästi paksumpi kuin UV-B-suodatuksessa kasvaneiden männyn taimien neulasissa. Rauduskoivulla ei havaittu UV-säteilyn aiheuttamaa lehden pintakerrosten paksuuntumista (taulukko 4).

Taulukko 4. Männyn neulasten ja rauduskoivun lehtien yläpinnan pintakerrosten paksuus ( $\mu\text{m}$ ) toisen kasvukauden lopussa. Mitatut arvot ovat 2–5 taimen keskiarvoja. Käsittelyvaikutus testattiin 1-suuntaisella ANOValla. F-arvojen tilastolliset merkitsevyydet: \*\*\*  $p < 0,001$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*  $p < 0,05$ , NS ei merkitsevä. Eri kirjaimet osoittavat tilastolliset eroavuudet käsittelyjen välillä ( $p < 0,05$ , Tukeyn testi).

Käsittely	Mänty	Rauduskoivu		varsinaiset epidermi
	14 kk epidermi hypodermi	14 kk epidermi	2 kk sirkkalehdet epidermi	
<b>Kontrolli (ei suod,)</b>	24,3 (2,9) a	25,5 (11,0) a	19,0 (0,0) a	–
<b>Kontrolli</b>	22,2 (1,3) a	24,7 (5,3) a	23,0 (5,0) a	21,0 (2,0) a
<b>– UV–B</b>	17,8 (0,9) b	25,1 (4,1) a	22,0 (5,0) a	22,0 (1,0) a
<b>– UV–B/UV–A</b>	21,0 (2,8) ab	31,1 (3,7) a	28,0 (3,0) a	22,0 (1,0) a
<b>F</b>	7,009	1,020	1,693	1,397
<b>p</b>	0,004**	0,415 NS	0,237 NS	0,296 NS

## Yhteenveto

Luontainen auringon UV-säteily ei aiheuttanut voimakkaita ekofysiologisia vaikutuksia männyn ja koivun taimiin vuosien 1997–1999 kasvukausien aikana Suomen Lapissa. Tutkimus osoitti, että metsäpuiden taimet pystyivät puolustautumaan vallitsevaa UV-B- ja UV-A-säteilyä vastaan mm. kohottamalla solukoissaan UV-säteilyä absorboivien yhdisteiden, ts. liukoisten fenolien pitoisuuksia ja paksuunnuttamalla neulasten pintakerroksia. Myös aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että

kontortamännyn taimet pystyivät tehokkaasti puolustautumaan UV-säteilyä vastaan Kalliovuorilla, USAssa, missä luontainen UV-säteily on voimakkaampaa kuin Suomessa. Tutkimuksen perusteella ei kuitenkaan voida tehdä lopullisia johtopäätöksiä siitä, onko havaittu kasvien sopeutuminen UV-säteilyyn riittävää, mikäli suojaava otsonikerros tulevaisuudessa ohenee ja voimistaa UV-B-säteilyä. Liukoisten fenolien pitoisuus saattaa vaihdella voimakkaasti eri kasvukausina, jolloin myös UV-suojauksessa saattaa olla eroja eri vuosina.

## Kiitokset

Artikkeli on lyhennelmä Metsäntutkimuslaitoksen ja Lapin yliopiston Arktisen keskuksen yhteishankkeen "UV-säteily ja metsänrajan kasvit" loppuraportista. Hanke oli Maj & Tor Nesslingin säätiön (projekti no: 98084, 99215 ja 2000014), Koneen säätiön ja Suomen Akatemian rahoittama vuosina 1997–2000.

Haluamme erityisesti kiittää Arja Hangasvaaraa, Mauri Heikkistä, Pete Kuorttia, Mirja Mustosta, Risto Ollikaista, Ahti Ovaskaista, Toini Pekkalaa, Jouni Puoskaria, Eveliina Rauhalaa, Tapani Rauhalaa, Leena Seitämäkeä, Barbara Maieronian ja Karen Byrneä saamastamme avusta kenttä- ja laboratoriotöissä.

Kiitämme myös kansainvälisiä yhteistyökumppaneitamme: Dr Werner Heller, Prof. Heinrich Sandermann ja Ms Suzanne Stich, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit GmbH, Institut für Biochemische Pflanzenpathologiesta Saksasta, Prof. Naresh Magan Institute of Bioscience and Technologysta Iso-Britanniasta sekä Ass. Prof. Marek Krywult Puolan tiedeakatemiasta, Puolasta onnistuneesta yhteistyöstä.

## Kirjallisuus

Allen, D.J., Nogues, S. & Baker, N.R. 1998. Ozone depletion and increased UV-B radiation: is there a real threat to photosynthesis? *Journal of Experimental Botany* 49: 1775–1778.

Byrne, K. 1999. Ecophysiological Responses of Subarctic Vegetation to Ultraviolet Radiation. Master of Science thesis in Environmental Diagnostics.

- Cranfield University. Institute of Bioscience and Technology. UK. September 1999. 129 s.
- Ilmatieteen laitos 1997–1999. Ilmatieteen laitos. Kuukausikatsaukset.
- Krywult, M., Turunen, M., Sutinen, M.-L., Derome, K. & Norokorpi, Y. 2001. Nitrate reductase activity in some subarctic species and UV influence in the foliage of *Betula pendula* Roth. seedlings. *Science of Total Environment* (painossa).
- Lavola, A. 1998. Accumulation of flavonoids and related compounds in birch induced by UV-B irradiance. *Tree Physiology* 18: 53–58.
- Lumsden, P. (toim.). 1997. *Plants and UV-B. Responses to Environmental Change*. Society for Experimental Biology. Seminar series 64. Cambridge University Press. 355 s.
- Maieroni, B. 1998. *Ecophysiological Responses of Birch to UV radiation*. Master of Science thesis in Environmental Diagnostics. Cranfield University. Institute of Bioscience and Technology. UK. September 1998. 67 s.
- Masson K., Turunen M., Karhu J., Mattanen J. & Portti J. 1999. Chamber tests with the Brewer spectrophotometer at Sodankylä. 23–24 September, 1999. Report. 5 s. + liitteet.
- Rozema, J. (toim.). 1999. *Stratospheric Ozone Depletion. The Effects of Enhanced UV-B Radiation on Terrestrial Ecosystems*. Backhuys Publishers. 355 s.
- Ryan, K.G., Markham, K.R., Bloor, S.J., Bradley, J.M., Mitchell, K.A. & Jordan, B.R. 1998. UVB radiation induced increase in quercetin: kaempferol ratio in wild-type and transgenic lines of *Petunia*. *Photochemistry and Photobiology* 68: 323–330.
- Schnitzler, J.-P., Jungblut, T.P., Heller, W., Kofferlein, M., Hutzler, P., Heinzmann, U., Schmelzer, E., Ernst, D., Langebartels, C. & Sandermann Jr., H. 1996. Tissue localization of u.v.-B-screening pigments and of chalcone synthase mRNA in needles of Scots pine seedlings. *New Phytology* 32: 247–258.
- Schumaker, M.A., Bassman, J.H., Robberecht, R., & Radamaker, G.K., 1997. Growth, leaf anatomy, and physiology of *Populus* clones in response to solar ultraviolet-B radiation. *Tree Physiology* 17: 617–626.
- Sullivan, J.H., Teramura, A.H., 1994. The effects of UV-B radiation on loblolly pine. 3. Interaction with CO<sub>2</sub> enhancement. *Plant, Cell and Environment* 17: 311–317.
- Taalas, P., Koskela, T., Kyrö, E., Damski, J. & Supperi, A. 1996. Ultraviolet radiation in Finland. Julkaisussa: Roos, J. (toim.). *The Finnish Research Programme on Climate Change (SILMU), Final Report*. Publications of the Academy of Finland 4/96. s. 83–91.
- Turunen, M., Vogelmann, T. & Smith, W.K. 1998. Effective UV-screening in lodgepole pine needles. Julkaisussa: De Kok, L.J. & Stulen, I. (toim.). *Responses of Plant Metabolism to Air Pollution*. Backhuys Publishers. Leiden, The Netherlands. s. 463–464.

- , Heller, W., Stich, S., Sandermann, H., Sutinen, M.-L. 1999a. Effects of UV exclusion on phenolic compounds of young Scots pine seedlings in the subarctic. *Environmental Pollution* 106(2): 225–234.
- , Sutinen, M.-L., Derome, K., Norokorpi, Y., Heller, W., Stich, S. & Sandermann, H. 1999b. Effects of UV exclusion on the soluble phenolics of subarctic forest plants. SPPS XIX Congress. Scandinavian Society for Plant Physiology, 21–23 June, 1999, Joensuu, Finland. Program and abstracts. 122 s.
- , Vogelmann, T. & Smith, W.-K. 1999c. UV screening in lodgepole pine (*Pinus contorta* ssp. *latifolia*) cotyledons and needles. *International Journal of Plant Sciences* 162(2): 315–320.
- , Sutinen, M.-L., Derome, K., Norokorpi, Y. & Masson, K. 2000. Effects of UV radiation on birch and pine seedlings at the subarctic. Hyväksyty käsikirjoitus.

# Uusinta tietoa tervasrososta

**Juha Kaitera**

*Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema  
PL 16, 96301 Rovaniemi*

juha.kaitera@metla.fi

## 1 Johdanto

Tervasroso on yleisnimitys metsämännyllä esiintyvälle tuholle, jonka aiheuttavat kantasieniin kuuluvat ruostesienet. Taudille tyypillisenä tunnusmerkkinä syntyy runkoon ja oksiin mustahko koro, jota kutsutaan tervasrosoksi (mm. Liro 1924). Sienet ovat valtakunnallisesti eräitä pahimmista sienituholaisista yhdessä juurikäävän ja versosurmaa aiheuttavan surmakan kanssa alentaen voimakkaasti sekä sahatavaran laatua (Kaitera ym. 1994) että männyn kasvua (Martinsson ja Nilsson 1987). Seuraavassa esitetään tiivistetysti viimeisintä tietoa taudista sekä tuloksia eräästä tervasroson väli-isäntäkasvikokeesta.

## 2 Tervasroso tautina

### 2.1 Taudinaiheuttajat

Tervasrosoa aiheuttavat metsämännyllä (*Pinus sylvestris* L.) sienet, joilla on joko heterogeeninen (*Cronartium flaccidum* (Alb. & Schw.) Wint.) eli väli-isäntäkasvia vaihtava tai autogeeninen (*Peridermium pini* (Pers. emend. Kleb.) Y. Hirat.) elinkierto, jolloin sieni leviää suoraan männystä

mäntyyn (esim. Haack 1914, Klebahn 1918). Edellä mainitut sienet lie-  
nevät saman lajin eri muotoja (Wilson ja Henderson 1966, Hantula ym.  
1998). Sienet eivät poikkea meillä toisistaan merkittävästi esimerkiksi  
helmi-itiöiden morfologian perusteella (Kaitera ym. 1999b), eikä esi-  
merkiksi *P. pinin* koron sisäistä geneettistä muuntelua esiinny (Kasanen  
ym. 2000).

## 2.2 Tuho ja sen yleisyys

Sienet aiheuttavat tuhoa kaikenikäisissä ja kokoisissa metsämännnyissä  
(mm. Tikka 1930, Kaitera 2000), mutta tuho on yleisempää varttuneissa  
kuin nuorissa männiköissä (Mülder 1951, Bolland 1957). Kahdeksan-  
nen valtakunnan metsien inventoinnin perusteella tervasrosoa esiintyi  
2,3 prosentilla kokonaispinta-alasta (Kankaanhuhta ym. 2000). Silti myös  
yksittäisiä *P. pinin* (Kaitera ym. 1994) ja *C. flaccidumin* (Kaitera 2000)  
vaivaamia metsiköitä esiintyy, joissa tervasrosoisuus nousee useisiin kym-  
meniin prosentteihin. Runsaista tervasrosoesiintymistä ovat aikaisem-  
min raportoineet mm. Jørstad (1928), Rennerfelt (1943) ja Tikka (1942).  
Tuho aiheutuu tartunnan saaneen oksan tai rungon kohdan verson ylä-  
puolisen osan kuivumisesta vettä johtavien solukoiden tukkeutuessa  
pihkavuodon vuoksi (van der Kamp 1970, Gregory 1977). *Peridermium*  
*pini* tappaa männyn latvassa ensin runsaasti sivuoksia (mm. Haack 1914),  
ja se voi elää vuosia männyn kuoressa, jonka jälkeen sieni tappaa jälleen  
ja tunkeutuu puusolukoihin (Liro 1907). *Cronartium flaccidumin* vaivaa-  
missa nuorissa männiköissä saattaa epidemian alkuvaiheessa tuho koh-  
distua lähes yksinomaan oksiin rungon asemesta (Kaitera 2000). Ge-  
neettisen populaatiotutkimuksen (Hantula ym. 1998) ja väli-isäntien  
tartutuskokeiden (Kaitera ym. 1999a) perusteella männystä mäntyyn levi-  
ävä muoto on yleisempi kuin väli-isäntien kautta leviävä muoto suoma-  
laisissa tervasroso-populaatioissa, vaikka molempia muotoja on tavattu  
koko maassa (Liro 1906). Etenkin Pohjois-Suomessa esiintyy väli-isäntä-  
kasvin välityksellä leviävää muotoa vakavasti sairaisissa männiköissä  
(Hantula ym. 1998, Kaitera ym. 1999a, Kaitera 1999).

## 2.3 Tervasroso-sienten isäntäkasvit

*Cronartium flaccidumin* isäntäkasveina voivat männyn (*Pinus*) suvussa  
toimia metsämännyn lisäksi mustamänty (*P. nigra* Arnold), *P. densiflora*  
Sieb. & Zucc., rannikkomänty (*P. pinaster* Ait.), pinja (*P. pinea* L.), vuori-

mänty (*P. mugo* Turra), *P. tabulaeformis* Carr., *P. greggii* ja aleponmänty (*P. halepensis* Mill.) (Gäumann 1959). *Peridermium pinin* isäntäkasveina taas voivat toimia *P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. mugo* ja *P. pinaster* (Gäumann 1959, Pei ja Brodie 1995). Edellä mainituista lajeista Suomessa *C. flaccidumia* ja *P. piniä* on raportoitu vain metsämännyltä (Hylander ym. 1953, Buchwald ym. 1961).

## 2. 4 Tervasrosoa aiheuttavien sienten elinkierrot

Männystä suoraan mäntyyn leviävä tervasroso-sieni leviää helmi-itiöiden avulla helmi-itiöpesäkkeistä (eekiat) mäntyyn (esim. Haack 1914, Klebahn 1918). Tartunta tapahtuu pääosin neulasien tai vähemmässä määrin verson haavaumien kautta (van der Kamp 1970). Ensimmäiset taudin oireet ilmenevät noin 14 kuukauden kuluttua tartunnasta verson turpoamisena, jonka jälkeen versolle syntyy pikkukuromapulloja, spermogonioita. Samalle kohtaa versossa kehittyvät edelleen helmi-itiöpesäkkeet seuraavana kesänä. Helmi-itiöpesäkkeet ilmestyvät tartuntakohtaan aikaisintaan kaksi vuotta tartunnan jälkeen (van der Kamp 1970).

Väli-isäntäkasvia vaihtavalla tervasroso-sienellä tartunta tapahtuu kantaitiöiden avulla männyn nuorimpiin neulasiin (Raddi ja Dellavalle Fedi 1992). Ensimmäisinä oireina kehittyvät verson tartuntakohtaan sienien pikkukuromapullot aikaisintaan 12 kuukauden kuluttua infektiosta (Ragazzi ja Moriondo 1980), jotka edeltävät helmi-itiöpesäkkeiden syntymistä versolla (22 kk tartunnasta). Sieni leviää alku- ja keskikesällä helmi-itiöiden avulla männystä väli-isäntäkasveihin, joiden lehtien alapinnalle kehittyvät keskikesällä ensin sienien kesäitiöpesäkkeet eli urediot (23 kk tartunnasta). Niiden jälkeen lehtien alapinnalle ilmestyvät sienien talvi-itiöpesäkkeet eli teliat (n. 2 v. tartunnasta). Syyskesällä kehittyvät talvi-itiöistä kanta-itiöt, jotka edelleen tartuttavat syksyllä nuoria männyn neulasia. Pohjoissuomalaisen *C. flaccidumin* itiöintiä seurattaessa on havaittu, että helmi-itiöpesäkkeiden muodostuminen on keskittynyt yksittäisiin puihin, ja ne syntyvät verrattain vanhoissa oksissa (5–10 v.) ensimmäistä kertaa itiöidessään. Pesäkkeiden itiöiminen kestää useimmiten vain muutaman vuoden, jonka jälkeen itiöinti lakkaa pesäkkeen yläpuolisen oksan osan kuollessa (Kaitera 2000). Sienen itiöinnissä voi myös olla suuria eroja vuosien välillä (Kaitera 2000), kuten on osoitettu esiintyvän yleisenä mm. erällä pohjoisamerikkalaisilla tervasroso-sienillä (Peterson 1971).

## 2.5 Tervasroso-sienen väli-isäntäkasvit Suomessa

Suomessa Liro (1906, 1907) esitti 1900-luvun alussa tervasroson pääväli-isäntäkasveiksi kuusiot (*Pedicularis palustris* L., *P. sceptrum-carolinum* L.) onnistuneiden tartutuskokeiden ja luonnonhavaintojen perusteella. Lisäksi koristekasveista eri pionilajit ja Lounais-Suomen rannikolla ja Ahvenanmaalla esiintyvä käärmeenpistonyrtti voivat toimia luonnonhavaintojen ja tartutuskokeiden perusteella tervasroso-sienen väli-isäntäkasveina Skandinaviassa (mm. Rennerfelt 1943, Roll-Hansen 1973). Muita Pohjoismaissa *C. flaccidum*in väli-isäntäkasveiksi raportoituja kasvilajeja ovat mm. *V. nigrum* Moench, *Loasa vulcanica* André, *Melampyrum arvense* L., *M. cristatum* L., *Nemesia versicolor* E. Mey. ja *Tropaeolum minus* L. (Hylander ym. 1953). Lisäksi 1990-luvulla löydettiin *C. flaccidum*ia Pohjois-Suomesta metsämaitikalta (*M. sylvaticum* L., Kaitera ja Hantula 1998).

## 2.6 Tervasroson torjunta

Tervasrosoa voidaan torjua poistamalla tautiset puut tai oksamateriaali eri hakkuiden yhteydessä, jolloin sienen elinkierto saadaan katkaistua ja itiöinti lopetettua (esim. Liro 1924). Taudinalttiin siemenaineksen leviämistä voitaneen estää myös poistamalla tautiset siemenpuut hakkuiden yhteydessä, koska ilmeisesti männyn taudinalttius on jossain määrin periytyvää (Klebahn 1918, 1924, Liese 1936). Niinikään tautia voidaan yrittää kontrolloida poistamalla väli-isäntiä tautialueilta. Tämä lienee kuitenkin varsin epätoivoinen tehtävä johtuen esim. maitikoiden yleisyydestä metsissämme (Hämet-Ahti ym. 1984). Väli-isäntien kontrolloinnin epäonnistumisesta on hyvänä esimerkkinä valkomännyn tervasroson (*C. ribicolan*) väli-isäntäkasvien, herukoiden, kontrolloinnin epäonnistuminen Pohjois-Amerikassa. Viljelyissä käytettävän männyn siemenmateriaalin testaus tervasrosoa vastaan on käytössä mm. Pohjois-Amerikassa *C. fusiforme*-sientä vastaan, mutta se lienee tarpeetonta Suomessa. Pohjois-Amerikassa on myös eräiden tervasroso-sienten kontrollointikeinona käytetty mm. alaoksien harvennusta, jolloin saadaan vähennettyä sienin leviämisen otollisia kosteusolosuhteita männyn alaoksistossa, tai oksien karsintaa.

## 2.7 Toinen Suomessa esiintyvä tervasroso-sieni

Suomessa esiintyy myös toinen tervasrosoa aiheuttava sieni, *Cronartium ribicola* J. C. Fisch., joka aiheuttaa valkomännyn tervasrosoa. Sen elinkierto on identtinen *C. flaccidumin* kanssa. Isäntäkasveina sille voivat toimia Skandinaviassa sembramänty (*P. cembra* L.), *P. flexilis* James, *P. griffithii* McCl., *P. koraiensis* Sieb. & Zucc., länsiamerikanvalkomänty (*P. monticola* Lamb.), strobשמänty (*P. strobus* L.) ja peukemänty (*P. peuce* L.) (Hylander ym. 1953, Buchwald ym. 1961). Sienen väliisäntäkasveina toimivat herukat (*Ribes* spp.), joista mm. taikinamarja (*R. alpinum* L.), *R. americanum* Meisn., *R. aureum* Pursh, mustaherukka (*R. nigrum* L.), *R. petraeum* (Wulf.), lännenpunaherukka (*R. rubrum* L.), *R. sanguineum* Pursh, pohjanpunaherukka (*R. spicatum* Robs.) ja karviainen (*R. uva-crispa* L.) on raportoitu väliisäntäkasveiksi Skandinaviassa (Hylander ym. 1953).

## 2.8 Kokeellisen työn tarkoitus

*Cronartium flaccidumin* väliisäntäkasveja on testattu vähän Suomessa. Kun pohjoissuomalaisista männiköistä löydettiin tervasroso-sientä metsämaitikalta (Kaitera ja Hantula 1998), heräsi kysymys maitikoiden merkityksestä tervasrososon väliisäntinä. Seuraavan maljakokeen ja kasvihuonekokeen tarkoituksena oli testata väliisäntäkasvia vaihtavan tervasrososienen kykyä tartuttaa laboratorio-olosuhteissa metsä- ja kangasmaitikkaa (*M. pratense* L.) sekä kasvihuoneolosuhteissa eri käärmeenpistonyrttilajeja (*Vincetoxicum* spp.) ja kuolanpionia (*P. anomala* L.).

# 3 Aineisto ja menetelmät

Kangasmaitikan nuoria lehtiä kerättiin eri puolelta Suomea (28 alkupeurää) kesällä 1998. Vastaavalla tavalla kerättiin metsämaitikan lehtiä 13 paikkakunnalta. Lehtien alapinnalle siroteltiin *C. flaccidumin* helmi-itiöitä 17 sienen eri korosta, jotka oli kerätty tunnetuista pohjoissuomalaisista väliisäntäkasvia vaihtavan tervasroso-sienen populaatioista Kivalolla ja Kolarissa, joissa sieni esiintyy epidemisenä (Kaitera ym. 1999a, Kaitera 2000). Sienellä tartutettujen lehtien kasvualustana käytettiin petrimaljoja, joihin oli lisätty vesiagaria tai steriloitua vettä. Petrimaljoja

säilytettiin 3–4 viikkoa 18 °C:ssa keinovalossa taudin oireiden tuottamiseksi lehdillä. Tartutuksen onnistumista seurattiin sienen kesä- ja talvi-itiöpesäkkeiden muodostumisena lehtien pinnalle.

Neljän eri *Vincetoxicum*-lajin (*V. hirundinaria* Medicus, *V. nigrum* Moench, *V. fuscatum* Reichb. ja *V. mongolicum*) ja kuolanpionin siementaimia kasvatettiin muoviruukuissa kasvihuoneessa. Kaikki lajit tartutettiin *C. flaccidum*in helmi-itiöillä, jotka oli kerätty 16 eri korosta samoista metsiköistä kuin em. maitikkakokeessa. Itiöitä siroteltiin kasvien lehdille ja tartutettuja taimia pidettiin 2 vrk kosteassa muovipussissa sienien itämisen edistämiseksi. Sienien kesä- ja talvi-itiöpesäkkeiden kehitymistä kasvien lehdillä seurattiin 4–5 viikkoa tartutuksen jälkeen. Kokeiden tarkempi kuvaus ja tulokset on esitetty aikaisemmin muualla (Kaitera 1999).

## 4 Tulokset

*Cronartium flaccidum*-tartutukset tuottivat tautioireina nekroosia ja itiöemiä kaikkien koekasvien lehdillä vaihtelevasti. Maljakokeissa *C. flaccidum* tuotti kesä- tai talvi-itiöpesäkkeitä yhdeksällä metsämaitikka-alkuperällä 13 tutkitusta alkuperästä. Sen sijaan sienien itiöemiä tavattiin vain kahdella kangasmaitikka-alkuperällä 28 tutkitusta alkuperästä. Siten metsämaitikka oli verrattain altis tervasrosolle, kun taas kangasmaitikka oli lähes resistentti ko. sienelle.

Kasvihuonekokeiden perusteella kuolanpioni ja *V. mongolicum* olivat erittäin alttiita taudille. Sen sijaan muut käärmeenpistonyrtti-lajit olivat vain keskinkertaisesti tai lievästi alttiita. Jonkin verran esiintyi myös alttiuseroja kasvilajien välillä eri koroista kerätyn itiömateriaalin suhteen. Kahdesta korosta kerätty itiömateriaali osoittautui erittäin patogeeniseksi, mikä ilmeni siten, että ne tuottivat talvi-itiöpesäkkeitä kaikilla testatuilla kasvilajeilla (Kaitera 1999).

## 5 Tarkastelua

Tämän tutkimuksen (Kaitera 1999) ja aikaisemman tartutuskokeen (Kaitera ym. 1999a) perusteella pohjoissuomalaisen väli-isäntäkasvia vaihtavan tervasroso-sienien isäntäkasvispesifisyys on hyvin alhainen,

sillä sieni kykeni infektoimaan maitikoiden lisäksi mm. eri pionilajeja, kuusioita kuin useita käärmeenpistonyrtti-lajeja ja jopa italialaista käärmeenpistonyrttiä. Samansuuntaisia tuloksia on saatu myös aikaisemmin eteläskandinaviaalaisilla *C. flaccidum* itiöillä (Rennerfelt 1943, Roll-Hansen 1973).

Tässä työssä saatiin laboratoriossa tartutettua maitikkalajeja *C. flaccidum*illa. Aikaisemmin on eräistä tervasroson vaivaamista pohjois-suomalaisista männiköistä löydetty *C. flaccidum*ia metsämaitikalta (Kaitera ja Hantula 1998). Koska maitikat ovat yleisiä männiköissämme koko maassa (Hämet-Ahti ym. 1984), tulisi maitikoiden merkitys tervasroson väli-isäntinä selvittää perusteellisesti. Sitä selvitetään eräässä Metlan hankkeessa, jossa tutkitaan tervasroson epidemiologiaa (Kaitera ja Nuorteva 2000).

## Kirjallisuus

- Bolland, G. 1957. Resistenzuntersuchungen vor allem über Kienzopf und Schütte an der Kiefer. *Züchter* 27: 38–47.
- Buchwald, N. F., Kujala, V., Roll-Hansen, F., Björkman, E. & Käärik, A. 1961. Lists of parasitical fungi and of hosts of such fungi. Denmark, Finland, Norway, Sweden. I. Pinus, Populus, Quercus. *Meddelanden Norske Skogforsøksvesen* 17: 1–36.
- Gregory, S. 1977. The effect of *Peridermium pini* (Pers.) Lév. on water conduction in *Pinus sylvestris* L. *European Journal of Forest Pathology* 7: 328–338.
- Gäumann, E. 1959. Die Rostpilze Mitteleuropas. Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz 12: 81–84.
- Haack, G. 1914. Der Kienzopf (*Peridermium pini* (Willd.) Kleb.). Seine Übertragung von Kiefer zu Kiefer ohne Zwischenwirt. *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen* 46: 3–46.
- Hantula, J., Niemi, M., Kaitera, J., Jalkanen, R. & Kurkela, T. 1998. Genetic variation of pine stem rust in Finland as determined by Random Amplified Microsatellites (RAMS). *European Journal of Forest Pathology* 28: 361–372.
- Hylander, N., Jørstad, I. & Nannfeldt, J. A. 1953. Enumeratio Uredinearum Scandinavicarum. *Opera Botanica* 1: 12–14.
- Hämet-Ahti, L., Suominen, J., Ulvinen, T., Uotila, P. & Vuokko, S. 1984. Retkeilykasvio. Suomen Luonnonsuojelun Tuki Oy. Helsinki. 544 s.
- Jørstad, I. 1928. Nord-Norges skogsykdommer. *Tidsskrift för Skogbruk* 36: 365–456.

- Kaitera, J. 1999. *Cronartium flaccidum* fruitbody production on *Melampyrum* spp. and some important alternate hosts to pine. *European Journal of Forest Pathology* 29: 391–398.
- 2000. Analysis of *Cronartium flaccidum* lesion development on pole-stage Scots pines. *Silva Fennica* 34(1): 21–27.
- , Aalto, T. & Jalkanen, R. 1994. Effect of resin-top disease caused by *Peridermium pini* on the volume and value of *Pinus sylvestris* saw timber and pulpwood. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 376–381.
- & Hantula, J. 1998. *Melampyrum sylvaticum*, a new alternate host for pine stem rust *Cronartium flaccidum*. *Mycologia* 90(6): 1028–1030.
- & Nuorteva, H. 2000. Some ongoing and future studies on pine stem rusts in Finland. Proceedings of the Nordic/Baltic meeting on forest pathology, June 17–22, 2000, Sagadi, Estonia. *Forestry Studies XXXIV*: 24–29.
- , Seitamäki, L., Hantula, J., Jalkanen, R. & Kurkela, T. 1999a. Inoculation of known and potential alternate hosts with *Peridermium pini* and *Cronartium flaccidum* aeciospores. *Mycological Research* 103: 235–241.
- , Seitamäki, L., Hantula, J., Jalkanen, R. & Kurkela, T. 1999b. Morphological variation of *Peridermium pini* and *Cronartium flaccidum* aeciospores. *Mycological Research* 103(6): 677–683.
- Kasanen, R., Kaitera, J. & Hantula, R. 2000. The genetic composition of *Peridermium pini* and *Cronartium flaccidum* cankers on Scots pine as revealed by two multi-allelic loci. *Forest Pathology* 30: 221–230.
- Klebahn, H. 1918. *Peridermium pini* (Willd.) Kleb. und seine Übertragung von Kiefer zu Kiefer. *Flora* 11: 194–207.
- 1924. Kulturversuche mit Rostpilzen. XVII Zeitschrift für Pflanzkrankheiten 34: 289–303.
- Liese, J. 1936. Zur Frage der Vererbbarkeit der rindenbewohnenden Blasenrostkrankheiten bei Kiefer. *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen* 68: 602–609.
- Liro, J. I. 1906. Kulturversuche mit Finnischen Rostpilzen I. *Acta Societatis Pro Fauna et Flora Fennica* 29(6): 1–25.
- 1907. Kulturversuche mit Finnischen Rostpilzen II. *Acta Societatis Pro Fauna et Flora Fennica* 29: 1–58.
- 1924. *Tuhosienet. 2. painos*, Helsinki. 405 s.
- Martinsson, O. & Nilsson, B. 1987. The impact of *Cronartium flaccidum* on the growth of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 2: 349–357.
- Mülder, D. 1951. Neue Grundlagen für eine rationelle Abwehr des Kienzopfs (*Peridermium pini*). *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 70: 369–395.
- Pei, M. H. & Brodie, J. 1995. Inoculation of young pine seedlings with *Peridermium pini* from north-east Scotland. *European Journal of Forest Pathology* 25: 24–30.
- Peterson, R. S. 1971. Wave years of infection by western gall rust on pine. *Plant Disease Reporter* 55(2): 163–167.

- Raddi, P. & Dellavalle Fedi, I. 1992. Penetration of *Cronartium flaccidum* into pine needles. *European Journal of Forest Pathology* 22: 278–283.
- Ragazzi, A. & Moriondo, F. 1980. Results of *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Wint. inoculations on eight-year-old plants of *Pinus pinea* L. *Phytopathologi Mediterranea* 19: 51–56.
- Rennerfelt, E. 1943. Om vår nuvarande kunskap om törskatesvampen (*Peridermium pini*) och sättet för dess spridning och tillväxt. *Sveriges Skogsvårdsföreningens Tidskrift* 41: 305–324.
- Roll-Hansen, F. 1973. Resistance of *Paeonia* cultivars to *Cronartium flaccidum* in Norway. *European Journal of Forest Pathology* 3: 142–145.
- Tikka, P. 1942. Puiden vikanaisuksien merkitys ja huomioon ottaminen Perä-Pohjolan mäntymetsien hoidossa. *Acta Forestalia Fennica* 50: 1–91.
- van der Kamp, B. J. 1970. *Peridermium pini* (Pers.) Lev. and the resin-top disease of Scots pine. III. Infection and lesion development. *Forestry* 43: 73–88.
- Wilson, M. & Henderson, D. M. 1966. *British Rust Fungi*. Cambridge. 384 s.



# Uudet metsänhoito-ohjeet ja metsien uudistaminen Lapissa

**Ville Hallikainen**

*Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema  
PL 16, 96301 Rovaniemi*

ville.hallikainen@metla.fi

## 1 Johdanto

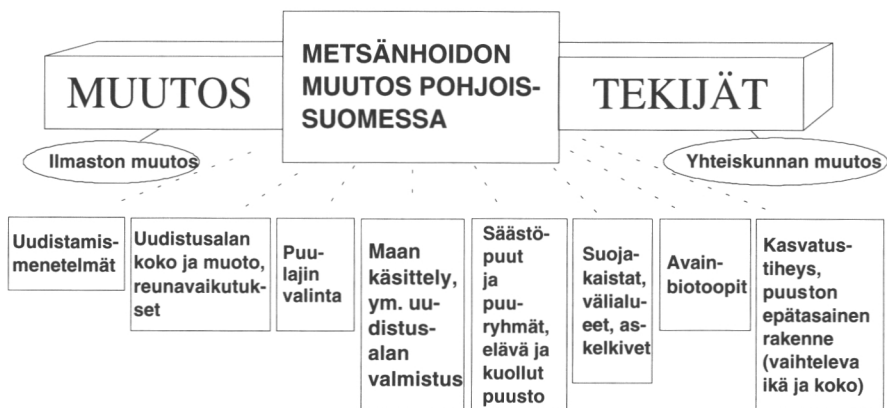
Metsän uudistamisvaihe muuttaa voimakkaimmin metsänkuvaa luonnontilaisiin metsiin verrattuna, ainakin ihmissilmin tarkasteltuna (Hallikainen 1998). Metsän uudistamiseen liittyvien toimenpiteiden vaikutukset ja seuraukset ovat siten avainasemassa arvioitaessa uusien metsänhoito-ohjeiden hyvyttä ja toimivuutta. Uusien metsänhoito-ohjeiden perustana on luonnonmetsien ekologian ja kehityksen tuntemus. Mikäli metsien hoidossa halutaan seurata luonnon viitoittamaa mallia, kohdataan kaksi käsitettä: luonnonmukainen (nature-oriented) ja luonnonläheinen (close to nature) metsänhoito. Ensiksi mainittu on luonnon ehdoilla tapahtuvaa toimintaa, jonka malli on saatu Keski-Euroopasta. Jälkimmäinen ottaa paremmin huomioon metsätalouden taloudellisuusnäkökohdat ja metsien monikäytön mallinaan boreaalisen havumetsän sukkessio (Parviainen 1998).

Talousmetsien metsänhoitosuosittelujen muutos alkoi hahmottua 1990-luvun puolivälin tienoilla, vaikka uusien metsänhoito-ohjeistojen kaltaisia metsänuudistamismenetelmiä ehdotettiin käytettäväksi Lapin erämaametsissä jo 1980-luvun lopulla (Erämaakomitean mietintö 1988).

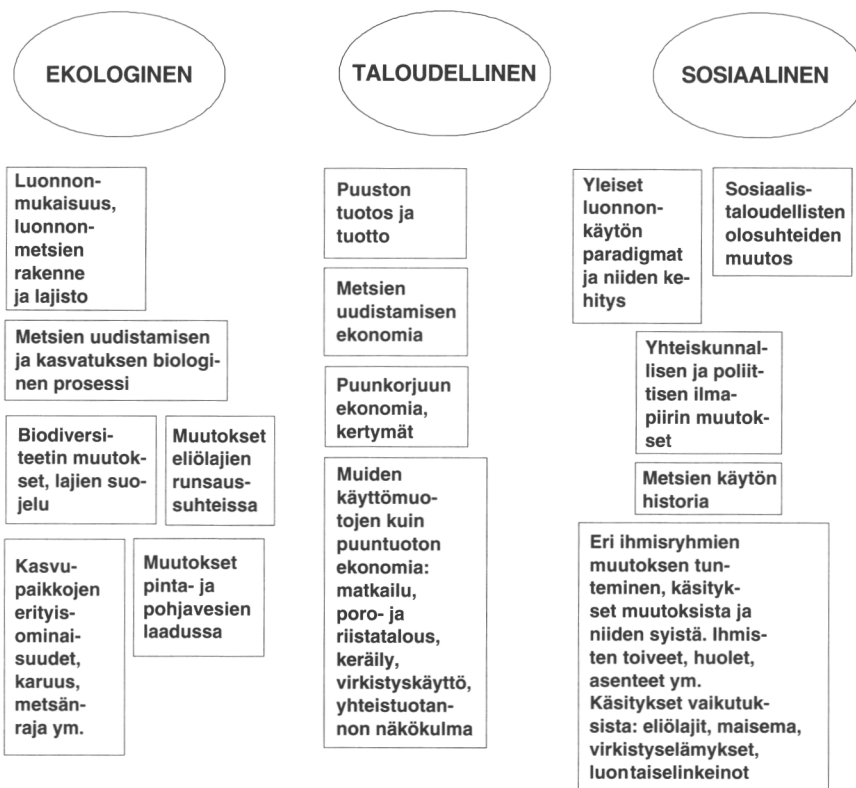
Erityisesti ekologiset ja sosiaaliset paineet aiheuttivat puuntuotannon näkökulmasta hyviksi koettujen ohjeiden muutostarpeen. Varsinkin Pohjois-Suomessa myös muut taloudelliset näkökohdat, kuten matkailun tai poronhoidon intressien huomioon ottaminen, aiheuttivat entisten ohjeistojen muutostarvetta. Ehkä voimakkain muutostarve tuli kuitenkin ekologiselta suunnalta. Luonnon monimuotoisuuden säilyttäminen nousi Rion sopimuksen (Ympäristöministeriö 1993) myötä myös yhdeksi Suomen metsätalouden keskeisistä periaatteista. Metsätalouden organisaatiot alkoivat laatia ympäristöoppaita ja uusia metsänhoitoperiaatteitaan 1990-luvun puolivälin tienoilla (esim. Luonnonläheinen metsänhoito 1994, Hokajärvi 1997, Metsätalouden ympäristöopas 1997, Hyppönen ym. 2001a). Turvataksaan luonnon alueellisen monimuotoisuuden säilymistä Metsähallitus otti 1990-luvulla käyttöön laaja-alaisen alue-ekologisen suunnittelun (Hallman ym. 1996). Eliölaajien sekä hyvän metsämaisen ja metsäluonnon virkistyskäyttöominaisuuksien säilyttämisen tarve kuvastuivat huomattavasti aikaisempaa selvemmin uusissa ohjeissa.

Metsänhoidon, erityisesti metsien uudistamisen muutos heijastui uudistamis- ja maankäsittelymenetelmiin, uudistusalan kokoon ja muotoiluun, puulajin valintaan, uudistusaloille jätettäviin säästöpuihin ja –puuryhmiin, uudistusalojen yhteydessä olevien avainbiotooppien säilyttämiseen, puuston kasvatustiheyteen sekä metsikön puuston eri-ikäisen rakenteen sallimiseen ja hyödyntämiseen. Metsikkö säilyi edelleen metsätalouden suunnittelu- ja hoitoyksikkönä (kuva 1). Muutoksen vaikutuksia tulee tarkastella ekologisesta, taloudellisesta ja sosiaalisesta näkökulmasta. Muutoksen hyvyttä arvioitaessa kysymyksen asettelut muodostuvat hyvin monitahoisiksi ja kattavien vastausten saaminen kaikkiin kysymyksiin on lähes mahdotonta tai ainakin vaatii hyvin laaja-alaista ja pitkäjänteistä tutkimusta.

Tämän artikkelin tavoitteena on tarkastella uusia metsänuudistamismenetelmiä pohjoisesta näkökulmasta Lapin metsänuudistamistoiminnan viimeisimpänä kehitysvaiheena sekä pohtia ja olemassa olevan tutkimustiedon perusteella uusien metsänhoitosuosittelujen viitoittamien metsänuudistamismenetelmien vaikutuksia, arvioida niiden soveltuvuutta Pohjois-Suomen olosuhteisiin sekä linjata keskeisiä tutkimustarpeita.



## N Ä K Ö K U L M A T



Kuva 1. Uudet metsänuudistamismenetelmät ja niiden vaikutusten ulottu- vuus.

## 2 Metsänhoito-ohjeiden muutoksen taustaa: pohjoissuomalaisen metsäluonnon muutos luonnonmetsistä hoitometsiksi

Lapin metsät säilyivät pääosin luonnontilaisina ja siten luonnon ekologien kiertojen varassa 1800-luvun loppupuolelle saakka (Pohtila 1979a). Luonnontilaisuus ei kuitenkaan merkinnyt sitä, että kaikki Lapin metsät olisivat olleet nykyisten kansallis- tai luonnonpuistojemme metsien kaltaisia. Luonnontilaisten metsien aikaan häiriötekijät, kuten myrskyt, metsäpalot ja bioottiset tuhot kuuluivat oleellisena osana luonnonmetsien sukkessioon (Vanha-Majamaa 1998). Vaikka luonnontuhot muovasivatkin ennen puuntuotantoon tähtäävän metsätalouden aikakautta luonnonmetsiä voimakkaasti, eivät niiden visuaaliset ja ekologiset vaikutukset olleet yhteneviä uudistushakkuiden vaikutuksiin verrattuna (ks. Vanha-Majamaa 1998). Palaneiden alueiden keskikoko on maassamme vähentynyt yli sadasta hehtaarista alle hehtaariin viimeisten sadanviidenkymmenen vuoden aikana (Saari 1923, Metsätilastollinen vuosikirja 1997). Palo-frekvenssi eri alueilla on luonnonmetsissä vaihdellut hyvin voimakkaasti. Vuosittain arvioidaan metsäpinta-alasta palaneen noin sadanneksen verran (Zackrisson 1977). Lapin valtion metsistä on arvioitu palaneen noin 0,1–0,5 % vuosittain viime vuosisadan lopulla (Pohtila 1979a). Tämä vastaa Lapin vuosittaista metsänviljelypinta-alaa. Luonnontilaisissa metsissä myös myrskytuhoalueet ovat voineet olla hyvinkin laajoja, vaikka myrsky tuhosi harvoin koko puustoa. Laajojen myrskytuhojen jälkiä voi nähdä Lapin luonnontilaisissa metsissä esimerkiksi Jaurujokilaaksossa Urho Kekkosen kansallispuiston alueella tai Inarin Vätsärissä (Kauhanen 1989, Tynys 1998).

Visuaalinen ja varsinkin ekologinen muutos metsissä vielä viime vuosisadan ensimmäisellä puoliskolla ei kuitenkaan ollut kovin draamaattinen. Markkinahakkuiden alettua laajat alueet säilyivät ns. nolla-alueina eli alueina, joilta puuta ei kannattanut korjata. Hakkuut olivat harsintahakkuita, tarkemmin sanottuna ankaraa määrämittaharsintaa, jonka seurauksena metsissä säilyi tietty puusto. Harsinnan seurauksina vanhoista metsistä tuli repaleisia ja nuorista metsistä vajaapuustoisia. Vanhahkoa puustoa jäi metsiin, koska harsinnan yhteydessä käytettiin 200–240 vuoden kiertoaikaa (Pohtila 1979b). Vaikka metsät saatettiin puuntuotannon näkökulmasta huonoon kuntoon, eliölajien säilymisen kannalta olosuhteet olivat harsituissakin metsissä kohtalaisen hyvät, jäihän sinne runsaasti myös kuollutta ja lahoavaa puustoa eikä metsikkö-

ilmasto todennäköisesti poikennut kovin dramaattisesti luonnonmetsien ilmastosta.

Sodan seuraukset, alueluovutukset, jälleenrakentaminen ja sotakorvausten maksaminen aiheuttivat suuren mullistuksen Lapin metsätaloudessa ja metsäkuvassa 1950-luvulla (Pohtila 1979c). Asiaan vaikutti myös uudella tavalla määritelty metsätalouden kestävyys käsite. Tuolloin painotettiin metsätalouden ekologista kestävyttä (Leikola 1994). Tällä tarkoitettiin lähinnä metsikkötaloutta, jossa puustoa kasvatettiin luonnon periaatteen mukaisesti poistamalla kilpailussa valtapuuston alle jääneitä puita ja kasvattamalla metsikön paras puusto kerralla suoritettavaan päätehakkuuseen saakka. Osasyynä sodan jälkeen Lapissakin yleistyneisiin laajoihinkin avohakkuihin voitaneen nähdä myös 1950-luvun funktionalistinen ihanne, joka korosti selväpiirteisyyttä ja taloudellista tehokkuutta. Kauniin metsän ihanne saattoi tarkoittaa säännöllisesti hoidettua tukkipuupilaristoa (Leikola 1994). Tällainen tarkoituksenmukainen, funktionaalinen kauneus (Sepänmaa 1981) vaikuttaa edelleenkin metsien maisemallisiin arvostuksiin, vaikka voidaan olettaa, että ekologisen tiedostamisen ja luonnontilaisten metsien ekologisen merkityksen ymmärryksen kautta myös luonnonmetsien merkitys, jopa kauneus, nähdään aikaisempaa selvemmin (ks. Hallikainen 1998).

Sotien jälkeen Lapissa laajentunut puunjalostusteollisuus loi osaltaan perustaa Lapin metsien aikaisempaa tehokkaammalle käytölle (Kuusela 1979a). Sotien jälkeen myös metsien puulajisuhteet alkoivat muuttua nopeasti. Sirén (1955) osoitti tutkimuksillaan, että ainakin huomattava osa Lapin kuusivaltaisista tuoreista kankaista tuottaisi puuta parhaiten, mikäli kasvatettavaksi puulajiksi valittaisiin mänty. Sirénin havainto ei ollut uusi. Ennen Siréniä jo Lakari (1920) ja Heikinheimo (1923) olivat esittäneet käsityksen, jonka mukaan mänty on kuusta tuottavampi Lapin paksusammaleisilla tuoreilla kankailla. Tämä käsitys johti selkeään männyn suosimiseen kuusen kustannuksella. Myöskään koivua ei suosittu, koska hieskoivun tuotokseen ei uskottu, ja ennen kaikkea siksi, että koivulle ei ollut menekkiä teollisuudessa mäntyyn verrattuna.

Myös Lapin suometsiin kohdistui 1950-luvulla aikaisempaa suuremmat tuotospaineet ja odotukset. Ojituksen koneellistuminen teki mahdolliseksi laajamittaiset ojitukset. Kun lisäksi toiminnan taustalla oli voimakkaasti virinnyt suometsien tutkimus, jonka tulokset valoivat uskoa ojitustoiminnan kannattavuuteen, ei ole lainkaan tavatonta, että luonnontilaisia soita, joiden uskottiin uudistuvan ja joiden puustojen uskottiin ojitustoiminnan ja lannoituksen seurauksena elpyvän, alettiin ennen näkemättömän nopeasti muuttaa ojitetuiksi puuntuotantoalueiksi Etelä- ja Keski-Lapissa (Seppälä 1979).

Lupaavasti alkanut laajoja avohakkuita seurannut metsänviljely koki 1960-luvun lopulla voimakkaita takaiskuja, kun jo vakiintuneina pidettyihin viljelytaimikoihin ilmestyi 1960-luvun viileiden kasvukausien myötä paljon tuhoja. Kyseiselle vuosikymmenelle osui kolme poikkeuksellisen kylmää kesää. Metsäammattilaiset pitivät tuhojen syynä, ainakin osasyynä, puutteellista maankäsittelyä. Tämän seurauksena metsämaan auraus yleistyi ja siitä kehittyi 1960-luvulla melko lyhyessä ajassa maankäsittelyn yleismenetelmä (Pohtila 1979d).

Edellä esitetyn seurauksena oli valtavan nopea muutos Lapin metsissä aina 1980-luvun loppupuolelle saakka. Lapin metsille viitoitettiin hyvin nopeasti sotien jälkeen uusi tulevaisuus, joka perustui paljolti vanhojen metsien nopeaan uudistamiseen männynviljelyn ja tehokkaan metsänparannustoiminnan avulla (Pohtila 1979c). Nopea muutos herätti myös vastustusta. Voimistuva luonnonsuojeluliike alkoi huolestua Lapin metsäluonnon tulevaisuudesta. Puuntuotannon ulottumista luonnonsuojelualueita lukuunottamatta kaikille metsämaalle pidettiin 1960-luvun puoliväliin saakka lähes itsestäänselvytyenä (Kuusela 1979b). Kyseisen vuosikymmenen loppuun mennessä tapahtui kuitenkin yleisissä asenteissa ja hallintoelimissä nopea muutos. Ilmiön taustalla oli 1960-luvulla jo pidemmälle teollistuneesta maailmasta Suomeenkin levinnyt ekologisen kritiikin aalto, joka kohdistui hyvin terävänä juuri metsätalouteen ja erityisesti metsätalouden jälkeisiin Lapissa (Kuusela 1979b). Arvostelu kohdistui erityisesti vanhojen erämaametsien uudistamiseen laajalalaisilla hakkuilla ja yhä pohjoisemmaksi ulottuvaan soiden ojittamiseen. Metsätalous nähtiin yhtäkkiä uhkana metsänrajalle, suojametsille, porolaitumille, metsien virkistys- ja matkailukäytölle sekä luonnoneliöille (Kuusela 1979b).

Metsätalouden toimiin kohdistuva kritiikki ei ollut ainutlaatuista Suomessa. Useissa muissakin teollistuneissa maissa metsien hoitoon ja käyttöön on kohdistunut vastaavanlaista arvostelua, joka ei välttämättä ole johtunut metsätalouden toimenpiteissä tehdyistä virheistä vaan metseen kohdistuvista kasvavista muista paineista (Reunala ja Heikinheimo 1987). Lapissa arvostelu erämaametsien uudistamisesta koveni 1980-luvun lopulla huomattavasti. Voimakas kritiikki johti sittemmin Erämaalain (62/1991) säätämiseen ja vauhditti huomattavasti uusien metsänuudistamismenetelmien kehittämistä ja linjasi menetelmiä.

Metsätalouden, erityisesti metsänuudistamisen, arvostelussa on nähtävissä sosiaalisen ilmiön piirteitä, joita ovat ainakin argumenttien rationaalisuus ja samankaltaisuus sekä uhkakuvien tunnistettavuus ja universaalisuus (Mills 1982). Massa (1994) tarkastelee Lapin metsätalouden ja metsäteollisuuden historiaa erilaisten ryöstötalouden mallien näkökulmasta valiten parhaiten Pohjois-Suomen kehitystä selittäväksi

malliksi kanadalaisen taloushistorioitsijan Harold Innisin mallin (sit. Massa 1994), jonka mukaan periferioiden taloudellinen ja teollinen kehitys perustuu ennen muuta luonnonvarojen vientiin eikä niinkään työvoiman hyödyntämiseen. Seurauksena kehityskulusta on ekologisen kolonialismin piirteitä sisältävä luonnonvarojen käyttö, jossa paikallisyhteisöjen tarpeet syrjäytetään. Näin ollen kritiikkiin lieneekin aiheellista suhtautua vakavasti eikä pitää sitä ainoastaan yksilöiden tai pienien ryhmien häiriökäyttäytymisenä (Hallikainen 1998).

Päätelmänä edellä esitetystä voitaneen todeta, että Lapin metsäluonnon muutoksen nopeus sotien jälkeisenä kolmena vuosikymmenenä sekä muutoksen oletettavat ekologiset ja sosiaaliset vaikutukset huomioon ottaen ei ole kovinkaan vaikeaa ymmärtää viimeaikoina tapahtunutta metsänhoito-ohjeiden muutoksen tarpeellisuutta erityisesti metsien uudistamisessa.

Muuttunut lainsäädäntö ja maailmanlaajuisen ympäristönsuojelujähtelyn muutokset sekä näitä seuranneet kansainväliset sopimukset ovat myös viime kädessä uusien metsänhoito-ohjeiden taustalla. Uusissa metsäläeissa, kuten 1997 voimaan tulleissa metsäläeissa (1093/1996, asetus 1200/1996) ja metsätalouden rahoituslaissa (1094/1996, asetus 1311/1996) on otettu huomioon metsien hoidon muutostarpeet sekä globaali metsä- ja ympäristöpolitiikan muutos. Uusi metsäläeissä korostaa aikaisempaa huomattavasti selkeämmin ympäristökysymyksiä ja metsien kestävästä käytöstä kestävyys käsitettä aikaisemmasta laajentaen (Metsäluonnon...1998). Muuttunut metsäläeissä heijastelee myös niitä periaatteita, joita linjattiin Riossa 1992 järjestetyssä YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssissa (Ympäristöministeriö 1993, Kubin ja Savilampi 2000). Rion konferenssin ja sitä seuranneen Helsingissä 1993 järjestetyn Euroopan maiden metsäministerikonferenssin seurauksena Suomen metsätalouden päälinjaksi on määritelty ekologisesti, sosiaalisesti ja taloudellisesti kestävä metsätalous (Kubin ja Savilampi 2000). Metsäministerikonferenssin päätösten mukaisesti kestävyys kriteerit ja indikaattorit jaettiin kuuteen luokkaan, joissa korostettiin metsien terveyttä, elinvoimaisuutta, tuottavuutta, monimuotoisuutta ja lisäksi sosiaalisten, taloudellisten ja kulttuuristen toimintojen ja edellytysten ylläpitämistä (Maa- ja metsätalousministeriö 1997). Myös kulttuurinen ulottuvuus on merkittävä lisäys aikaisempaan ajatteluun. Tästä näkökulmasta myös metsäluontomme erämaisuuden säilyttämisen merkitys korostuu (Hallikainen 1998).

Kestävyys periaate heijastuu myös kansallisessa metsäohjelmassa, joka painottaa puuntuotannon lisäämistä mutta korostaa myös metsien käytön ekologista kestävyttä (Kansallinen...1999). Lapin metsien monimuotoisuuden ylläpitämisen sekä puuntuotannon lisäksi met-

sien muiden käyttömuotojen huomioon ottamisen tavoitteet eli ekologisen, taloudellisen ja sosiaalisen kestävyuden tavoitteet kuvastuvat selvästi myös valtakunnallisen metsäohjelman periaatteita noudattaen tarkennetussa Lapin metsäohjelmassa (Riissanen ja Härkönen 2001).

## 3 Uusien metsänuudistamismenetelmien vaikutukset olemassaolevan tutkimustiedon valossa

### 3.1 Sosiaaliset vaikutukset

*Sosiaalisesta* näkökulmasta metsänuudistamismenetelmien muutosta tarkasteltaessa on selvitettävä, lisäävätkö uudet metsänhoitomenetelmät ja -käytännöt metsiemme hoidon sosiaalista kestävyyttä. Eri elinkeino- ja ammattiryhmät saattavat nähdä ohjeiden vaikutukset hyvinkin eri tavoin. Esimerkiksi puuntuotantoa voimakkaasti korostavissa intressiryhmissä voidaan olla huolestuneita uusien metsänuudistamiskäytäntöjen vaikutuksista, vaikka ohjeiden yleislinjat yleisesti ottaen hyväksyttäisiinkin (ks. Valkonen 2000a).

Metsänhoitoa ja käyttöä valvovassa organisaatiossa ollaan myös huolissaan metsänuudistamistöiden viivästymisestä ja pohditaan havaittujen uudistamistöiden viivästymisten syitä ja muuttuneiden metsänhoitokäsitysten ja -ohjeiden vaikutuksia viivästymisiin (esim. Hallikainen ym. 1997, Hyppönen ym. 2000). Toisaalta suomalaiset, myös huomattava osa metsänomistajista, arvostaa muiden metsänkäyttömuotojen kuin puuntuotannon toteutumismahdollisuuksien säilyttämistä metsissä, oli pa se sitten eliölajien, vesistöjen tai maisemien suojelua. Toki yksittäisten ihmisten ja ihmisryhmien välillä havaitaan arvostuseroja (esim. Karpinen 1994, Ovaskainen ja Kuuluvainen 1994, Kangas ja Niemeläinen 1995, Hänninen ja Karppinen 1996, Kajala 1997, Loikkanen 1997, Hallikainen 1998, Kangas ja Ala-aho 1998).

Menetelmien sosiaalisista vaikutuksista on olemassa hyvin vähän tutkittua tietoa. Päätelmiä voidaan tehdä soveltamalla esimerkiksi metsämaisemiin tai ihmisten luontoarvoihin ja asenteisiin kohdistuneiden tutkimusten tuloksia. Näiden perusteella voidaan olettaa, että uusien menetelmien avulla voidaan jonkun verran vähentää sitä kritiikkiä, jota kohdistuu erityisesti avohakkuualueisiin (ks. esim. Hultman 1983a,b, Kellomäki ja Savolainen 1984, Hallikainen 1998). Kankaan ja Niemeläisen

(1995) mukaan puolet suomalaisista ei sallisi avohakkuuta lainkaan, eikä taimikoita koeta metsän luontaiseen kiertoon kuuluvina. Kyseisen tutkimuksen mukaan suomalaiset arvostavat metsien biodiversiteetin säilyttämistä mutta suhtautuvat kriittisesti luonnonsuojeluun. Selityksenä tähän voi olla se, että ihmiset uskovat biodiversiteetin säilyvän myös talousmetsissä, kunhan metsien hoitomenetelmiä tarkistetaan asian vaatimalla tavalla.

Uusien menetelmien eräs maisemallinen etu voi olla se, että yksittäisiin metsiköihin jää tärkeitä vanhan metsän symboleja kuten kuolleita puita ja vanhoja puita (Hallikainen 1998). Lisäksi metsäalue säilyy puustoltaan aikaisempaa peitteellisempänä. Kuitenkin uusienkin menetelmien mukaisesti uudistettu ja uudistamisvaiheen jälkeen hoidettu metsäalue poikkeaa huomattavasti luonnontilaisesta metsästä. Tällöin on oletettavissa, että ne vetoomukset, joita on esitetty luonnontilaisten metsien säilyttämisen puolesta, tuskin loppuvat uusien metsänuudistamismenetelmien käyttöönoton myötä.

Yhtenä uusien metsänhoitomenetelmien sosiaalisia vaikutuksia selvittävänä tutkimuksena mainittakoon Heikkisen (2000) laatima opinnäytetyö, jossa selvitettiin suomussalmelaisten käsityksiä metsänhoidosta ja sen muutoksesta. Tutkimus toteutettiin postikyselynä kohdistettuna 500 satunnaisesti poimitulle suomussalmelaiselle, joista noin puolet vastasi kyselyyn. Tulokset osoittivat, että suomussalmelaiset olivat kokeneet metsien käsittelyssä tapahtuneen muutoksen mieltäen sen enimmäkseen myönteiseksi. Erityisen myönteisenä koettiin maanmuokkauksen keventyminen (94 mainintaa), avohakkuualojen pienentyminen (87 mainintaa), ojitusten loppuminen tai vähentyminen (32 mainintaa), maiseman huomioinnon ottaminen (29 mainintaa) sekä sekametsien määrän lisääntyminen (17 mainintaa).

### 3.2 Ekologiset vaikutukset

Uusien metsänuudistamismenetelmien ekologisia ja puuntuotannollisia vaikutuksia, niiden suuntaa ja voimakkuutta on hypoteettisesti hahmoteltu taulukossa 1. Menetelmien toimivuutta ja vaikutuksia ei voida kuitenkaan nykyisen tutkimustiedon valossa kattavasti arvioida, joten taulukon ensisijainen tarkoitus on hahmottaa kokonaisuutta ja herättää pohdintaa.

Uusien metsänhoitomenetelmien keskeisenä tavoitteena on luoda aikaisempaa paremmat ekologiset olosuhteet, jotka turvaavat 1) luonnon monimuotoisuuden säilymistä sekä 2) uhanalaisten lajien elinolosuhteet. Usein monimuotoisuudella tarkoitetaan mahdollisimman suur-

Taulukko 1. Metsänkäsittelyn muutokset ja niiden hypoteettiset vaikutukset metsikön ja metsäalueen ekologisiin tekijöihin. Symbolit taulukossa ovat: \*\*\* = suuri vaikutus, \*\* = kohtalainen vaikutus, \* = vähäinen vaikutus, tyhjä tarkoittaa, että vaikutusta ei ole. Suluissa oleva + -merkki tarkoittaa myönteistä muutosta ja -merkki kielteistä muutosta puuntuotannon ja/tai luonnonhoidon kannalta tarkasteltuna.

Metsänkäsittelyn muutos	Muutoksen ekologinen vaikutus											
	Reuna-vaikutukset	Puuston aiheuttaman juuriston kilpailun muutos	Pinta-kasvillisuuden muutos	Eläimistömuutokset	Tuuliolojen muutokset	Valo-olojen muutokset	Lämpö-olojen muutokset	Maanravinneolojen muutokset	Maanvesiolojen muutokset	Lumilojen muutokset	Puuston luontaisen uudistumisen edellytykset	Puuston kasvu ja metsikön tuotos
Uudistusalan koko ja muoto	*** (+/-)	** (-)	* (+)	*** (+/-)	*** (+)	** (+/-)	** (+/-)	* (+/-)	* (+/-)	** (+/-)	*** (+/-)	* (+/-)
Vartuneet elävät puuryhmät	* (+/-)	** (-)	* (+)	* (+)	* (+)	* (-)	* (-)	* (-)	* (+/-)	* (+/-)	** (+/-)	* (-)
Raivauskokoinen säästöpuusto	-	** (-)	* (+)	** (+/-)	* (+)	** (-)	** (+/-)	** (-)	** (+/-)	** (+/-)	*** (+/-)	** (-)
Kuolleet ja lahot jättopuut	-	-	-	*** (+)	-	-	-	-	-	-	-	-
Puulajifosuuksien monipuolistuminen	-	* (+)	** (+/-)	** (+)	** (+)	** (+/-)	** (+/-)	** (+/-)	** (+/-)	** (+/-)	*** (+/-)	*** (+/-)
Maankäsittelyn keveneminen	-	** (-)	*** (-)	** (+)	-	-	*** (+/-)	*** (+/-)	*** (+/-)	*** (-)	*** (-)	*** (-)
Kulotuksen lisäntyminen	** (+/-)	* (-)	* (+)	*** (+)	* (+)	* (+)	* (+/-)	* (+)	* (-)	* (+/-)	*** (+/-)	*** (+)
Arvokaiden elinympäristöjen säästäminen	** (+/-)	* (-)	* (+/-)	** (+)	* (+)	* (+/-)	* (+/-)	* (+/-)	* (+/-)	* (+/-)	* (+/-)	* (-)
Välialueet ja suoja vyöhykkeet	*** (+/-)	** (-)	* (+/-)	*** (+)	*** (+)	** (+)	** (+)	* (+)	* (+)	** (+)	** (+)	** (-)
Eri-ikäisyys	(+/-)	(-)	(+/-)	(+)	(+)	(+/-)	(+/-)	(-)	(+/-)	(+/-)	(+/-)	(+/-)

ta lajimäärää. Hyvin laajasti ymmärtäen monimuotoisuus vastaa lähes käsitettä "luonto" (Kouki 1993). Lajistollista monimuotoisuutta mitataan erilaisilla diversiteetti-indekseillä. Mahdollisimman suuri lajimäärä tietyllä alueella ei kuitenkaan saa olla hoitotoimenpiteiden yksioikoisena tavoitteena. Huomio on kiinnitettävä erityisesti tiettyihin ympäristötyyppihin erikoistuneen lajiston elinmahdollisuuksien turvaamiseen. Esimerkiksi runsas nuorten metsien määrä voi turvata hyvinkin rikkaan lajiston olemassaolon, mutta mikäli vanhojen metsien osuus käy liian pieneksi, näihin metsiin erikoistunut niukahko lajisto käy uhanalaiseksi. Näin ollen yksittäisten habitaattien tasolla tarkasteltuna korkean lajimäärän säilyttämisen tavoite voi olla ristiriidassa lajiston suojelutavoitteen kanssa (ks. Niemelä 1997).

Luonnon monimuotoisuutta on tarkasteltava hyvin monitasoisena luonnon luonteenpiirteenä, jolla turvataan luonnon toiminta (Haila 1995, sit. Niemelä 1997). Ylin luonnon monimuotoisuuden taso on luonnossa esiintyvä ympäristötyyppien kirjo, joka näyttäytyy aluetasolla. Lajimäärä on tätä alempi taso. Yksilöiden geneettinen vaihtelu on pienin monimuotoisuuden taso (Niemelä 1997). Uusien metsänhoito-ohjeiden vaikutukset ulottuvat kaikille luonnon monimuotoisuuden tasoille vaikuttaen biottisen luonnon toimintaan suoraan ja abioottisten olosuhteiden muutoksen kautta. Seuraavassa pohdiskellaan metsänhoidon muutosten vaikutuksia joidenkin lajien ja lajiryhmien menestymismahdollisuuksiin.

Uusien menetelmien vaikutukset *metsämarjojen* tuotokseen lienevät melko marginaaliset. Tärkeimmät metsämarjamme kuten mustikka ja puolukka tuottavat erittäin hyviä satoja ns. vanhojenkin metsänhoito-ohjeiden mukaisesti käsitellyissä metsissä, vaikka esimerkiksi lisääntyneen metsänreunan vaikutusta marjasatoihin voisi olla aiheellista tutkia.

Vaikutukset *porojen* elinmahdollisuuksiin luonnonympäristössä lienevät pääosin myönteisiä. Aikaisempaa pienempi yhtenäisten hakkuu-alojen koko, jossa voi olla erilainen lumen rakenne verrattuna laajoihin avohakkuualueisiin sekä ehkä pieneltä osin myös lупpoisten vanhojen puiden jääminen alueille, edistävät porojen viihtymistä alueilla. Muutokset puulajisuhteiden järjestelyssä (erityisesti koivu sekapuuna) sekä tarkempi ja kevyempi maankäsittely vaikuttanevat myös myönteiseen suuntaan tarkasteltaessa asiaa porotalouden näkökulmasta.

Uudistusalojen pienempi koko ja sokkeloisempi, maaston piirteitä paremmin noudatteleva muotoilu vaikuttavat aloilla vallitseviin säteily- ja tuulioloihin. Reunametsän ja säästöpuiden aiheuttama varjostuksen lisääntyminen vähentää poroille merkityksellisten heinien ja ruohojen peittävyyttä varjoisilla osilla aluetta (ks. Pukkala ym. 1993). Toisaalta pienemmillä ja kapeammiksi muotoilluilla sokkeloisilla uudistusaloilla tuulee laajoja uudistusaloja vähemmän ja lumi säilyy ehkä pehmeämpänä

kuin laajoilla aukeilla aloilla helpottaen porojen ravinnonkaivua. Mikäli avoimen alan koko kasvaa suuremmaksi kuin kaksi kertaa puuston pituus, saavuttaa tuuli nopeuden, jonka se saavuttaisi laajahkolla avoimella alalla eli kolminkertaisen nopeuden sulkeutuneeseen metsään verrattuna (Odin 1971, sit. Kellomäki 1991a).

Säästöpuut ja pienpuuston jääminen alueille lisännevät *kanalintujen* viihtymistä alueilla tarjoten hakoamispuita ja suojapaikkoja (Karvonen 2000). Myös *kolopesijöille* ja eräille *petolinnuille* kuten kotkalle tai kalasääskelle tarjoutuneet uusien menetelmien mukaisesti toteutetuilla uudistusalueilla aikaisempaa parempia pesimismahdollisuuksia. Pohdittaessa kanalintujen, kuten useiden muidenkin lintulajien menestymistä uusien menetelmien mukaisesti toteutetuilla metsäalueilla, on kuitenkin otettava huomioon uudistusaloja laajempi metsämosaiikin kokonaisuus. Metsien voimakas *pirstoutuminen* voi heikentää lintujen elinmahdollisuuksia. Esimerkiksi teeren ja metson pesimismenestys heikkenee vanhan metsän alueen pirstoutumisen lisääntyessä (Kurki ym. 2000). Metsien pirstoutuminen vaikuttaa myös lintukantojen ajallisen vaihtelun voimakkuuteen. Pirstoutuminen vaikuttaa kuitenkin eri tavoin erilaisissa habitaateissa viihtyvien lintulajien kantojen ajallisen vaihtelun voimakkuuteen. Metsäaluetason tarkastelussa voidaan todeta, että laajemman maisemakokonaisuuden muutokset vaikuttavat varsinkin vanhan metsän lintulajien kannanvaihteluihin ja pienipiirteisemmät habitaattimuutokset erityisesti ns. yleislajien kantojen vaihteluihin (Jokimäki ym. 2000).

*Liito-orava* on eräs esimerkki lajista, joka yleisen käsityksen mukaan viihtyy vanhoissa metsissä ja käyttää puustoa liikkumiseensa. Liito-oravan menestymiseen vaikuttavat siten sekä metsikön sisäinen puustorakenne että alueen metsikkömosaiikin rakenne ja sen dynamiikka. Koillismaalla tehdyissä liito-oravatutkimuksissa havaittiin, että liito-oravien esiintymispaikat sijoittuivat lehtipuustosiin, erityisesti haavikkoisiin metsänkohtiin. Liito-oravan esiintymispaikkojen puusto oli lisäksi keskimääräistä järeämpää ja lahoavia maapuita oli enemmän kuin vertailumetsissä. Lisäksi metsäalueet, joissa liito-orava esiintyy, ovat yhtenäisempiä kuin alueen talousmetsämaisema yleensä. Onkin pääteltävissä, että hyvin rikkonainen talousmetsämaisema voi heikentää liito-oravan elinoloja ja liikkumismahdollisuuksia. Ainakin vanhojen metsien yhteyksillä, käytävillä, lienee tärkeä merkitys liito-oravien leviämismahdollisuuksia ajatellen. Myös nuorehkot, erityisesti mäntyä kasvavat metsät voivat toimia leviämiskäytävinä. Sitävastoin liito-orava välttää nuoria taimikoita ja avohakkuualoja (Reunanen ja Nikula 1998, Reunanen ym. 2000).

*Lahottajasienten* menestymisestä uusien metsänhoito-ohjeiden mukaisesti uudistetuissa metsissä ei toistaiseksi ole suoranaisia tutkimustuloksia. Sitävastoin tiettyjen indikaattorilajien läsnäoloa ja lajistodiversiteettiä on tarkasteltu luonnontilaisissa mäntymetsissä, eri-ikäisillä männyn siemenpuuhakkuualoilla sekä luonnontilaisissa kuusimetsissä ja harsintahakatuissa kuusimetsissä (Sippola ym. 1998, Sippola ja Renvall 1999, Sippola ym. 2001a).

Eräillä Pohjois-Lapissa sijaitsevilla männyn 40 vuotta vanhoilla siemenpuuhakkuualoilla oli järeää lahoppuuta vielä runsaasti jäljellä, vaikka se oli suurelta osin jo melko tai erittäin pitkälle lahonnutta. Vanhassa luonnontilaisessa mäntymetsässä on kuollutta ja lahoavaa puustoa keskimäärin noin 20 m<sup>3</sup>/ha, luonnontilaisessa kuusimetsässä jopa noin 60 m<sup>3</sup>/ha. Kuolleesta puusta noin 60–70 % on runkopuuta, 30–40 % kuolleita pystypuita ja keloja, 3,5–7 % kantoja ja oksia (Sippola ym. 1998). Siitosen (1998) mukaan vanhoissa luonnontilaisissa tuoreen kankaan kuusikoissa Pohjois-Hämeessä oli noin kymmenen kertaa enemmän lahoppuuta kuin vastaavissa vanhoissa talousmetsissä. Järeää lehtipuuta oli luonnontilaisissa metsissä noin 35 kertaa enemmän kuin vanhoissa talousmetsissä.

Lahottajasienten lajimäärä eräillä vanhoilla Pohjois-Lapissa sijaitsevilla siemenpuualoilla oli 50–60 % alhaisempi kuin vastaavan kasvupaikkaryhmän luonnontilaisissa mäntymetsissä. Tosin luonnontilaisissa metsissäkin lahoppuun laikuttaisuus vaikutti voimakkaasti lahottajasienten esiintymiseen. Tuoreilla siemenpuuhakkuualoilla esiintyi valkolahoa muodostavia pioneerilajeja. Osa vanhojen mäntymetsien lajeista kykeni hyödyntämään myös hakkuutähteitä. Oleellista on kuitenkin, että ennen hakkuuta luonnontilaisissa metsissä ollut kohtalaisen runsas kuollut puusto ja lahoppuusto kykeni pitämään yllä kohtalaisen runsasta sienilajistoa pitkään hakkun jälkeen (Sippola ja Renvall 1999).

Koillismaalla sijaitsevilla vanhoilla harsituilla kuusen koealoilla oli noin 40 % vähemmän kuollutta puustoa ja lahoppuustoa kuin vastaavissa luonnontilaisissa kuusikoissa. Lahottajasienten runsaus ja lajimäärä oli merkittävästi vähäisempi kuin luonnontilaisissa kuusikoissa. Erityisesti lajisto, joka hyödyntää järeää kohtalaisen paljon lahonnutta puuainesta, oli kärsinyt harsintahakkuun seurauksena. Vanhojen metsien lahottajalajisto ei ollut kyennyt palaamaan metsiin, vaikka harsintahakkuista oli kulunut 50–100 vuotta. Harsintahakkuissa oli poistettu rinnantasalta noin 20 cm paksumpia puita (Sippola ym. 2001a).

*Kovakuoriaiset* ovat myös kuollutta puuta ja lahoppuuta tarvitseva eliöryhmä. Kovakuoriaisten esiintymistä on tutkittu Lapin luonnontilaisissa kuusi-, mänty- ja sekametsissä vertaillen tuloksia vuoden van-

hoihin siemenpuuhakkuualoihin sekä viisitoista vuotta vanhoihin kuusen avohakkuualoihin (Sippola ym. 2001b). Luonnontilaisissa metsissä lajien runsaus oli yhteydessä metsän kasvuun, järeän lahoavan puun määrään sekä puulajisuhteisiin. Puuta hyödyntämättömien kovakuoriaislajien lajikoostumuksen osalta ei havaittu eroja siemenpuuasentoisten metsien ja luonnontilaisten mäntymetsien välillä. Sitävastoin puuta hyödyntävien lajien runsaus oli suurempi luonnontilaisissa mäntymetsissä talousmetsiin verrattuna. Avohakattu kuusimetsä oli lajiköyhempi kuin luonnontilainen kuusimetsä. Avohakkualoilla oli enemmän pioneerilajeja, maassa eläviä avoimien habitaattien lajeja sekä eräitä käävillä eläviä lajeja. Tiedetyt sienä syövät hyönteislajit puuttuivat kokonaan hakkuualoilta. Tulokset viittaavat siihen, että pitkäköllä aikavälillä järeän lahoppuun määrän ja laadun muutos heikentää harvinaisten lahoavalla puulla elävien kovakuoriaislajien kantoja. Lahoavaa puustoa oli hakkuualoilla noin 8–26 m<sup>3</sup>/ha, luonnontilaisissa metsissä 16–69 m<sup>3</sup>/ha (Sippola 2001b).

Lahoavan puun merkitystä eliölajistolle ei todellakaan voi vähätellä. Nykyisin uhanalaisiksi luokitelluista eliölajeista runsas kolmannes on riippuvainen laho- ja kolopuiden esiintymisestä (Annala 1998, Siitonen 1998). Paljonko lahoppuuta nykyisten ohjeiden mukaisesti toteutetuille uudistusaloille on jäänyt? Näillä alueilla tehtyjen seurantatutkimusten mukaan yksityismailla järeää maapuuta on jäänyt uudistusaloille varsin niukasti, keskimäärin 0,4 m<sup>3</sup>/ha. Kaikkiaan elävää ja kuollutta säästöpuustoa on jäänyt keskimäärin 6–7 m<sup>3</sup>/ha, josta vain pieni osa on kuollutta puustoa (Kotiharju ja Niemelä 2000). Metsähallituksen seurannan mukaan vuosina 1994–1996 kuollutta säästöpuustoa jäi uudistusaloille noin 3–5 m<sup>3</sup>/ha (Korhonen 1997). Pohjois-Savon metsäkeskuksen alueelta oli valtakunnan metsien yhdeksännen inventoinnin mukaan yli kymmensenttisen lahon runkopuun määrä keskimäärin 3,5 m<sup>3</sup>/ha (Tomppo 1997, sit. Siitonen 1998). Kuolleen puuston määrän lisäksi on kiinnitettävä huomiota myös sen laatuun arvioitaessa lahoppuuston merkitystä eliölajeille. Talousmetsissä, toisin kuin luonnontilaisissa metsissä, suurin osa lahoppuusta koostuu usein kannoista ja pieniläpimittaisesta puusta kuten hakkuutähteistä (Siitonen ym. 1995, Siitonen 1998). Uudistettaville metsikkökuvioille jätettävien säästöpuiden, elävien ja kuolleiden puiden, tärkein ekologinen tavoite on turvata lahoppuujatkumoa. Tärkeää on pohtia, riittävätkö nykyisten suositusten mukaiset säästöpuumäärät, elävät ja kuolleet puut, turvaamaan riittävän lahoppuujatkumon, vai tarvitaanko koko luonnontilaisissa metsissä viihtyvän lajiston kirjon säilyttämiseen lahoavaa puuta huomattavasti enemmän, esimerkiksi 20–30 m<sup>3</sup>/ha (ks. Siitonen ym. 1995, Siitonen 1998, Økland ym. 1996, Sippola ym. 1998, Annala 1998, Sippola 2001b).

Erityisen tärkeää olisi jättää kasvatushakkuiden yhteydessä lahoavaksi tarkoitettua puustoa myös ns. vanhojen käsittelymenetelmien mukaisesti uudistetuille alueille, joille ei uudistamisvaiheessa jäänyt säästöpuustoa. Lahopuuta alkaa muodostua jo muutaman kymmenen vuoden ikäisiin metsiin (Isomäki 1995, Hynynen ja Saramäki 1995). Mikäli metsää ei harvenneta, 65 vuoden ikäisessä etelä-suomalaisessa metsässä on lahopuuta jo noin 60 m<sup>3</sup>/ha. Jos kiertoajan kuluessa harvennuksissa poistetaan noin 150–200 m<sup>3</sup>/ha puuta, tulisi viidesosa tästä jättää metsiin turvaamaan lahopuulla elävien lajien elinmahdollisuuksia (ks. Vuokila ja Väliaho 1980, Annila 1998).

Lahopuun ohella myös *palaneen puun* määrä metsissä vaikuttaa merkittävästi monien lajien elinolosuhteisiin ja metsien puulajidynamiikkaan (Vanha-Majamaa 1998). Metsäpalojen seurauksena hiiltyneen puun puuttuminen metsistä onkin lahoavan puun puutteen ohella suurin uhka nykyisten metsiemme biodiversiteetille (Esseen ym. 1997). Hiiltyneen puun määrää voitaneen lisätä metsissämme suosimalla kulotusta metsänuudistamisen yhteydessä, vaikka kulotettu uudistusala ei läheskään täysin vastaa luonnontilaisen metsän paloaluetta. Tämän vuoksi metsäpaloalueita olisi saatava myös luonnonsuojelualueillemme nykyistä runsaammin.

Kuten jo edellä todettiin, uudistusalojen ja niihin välittömästi liittyvien arvokkaiden luontokohteiden ja avainbiotooppien lisäksi on tärkeää tarkastella myös metsikkökuvioita laajemman *metsäalueen kokonaisuutta*. Hyvän aluekokonaisuuden ominaisuudet ovat lajikohtaisia. Liito-orava tarvitsee erilaisen metsämosaiikin selviytyäkseen alueella kuin kotka tai jokin lahopuulla elävä kovakuoriainen tai lahottajasieni (ks. Angelstam 1997). Lajien perustoiminnot, liikkuminen, lisääntyminen ja ravinnon saanti sekä suoja määräävät lajin vaatimien elinympäristöjen kirjon. Mikäli alueelta puuttuu jollekin perustoiminnot välttämätön elinympäristö, lajin ja sen yksilöiden säilyminen alueella vaarantuu tai käy mahdottomaksi.

Perkolaatioteorian mukaan alue pirstoutuu erillisiksi laikuiksi, kun jäljellä on 60 % lajille sopivaa elinympäristöä. Mikäli sopivaa elinympäristöä on alueella 40 %, laikut eivät ole kunnolla eristäytyneitä. Kun sopivaa elinympäristöä on jäljellä 20–30 % alueen pinta-alasta, lajien kannat vähenevät voimakkaammin kuin lajille sopivan elinympäristön kokonaispinta-alan perusteella voisi olettaa. Kun lajille sopivan elinympäristön määrä vähenee 5–10 %:iin, laji häviää paikallisesti (Angelstam 1997, Gardner ym. 1987, Jokimäki 2000). Lajin yksilömäärän väheneminen suhteessa lajille sopivan habitaatin kutistumiseen tietyllä alueella ei ole lineaarista. Aluksi väheneminen on hidasta nopeutuen tietyn kynnyksarvon jälkeen merkittävästi (Andén 1997). Lajille sopivien

habitaattien kokonaispinta-ala alueella on lajin säilymisen kannalta tärkeämpi kuin habitaattien sijoittuminen alueella (Andén 1994).

Lajien elinolosuhteisiin ja lajien diversiteettiin vaikuttaa myös se, kuinka suurista ”rakeista” lajeille suotuisien tai epäsuotuisien habitaattien mosaiikki muodostuu. Ongelma on, että se, mikä on hyvä ”raekoko” vaikka tietyn lajin tai lajien yksilömäärän kannalta, ei välttämättä ole paras lajiston diversiteetin kannalta. Esimerkiksi Helle (1984, 1985) mallitti alueiden, joiden metsätaloudellinen hyödyntämistäaste oli 75 %, avohakkuualojen muodostaman ”rakeen” koon vaikutuksia linnuston kokonaistiheyteen, biomassaan, lajirunsauteen sekä paikkalintujen määrään. Hakkuualojen koot olivat 5, 20 ja 50 hehtaaria. Linnuston tiheys oli suurin alueilla, joilla hakkuuaukkojen ”raekoko” oli 5 ha, lajirunsaus oli suurin aukon koon ollessa 20 ha ja biomassa suurin käytettäessä 50 hehtaarin aukkoja. Paikkalinnut kärsivät eniten voimakkaista ja suuri-alaisista avohakkuista.

Useimmille lintulajeille pirstaleinen, rakenteeltaan vaihteleva metsäalue on yhtä hyvä tai jopa parempi kuin vanha luonnontilainen metsä. Puolet runsaimpina esiintyvien lintulajiemme kannoista onkin metsänhoidon vuoksi joko runsastunut tai pysynyt ennallaan. Vanhojen metsien lintulajisto on kuitenkin taantunut vanhojen metsien määrän vähenemisen ja vanhojen metsien pirstoutumisen seurauksena (Järvinen ym. 1977, Väisänen ym. 1986, Jokimäki 2000). Jokimäen ja Inkeröisen (1995) mukaan Inarin-Lapin erämaa-alueilla toteutetut siemenpuuhakkuut vähensivät sekä lintulajien kokonaismäärää että kolopesijöiden ja vanhojen metsien lintulajien runsautta. Puunkolossa pesivien lintujen kuten myös muiden lintujen ja nisäkkäiden tiheyden on todettu olevan suurin laajoilla luonnontilaisilla alueilla kuten suurilla suojelualueilla (Andén 1994, Virkkala ym. 1994, Annala 1998). Kuitenkin metsätalouden vuoksi uhanalaisista lajeista vain metsäpeura ja kuukkeli tarvitsevat laajoja luonnontilaisia metsäalueita.

Myös *aikatekijä* on otettava huomioon luonnonalueiden pirstoutumisen vaikutuksia arvioitaessa. Luonnon sukkessio muovaa kaiken aikaa luonnonalueiden mosaiikkia, tietyille lajeille sopivien alueiden määrää ja kokoa sekä sitä, kuinka nämä alueet ovat yhteydessä toisiinsa vaikuttaen lajin elinmahdollisuuksiin habitaatilla, sekä mahdollisuuksiin levitä sopivalta habitaattilaikulta toiselle (pirstoutuminen ja metapopulaatioteoriat, ks. esim. Angelstam 1997, Hanski 1999). Se, kuinka kauan epäsuotuisa tilanne tietyn lajin kannalta alueella vallitsee, vaikuttanee myös siihen, kuinka lajin kannat kehittyvät. Alueella tulisi kaiken aikaa olla riittävä määrä lajille sopivia elinympäristöjä tai tätä epäsuotuisamman tilanteen tulisi korjautua mahdollisimman nopeasti. On kuitenkin epä-

selvää, kuinka kauan tietyn lajin kanta kestää epätyydyttäviä olosuhteita alueella. Tämäkin lienee varsin lajikohtaista.

Suojeluekologian näkökulmasta tarkasteltuna kysymys uusien metsänuudistamismenetelmien toimivuudesta on siis hyvin vaikea. Ensimmäisellä tasolla tarkastellaan itse uudistusala ja sen sisäistä mosaiikkirakennetta. Toisella tasolla tarkastellaan uudistusalojen yhteyteen jätettävien avainbiotooppien ja metsälain (1093/1996) mukaisten arvokkaiden luontokohteiden kokonaisuutta ja uudistusalaan liittyvien, eri vaiheissa olevien varttuneempien metsien sekä niihin liittyvien muiden ekosysteemien muodostamaa mosaiikkia. Luonnonsuojelualueverkosto edustaa laajahkojen luonnontilaisten ekosysteemien mosaiikkia muodostaen kolmannen tason. Minkälainen dynaaminen kokonaisuus näistä kolmesta tasosta olisi riittävän hyvä eliölajiston diversiteetin ja harvinaisten tai uhanalaisten lajien näkökulmasta? Mikä merkitys uudistusalatason muutoksilla on eliölajiston suojelun kokonaisuuden kannalta? Kuinka pieniksi ”rakeiksi” tietty alue voidaan metsiä uudistamalla pirstoa eliölajiston kärsimättä? Paljonko avainbiotooppeja tarvitaan (esimerkiksi % pinta-alasta) ja miten niiden tulee sijaita toisiinsa nähden? Tässä ainoastaan muutamia kysymyksiä.

Vaikka arvokasta tutkimustietoa sekä koeteltuja ja mallitettuja teorioita onkin jo olemassa, kysymysten laajuuden ja monimutkaisuuden huomioon ottaen voi yhtyä Angelstamin (1997) käsitykseen, että suojeluekologinen tietomme lajien ja biodiversiteetin säilymisestä on vielä hyvin puutteellista. Uusien metsänuudistamismenetelmien ekologisten vaikutusten arvioiminen on siis mahdoton tehtävä nykyisen tutkimustiedon varassa, varsinkin, jos vaikutukset halutaan kvantitatiivisesti mallittaa. Laji- tai lajiryhmäkohtaisia tai diversiteettiä kuvaavia malleja voitaneen tehdä, mutta kokonaisvaikutusten mallittaminen on hyvin vaikeaa, jopa mahdotonta. Mikä toiselle tai toisille on hyvää, voi olla toisille huonoa! Suunta metsänuudistamisohjeistojen kehityksessä lienee kuitenkin oikea eliöidensuojelun näkökulmasta. Uudistusalojen *lahopuujatkumon* sekä *puulaji- ja ikävaihtelun* lisäksi olisi alueellisesti säilytettävä tai luotava *erilaisista ja erikokoisista metsälaikuista koostuvaa mosaiikkia* (ks. myös Roth 1976, Angelstam 1997).

### 3.3 Vaikutukset metsien uudistumiseen ja puuntuotokseen

Yksittäisten säästöpuiden tai säästöpuuryhmien aiheuttamat välittömät tuotos- ja tuottotappiot on helppo arvioida. Tällaista puustoa jäänee

uudistusaloille ja hakkuiden yhteydessä säästetyille luontokohteille muutamasta kuutiometristä lähes kymmeneen kuutiometriin hehtaaria kohti (Korhonen 1997, Rissanen 1999, Kotiharju ja Niemelä 2000), jolloin välitön hehtaarikohtainen taloudellinen menetys on enimmillään muutamman tuhannen markan suuruinen. Yleensä säästöpuut jätetään turvaamaan lahopuujatkumoa uudistusaloille eikä niitä näin ollen poisteta myöhemminkään (Karvonen 2000). Osa säästöpuista on lisäksi kuolleita puita tai lahoja pökkelöitä. Metsähallituksen vuosien 1994–1996 uudistusaloille ja luontokohteille jätetyistä säästöpuista noin 20 % oli lahoja ja kuollutta pystypuustoa (Korhonen 1997) pienentäen tappiota entisestään silloin, kun säästöpuut jätetään uudistusalalle pysyvästi. Säästöpuiden ja puuryhmien ym. pienkohteiden vuoksi puuntuotannosta poistuva pinta-ala voi olla merkittävä. Erään Länsi-Lapissa tehdyn selvityksen mukaan itse viljeltäväksi tarkoitettua pinta-alan osuus koko uudistusalan pinta-alasta vaihteli 64–100 % (Eskelinen 2000). Arvokkaalle avainbiotoopille voi jäädä puustoa kymmenienkin tuhansien markkojen arvosta hehtaarille.

Mikäli puut tai osa niistä halutaan poistaa myöhemmin, voi niiden mahdollisella tuotolla olla merkitystä. Kasvutilan vapauttaminen varsinkin silloin, kun puut saavat hakkuun jälkeen kasvaa etäällä toisistaan, lisää puiden kasvua. Siemenpuustoksi jätettyjen mäntyjen kasvuprosentti voi nousta noin kaksinkertaiseksi viidentoista vuoden kuluttua kasvutilaa vapauttavasta hakkuusta (Niemistö ym. 1993). Kasvu tosin keskittyy voimakkaimmin puun tyviosaan pienentäen pituuden ja läpimitan suhdetta (Niemistö ym. 1993). Puun ikä, koko, elinvoima ja latvuksen koko vaikuttavat kasvun lisäyksen suuruuteen ympäröivien puiden kilpailun poistuttua tai vähennyttyä. Esimerkiksi puun poikkileikkauspinta-ala kasvaa sitä voimakkaammin, mitä paksummasta puusta on kysymys. Iän myötä poikkileikkauspinta-alan kasvu vähenee. Vanhojen puiden kasvunlisäys kasvuprosentilla ilmaisten on vähäisempää kuin nuorempien puiden, mutta absoluuttinen tilavuuskasvu ei korreloi kovin voimakkaasti puun iän kanssa varttuneiden puiden ollessa kyseessä (Niemistö 1993). Hyvin vanhojen puiden, joita säästöpuut usein ovat, kasvu ja kasvun lisäys lienee melko vähäistä, joten kasvutilan lisäyksellä ei ole vastaavaa merkitystä kuin tyyppillisten siemenpuiden ollessa kyseessä.

Vaikka säästöpuiden kasvu lisääntyikin jonkun verran kasvutilan lisääntymisen myötä, niiden puuntuotantoa lisäävä merkitys metsikkötasolla on kuitenkin hyvin vähäinen, parhaimmillaan ehkä noin 0,5–1,5 m<sup>3</sup>/ha (Sarvas 1949, Niemistö ym. 1993, Valkonen 2000b). Säästöpuilla voi kuitenkin olla taloudellista merkitystä, mikäli tavoitellaan hyvälaatuista suurikokoista erikoispuuta (Persson 1992, Valkonen 2000b). Tällöin on kuitenkin jätettävä normaalia siemenpuustoa enemmän säästöpuita, ainakin ryhmiin, jotta niiden runkomuoto ei tyven voimakkaan

kasvun myötä huonontuisi merkittävästi (ks. Niemistö ym. 1993). Toisaalta säästöpuuryhmässä ryhmän puut vähentävät jonkun verran toisensa kasvua (ks. Niemistö ym. 1993). Reunametsän puiden kasvun lisäys ei liene täysin verrattavissa yksittäisten säästöpuiden kasvun lisäykseen.

Yllä mainittua vaikeampaa on arvioida säästöpuiden ja lisääntyneen reunametsän läheisyyden vaikutuksia uudistusosalalle luontaisesti tai viljellen syntyneen puuston *kasvuun* sen eri ikävaiheissa. Tarkastelu voidaan tällöin kohdistaa yksittäisten puiden kasvuun tai syntyneen uuden puusukupolven puiden kokonaiskasvuun, johon vaikuttaa yksittäisten puiden kasvu, puiden kokonaismäärä sekä tilajärjestys.

Reunametsän puusto ja säästöpuut voivat varjostaa syntyneitä taimia ja vähentää niiden kasvua juuristokilpailun kautta. Niemistön ym. (1993) käsityksen mukaan erityisesti juuristokilpailu on ratkaiseva tekijä siemen- tai säästöpuiden läheisten taimien vähäiseen tiheyteen ja kasvuun siemen- tai säästöpuiden varjostuksen merkityksen jäädessä vähäiseksi. Useat muutkin tutkijat ovat päätyneet samanlaiseen käsitykseen (esim. Vaartaja 1951, Kalela 1954, Lehto 1956, 1969). Erityisesti tyyppi on ravinne, josta taimet joutuvat kilpailemaan läheisten suurten puiden kanssa karuilla mäntykankailla (Tamm 1991, Valkonen 2000b). Siemen- tai säästöpuiden sadannan pidätyksen ei ole uskottu vaikuttavan ainakaan kovin merkittävästi taimien pituuskehitykseen (Valkonen 2000b). Säästöpuiden varjostuksen ja sateen pidätyksen vaikutusta tulisi kuitenkin selvittää lisää. Yksittäisten puiden aiheuttaman varjostuksen määrää on tarkasteltu myös matemaattisten mallien avulla (Satterlund 1983). Lisäksi Pukkala ym. (1993) ovat selvittäneet varttuneen metsän puiden varjostuksen vaikutusta taimimääriin ja havainneet taimien ja säteilyn määrän välisen tilastollisesti merkitsevän positiivisen korrelaation. Tulosta ei kuitenkaan suoraan voitane soveltaa yksittäisten säästöpuiden varjostustilanteeseen.

Uudistusosalalle viljellen tai luontaisesti syntyneen puuston varttuessa ovat uudistusosalalle jätetyt, usein alunperinkin vanhat säästöpuut vanhentuneet edelleen ja aiheuttanevat yhä vähemmän kasvatappioita uudelle puusukupolvelle kilpailun vedestä, ravinteista ja valosta ollen pääosin uuden puusukupolven puuyksilöiden välistä. Näin ollen suurin haitta säästöpuista ja -puuryhmistä uudelle puusukupolvelle aiheutuu varhaisessa taimikkovaiheessa. Itämisvaiheessa säästöpuut, -puuryhmät ja reunametsä vaikuttanevat siementen itämiseen varjostuksen sekä lämpö- ja kosteusolojen kautta, juuristokilpailun vaikutuksen astuessa kuvaan mukaan pian itämisvaiheen jälkeen (ks. Lehto 1956, Valkonen 2000b).

Säästöpuiden määrä ja sijainti sekä reunametsän etäisyys vaikuttavat myös syntyvien taimien *tiheyteen ja tilajärjestykseen*. Siementävien puiden olemassaolon ja sijainnin lisäksi ilmavirtaukset, siementävien puiden pituus, siementen leviämiskyky, siemensadon suuruus, siementen itämiskyky ja itämisalustan ominaisuudet yhdessä muiden itämisolosuhteiden kanssa vaikuttavat taimien syntyyn (Kellomäki 1991b). Yksittäisen puun ollessa kyseessä siemennys on suurinta jonkun verran latvuksen ulkopuolella, ei siis välittömästi latvuston alapuolella ilmavirran kuljettaessa siemeniä latvuksen ulkopuolelle. Tämän jälkeen siemennyksen määrä vähenee nopeammin kuin suora riippuvuus etäisyydestä edellyttäisi (Kellomäki 1991b). Tällainen leviämismalli sopii osittain myös reunametsästä tapahtuvaan siementen leviämiseen. Mitä tiheämpi reunametsä on, sitä suppeammalle alueelle siemenet leviävät heikompien ilmavirtausten vuoksi. Siementen leviämisestä siementävien puiden ympäristöön on myös mallitettu (Kellomäki 1991b). Sitä, kuinka kauas siemennys siementävästä puusta ulottuu, ei voida yksiselitteisesti sanoa. Siihen vaikuttavat ainakin puulaji, ilmavirtaukset, siementen määrä ja laatu sekä siementävien puiden pituus (Kellomäki 1991b). Käytännön metsänhoito-ohjeiden kaistaleiden leveyden sekä siemenpuiden määrän suositukset perustuvat oletukseen, että siemenet leviävät noin puolesta-toista kahteen kertaan puiden pituuden etäisyydelle (ks. esim. Valkonen 2000b, Hyppönen ym. 2001a).

Hyvin lukuisat sekä puukohtaiset että ympäristötekijät vaikuttavat puiden tuottaman siemensadon määrään (esim. Kellomäki 1991b). Voidaan myös kysyä, miten säästöpuiden usein korkea ikä ja suuri koko vaikuttavat niiden siementuotantoon eri puulajeilla. Hyvin siementävät puut ovat yleensä metsikön valtapuita (Kellomäki 1991b). Iän vaikutuksesta tärkeimpien metsäpuidemme siementuotantoon ei liene yksiselitteisiä tutkimustuloksia, mutta ilmeisesti hyvinkin vanhat puut voivat olla elinvoimaisia ja tuottaa merkittävästi siementä. Mikäli säästöpuiksi valitaan vioittuneita tai muuten huonolaatuisia puita, voi niiden siementuotanto olla kyseenalainen (ks. Hyppönen ym. 2001a).

Humuksen paksuudella ja pintakasvillisuudella on merkittävä vaikutus taimien syntymiseen ja tilajärjestykseen. Ruohojen ja heinien peittävyys on todettu olevan pienempi ja tiettyjen sammalten peittävyys suurempi siemen- tai säästöpuiden välittömässä ympäristössä kuin etäämmällä puista (Pukkala ja Kuuluvainen 1989). Myös Hagner (1962) on todennut pintakasvillisuuden rehevöitymisen olevan merkittävästi vähäisempää siemenpuiden välittömässä läheisyydessä. Mikäli humuskerroksen paksuus on alle 3 cm, ei sen ole todettu merkittävästi ehkäisevän taimien syntymistä. Jos humuskerroksen paksuus sitävästoin on 4–7 cm, taimia on todettu olevan noin 60 % ohuthumuksisimpien

kasvupaikkojen taimimäärästä. Maankäsittelyn on todettu lisäävän taimimäärää, mikäli humuskerroksen paksuus on 3 cm tai enemmän (Niemi ym. 1993). Säästö- tai siemenpuiden olemassaolo ei vaikuttane merkittävästi humuskerroksen paksuuteen, vaikka niiden aiheuttama varjostus ja siitä johtuva huonompi lämpötila voikin jonkun verran vaikeuttaa humuskerroksen hajoamista.

Taimien määrän on todettu olevan vähäisempi siemen- tai säästöpuiden välittömässä läheisyydessä kuin hieman kauempana. Niemi ym. (1993) mukaan kahden metrin etäisyydellä siemenpuista taimia oli 30–30 % vähemmän kuin kymmenen metrin etäisyydellä. Valtasen (1984) mukaan heikosti taimettuneen alan pinta-ala siemenpuiden lähistöllä on noin 1–2 aaria eli 6–8 metrin säteellä siemenpuusta. Niemi ym. (1993) mukaan etäisyydellä ja humuksen paksuudella ei havaittu yhdysvaikutusta taimien tiheyteen siemenpuiden läheisyydessä. Sitä vastoin Valkonen ja Ruuska (ks. Valkonen 2000b) ovat havainneet, että männynläheisyyden väheneminen siemen- tai säästöpuista lähestyttäessä ei ole niin huomattavaa tuoreilla kasvupaikoilla. Koivuntaimien tiheys sitä vastoin vähenee huomattavasti siemenpuista lähestyttäessä.

Reunametsän on myös havaittu vaikuttavan luontaisesti syntyneiden taimien määrään. Mikkilän (1984) mukaan kuusen- ja männynreunametsän määrät olivat suurimmillaan 40–50 metrin levyisellä vyöhykkeellä reunametsän tuntumassa. Yli 10 cm:n pituisia kuusen taimia oli eniten (2400 kpl/ha) reunametsän välittömässä läheisyydessä. Taimimäärä laski kuitenkin hyvin nopeasti ja niitä oli 50 metrin etäisyydellä noin 1200 kpl/ha ja 100 metrin etäisyydellä noin 700 kpl/ha. Kuusen taimien määrä oli lähes nolla 250 metrin etäisyydellä reunametsästä. Tutkittujen metsiköiden reunametsät olivat kuusivaltaisia, joten männyn taimien määrä oli melko vähäinen eikä kuusen taimien kaltainen gradientti ollut niin selvästi nähtävissä. Reunametsän siementämiä männyn taimia ei kuitenkaan esiintynyt 150 metriä kauempana metsänreunasta. Yli puolen metrin pituisten hieskoivun taimien määrään ei reunametsän etäisyydellä ollut merkittävää vaikutusta.

Käytännön metsätaloudessa on esitetty myös huoli raivauksen laiminlyömisestä uusien metsänuudistamismenetelmien mukaan toteutettavilla alueilla, ja tutkimuksissa onkin todettu, että raivaus jää yksityisomistajien uudistusaloilla joskus toteuttamatta, olivatpa nämä sitten uusien tai vanhojen menetelmien mukaisesti uudistettuja (Hallikainen ym. 1997). Käsitteet raivauksen tarpeellisuudesta ovat aikojen kuluessa vaihdelleet riippuen mm. tavoitepuulajista, kasvupaikasta ja uudistamismenetelmästä (ks. myös Tertti 1938, Kalela 1948). Tutkimustietoa raivauksen merkityksestä on kuitenkin hyvin vähän. Männyn luontaisesti uudistettavat

alat tai männyn kylvöalat lienevät ensisijaisesti raivattavia alueita Lapissa (Karvonen 2000).

Uusien metsänhoito-ohjeistojen mukaan *maankäsittely* tulee metsää uudistettaessa tehdä karuimpia kasvupaikkoja ja joitakin turvemaita lukuun ottamatta. Muokkaus tulee tehdä mahdollisimman kevyesti ja kasvupaikan pienipiirteisyys huomioon ottaen, mutta niin, että uudistumistulos ei vaarannu (ks. esim. Hokajärvi 1997, Hyppönen ym. 2001a). Maan muokkauksella voidaan lukuisien tutkimusten mukaan parantaa oleellisesti maan taimettumiskuntoa luontaisen uudistamisen yhteydessä ja edistää taimien kehitystä sekä luontaisen uudistamisen että metsänviljelyn yhteydessä (esim. Norokorpi 1983, Kaila 1993, Kinnunen 1993, Niemistö ym. 1993, Valtanen 1994, 1998, Jeansson 1995, Mäkitalo 1999, Valkonen 2000b, Hyppönen ja Hyvönen 2000, Hyppönen 2001, Hyppönen ym. 2001b, Niemelä 2001). Ainoastaan karuimmissa boreaalisisissa metsissä maan käsittely ei edistä uudistumista ja taimien kehitystä merkittävästi. Vaarana voi olla myös taimien kuivuminen. Kuivumisriskiä edistää mahdollinen ilmaston muuttuminen kasvihuoneilmaston edistymisen myötä kuivemmaksi Fennoskandiassa ja lämpötilojen mahdollinen nousu (Gardenäs ja Jansson 1995, Kellomäki 1995, Kellomäki ja Väisänen 1996, Heiskanen ym. 2000). Maankäsittelyn ajoittuminen suhteessa siemenvuosiin vaikuttaa ratkaisevasti luontaisen uudistamisen tulokseen. Esimerkiksi kaksi vuotta vanhan maankäsittelyalan taimettumisherkkyys on vähentynyt puoleen vastamuokatun alan taimettumisherkkyydestä (Jeansson 1995). Muun muassa alueen sijainti ja ympäristöolosuhteet vaikuttanevat asiaan huomattavasti.

Maanmuokkauksen intensiivisyyden merkitys luontaisen uudistamisen tulokseen on voimakkaasti yhteydessä kasvupaikan ominaisuuksiin. Muokkauksen laiminlyönti tai liian kevyt muokkaus heikentää uudistumistulosta erityisesti tuoreilla kankailla (Kinnunen 1993, Hyppönen 2001). Mikäli tuoreilla kankailla halutaan uudistaa luontaisesti mäntyä, on maanmuokkauksen oltava riittävän intensiivistä niin Etelä- kuin Pohjois-Suomessakin. Muokattuna tuore kangas voi uudistua luontaisesti männylle erittäin hyvin, yhtä hyvin tai jopa paremmin kuin kuivahko kangas (Norokorpi 1983, Kinnunen 1993, Valtanen 1998, Hyppönen 2001, Niemelä 2001). Intensiivinen muokkaus merkitsee sitä, että kivennäismaata paljastetaan mahdollisimman paljon. Tämä voi tapahtua auraten, mätästäen tai äestäen, jopa laikuttaen. Mikäli maa ei ole liian tiivistä tai vetistä, ei maata tarvitse käsitellä syvältä.

Mikäli mäntyä halutaan viljellä kosteilla vähähappisilla tuoreilla kasvupaikoilla, aurauksen tai mätästyksen on todettu parantavan sekä viljelytaimien selviytymistä että pituuskasvua (esim. Kauppila ja Lähde 1975, Pohtila 1977, Örlander 1995, Mäkitalo 1999). Näiden intensiivis-

ten maankäsittelymenetelmien teho perustuu niiden maan ilmatilaa ja lämpöä lisäävään, vetisyyttä vähentävään sekä ravinneoloja parantavaan vaikutukseen (esim. Kauppila ja Lähde 1975, Pohtila 1977, Örländer 1995, Mäkitalo 1999). Maan liiallinen kuivuminen, alhainen lämpötila ja rouste voivat olla taimien selviytymistä ja kehitystä haittaavia tekijöitä joillakin auras- tai mätätysaloilla (esim. Örländer 1995). Kaikissa tutkimuksissa taimien liiallista kuivumista ei ole kuitenkaan havaittu (Mäkitalo 1999).

Viime vuosisadan alkupuolella ja puolivälissä tehdyt tutkimukset (Lakari 1920, Heikinheimo 1922, Ilvessalo 1937, Sirén 1955), joissa osoitettiin Lapin kuusen selvästi huonompi tuotos mäntyyn verrattuna myös tuoreilla kankailla suuntasi merkittävästi *puulajin valintaa* männyn suuntaan Lapin tuoreita kankaita uudistettaessa. Männyn kulotetuille ja laikutetuille alueille istutetuissa taimikoissa 1960-luvulla havaitut taimikuolemat herättivät keskustelua voimakkaamman maankäsittelyn tarpeesta mäntyä tuoreille maille uudistettaessa. Aurauksen on todettu parantavan maan fysikaalisia ominaisuuksia, ja männyn taimikoiden kehitys onkin ollut pääosin hyvä (esim. Leikola 1974, Kauppila ja Lähde 1975, Lähde ja Pohjola 1975, Pohtila 1977, Ritari ja Lähde 1978, Örländer 1995, Mäkitalo 1999).

Vanhojen, tuoreiden kuusimaiden männynviljelyssäkin havaitut epäonnistumiset ovat osaltaan herättäneet pohdintaa puulajin valinnasta Lapin paksusammaltyypin kuusikoita uudistettaessa. On herännyt kysymys ns. absoluuttisten kuusimaiden olemassaolosta, eli maiden, joilla mänty ei menesty edes voimakkaasti muokatuilla maille (ks. Tikkanen 1989, Mäkitalo 1999). Männyn viljelyn epäonnistumisten erääksi syyksi auratuilla uudistusaloilla on epäilty maassa aurauksen myötä tapahtuvia kielteisiä typpi- ja varsinkin fosforitalouden muutoksia (Tikkanen ja Raitio 1984, Tikkanen 1989). Hypoteesia ei ole kuitenkaan todistettu oikeaksi. Viime aikoina on kiinnitetty huomiota maan vesipitoisuuteen, jota voidaan mitata dielektrisyyden avulla. Tutkimuksissa on koetettu etsiä dielektrisyyden rajaa, jota korkeammilla arvoilla – siis vesipitoisemmilla maille – mänty ei luontaisesti kasva ja joilla mäntyä ei kannata viljellä suuren epäonnistumisriskin vuoksi (esim. Mäkitalo ym. 1993, 1995, Sutinen ym. 1996). Menetelmän käyttöön liittyy kuitenkin joitakin ongelmia, kuten mittausajankohdan valinta ja mittaustuloksen edustavuus. Ainakin mittausajankohta ym. tekijät on vakioitava ja vesipitoisuuden vaihtelu tulee tuntea (ks. Mäkitalo ja Heiskanen 2001, Mäkitalo ja Hyvönen 2001).

Vaikka kuusi ei kestäkään tulvaa eikä kuivuutta yhtä hyvin kuin mänty (esim. Pelkonen 1979, Heiskanen ym. 2000), sen on todettu menestyvän mäntyä paremmin tiiviillä, märillä ja vähähappisilla maille

(Lähde 1974, Lähde ja Mutka 1974). Kuusi voi näin ollen selvittää mäntyä paremmin alueilla, joilla maata ei haluta syystä taikka toisesta muokata auruamalla tai mätätämällä, vaikka kuusenkin kasvu olisi parempaa, mikäli maan ilmatilaa ja kosteussuhteita muutettaisiin maankäsittelyllä edullisemmaksi.

Hieskoivu, toisin kuin rauduskoivu, sietää myös kosteita ja vähähappisia kasvupaikkoja (Laitakari 1934, Kellomäki 1991b). Varsinkin Lapin tiiviillä kuusimailla hieskoivu kuuluu oleellisena osana metsien häiriön jälkeiseen puulajisukkessioon sen pioneerivaiheena (esim. Sirén 1955). Metsässä tapahtuvan häiriön jälkeen metsiimme syntyvät kuivimpia kasvupaikkoja lukuun ottamatta yleensä koivun ja muidenkin lehtipuiden sekä havupuiden muodostama sekametsä, jossa koivu muodostaa ylempään ja kuusi alemman jakson (esim. Kuusela 1990, Mielikäinen ja Valkonen 1995). Koivun maata sekä juuristoillaan että karikkeellaan parantava vaikutus on merkittävä myös sukcession sekundäärivaiheen, havupuiden taimettumisen ja kasvun kannalta (ks. Mikola 1960, Mälkönen 1974, 1977, Mäkitalo ym. 1998). Kuusen taimettumisen jälkeen kaksijaksoisena kasvava kuusi-koivusekametsä voi olla varsin tuottoisa, puhdasta kuusimetsää tuottoisampi, mikäli tarkastellaan kuutiokasvua (Mielikäinen ja Valkonen 1995). Mikäli kuitenkin tarkastellaan arvokasvua ja rahallista tuottoa, ei kuusen kasvattaminen nuoruusvaiheessa koivumetsikön alempana jaksena ole välttämättä kannattavaa (Fries 1974, Hannelius 1978). Puutavaralajien hintasuhteet ja muut puunkäyttömahdollisuudet vaikuttavat tällaisiin tarkasteluihin hyvin paljon.

Koivut eivät kuitenkaan kovin hyvin kykene uudistumaan käsittelemättömään maahan (esim. Heikinheimo 1922, Mäkitalo 1987). Niinpä hieskoivu uudistuu paksusammaltyypin kasvupaikoilla pääasiassa kasvullisesti (Mäkitalo ym. 1998). Sitä vastoin muokatuilla uudistusaloilla koivut uudistuvat herkästi siemenistä muokkausjälkeen (Manninen ja Lähde 1981, Mäkitalo 1987). Vaikka koivut saattavat nopeakasvuisina haitata männyn taimien kehitystä uudistusaloilla (Pohtila ja Valkonen 1985), niillä on hyvin suuri merkitys muokattujen tuoreen kankaan uudistusalojen taimikoita täydentävänä puulajina (Saarenmaa ja Leppälä 1995). Poron aiheuttamat tuhot ovat kuitenkin merkittävä uhka koivujen uudistamiselle ja uudistumiselle Lapissa (Lähde ja Raulo 1977, Pohtila ja Pohjola 1983, Mäkitalo ym. 1998).

Lukuun ottamatta porojen ja hirvien aiheuttamia tuhoja koivun on todettu selviytyvän hyvin Pohjois-Suomen uudistusaloilla. Pohjois-Suomessa tehtyjen rauduskoivun viljelytutkimusten mukaan rauduskoivu säilyy hyvin elossa auratuilla viljelyaloilla ja on lisäksi männyn tavoin alkukehityksessään nopeakasvuinen kuusen ollessa selvästi hidaskasvui-

sin, mutta parhaiten elossa pysyvä (Pohtila ja Pohjola 1983). Sekä hiesettä rauduskoivun nopea alkukehitys kuitenkin taantuu myöhemmällä iällä, ja sekä kuusen että männyn tuotos ylittää koivujen tuotoksen vanhemmalla iällä (Ilvessalo ja Ilvessalo 1975). Vaikka kuusi lisää kasvuun vanhemmalla iällä ja jatkaa hyvää kasvua vanhalle iälle saakka, sen tuotos jää kuitenkin männyn tuotosta huomattavasti huonommaksi tuoreilla kangasmailla ja varsinkin niitä kuivemmilla kasvupaikoilla. Mänty kasvaa ja tuottaa puuta ns. luonnonnormaaleissa metsissä kuusta ja varsinkin koivuja paremmin verrattaessa karuhkojen maiden männikköjä tuorempien maiden kuusikoihin (Ilvessalo 1937, 1967, Ilvessalo ja Ilvessalo 1975). Pohjois-Suomen koivun kehnon tuotoksen lisäksi puun laatu on usein myös huono (Ilvessalo 1937). Pohjois-Suomen koivusta saadaan lähinnä kuitu- ja polttopuuta. Viimeksi mainitulla voi tosin tulevaisuudessa olla yhä suurempi merkitys.

Uusien metsänuudistamisohjeiden seurauksena talousmetsiemme puulajimonimuotoisuus tulee lisääntymään verrattuna 1970- ja 1980-lukujen tilanteeseen, jolloin uudistusaloille toki syntyi muidenkin puulajien taimia kuin sen puulajin, jota tavoiteltiin. Nykyisten ohjeiden mukaan (esim. Hokajärvi 1997, Hyppönen ym. 2001a) uudistettavaksi ja täydentäväksi puulajiksi hyväksytään tietyillä kasvupaikoilla useita puulajeja. Kuten jo edellä todettiin, näin syntyvät sekametsät voivat olla myös puuntuotannollisesti mielekkäämpiä kuin yhden puulajin metsät (esim. Mielikäinen 1980, Pukkala ym. 1994, Mielikäinen ja Valkonen 1995).

Todettakoon, että sekametsän käsite sinänsä ei ole ongelmaton, ja yleisesti hyväksyttyä sekametsän määritelmää ei ole olemassa (Seppänen 1997). Sekametsiä voidaan luokitella esim. sekoitustavan ja sekoitusasteen perusteella. Sekoitustapa voi olla rungoittainen, ryhmittäinen, satunnainen tai määrätty (Lappi-Seppälä 1930, Seppänen 1997). Mitä selkeämmin ryhmittäinen sekametsärakenne on, sitä paremmin sekametsävaikutus ilmenee metsän ekologisissa ominaisuuksissa ja puuntuotannossa. Edelleen on erotettavissa sekametsämuoto metsän vertikaalisen rakenteen perusteella. Tällöin kyseessä voi olla tasaikäinen, jaksottainen tai eri-ikäisrakenteinen sekametsä (ks. Seppänen 1997). Eri puulajien kasvaessa eri jaksoissa metsää ei monien tutkijoiden mukaan tulisi tulkita sekametsäksi, vaan tulisi puhua kaksijaksoisesta sekametsästä (Lappi-Seppälä 1930, Mielikäinen 1980, 1985, Seppänen 1997). Tarkastelun näkökulma vaikuttaa kuitenkin luokitteluun: mikäli tutkimusongelmaa tarkastellaan esimerkiksi puuntuotannon näkökulmasta koko metsikön tasolla, myös jaksottaisrakenteiset metsät on luokiteltava sekametsiksi ottamalla kuitenkin huomioon jaksottumisen ja sekapuulajin vaikutukset tarkasteltavaan parametriin (Seppänen 1997).

Kysymys siitä, kuinka suuri sekapuuston osuuden tulee olla, jotta metsää voidaan kutsua sekametsäksi, vaihtelee myös tarkastelunäkökulman mukaan. Esimerkiksi metsikön ekologisten olosuhteiden arvioidaan muuttuvan puhtaisiin metsiin verrattuna, kun sekapuuston osuus nousee viidennekseen metsikön latvuspeittävydestä (Parviainen ja Sepänen 1994). Maiseman ja metsien monikäytön näkökulmasta sitävastoin jo pienikin sekapuuston osuus vaikuttaa metsän ominaisuuksiin (Almgren 1990). Kahdeksannessa valtakunnan metsien inventoinnissa metsikköä kutsuttiin sekametsäksi, kun pääpuulajin tilavuusosuus – taimikoissa runkoluku – oli alle 75 % kokonaistilavuudesta tai runkoluvusta (Salminen 1993).

Yhteenvetona uusien metsänuudistamismenetelmien vaikutuksista puuntuotokseen ja -tuottoon voitaneen todeta, että mikäli uudistusalojen raivaus ja maankäsittely tehdään niin perusteellisesti, että alalle syntyy tavoitetiheyden mukainen taimikko, eikä sen kehitys liiallisen "jätepuuston" alla vaarannu, ei metsien uudistuminen vaarannu. Puulajivalikoiman monipuolistuminen voi jopa lisätä metsien puuntuotosta ja sen rahallista arvoa. Eri puulajien hyödyntämis- ja jalostusmahdollisuuksia tulisi kuitenkin edelleen kehittää. Yksittäisten vanhojen säästöpuiden ja -puuryhmien vaikutus uudistusaloille syntyneen puuston kehitykseen ei liene kovin merkittävä. Sitävastoin lisääntyneen reunametsän vaikutus voi olla hieman suurempi reunan aiheuttaman juuristokilpailun ja yksittäisiä säästöpuita suuremman varjostuksen vuoksi. Toisaalta säästöpuut ja reunametsä parantanevat luontaisen uudistamisen mahdollisuuksia ja täydentävät uudistusalojen taimettumista myös silloin, kun ala viljellään.

## 4 Metsänuudistamisen muutokseen liittyviä tutkimustarpeita

Yleispiirteisimmän Suomen metsäntutkimuksen painopistealueet on määritelty viimeksi vuonna 1995, kun maa- ja metsätalousministeriö julkisti metsätutkimuspoliittisen ohjelman (ks. Hemilä 1998). Tutkimuksen kansainvälisen näkökulman lisäksi ohjelmassa korostuu mm. metsäpolitiikan tutkimus ja metsäpolitiikkaa tukeva tutkimus (Hemilä 1998). Metsäpolitiikan onnistuneiden linjausten taustalla tulee luonnollisesti olla tieto eri intressipiirien ja kansanosien käsityksistä metsien hoidosta ja hoidon muutostarpeista.

Useimmat metsien *sosiaalista kestävyttä* selvittäneistä tutkimuksista eivät kuitenkaan keskity metsänhoitokäytännöissä tapahtuneen muutoksen tuntemuksen ja sen vaikutusten arviointiin, joten tiedot siitä, millaisia arvoja, asenteita, pelkoja, toiveita ym. uusien menetelmin uudistettaviin metsiin liittyy, jäävät nykytiedon valossa paljolti päätteen varaan. Koska sosiaaliset näkökohdat, jotka liittyvät metsäluonnon kokonaisvaltaiseen käyttöön, ovat olleet hyvin merkittävä syy kehittää uusia metsänuudistamismenetelmiä, menetelmien sosiaalisia vaikutuksia olisi tutkittava laajasti.

Oleellista on, että arvoja, asenteita, pelkoja ym. ei voida irrottaa siitä viitekehyksestä, jota luonnon käytön yleisten paradigmojen, yleisten arvojen ja asenteiden ja poliittisen ilmapiirin sekä sosiaalisten ja taloudellisten olosuhteiden muutos rakentavat. Ilman tämän viitekehyksen eri osa-alueiden ymmärrystä jäädään uuden metsänhoidon sosiaalisen kestävyuden tarkastelussa puolitiehen ja tulevien kehityssuuntien arviointi on erittäin vaikeaa.

Uusien metsänhoito-ohjeiden *ekologisten ja puuntuotannollisten* vaikutusten kokonaisvaltainen arviointi on lähes mahdotonta. Metsien monimuotoisuuden kehittymisen sekä ekologisen kestävyuden sekä sen indikaattorien ja kriteerien tutkiminen on kuitenkin metsäntutkimukselle asetettu kansainvälinen vaatimus (ks. Hemilä 1998). Arviointiperustaksi uusien menetelmien avulla uudistettavien metsien ekologiaa arvioitaessa voidaan ottaa joko ns. vanhojen menetelmien mukaisesti käsitellyt metsät, joita esimerkiksi parinkymmenen vuoden takaiset uudistusalat edustivat, tai luonnontilaiset metsät.

Huolimatta laajasta metsänuudistamiseen liittyvästä tutkimustiedosta, jota edellä on esitelty, paljon on jäänyt vielä tutkimatta asiaa uusien metsänkäsittelyohjeiden arviointitarpeesta käsin tarkastellen. Nygren ym. (1997) ovat esittäneet Pohjois-Suomen osalta seuraavanlaisia tutkimustarpeita, joista monet ovat aiheellisia myös uusien metsänuudistamismenetelmien näkökulmasta. Tutkimustarpeina mainittakoon:

- Mikä on eri puulajien luontaisen uudistamisen ekologisesti ja puuntuotannollisesti siedettävä aika eri osissa Pohjois-Suomea?
- Mitkä ovat sopivat kuusen ja koivun luontaisen uudistamisen menetelmät?
- Millaisilla kasvupaikoilla luontaista uudistamista on käytetty ja minkälaisiin tuloksiin se on johtanut?
- Millainen on uusilla maanmuokkausmenetelmillä muokatuille uudistusaloille perustettujen taimikoiden alkukehitys?
- Miten olemassa olevia taimiryhmiä voidaan hyödyntää metsänuudistamisessa?
- Miten kaksi- tai monijaksoisia metsiä tulisi käsitellä?

Koivu muodostaa Pohjois-Suomessa oman erityiskysymyksensä. Usein hieskoivu on ainoa koivuvaihtoehto Pohjois-Suomessa (Karvonen 2000). Porot uhkaavat kuitenkin hieskoivun, kuten myös eritoten rauduskoivun, menestymistä Pohjois-Suomessa (esim. Hyppönen 1998, Mäkitalo ym. 1998). Koivu esiintyykin useilla pohjoisen uudistusaloilla lähinnä luontaisesti syntyneenä sekapuuna. Karvonen (2000) on esittänyt koivun tutkimuksen lisäämistä mainiten mm. seuraavat tutkimusaiheet:

- koivun uudistamismenetelmien ekologiset ja puuntuotannolliset perusteet Pohjois-Suomessa
- alueet, joilla koivun uudistaminen ei poron laidunnuksen vuoksi ole järkevää
- koivikon alle syntyvän kuusialikasvoksen syntymisen vaatima aika

Koivu-kuusisukessiokierron tutkiminen voisi olla edellä mainitua laajemminkin tärkeä metsänuudistamiseen liittyvä tutkimusaihe Pohjois-Suomessa. Puulajikysymykset liittyvät hyvin läheisesti erilaisiin kasvupaikkoihin. Kasvupaikkojen ominaisuuksista on toki olemassa melko laajasti tutkittua tietoa niin maaperän kuin pintakasvillisuudenkin osalta. Maan vesipitoisuus ja vedenpidätyskyky ja siihen läheisesti liittyvä kysymys maan ilmatilasta on lisätutkimusta vaativa kysymys, jotta jokaisella kasvupaikalla voitaisiin kasvattaa juuri kyseiselle kasvupaikalle luontaisesti ja taloudellisesti sopivia puulajeja.

Myös uudistusalojen reunametsän merkitys korostuu uusien metsänuudistamismenetelmien käytön myötä. Metsänreunan olosuhteita sekä reunametsän vaikutuksia taimettumiseen ja puuston kehitykseen sekä muidenkin eliöiden kuin puiden elinoloihin tulisi tutkia huomattavasti nykyistä laajemmin.

Uudistusalojen raivauksen tarpeellisuudesta on vähän tutkittua tietoa, mutta raivauksen laiminlyönnin vaikutuksia pelätään. Raivauksen tarpeellisuutta ajatellen on tärkeää tietää, millaiset uudistusaloilla uudistushakkuun aikana olevat ja hakkuun jälkeen eloon jäävät taimet ja taimiryhmät toipuvat ja kuinka nämä vaikuttavat uudistushakkuun jälkeen syntyvien taimien kehitykseen. Lisätietoa tarvitaan mm. kasvatuskelpoisten taimiryhmien koosta ja pituuseroista verrattuna uudistushakkuun jälkeen syntyviin kasvatettaviin taimiin puulajeittain ja kasvupaikoittain tarkasteltuna (Karvonen 2000). Todettakoon, että raivaamatta jäävillä taimiryhmillä voi olla myös myönteisiä vaikutuksia riistaan ja metsämaisemaan (Karvonen 2000). Näitä vaikutuksia tulisi kuitenkin tutkia.

Tutkimustietoa metsäaluetasolla uusien menetelmien ekologisista vaikutuksista eliöihin tulisi hankkia muun muassa selvittämällä väli-

alueiden, suojakaistojen ja käsittelemättä jäävien luontokohteiden vaikutuksia eliölajien menestymiseen. Keskeinen kysymys tässä on ekologisten yhteyksien toimivuus arvokkaiden elinympäristökokonaisuuksien yhdistäjänä ja/tai eliöiden oleskelu- ja/tai pesimisympäristönä. Asiasta on olemassa hyvin vähän tutkittua tietoa (Karvonene 2000), tosin tutkimusta asiasta on tekeillä (ks. Nohlgren ja Gustafsson 1995, Mämmilä 1998). Metsäaluetasolla muodostuvan metsämosaiikin vaikutuksia tulisi tutkia eri lajien tai lajiryhmien näkökulmasta, jotta alue-ekologisen suunnittelun yhteydessä voitaisiin muovata mahdollisimman monille lajeille tai lajiryhmille sopivia elinympäristökokonaisuuksia. Metsikkötasolla tekeillä on joitakin selvityksiä elävien ja kuolleiden säästöpuiden merkityksestä tietyille eliöryhmille. Tätäkin tutkimusta tulee kuitenkin huomattavasti laajentaa. Lisäksi tulisi tutkia metsänhoidollisen kulotuksen vaikutuksia eliölajistoon mm. vertaamalla kulotettujen uudistusalojen eliölajistoa luonnontilaisten metsien paloalueiden lajistoon ja kulottamattomien uudistusalojen lajistoon.

Ilmaston muutos on eräs seikka, joka olisi myös kyettävä ottamaan huomioon tarkasteltaessa uusien – tai entistenkin – metsänuudistamismenetelmien vaikutuksia. Nämä ovat tiettyyn rajaan saakka olleet ennustettavissa, vaikka ilmasto vaihtelee myös hyvin ennustamattomasti. Ihmisen vaikutukset yhdistettynä luonnon syklisiin tai tilapäisiin vaihteluihin voivat olla kuitenkin hyvin arvaamattomia (ks. Timonen 2001). Mikäli luonnonvaihtelun ja ihmisen toiminnan yhteisvaikutus kyettäisiin mallittamaan riittävän hyvin, kysymys uusien metsänuudistamismenetelmien osalta kuuluukin: mitä etuja tai haittoja uudet uudistamismenetelmät tarjoavat entisiin verrattuna ilmaston muutoksen näkökulmasta asiaa tarkasteltaessa?

Ekologisen ja metsien uudistumisen onnistumista selvittävän tutkimuksen tarpeesta voidaan *yhteenvetona* todeta, että Fennoskandian metsiin kohdistuneen ekologisen tutkimuksen tuottamien tulosten perusteella voidaan arvioida uusien menetelmien vaikutuksia ainakin joitakin osin kuten joidenkin eliölajien tai lajiryhmien elinolosuhteiden osalta (esim. Annala 1998, Siitonen 1998). Lisää tutkimustietoa tarvitaan kuitenkin puuston uudistumisesta. Lisäksi tarvitaan tietoa eliölajien runsaussuhteista erilaisissa metsissä sekä uusien menetelmin uudistettujen metsiköiden ja metsäalueiden puuston ja muun kasvilajiston dynamiikasta sekä eri eläinlajien ja/tai lajiryhmien esiintymisestä alueilla niin kvalitatiivisessa (mitä lajeja) kuin kvantitatiivisessakin (kuinka paljon tietyn lajin yksilöitä) merkityksessä. Tämän tiedon saaminen vaatii uusien, systemaattisesti perustettujen koelaverkostojen perustamista, joissa koejäseninä on sekä uusien että vanhojen menetelmien mukaisesti käsiteltyjä koejäseniä (koeruutuja) ja lisäksi myös luonnontilaiset

vertailualueet. Suojelubiologisesta näkökulmasta juuri vertailu luonnontilaisiin metsiin ja niiden eliölajistoon on ensiarvoisen tärkeää (Esseen ym. 1992), vaikka täysin luonnontilaisia metsiä onkin vaikea löytää maastamme ja nykyiset tiedot luonnontilaisten metsien rakenteesta ja dynamiikasta ovat melko puutteelliset täydentyen kuitenkin kaiken aikaa (Isomäki ym. 1998). Varta vasten laadittujen koealaverkostojen lisäksi voidaan tutkimusta kohdistaa myös talousmetsiin.

Kysymys uusien metsänuudistamis- tai muiden metsänhoito-ohjeiden vaikutuksista *metsikön kasvuun, tuotokseen, tuottoon ja puunkasvatuksen kannattavuuteen* on hyvin monitahoinen. Alueen (joko metsikön tai metsäalueen) nettotuottoa arvioitaessa olisi oltava selvillä myös tuoton hankkimisesta aiheutuneista kustannuksista. Näitä voi aiheutua esimerkiksi aikaisempaa hieman kalliimmasta puunkorjuusta puutavaran tilavuusyksikköä kohti (Eeronheimo 1997) sekä kohonneista maankäsittelykustannuksista.

Korjuun ja maankäsittelyn mahdollista vaikeutumista tulisi selvittää aikatutkimusten avulla. Mahdollisesti lisääntynyt puunkorjuuseen tai maanmuokkaukseen käytetty aika vaikuttaa kustannuksiin. Kaikkiaan uusien metsänuudistamisohjeiden mukaan käsitellyillä uudistusaloilla jää uudistamispinta-alaa käyttämättä säästöpuiden ja puuryhmien lisäksi vaihettumis- ja suojavyöhykkeiden sekä erilaisten säästettyjen pienkohteiden vuoksi. Tämä vaikuttaa sekä tuottoon että toimenpiteisiin käytettävään aikaan. Hakkuun ulkopuolelle rajattujen pienkohteiden määrän taloudellisista vaikutuksista tulisi kerätä nykyistä laajempaa ja tarkempaa tietoa.

Jättöpuiden ja -puuryhmien vaikutus taimikon syntyyn ja kehitykseen sekä siten metsikön tuotokseen on paljolti selvittämättä. Tuotostutkimus on lähes täysin keskittynyt selkeälinjaisiin, tasarakenteisiin ja yksijaksoisiin metsiköihin (Hynynen 2000). Uusien metsänhoito-ohjeiden mukaisten metsiköiden puuston ikä ja koko vaihtelee paljon. Metsiköissä on puustoa pienistä uudistushakkuun jälkeen syntyneistä taimista vanhoihin aikapetäjiin. Tuotostutkimuksessa täytyy näin ollen ottaa tarkasteltavaksi huomattavasti useampia tekijöitä kuin ennen. Muuttujina ei olekaan pelkästään harvennusajankohta tai -voimakkuus kasvupaikka-tekijöiden ym. lisäksi, vaan metsiköihin hakkuun yhteydessä jäävän hyvinkin eri-ikäisen puuston vaikutus on otettava huomioon. Tässä tarkastelussa on otettava huomioon puuston määrä, laatu ja tilajärjestys. Puukohtaisten kasvumallien laatiminen voi olla vaikea mutta tarpeellinen tehtävä mallitettaessa eri-ikäisrakenteisen ja tilajärjestykseltään vaihtelevan metsikön kasvua.

Uusien metsänkäsittelymenetelmien aikaansaamien rahallisten tuottojen ja taloudellisen kannattavuuden selvittäminen on vaikea ja asian

kokonaisvaltaista lähestymistä vaativa asia (Hynynen 2000). Metsien ja niiden tuoton arvottamisen tärkeyttä on kuitenkin tarkasteltu monissa kansainvälisissäkin yhteyksissä (Hemilä 1998). Taloudellinen kokonaistulos ei ole sama kuin puuntuotannon taloudellinen tulos. Tarkasteluun tulisi ottaa myös muiden käyttömuotojen tuotot, luonnonsuojelu ja monimuotoisuuden lisäys. Tämä vaatisi kuitenkin muidenkin metsänkäyttömuotojen tuotannon arvottamista. Tällöin joudutaan ympäristö-taloustieteen tai ekologisen taloustieteen vaikeille tutkimusaloille. Eräs tärkeä kysymys mietittäväksi on, pitäisikö määrittää muiden käyttömuotojen tuotosta rahayksiköiden avulla. Tällaiseen arvottamiseen liittyy hyvin paljon vaikeita ongelmia, eikä se liene kaikilta osin teoreettisestiakaan tarkastellen mielekäästä. Toisin kuin ympäristön laatua arvottava ja arvoja mallittava neo-klassinen taloustiede, ekologinen taloustiede tarkastelee asiaa laajemmin ja monitieteisemmin ottaen huomioon myös ympäristöpolitiikan ja ympäristökysymysten psykologisen luonteen. Viimeksi mainitun mukaan erilaisia arvoja on vaikea saattaa yhteismitallisiksi. Ekologinen taloustiede korostaa myös taloudellisen ja ekologisen järjestelmän vuorovaikutteisuutta, dynaamisuutta ja ennustamattomuutta (Spash 1999).

Toinen mahdollisuus lähestyä käyttömuotojen kokonaishyötyjen tai -tuottojen määrittämisen ja optimoimisen ongelmaa on numeeristen, suhteellisten mittalukujen käyttö. Tällöin tarkastellaan, vaikkapa käyttömuodoittain, uusien menetelmien mukaisesti käsiteltyjä metsien laatua aikaisemmin käytössä olleilla menetelmillä käsiteltyihin metsiin verrattuna kysymällä, onko uusi parempi vai huonompi kuin vanha ja kuinka paljon. Näistä suhteellisista arvostelmista voidaan edetä käyttömuotojen kokonaishyödyn määrittämiseen eli niin sanottuihin hyötyfunktioihin. Kangas (1992) on käyttänyt vastaavanlaista menetelmää metsikön uudistamisketjun valinnassa monitavoitteiseen hyötyteoriaan perustuvan päätösanalyysimallin avulla. Analyyttinen hierarkiamenetelmä (AHP) (ks. Saaty 1977, Kangas 1992) voisi olla keskeinen työkalu vertailtaessa metsänhoitomalleja toisiinsa. Käytännön metsätalouden kannalta olisi tärkeää pystyä määrittämään uusien metsänhoito-ohjeiden aikaansaaman kokonaishyödyn muutos, onhan monitavoitteisuuden toteutuminen juuri uusien hoito-ohjeistojen käyttöönoton tärkein peruste.

## 5 Päätelmät

1. Uusien metsänuudistamismenetelmien puuntuotannolliset vaikutukset eivät liene kovin suuret, mutta niiden ekologiset ja sosiaaliset vaikutukset ovat oikean suuntaiset ja kohtalaisen merkittävät. On kuitenkin epävarmaa, riittääkö nykyisten metsänuudistamisohjeiden mukainen toiminta turvaamaan läheskään kaikkien uhanalaisten tai taantuneiden eliöiden ja eliöryhmien säilymisen talousmetsäluonnossamme. Uudet menetelmät eivät korvaa kattavan suojelualueverkon tarvetta, mutta voivat vähentää lisäalueiden tarvetta merkittävästi tarjoamalla sopivia habitaatteja myös alueilla, joilla suojelualueiden pinta-alaosuus on vähäinen.
2. Uudet metsänuudistamismenetelmät ovat merkittävästi laajentaneet metsän uudistamisvaihtoehtojen kirjoa, ja ne ovat niiden tarjoamat ekologiset ja sosiaaliset hyödyt huomioon ottaen tulleet jäädäkseen. Vaikka asiaa kokonaisuutena tarkastellen paluuta menneeseen tuskin on, tulisi ns. vanhoista uudistamismenetelmistäkin saatuja hyviä kokemuksia voida hyödyntää menetelmiä edelleen kehitettäessä ja niissä tilanteissa, jossa ne turvaavat metsien uudistumisen selvästi uusia menetelmiä varmemmin ja joissa niistä aiheutuvat ekologiset ja sosiaaliset haittavaikutukset ovat vähäiset. Esimerkiksi kaikkien käytettävissä olevien maankäsittelymenetelmien kirjo tulisi voida säilyttää, vaikka pyritäänkin aina kevyimpään riittävän uudistumistuloksen tuottavaan menetelmään.
3. Uusien metsänuudistamismenetelmien ekologisia ja sosiaalisia vaikutuksia tarkasteltaessa ja mallitettaessa tulee painopisteen olla alue-tason vaikutuksissa metsikkötasoakaan unohtamatta. Metsäalueen kuviomosaiikin rakenteen vaikutus eliöiden elinmahdollisuuksien tai metsän virkistyskäyttömahdollisuuksien säilymiseen lienee vähintään yhtä merkittävä tai merkittävämpi kuin metsikkökuvion sisäisen rakenteen vaikutus. Ekologisia vaikutuksia on tarkasteltava ensisijaisesti uhanalaisten tai vaarantuneiden lajien näkökulmasta. Vaikka metsäalue- ja metsikkötason monimuotoisuus on tärkeä asia ja eräs keskeinen hyvän metsänhoidon mittari, se ei saa olla ainoa mittari. Tiettyjen uhanalaisten lajien elinmahdollisuuksien säilyttäminen ja lajimäärillä mitattava biodiversiteetti eivät välttämättä käy yksiin. Laajoja pinta-alakokonaisuuksia tarkasteltaessa olisi ehkä luotava monipuolinen, erilaisista aluekokonaisuuksista muodostuva verkosto.

4. Metsän uudistumisen edellytyksiä uusien metsänuudistamismenetelmien mukaisilla alueilla tarkasteltaessa tulee olemissa oleva skandinaavinen tutkimustieto hyödyntää täysimääräisesti. Aikaisempaa pienialaisempien uudistusalojen, säästöpuiden ja erityisesti reuna-metsien vaikutusten nykyistä laajemman tutkimuksen merkitys korostuu. Lisäksi tulee selvittää erilaisten uudistamisketjujen ja puulajikombinaatioiden vaikutuksia uudistumistulokseen ja puuntuottoon.
5. Uusien metsänuudistamismenetelmien taloudellisten vaikutusten selvittäminen on erityisen tärkeä, mutta vaativa tehtävä, joka vaatisi hyvin laaja-alaista taloustieteellistä osaamista, vaikka käytettävissä olisikin kattavat tiedot metsien uudistumisesta ja puuntuotoksesta sekä puunkorjuun ja metsänhoitotöiden kustannuksista erilaisissa tilanteissa. Ongelmaa tulisi lähestyä myös ympäristötaloustieteen tai ekologisen taloustieteen teorioista ja menetelmistä käsin. Taloudellisten vaikutusten selvittäminen vaatisi laajan tutkimushankkeen käynnistämisen.

## Kirjallisuus

- Almgren, G. 1990. Lövskog: björk, asp och al i skogsbruk och naturvård. Skogsstyrelsen. Jönköping. 261 s.
- Andén, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71: 355–366.
- 1997. Habitat fragmentation and changes in biodiversity. *Ecological Bulletins* 46: 171–181.
- Angelstam, P. 1997. Landscape analysis as a tool for the scientific management of biodiversity. *Ecological Bulletins* 46: 140–170.
- Annala, E. 1998. Uusittujen metsänkäsittelymenetelmien vaikutus uhanalaisiin lajeihin. Julkaisussa: Annala, E. (toim.). Monimuotoinen metsä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 705: 197–221.
- Eeronheimo, O. 1997. Monimuotoisuustavoitteet ja puunkorjuu. Julkaisussa: Kanninen, K. & Heino, M. (toim.). Miten puunkorjuun tutkimus vastaa ajan haasteisiin? Vantaan tutkimuskeskuksen tutkimuspäivä Vääksyssä 3.12. 1996. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 635: 19–24.
- Erämaakomitean mietintö 1988. Sammandrag: Ödemarskommitténs betänkande. Komiteamietintö 39. Valtion painatuskeskus. Helsinki. 238 s.
- Eskelinen, T. 2000. Männyn luontainen uudistaminen Länsi-Lapissa – uudistamiseen kuluva aika ja maan taimettumiskelpoisuuden säilyminen. Hel-

- singin yliopisto. Metsäekologian laitos. Metsänhoitotieteen Pro gradu-tutkielma. 57 s.
- Esseen, P.A., Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K. 1997. Boreal forests. *Ecological Bulletins* 46: 16–47.
- Fries, J. 1974. Björk och gran. Teoksessa: Framtidsskogen – skogsproduktionens mål och medel. Skogshögskolan, Institutionen för skogsproduktion, Rapporter och uppsatser 33: 30–37.
- Gardenäs, A.I. & Jansson, P.-E. 1995. Simulated water balance of Scots pine stands in Sweden for different climatic change scenarios. *Journal of Hydrology* 166:107–125.
- Gardner, R.H., Milne, B.T., Turner, M.G. & O'Neill, R.V. 1987. Neutral models for the analysis of broad-scale landscape pattern. *Landscape Ecology* 1: 19–28.
- Hagner, S. 1962. Naturlig förnygring under skärm. Summary: Natural regeneration under shelterwood stands. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitutet* 52(4). 263 s.
- Hallikainen, V. 1998. The Finnish wilderness experience. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 711. 288 s.
- , Hyppönen, M. & Vaittinen, A. 1997. Metsänuudistamistöiden viivästyminen Rovaniemen metsänhoitoyhdistyksen alueella. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 2/1997: 253–260.
- Hallman, E., Hokkanen, M., Juntunen, H., Korhonen, K.-M., Raivio, S., Savella, O., Siitonen, P., Tolonen, A. & Vainio, M. 1996. Alue-ekologinen suunnittelu. *Metsähallitus. Metsätalouden julkaisuja* 3/1996. 46 s.
- Hannelius, S. 1978. Istutuskusikon tiheys – tuotoksen ja edullisuuden tarkastelua. Summary: Initial tree spacing in Norway spruce timber growing – an appraisal of yield and profitability. *Folia Forestalia* 359. 51 s.
- Hanski, I. 1999. Habitat connectivity, habitat continuity, and metapopulations in dynamic landscapes. *Oikos* 87: 209–219.
- Heikinheimo, O. 1923. Pohjois-Suomen kuusimetsien hoito. Referat: Über die Bewirtschaftung der Fichtenwälder Nordfinnlands. *Metsätieteellisen koelaitoksen julkaisuja* 5(2). 132 s.
- Heikkinen, M. 2000. ”Kuulkaa korpeimme kuiskintaa”. *Suomussalmelaisten mietteitä metsänhoidosta ja luonnonsuojelusta. Rovaniemen ammattikorkeakoulu, metsätalous. Opinnäytetyö.* 71 s.
- Heiskanen, J., Mäkitalo, K. & Sutinen, R. 2000. Maan vedenpidätyskyky Lapin mänty- ja kuusivaltaisilla metsämailla. *Käsikirjoitus.*
- Helle, P. 1984. Effect of habitat area on breeding bird communities in northeastern Finland. *Annales Zoologici Fennici* 21: 421–425.
- 1985. Habitat selection of breeding birds in relation to forest succession in northeastern Finland. *Ornis Fennica* 62: 113–123.
- Hemilä, K. 1998. Kansainvälisten metsiä sivuavien sopimusten vaikutus Suomen metsätalouteen. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/1998: 76–79.
- Hokajärvi, T. (toim.) 1997. Metsänhoito-ohjeet. *Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja* 10. 59 s.

- Hultman, S.G. 1983a. Allmänhetens bedömning av skogsmiljöers lämplighet för friluftsliv 1. Bedömning på platser eller i bild. Summary: Public judgement of forest environments as recreation areas 1. Judgement on site or from photos. Sveriges Landbruksuniversitetet, avdelning för landskapsvård. Rapport 27. 97 s.
- 1983b. Allmänhetens bedömning av skogsmiljöers lämplighet för friluftsliv 2. En rikstäckade enkät. Summary: Public judgement of forest environments as recreation areas 2. A national survey. Sveriges Landbruksuniversitetet, avdelning för landskapsvård. Rapport 28. 91 s.
- Hynynen, J. 2000. Kasvu- ja tuotostutkimuksen muuttuvat haasteet – eilisen tutkimusta huomisen metsissä. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2000: 54–58.
- Hynynen, J. & Saramäki, J. 1995. Ensiharvennuksen viivästymisen ja harvennusvoimakkuuden vaikutus nuoren männikön kehitykseen. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1995(2): 99–113.
- Hyppönen, M. 1998. Aitaamisen vaikutus koivun luontaiseen uudistumiseen poron kesälaidunalueella Rovaniemen maalaiskummassa. Teoksessa: Hyppönen, M., Penttilä, T. & Poikajärvi, H. (toim.). Poron vaikutus metsä- ja tunturiluontoon. Tutkimusseminaari Hetassa 1997. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 678: 99–108.
- 2001. Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen Lapin yksityismetsissä. Käsikirjoitus.
- & Hyvönen, J. 2000. Ylispuustoisten mäntytaimikoiden syntyhistoria, rakenne ja alukehitys Lapin yksityismetsissä. *Metsätieteen aikakauskirja* 4: 590–602.
- & Kemppe, T. 2001. Maanmuokkauksen ja kylvön vaikutus mäntysiemenpuualan taimettumiseen Etelä-Lapissa. Käsikirjoitus.
- , Perälä, J.-P. & Hallikainen, V. 2000. Metsänuudistamistöiden viivästyminen Lapin yksityismetsissä. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2000: 35–42.
- , Härkönen, J., Keränen, K., Riissanen, N. & Tikkanen, J. (toim.) 2001a. Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksset. Kajaanin Kirjapaino Oy. Kajaani 60 s.
- , Hyvönen, J., Mäkitalo, K., Riissanen, N. & Sepponen, P. 2001b. Maanmuokkauksen vaikutus luontaisesti uudistetun männyntaimikon kehitykseen Lapissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 1: 5–18.
- Hänninen, H. & Karppinen, H. 1996. Kansalaismielipide metsien suojelusta ja talouskäytöstä. *Folia Forestalia* 1996(1): 27–39.
- Ilvessalo, Y. 1937. Perä-Pohjolan luonnon normaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. Summary: Growth of natural normal stands in central North-Suomi (Finland). *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24(2). 168 s.
- 1967. Luonnonnormaalien metsiköiden kehityksestä Kainuussa ja sen lähiympäristössä. Summary: On the development of natural normal forest stands in South-Eastern North-Finland. *Acta Forestalia Fennica* 81(5). 85 s.

- & Ilvessalo, M. 1975. Suomen metsätyypit metsiköiden luontaisen kehitys- ja puuntuottokyvyn valossa. Summary: The forest types of Finland in the light of natural development and yield capacity of forest stands. *Acta Forestalia Fennica* 144. 101 s.
- Isomäki, A. 1995. Thinning experiment nr. 3. Metsäntutkimuslaitos. Moniste 6 s.
- , Niemistö, P. & Varmola, M. 1998. Luonnontilaisten metsien rakenne seurantakoealoilla. Julkaisussa: Annala, E. (toim.). Monimuotoinen metsä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 705: 76–86.
- Jeansson, E. 1995. Some aspects on site preparation and natural regeneration in Sweden. Julkaisussa: Ritari, A., Saarenmaa, H., Saarela, M. & Poikajärvi, H. (toim.). Northern silviculture and management. Proceedings of the Symposium on Northern Silviculture and Management, August 16–22, 1987 in Lapland, Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 567: 69–84.
- Jokimäki, J. 2000. Pystytäänkö uusilla metsänkäsittelyohjeilla vaikuttamaan talousmetsien linnuston monimuotoisuuteen?. Julkaisussa: Varmola, M. & Virtanen, E. (toim.) 2000. Uusien metsänkäsittelyohjeiden toimivuus Pohjois-Suomessa. Tutkimusseminaari 11.–12.5. 1999 Rovaniemellä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 786: 69–76.
- & Inkeröinen, J. 1995. Effects of forestry on wilderness bird assemblages. Julkaisussa: Sippola, A.-L., Alaraudanjoki, P., Forbes, B. & Hallikainen, V. (toim.). Northern wilderness areas: ecology, sustainability, values. Arctic Centre Publications 7: 52–58.
- , Huhta, E., Mönkkönen, M. & Nikula, A. 2000. Temporal variation of bird assemblages in moderately fragmented and less-fragmented boreal forest landscapes: A multi-scale approach. *Ecoscience* 7(3): 256–266.
- Järvinen, O., Kuusela, K. & Väisänen, R.A. 1977. Metsien rakenteen muutoksen vaikutus pesimälinnustoomme viimeisten 30 vuoden aikana. Summary: Effects of modern forestry on the numbers of breeding birds in Finland in 1945–1975. *Silva Fennica* 11(4): 284–294.
- Kaila, S. 1993. Metsänuudistamisen tuloksen määrittäminen ja männyn uudistamisen tuloksia. Summary: Determining the outcome of forest regeneration; results from Scots pine reforestation practices. Metsätehon tiedotus 409. 47 s.
- Kajala, L. 1997. Lappilaisten näkemyksiä metsien hoidosta ja käytöstä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 645. 41 s.
- Kalela, E.K. 1948. Luonnonmukainen metsien käsittely. Julkaisussa: Metsänhoitajien jatkokurssit 1947 V. *Silva Fennica* 64: 16–32.
- 1954. Mäntysiemenpuiden ja -puustojen juurisuhteista. Referat: Über die Wurzelverhältnisse der Kiefersamenbäume und -baumbestände. *Acta Forestalia Fennica* 61(28). 17 s.
- Kangas, J. 1992. Metsikön uudistamisketjun valinta – monitavoitteiseen hyötyteoriaan perustuva päätösanalyysimalli. Summary: Choosing the regeneration chain in a forests stand: a decision analysis model based on

- multi-attribute utility theory. Joensuun yliopiston luonnontieteellisiä julkaisuja 24. 230 s.
- & Ala-aho, H. 1998. Jokamiehen metsänäkemys kyselytutkimusten valossa. Julkaisussa: Heino, E. & Kangas, J. (toim.). Mies ja metsä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 690: 27–30.
  - & Niemeläinen, P. 1995 Kansalaismielipide Suomen metsistä sekä metsien hoidosta ja käytöstä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 561. 24 s.
- Kansallinen metsäohjelma 2010. 1999. MMM:n julkaisuja 2/1999. 38 s.
- Karppinen, H. 1994. Yksityismetsänomistuksen arvojen ja tavoitteiden muutos. Julkaisussa: Ovaskainen, V. & Kuuluvainen, J. (toim.). Yksityismetsänomistuksen rakennemuutos ja metsien käyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 484: 28–44.
- Karvonen, L. 2000. Miten kehittää metsänkäsittelyohjeita taloudellisen kestävyuden ja monimuotoisuuden varmistamiseksi. Julkaisussa: Varmola, M. & Virtanen, E. (toim.) 2000. Uusien metsänkäsittelyohjeiden toimivuus Pohjois-Suomessa. Tutkimusseminaari 11.–12.5. 1999 Rovaniemellä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 786: 43–67.
- Kauhanen, H. 1989. Jaurujokilaakson tuulenkaatoalueen inventointi Urho Kekkonen kansallispuistossa. Summary: Inventory of the windthrow area of Jauru Valley in the Urho Kekkonen National Park. Julkaisussa: Poikajarvi, H., Sepponen, P. & Varmola, M. (toim.). Tutkimus luonnonsuojelualueilla. Folia Forestalia 736: 59–66.
- Kauppila, A. & Lähde, E. 1975. Koetuloksia maankäsittelyn vaikutuksesta metsämaan ominaisuuksiin Pohjois-Suomessa. Summary: On the effects of soil treatment on forest soil properties in North-Finland. Folia Forestalia 230. 23 s.
- Kellomäki, S. 1991a. Metsänhoito. *Silva Carelica* 8. 501 s.
- 1991b. Metsäekologia. *Silva Carelica* 7. 391 s.
  - 1995. Computations on the influence of changing climate on the soil moisture and productivity in Scots pine stands in southern and northern Finland. *Climatic Change* 29:35–51.
  - & Savolainen, R. 1984. A scenic value of the forest landscape as assessed in the field and laboratory. *Landscape Planning* 11: 97–107.
  - & Väisänen, H. 1996. Model computations on the effect of rising temperature on soil moisture and water availability in forest ecosystems dominated by Scots pine in the boreal zone in Finland. *Climatic Change* 32: 423–445.
- Kinnunen, K. 1993. Männyn kylvö ja luontainen uudistaminen Länsi-Suomessa. Abstract: Direct sowing and natural regeneration of Scots pine in western Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 447. 36 s.
- Korhonen, P. (toim.) 1997. Ympäristöraportti. Metsähallitus. 44 s.
- Kotiharju, S. & Niemelä, H. 2000. Talousmetsien luonnonhoidon laadun arviointi. Seurantareportti. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio. 19 s.
- Kouki, J. 1993. Luonnon monimuotoisuus valtion metsissä – katsaus ekologi-

- siin tutkimustarpeisiin ja suojelun mahdollisuuksiin. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja, Sarja A, No 11. 88 s.
- Kubin, E. & Savilampi, P. 2000. Metsien uudistaminen ja uudet metsänkäsittelyohjeet. Julkaisussa: Varmola, M. & Virtanen, E. (toim.). Uusien metsänkäsittelyohjeiden toimivuus Pohjois-Suomessa. Tutkimusseminaari 11.-12. 5. 1999 Rovaniemellä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 786: 9–29.
- Kurki, S., Nikula, A., Helle, P. & Linden H. 2000. Landscape fragmentation and forest composition effects on grouse breeding success in boreal forests. *Ecology* 81(7): 1985–1997.
- Kuuluvainen, T. & Pukkala, T. 1989. Effect of Scots pine seed trees on the density of ground vegetation and tree seedlings. Tiivistelmä: Männikön siemenpuiden vaikutus pintakasvillisuuden ja taimien määrään. *Silva Fennica* 23(2): 159–167.
- Kuusela, K. 1979a. Metsäteollisuuden laajentuminen. Julkaisussa: Leikola, M. (toim.). Tutkimustoiminta Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaajana. Summary: The role of forestry research in guiding forest policy and management in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 13(1A): 19–22.
- 1979b. Luonnonsuojelu ja metsätalouden suunnittelu. Julkaisussa: Leikola, M. (toim.). Tutkimustoiminta Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaajana. Summary: The role of forestry research in guiding forest policy and management in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 13(1A): 27–29.
- 1990. The dynamics of boreal coniferous forests. *SITRA* 112. 172 s.
- Laitakari, E. 1934. Koivun juuristo. Summary: The root system of birch (*Betula verrucosa* and *odorata*). *Acta Forestalia Fennica* 41(2). 216 s.
- Lakari, O. 1920. Tutkimuksia kuusen ja männyn kasvusuhteista Pohjois-Suomen paksusammaltypillä. Referat: Untersuchungen über die Zuwachsverhältnisse der Fichte und Kiefer auf dem Dickmoostypus in Nord-Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 2 (1). 180 s.
- Lappi-Seppälä, M. 1930. Die Entwicklung gleichaltriger Mischbestände aus Kiefer und Birke: Seloste: Tutkimuksia tasaikäisen mänty-koivusekametsikön kehityksestä. *Metsätieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja* 15(2). 241 s.
- Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of Southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 66(2). 106 s.
- 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemen- 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.
- Leikola, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Summary: Effect of soil preparation on soil temperature

- conditions of forest regeneration areas in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84(2). 64 s.
- 1994. Metsänhoitomme ennen ja nyt. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 2: 180–184.
- Loikkanen, T. 1997. Kainuun metsäkysely 1996. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 6. 46 s.
- Luonnonläheinen metsänhoito 1994. Metsänhoitosuosituksset. Metsäkeskus Tapion julkaisu 1994/6. 48 s.
- Lähde, E. 1974. The effect of grain size distribution on the condition of natural and artificial sapling stands of Scots pine. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84(3). 23 s.
- & Mutka, K. 1974. The structure of root system and development of volunteer and planted Norway spruce transplants in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 83(3). 53 s.
- & Pohjola, T. 1975. Maan käsittelyn vaikutus männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 8. 11 s.
- & Raulo, J. 1977. Eri kehitysvaiheessa istutettujen rauduskoivun taimien viljelyn onnistuminen auratuilla uudistusaloilla Pohjois-Suomessa. Summary: Development of silver birch (*Betula pendula* Roth.) seedlings outplanted at different developmental stages on plowed reforestation areas in North Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84(4). 87 s.
- Maa- ja metsätalousministeriö 1997. Suomen kestävän metsätalouden kriteerit. Paintek Oy. Helsinki. 725 s.
- Manninen, S. & Lähde, E. 1981. Paksusammalkuusikon uudistamisvaihtoehtoja ja luettelo paksusammalkuusikoita käsittelevistä julkaisuista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 23. 32 s.
- Massa, I. 1994. Pohjoinen luonnonvalloitus. *Gaudeamus*. Tampere. 297 s.
- Metsäluonnon monimuotoisuuden turvaaminen. 1998. Metsälaki ja kestävän metsätalouden rahoituslaki. Maa- ja metsätalousministeriö. Helsinki. 160 s.
- Metsätalouden ympäristöopas 1997. Metsähallitus. 130 s.
- Metsätalostollinen vuosikirja 1996. 1997. Metsäntutkimuslaitos. SVT 1996(3). 351 s.
- Mielikäinen, K. 1980. Mänty-koivusekametsiköiden rakenne ja kehitys. Summary: Structure and development of mixed pine and birch stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(3). 82 s.
- 1985. Koivusekoituksen vaikutus kuusikon rakenteeseen ja kehitykseen. Summary: Effect of an admixture of birch on the structure and development of Norway spruce stands. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 133. 79 s.
- & Valkonen, S. 1995. Kaksijaksoisen kuusi-koivu-sekametsikön kasvu. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1995(2): 81–97.

- Mikkilä, A. 1984. Havaintoja reunametsän vaikutuksesta auratun uudistusalan luontaiseen taimettumiseen sekä taimien ja pintakasvillisuuden kehitykseen Lapissa. Pro gradu-tutkielma. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 84 s.
- Mikola, P. 1960. Comparative experiment on decomposition rates of forest litter in southern and northern Finland. *Oikos* 11: 161–166.
- Mills, C.W. 1982. Sociological imagination. 2. painos. Suomentanut Karisto, A. Sosiologinen mielikuvitus. Gaudeamus. Helsinki. 230 s.
- Mäkitalo, K. 1987. Kuusen luontaisesta uudistamisesta korkealla paksusammal-tyypin maalla. Julkaisussa: Saarenmaa, H. & Poikajärvi, H. (toim.). Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Ajankohtaista tutkimuksesta. Tutkimuspäivät Rovaniemellä 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 32–46.
- 1999. Effect of site preparation and reforestation method on survival and height growth of Scots pine. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 512–525.
- & Hesikanen, J. 2001. Männynviljelyn onnistuminen ja siihen vaikuttavat tekijät – tuloksia pitkäaikaisesta männynviljelykokeesta Lapissa. Julkaisussa: Varmola, M. & Tapaninen, S. (toim.). Pohjoisten metsien hoito. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 803: 71–103.
- & Hyvönen, J. 2001. Soil water content on clear-cut reforestation areas two decades after site preparation in Finnish Lapland. *Käsikirjoitus*.
- , Penttilä, T. & Räsänen, P. 1998. Poron ja jäniksen vaikutus hieskoivun luontaiseen uudistumiseen tuoreilla kankailla Etelä- ja Keski-Lapissa. Julkaisussa: Hyppönen, M., Penttiä, T. & Poikajärvi, H. (toim.) Poron vaikutus metsä- ja tunturiluontoon. Tutkimusseminaari Hetassa 1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 678: 109–121.
- , Sutinen, R., Sutinen, M.-L., Pänttjä, M. 1993. Metsämaan vesipitoisuuden luokitus dielektrisyiden ja gammasäteilyn avulla: Potentiaalinen apuväline metsänuudistamisen suunnittelussa. Julkaisussa: Nikula, A. & Lahti M.-L. (toim.) 1993. Paikkatiedon ja satelliittikuvien käyttö metsäntutkimuksessa. Tutkimuspäivä Rovaniemellä 1993. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 479: 62–78.
- , Sutinen, R., Hyvönen, E., Pulkkinen, E., Pänttjä, M. & Sutinen, M.-L. 1995. Määräkö maaperä kuusen metsänrajan Pohjois-Lapissa? Julkaisussa: Tasanen, T., Varmola, M. & Niemi, M. (toim.) Metsänraja tutkimuksen kohteena. Tutkimuspäivä Ylläksellä, Kolarin ja Rovaniemen tutkimusasemien tutkimuspäivillä 16.2. 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 539: 35–48.
- Mälkönen, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku männikössä. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84(4). 87 s.
- 1977. Annual primary production and nutrient cycle in a birch stand. Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku koivikossa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(5). 35 s.

- Mämmilä, J. 1998. Maatekopesäköe hakkuiden säästökohteissa Metsähallituksen metsissä Kittilässä. Rovaniemen luonnonvara-alan oppilaitos, metsätalousinsinöörilinja. Opinnäytetyö. 55 s.
- Niemelä, J. 1997. Metsien monimuotoisuus ja tutkimuksen tehtävät sertifiointissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/1997: 268–272.
- 2001. Männyn luontainen uudistaminen Savukoskella. Rovaniemen ammattikorkeakoulu, metsätalous. Opinnäytetyö. 50 s.
- Niemistö, P., Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys pitkitetyn luontaisen uudistamisvaiheen aikana. Summary: Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. *Folia Forestalia* 826. 26 s.
- Nohlgren, E. & Gustafsson, L. 1995. Vegetation corridors – a literature review with comments from a Swedish forest perspective. *Skogforsk Report* 1. 40 s.
- Norokorpi, Y. 1983. Männyn luontainen uudistaminen Lapissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 105: 57–71.
- Nygren, M., Ahonen, M., Koskinen, R., Kubin, E. & Mälkönen, E. 1997. Monimuotoinen metsänuudistaminen – Uudistamismenetelmien perustan tarkastelua. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 636. 40 s.
- Ovaskainen, V. & Kuuluvainen, J. 1994. Yksityismetsänomistuksen rakennemuutos ja metsien käyttö. Julkaisussa: Ovaskainen, V. & Kuuluvainen, J. (toim.). *Yksityismetsänomistuksen rakennemuutos ja metsien käyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 484: 106–117.
- Parviainen, J. 1998. How close to nature should silviculture in Europe develop? Julkaisussa: *New stand types in boreal forestry – ecological features and silvicultural consequences. Proceedings of a Nordic Symposium. Vaasa, February 10–11, 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 714: 7–19.
- Parviainen, J. & Seppänen, P. 1994. Metsien ekologinen kestävyys ja kasvatusvaihtoehdot. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 511. 110 s.
- Pelkonen, E. 1979. Seasonal flood tolerance of Scots pine and Norway spruce. *Suo* 30: 35–42.
- Persson, O. 1992. En produktionsmodell för tallskog I Scerige. Sveriges Landbruksuniversitet, Institutionen för skogsproduktionen. Rapport 31. 206 s.
- Pohtila, E. 1977. Reforestation in ploughed sites in Finnish Lapland. Seloste: Aurattujen alueiden viljely Lapissa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91(4). 98 s.
- 1979a. Varhainen metsänkäyttö. Julkaisussa: Leikola, M. (toim.). *Tutkimustoiminta Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaajana. Summary: The role of forestry research in guiding forest policy and management in Finnish Lapland. Silva Fennica* 13(1A): 7–8.
- 1979b. Puutavarahakkuiden alkua. Julkaisussa: Leikola, M. (toim.). *Tutkimustoiminta Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaajana. Summary: The role of forestry research in guiding forest policy and management in*

- Finnish Lapland. *Silva Fennica* 13(1A): 8–10.
- 1979c. ”Metsänviljelytalouden” läpimurto. Julkaisussa: Leikola, M. (toim.). Tutkimustoiminta Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaajana. Summary: The role of forestry research in guiding forest policy and management in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 13(1A): 18–19.
- 1979d. 1960-luvun vastoinkäymiset. Julkaisussa: Leikola, M. (toim.). Tutkimustoiminta Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaajana. Summary: The role of forestry research in guiding forest policy and management in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 13(1A): 22–24.
- & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970–1972 Lappiin perustetun aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment on ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970–1972. *Silva Fennica* 17(3): 210–224.
- & 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.
- Pukkala, T., Kuuluvainen, T. & Stenberg, P. 1993. Below-canopy distribution of photosynthetically active radiation and its relation to seedling growth in a boreal *Pinus sylvestris* stand. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 313–325.
- , Vettenranta, J., Kolström, T. & Miina, J. 1994. Productivity of mixed stands of *Pinus sylvestris* and *Picea abies*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 143–153.
- Reunala, A. & Heikinheimo, M. 1987. Taistelu metsistä. Voimaperäinen metsätalous Suomessa ja muissa maissa. Kirjayhtymä. Helsinki 188 s.
- Reunanen, P. & Nikula, A. 1998. Liito-oravan elinympäristöt ja maiseman rakenne Koillismaalla. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A, No 93. 52 s.
- , Mönkkönen, M. & Nikula, A. 2000. Managing boreal forest landscapes for flying squirrels. *Conservation Biology* 14(1): 218–226.
- Riissanen, N. & Härkönen, J. (toim.). 2001. Lapin metsäohjelma 2001–2005. Metsäkeskus Lappi. 47 s.
- Rissanen, K. 1999. Luonnonhoidon seuranta Metsähallituksessa 1994–1998. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 23. 41 s.
- Ritari, A. & Lähde, E. 1978. Effect of site preparation on physical properties of the soil in a thigh-humus spruce stand. Seloste: Muokkauksen vaikutus paksusammalkuusikon maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 92(7). 36 s.
- Roth, R.R. 1976. Spatial heterogeneity and bird species diversity. *Ecology* 57: 773–782.
- 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.
- Saari, E. 1923. Kuloista etupäässä Suomen valtionmetsiä silmällä pitäen. Tilastollinen tutkimus. Summary: Forest fires in Finland with special reference

- to state forests. Statistical investigation. *Acta Forestalia Fennica* 26(5). 155 s.
- Saaty, T.L. 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology* 15: 234–281.
- Salminen, S. 1993. Eteläisimmän Suomen metsävarat 1986–1988. *Folia Forestalia* 825. 111 s.
- Sarvas, R. 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistamishakkuuna. Summary: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forests in Southern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 37(6). 43 s.
- Satterlund, D. R. 1983. Forest shadows: how much shelter in a shelterwood. *Forest Ecology and Management* 5: 27–37.
- Seppälä, K. 1979. Suometsien tutkimus ja metsänparannustoiminta. Julkaisussa: Leikola, M. (toim.). Tutkimustoiminta Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaajana. Summary: The role of forestry research in guiding forest policy and management in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 13(1A): 24–26.
- Seppänen, P. 1997. Sekametsän käsite. *Metsätieteen aikakauskirja* 2: 294–297.
- Sepänmaa, Y. 1981. Tarkoituksenmukaisuus ympäristön kauneuden kriteerinä. Julkaisussa: Kinnunen, A. & Sepänmaa, Y. (toim.). Ympäristöestetiikka. *Gaudeamus. Mänttä*. s. 199–232.
- Siitonen, J. 1998. Lahopuun merkitys metsäluonnon monimuotoisuudelle. Julkaisussa: Annala, E. (toim.). Monimuotoinen metsä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 705: 131–161.
- , Martikainen, P., Kaila, L., Nikula, A. & Punttila, P. 1995. Kovakuoriaislajiston monimuotoisuus eri tavoin käsitellyillä metsäalueilla Suomessa ja Karjalan tasavallassa. Julkaisussa: Hannelius, S. & Niemelä, P. (toim.). Monimuotoisuus metsien hoidossa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 564: 43–63.
- Sippola, A.-L. & Renvall, P. 1999. Wood-decomposing fungi and seed-tree cutting: A 40-year perspective. *Forest Ecology and Management* 115: 183–201.
- , Lehesvirta, T. & Renvall, P. 2001. Effects of selective logging on coarse woody debris and diversity of wood-decaying polypores in eastern Finland. *Ecological Bulletins* 49. (painossa).
- , Siitonen, J. & Kallio, R. 1998. Amount and quality of coarse woody debris in natural and managed coniferous forests near the timberline in Finnish Lapland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13: 204–214.
- , Siitonen, J. & Punttila, P. 2001: Beetle diversity in timberline forests: a comparison between old-growth and regeneration areas in Finnish Lapland. *Annales Zoologici Fennici* 38. (painossa).
- Sirén, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkuusikoiden kehityksestä ja sen ekologiasta. *Acta Forestalia Fennica* 62(4). 408 s.
- Spash, C.L. 1999. The development of environmental thinking in economics. *Environmental Values* 8(1999): 413–435.

- Sutinen, R., Heiskanen, J., Hyvönen, E., Hänninen, P., Mäkitalo, K., Pulkkinen, E., Pänttjä, M. & Sutinen, M.-L. 1996. Pine-spruce composition follows till moisture and geochemistry patterns in Lapland. Julkaisussa: Bachmann, P., Kuusela, K. & Uuttera, J. (toim.). *Assessment of Biodiversity for Improved Forest Management. Proceedings of the International Workshop, 12–17 June 1995, Koli, Finland. EFI Proceedings* 6: s. 29–40.
- Tamm C. O. 1991. Nitrogen in terrestrial ecosystems. *Ecological studies* 81. 116 s.
- Tertti, M. 1938. Hakkuualan raivaamisesta. Julkaisussa: *Metsänhoitajien jatkokurssit 1937 III. Valtioneuvoston kirjapaino. Helsinki.* 235 s.
- Tikkanen, E. 1989. Paksusammalkuusikoiden uudistamisen ongelmia. Julkaisussa: Varmola, M. & Saastamoinen, O. (toim.). *Lapin metsäkirja. Acta Lapponica Fenniae* 15: 171–178.
- & Raitio, H. 1984. Pohjois-Suomen aurausalueiden männyntaimien epänormaali kehitys ja oletamus sen syystä. Summary: A hypothesis on the cause of abnormal development of Scots pine saplings on ploughed sites in northern Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 165. 27 s.
- Timonen, M. 2001. Ilmaston muutokset kautta aikojen – onko menneisyys Lapin metsien tulevaisuuden peili? Julkaisussa: Varmola, M. & Tapaninen, S. (toim.). *Pohjoisten metsien hoito. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 803: 9–29.
- Tynys, T. 1998. Vätsärin erämaan metsien kehitys. *Metsähallituksen luonnon-suojelujulkaisuja. Sarja A. No 88.* 38 s.
- Vaartaja, O. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipumisesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Summary: On the recovery of released pine advance growth and its silvicultural importance. *Acta Forestalia Fennica* 59(3). 133 s.
- Valkonen, S. 2000a. Uudet metsänkäsittelyohjeet – uhka metsänuudistamiselle? Julkaisussa: Varmola, M. & Virtanen, E. (toim.). *Uusien metsänkäsittelyohjeiden toimivuus Pohjois-Suomessa. Tutkimusseminaari* 11.–12. 5. 1999 Rovaniemellä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 786: 31–42.
- 2000b. Effect of retained Scots pine trees on regeneration, growth, form, and yield of forest stands. *Investigation Agraria. Sistemas y Recursos Forestales. Fuera de Serie* 1: 121–145.
- Valtanen, J. 1984. Männyn luontaisen uudistamisen mahdollisuudet. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 158. s. 37–50.
- 1994. Männyn luontainen uudistaminen Keski-Pohjanmaalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 503. 65 s.
- 1998. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 693. 77 s.
- Vanha-Majamaa, I. 1998. Tulen vaikutus taimettumiseen, aluskasvillisuuden sukkessioon ja sienilajistoon. Julkaisussa: Annala, E. (toim.). *Monimuotoinen metsä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 705: 99–129.

- Virkkala, R., Rajasärkkä, A., Väisänen, R.A., Vickholm, M. & Virolainen, E. 1994. Conservation value of nature reserves: do hole-nesting birds prefer protected forests in southern Finland. *Annales Zoologici Fennici* 31: 173–186.
- Vuokila, Y. & Väliäho, H. 1980. Viljeltyjen havumetsiköiden harvennusmallit. Summary: Growth and yield models for conifer cultures in Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 99(2). 271 s.
- Väisänen, R.A., Järvinen, O. & Rauhala, P. 1986. How are extensive, human-caused habitat alteration expressed on the scale of local populations in boreal forests? *Ornis Scandinavica* 17:282–292.
- Ympäristöministeriö 1993. UNCED, YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssi. Rio de Janeiro 3.–14.6. 1992. Ympäristöministeriö, Ulkoasiainministeriö. Forssa. 239 s.
- Zackrisson, O. 1977. Influence of forest fires on the North Swedish boreal forest. *Oikos* 29: 22–32.
- Økland, B. 1996. Unlogged forests: Important sites for preserving biodiversity of mycetophilids (Diptera: Sciarioidea). *Biological Conservation* 5: 75–100.



# Männyn luontainen uudistaminen Lapissa

***Mikko Hyppönen***

*Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema  
PL 16, 96301 Rovaniemi*

mikko.hypponen@metla.fi

## 1 Johdanto

Mänty uudistetaan luontaisesti tavallisimmin siemenpuumenetelmällä (Hokajärvi 1997, Hyppönen ym. 2001b, Hyvän... 2001). Siemenpuumenetelmässä uudistusalueille pyritään jättämään 50–150 hyvälaatuista ja siemennyskykyistä mäntyä hehtaarille. Siemenpuumenetelmään kuuluu myös uudistusalan raivaus ja tarvittaessa kevyt maanmuokkaus. Maa muokataan tavallisesti joko äestämällä tai laikuttamalla.

Männyn luontaista uudistamista siemenpuumenetelmällä on tutkittu Lapin olosuhteissa suhteellisen vähän. Laajimmassa ja varhaisimmassa koko Pohjois-Suomea koskevassa tutkimuksessa havaittiin, että uudistaminen ilman maanmuokkausta johtaa usein huonoon tai vain välttävään uudistamistulokseen erityisesti Lapin pohjoisosissa (Lehto 1969). Lisäksi on havaittu, että vaikka uudistaminen onnistuisikin, niin se kestää kauan (Lehto 1969, Suoheimo 1982). Pohjoisessa levinneisyytensä kylmillä äärialueilla ja korkealla merenpinnasta sijaitsevilla alueilla männyn luontaisen uudistamisen mahdollisuuksia rajoittavat harvoin toistuvat, pienet ja vajaasti kypsyneet siemensadot (esim. Henttonen ym. 1986, Pohtila 1995, Kubin ym. 1997).

Siemensatojen vaihtelusta huolimatta männyn luontainen uudistumiskyky on todettu Pohjois-Suomessa kuitenkin suhteellisen hyväksi (esim. Aaltonen 1919, Lehto 1969). Niinpä Pohjois-Suomen mäntyvaltaisissa metsissä onkin usein valmista, metsän uudistamiseen käyttökelpoista mäntyalikasvosta jo ennen uudistushakkuuta (Sarvas 1937, 1950, Vaartaja 1951, Oinonen 1956, Mikola 1966). Alikasvostaimikoihin on usein suhtauduttu varovasti ja epäilevästi. Syiksi varovaisuuteen on sanottu epätietoisuutta alikasvoksen elpymisestä, taimien huonoa ulkomuotoa sekä huomattavaa pituusvaihtelua, aukkoisuutta ja ryhmittäisyyttä (esim. Hyppönen ym. 1998). Alikasvoksia esiintyy myös muualla Euroopan pohjoisosissa (esim. Vaartaja 1951, Sundkvist 1994, Listov ym. 1995).

Etelä- ja Keski-Lapissa männyn luontainen uudistaminen johtaa useimmiten hyvään tulokseen, jos uudistusala muokataan (Norokorpi 1983, Eskelinen 2000, Hyppönen ym. 2001a). Maanmuokkauksen on todettu lisäävän luontaisen uudistamisen mahdollisuuksia myös pohjoisessa ja korkeilla mailla parantamalla taimettumista ja nopeuttamalla uudistumista (Hagner 1962, Bergan 1981, Norokorpi 1983, Valkonen 1992, Eskelinen 2000). Maanmuokkaus luo siemenen itämiselle ja taimettumiselle edulliset mikro-olosuhteet, vähentää kilpailua vedestä ja ravinteista sekä tarjoaa suojaa siemensyöjiä ja epäedullisia ilmasto-olosuhteita vastaan (esim. Yli-Vakkuri 1961, Jeansson 1995). Muokkauksen on myös todettu kompensoivan huonojen siemensatojen vaikutusta (Hagner 1962). Muokkaus on tarpeen erityisesti paksuhumuksisilla mailla (Hagner 1962, Bergan 1981, Kinnunen 1993, Ackzell 1993, Niemistö ym. 1993, Valtanen 1998).

Metsälaki (1996) alempiasteisine säädöksineen edellyttää uudistusalan taimettuvan luontaisessa uudistamisessa tietyssä ajassa. Lapissa, suojametsäaluetta lukuun ottamatta, uudistusalueelle on saatava syntymään riittävä taimimäärä seitsemän vuoden sekä Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa viiden vuoden kuluttua uudistamistöiden loppuun saattamisesta (Metsäasetus 1996). Muokkauksesta huolimatta metsäasetuksessa esitetty aika ei aina riitä kyllin hyvään taimettumiseen erityisesti Pohjois-Lapissa ja Pohjois-Suomen korkeilla mailla (Suoheimo 1982, Kubin ym. 1997, Eskelinen 2000). Myös Pohjois-Ruotsin korkeilla mailla uudistumisen on todettu olevan hidasta ja vajaata (Hagner 1965).

Luontaiseen uudistamiseen liittyvän epävarmuuden vuoksi Pohtila (1995) on esittänyt erityisesti Pohjois-Lapissa sijaitsevien siemenpuu-alojen kylvämistä, jos niiden uudistaminen edellyttää maanmuokkausta. Kinnunen (1994) suosittelee siemenpuualan kylvämistä huonoina siemen-vuosina myös Etelä-Suomessa.

Metsien luontainen uudistaminen on lisääntynyt Lapissa voimakkaasti 1990-luvulla. Noin puolet metsistä uudistetaan nykyisin luontaisesti siemen- ja suojuspuumenetelmiä käyttäen (Metsätilastollinen... 2000). Luontaisen uudistamisen nopea lisääntyminen on aiheuttanut huolta uudistamisen onnistumisesta etenkin siksi, että luontaisesta uudistamisesta on ollut suhteellisen vähän tutkimustietoa Lapin erityisolosuhteissa (Palén ja Lohi 1999). Luontaisen uudistamisen onnistumisesta ja erityisesti maanmuokkauksen vaikutuksesta uudistamisaikaan ja uudistamistulokseen kaivataankin lisätietoa erityisesti Lapin pohjoisosista ja korkeilta mailta (Palén ja Lohi 1999).

Tässä raportissa esitellään päätuloksia männyn luontaista uudistamista Lapissa selvittävän tutkimuksen kolmesta julkaistusta ja kahdesta julkaisemattomasta osatutkimuksesta (Hyppönen 2000 (V), Hyppönen ja Hyvönen 2000 (I), Hyppönen 2001 (II), Hyppönen ym. 2001a (III), Hyppönen ja Kemppe 2001 (IV)). Tutkimus muodostaa kokonaisuuden, jossa selvitetään männyn uudistumisen luontaisia edellytyksiä tarkastelemalla eri tavoin syntyneiden ylispuustoisten mäntytaimikoiden syntytapaa, emopuuston aiempaa käsittelyä ja niiden alle syntyneiden taimikoiden rakennetta sekä uudistumiseen vaikuttavia tekijöitä (I). Lisäksi selvitetään käytännön metsänuudistusaloilta, miten uudistaminen viime vuosikymmeninä on onnistunut ja mitkä tekijät ovat vaikuttaneet onnistumiseen (II). Koska maanmuokkauksen on todettu olevan luontaisen uudistamisen onnistumiseen olennaisesti vaikuttava tekijä, muokkauksen vaikutusta taimettumiseen ja taimikoiden alkukehitykseen tutkitaan kahdessa erillisessä osatutkimuksessa (III, IV). Siemenpuiden korjuu on viimeinen vaihe luontaisessa uudistamisessa. Viimeisessä osatutkimuksessa selvitetään, miten ylispuuiden korjuu vaikuttaa luontaisesti uudistuneen taimikon kasvatuskelpoisuuteen (V).

## 2 Aineistot ja menetelmät

Luontaisen uudistamisen onnistumista ja alkukehitystä kuvataan taimikon tiheyden, tilajärjestyksen, kasvatuskelpoisuuden, pituuskehityksen, uudistumisnopeuden ja laadun perusteella. Osatutkimukset I–V käsittävät sekä käytännön uudistusalojen inventointeja että järjestettyjä kokeita.

- I Ylispuustoisten mäntytaimikoiden syntyhistoriaa, rakennetta ja alkukehitystä yksityismetsissä selvittävässä osatutkimuksessa inventoitiin 55 ylispuuhakkuuta varten leimattua mänty-ylispuutaimikkoa eri puo-

lilla Lappia. Leimikot arvottiin perusjoukosta, joka käsitti silloisen Lapin metsälautakunnan leimausrekisterin vuonna 1990 leimatut ylispuualat. Inventointimenetelmänä oli linjoittainen koeala-arviointi. Koealoja mitattiin yhteensä 1643 kpl. Koealan koko oli 10 m<sup>2</sup>. Tutkimuksessa selvitettiin taimikoiden syntytytä ja emopuuston aiempi käsittely sekä tutkittiin syntytyvan ja muiden selittävien muuttujien vaikutusta taimikon tiheyteen, tilajärjestykseen, elinvoimaisuuteen, kasvatuskelpoisuuteen, pituuskehitykseen ja taimikoiden syntyajankohtaan. Taimikon tiheyden ja pituuskehityksen vaihtelua selitettiin regressiomalleilla. Taimikon tiheyttä, aukkoisuutta ja kasvatuskelpoisuutta koskevia tuloksia ei voida suoraan verrata uudistamisen onnistumista selvittävien tutkimusten tuloksiin, koska jo ennen inventointia tiedettiin taimikoiden olevan kehityskelpoisia (Hyppönen ja Hyvönen 2000).

II Luontaisen uudistamisen onnistumista siemenpuumenetelmällä tutkittiin inventoimalla siemenpuuasentoon hakattuja käytännön uudistusaloja silloisen Lapin metsälautakunnan alueen yksityismetsissä vuonna 1994. Perusjoukon muodostivat 1960-, 1970- ja 1980-luvuilla siemenpuuasentoon leimatut uudistusalat, joista arvottiin 200 uudistusalan otos. Otoksesta selvitettiin ensin ne uudistusalat, joissa luontainen uudistaminen oli keskeytetty uudistamisen epäonnistumisen vuoksi tai muusta syystä, ja uudistusalat oli viljelty. Syyt luontaisen uudistamisen keskeyttämiseen pyrittiin selvittämään. Näitä viljeltyjä uudistusaloja ei inventoitu. Ne uudistusalat, jotka oli uudistettu luontaisesti ja joista siemenpuut oli poistettu sekä ne uudistusalat, jotka olivat yhä siemenpuuasennossa joko taimettuneena tai metsittyneenä tai yhä uudistumassa, inventoitiin ryväsotannalla. Kultakin uudistusosalta mitattiin kolme viiden 10 m<sup>2</sup>:n ympyräkoelan ryvästä. Uudistusaloja inventoitiin 128 kpl, rypäitä 384 kpl ja koealoja 1920 kpl. Aineistoa käsitellään ristiintaulukoimalla ja laatimalla pituuskasvua, runkolukua ja aukkoisuutta kuvaavia regressiomalleja ns. sekamallitekniikalla (Hyppönen 2001).

III Maanmuokkauksen vaikutusta mäntysiemenpuulojen taimettumiseen selvitettiin kahdessa erillisessä järjestetyssä satunnaistettujen lohkojen kokeessa. Ylitorniolla keskisen Lapin lounaisosassa sijaitsevalla koekentällä tutkittiin eri maanmuokkausmenetelmien vaikutusta uudistusalan taimettumiseen ja syntyneen taimikon kehitykseen. Muokkausmenetelmät olivat muokkaamaton, äestys, piennarauraus, palleauraus ja palleauraus ns. 0-asennossa. Lohkojen määrä oli neljä.

Koe perustettiin vuonna 1979 ja mitattiin kolme kertaa, viimeisen kerran 18 kasvukauden kuluttua siemenpuuhakkuusta. Aineisto käsiteltiin varianssianalyysillä (Hyppönen ym. 2001a).

IV Keski-Lapin kaakkoisosassa Rovaniemen maalaiskunnassa sijaitsevalla koekentällä selvitettiin maanmuokkauksen ja kylvön vaikutusta siemenpuualan taimettumiseen ja syntyneen taimikon alkukehitykseen. Käsittelyinä olivat muokkaamaton, äestys sekä äestys ja kylvö. Lohkoja oli kolme. Koe perustettiin vuonna 1989 ja mitattiin kolme kertaa: 6, 10 ja 12 vuoden kuluttua siemenpuuhakkuusta ja muokkauksesta. Ylispuut poistettiin toisen ja kolmannen mittauskeran välillä. Aineisto käsiteltiin varianssianalyysillä (Hyppönen ja Kemppe 2001).

V Ylispuuiden korjuun vaikutusta taimikoiden kasvatuskelpoisuuteen tutkittiin inventoimalla 33 ylispuustaisen mäntytaimikon metsänhoidollinen tila ennen korjuuta ja korjuun jälkeen samoilta koelohjoilta silloisen Lapin metsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Inventointimenetelmä ja osin aineistokin oli sama kuin ylispuustoisten mäntytaimikoiden syntyhistoriaa selvittäneessä tutkimuksessa. Korjuun onnistumista tarkasteltiin yleisten taimikkotunnusten ja taimikkovaurioiden avulla. Vaurioiden määrää selitettiin regressiomallein (Hyppönen 2000).

## 3 Tulokset

### 3.1 Ylispuutaimikoiden syntyhistoria (I)

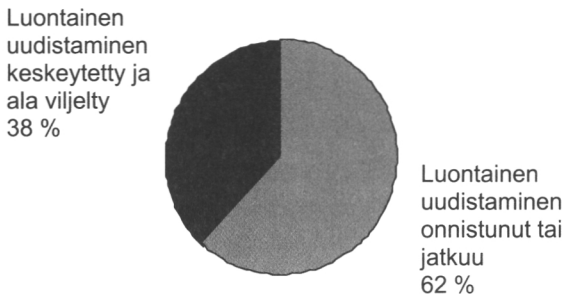
Noin puolet (49 %) tutkituista taimikoista oli syntynyt alikasvoksena ilman uudistamistarkoitusta ja 44 % luontaiseen uudistamiseen tähtäävän siemenpuuhakkuun tuloksena. Neljä taimikkoa (7 %) oli viljelty siemenpuuston alle. Alikasvotaimikoissa ylispuujaksojen aiempi käsittely oli useimmiten ollut epäsäännöllistä, eikä hakkuutapaa pystytty määrittämään tavanomaisin hakkuuta kuvaavin termein.

Alikasvotaimikoiden tiheys, tilajärjestys ja kasvatuskelpoisuus eivät eronneet siemenpuuhakkuun tuloksena syntyneiden taimikoiden vastaavista taimikkotunnuksista. Siemenpuutaimikot olivat kuitenkin elinvoimaisempia ja niiden pituuskehitys oli nopeampaa kuin alikasvotaimikoiden.

Noin neljännes taimikoista oli taimien keski-ikä perusteella syntynyt ennen ylispuuston edellistä hakkuuta. Taimien ikävaihtelun perusteella taimikot olivat yleensä syntyneet pitkän ajan kuluessa. Siemenpuuhakkuun ja ylispuuhakkuun välinen aika oli siemenpuutaimikoissa keskimäärin 22 vuotta. Vastaava hakkuiden välinen aika alikasvotaimikoissa oli 33 vuotta. Muokkaus lyhensi uudistumisaikaa siemenpuutaimikoissa.

### 3.2 Luontaisen uudistamisen keskeyttäminen ja metsänviljely (II)

Lapin yksityismetsien 1960-, 1970- ja 1980-luvuilla leimattujen siemenpuualojen pinta-alasta 38 % oli myöhemmin istutettu tai kylvetty luontaisen uudistamisen epäonnistuttua. Yleisimmät syyt luontaisen uudistamisen epäonnistumiseen ja viljelyyn olivat muokkauksen puuttuminen ja/tai siemenpuiden kaatuminen myrskyissä (kuva 1).



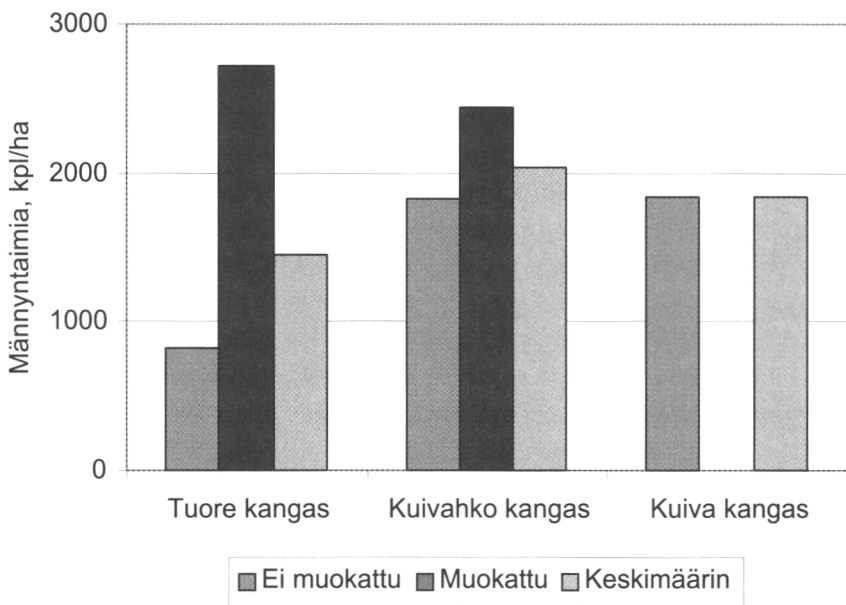
Kuva 1. Luontainen uudistaminen keskeytettiin ja uudistusala viljeltiin lähes 40 %:lla Lapin metsälautakunnan alueen yksityismetsien siemenpuualojen pinta-alasta vuosina 1960–1993 (II).

### 3.3 Tiheys

Taimikoiden keskimääräinen tiheys vaihteli eri osatutkimuksissa huomattavasti (taulukko 1). Muokkaus paransi uudistamistulosta osatutkimusten perusteella (I, II, III, IV). Erityisesti muokkaus vaikutti taimetumista parantavasti tuoreiden kankaiden siemenpuualoilla, jotka jäivät muuten harvoiksi (II) (kuva 2). Myös korkeus merenpinnasta, uudistushakkuusta kulunut aika, siemenpuiden määrä ja humuksen paksuus vaikuttivat tiheyteen (I, II).

Taulukko 1. Männyntaimien kokonaismäärä, kehityskelpoisten männyntaimien määrä ja kehityskelpoisten taimien kokonaismäärä eri osatutkimuksissa ja eräissä aiemmissa tutkimuksissa.

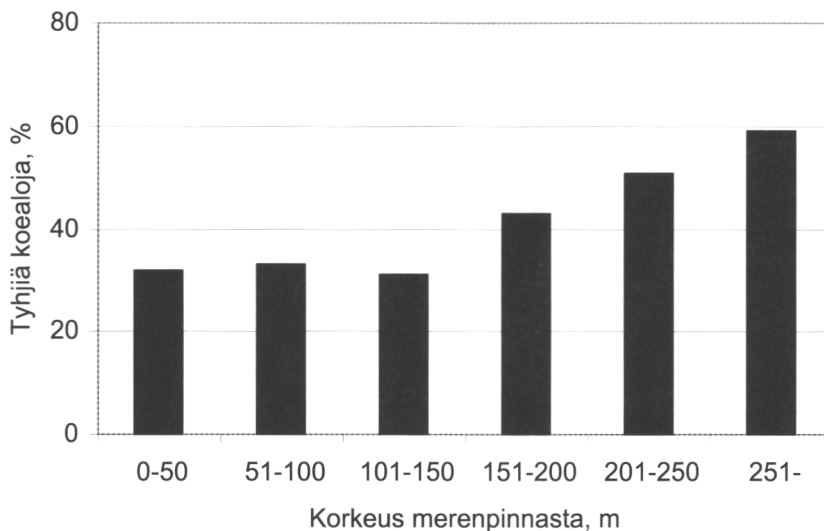
Tutkimus	Mänty		Kaikki puulajit
	Kaikki taimet	Kehityskelpoiset taimet kpl/ha	Kehityskelpoiset taimet
Hyppönen ym. 2001	2300–4100	1300–2100	1800–2400
Hyppönen & Kemppe 2001			
- ei muokattu	3500	1100	2100
- muokattu	7200	2300	3400
- muokattu ja kylvetty	10100	2700	3100
Hyppönen 2001			
- ei muokattu	1400	800	1000
- muokattu	2600	1300	1500
Norokorpi 1983			
- Etelä-Lappi	4900		
- Pohjois-Lappi	1800		
Kaila 1993			
- < 800 dd, ei muokattu		800	
- < 800 dd, muokattu		1800	
- > 800 dd, aurattu	2500	2000	2000
Eskelinen 2000	2600	2200	3400



Kuva 2. Maanmuokkauksen vaikutus siemenpuumenetelmällä uudistettujen ja uudistettavien alojen tiheyteen (II).

### 3.4 Tilajärjestys

Tyhjien koealojen suhteellisenä osuutena eli aukkoisuutena ilmaistu taimikoiden tilajärjestys vaihteli samaan tapaan kuin tiheys. Ylitornion kokeessa taimikon aukkoisuus vaihteli eri muokkauksissa keskimäärin 8–20 %:n välillä (III). Käytännön uudistusalojen inventoinnissa aukkoisuus oli kuitenkin selvästi suurempi, 23–45 % (II). Aukkoisuuteen vaikuttivat suunnilleen samat tekijät kuin tiheyteen. Muokkaamattomilla aloilla tyhjiä koealoja oli lähes kaksi kertaa enemmän kuin muokatuilla (II). Korkeus merenpinnasta alkoi vaikuttaa aukkoisuutta lisäävästi noin 150–200 m:n tasolla (II) (kuva 3).



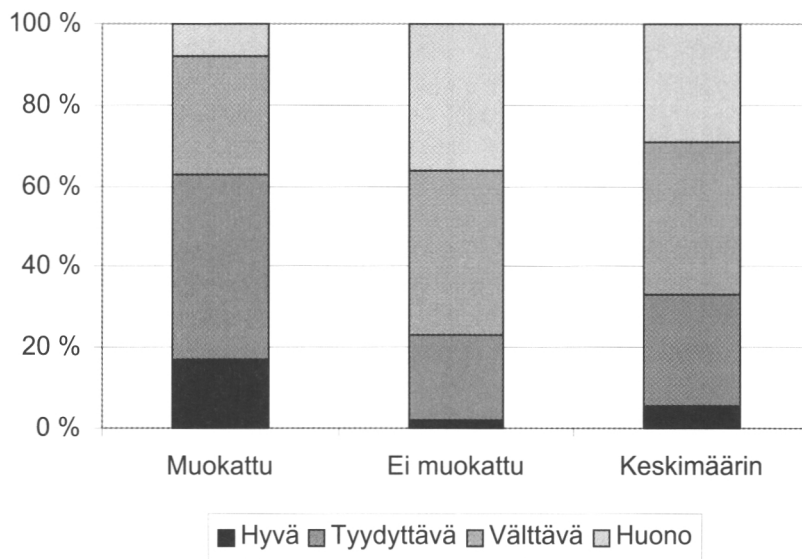
Kuva 3. Uudistusalan korkeuden vaikutus tyhjien koealojen määrään (II).

### 3.5 Kasvatuskelpoisuus

Taimikoiden kasvatuskelpoisuus oli Ylitornion kokeessa parempi kuin käytännön uudistusalojen inventoinnissa (II, III). Lapin yksityismetsien käytännön metsänuudistusalojen inventointitulosten mukaan muokattujen alojen pinta-alasta vain 8 % oli kehityskelvotonta, kun muokkaamattomien alojen pinta-alasta kehityskelvotonta oli 36 %. Muokattujen alojen pinta-alasta hyvien ja tyydyttävien uudistusalojen osuus oli 63 %, kun vastaava osuus muokkaamattomien alojen pinta-alasta oli vain 23 % (II).

On lisäksi muistettava, että ko. inventoinnissa 38 % alunperin luontaisesti uudistettaviksi aiotuista uudistusaloista oli todettu epäonnistuneiksi ja viljelty.

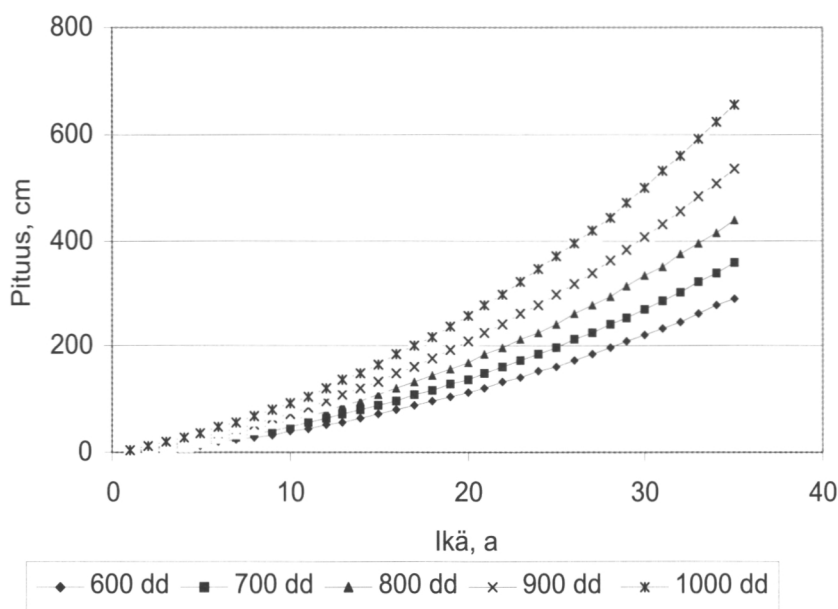
Ylitornion kokeessa uudistusalojen kasvatuskelpoisuus oli vähintään välttävä ja useimmiten tyydyttävä tai hyvä (III), mutta osa inventoiduista käytännön uudistusaloista oli kasvatuskelvottomia. Muokatuilla uudistusaloilla kasvatuskelpoisuusluokkajakauma oli selvästi parempi kuin muokkaamattomilla (II) (kuva 4).



Kuva 4. Taimikoiden jakautuminen kasvatuskelpoisuusluokkiin (II).

### 3.6 Pituuskehitys

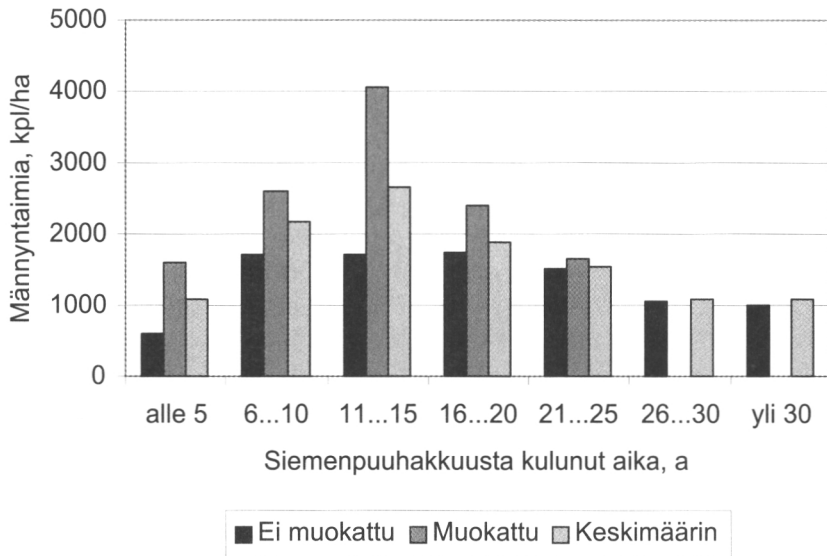
Luontaisesti uudistettujen taimien pituuskehitys riippui inventointi-aineiston perusteella laaditun pituuskehitysmallin mukaan taimien iästä, lämpösommasta, kasvupaikkatyypistä ja siemenpuiden lukumäärästä (II). Pituusmallin mukaan taimien pituus on 25 vuoden kuluttua taimen syntyhetkestä esimerkiksi tuoreella kankaalla keskimäärin 160 cm pohjoisessa 600 dd-yksikön alueella ja 360 cm eteläisimmässä Lapissa 1000 dd-yksikön alueella ylispuuston määrän ollessa keskimäärin 45 m<sup>3</sup> (kuva 5).



Kuva 5. Taimien pituuskehityksen riippuvuus lämpösummasta tuoreella kankaalla (siemenpuiden määrä keskimäärin 45 m<sup>3</sup>/ha) osatutkimuksen II aineiston perusteella laaditun pituuskehitysmallin mukaan.

### 3.7 Uudistumisnopeus

Uudistumisnopeutta tarkasteltiin inventointiaineiston (II) perusteella taimikoiden keskitiheyksien ja uudistushakkuusta kuluneen ajan perusteella. Muokatuilla aloilla männyntaimia oli jo viiden vuoden kuluttua siemenpuuhakkuusta keskimäärin 1600 kpl/ha, 10 vuodessa 2600 kpl/ha ja 15 vuodessa 4000 kpl/ha, kun muokkaamattomien taimikoiden tiheys ei keskimäärin ylittänyt tiheyttä 2000 kpl/ha lainkaan (kuva 6). On kuitenkin huomattava, että sekä muokkaamattomilla että muokatuilla uudistusalajoilla vaihtelu oli erittäin suurta. Kummassakin järjestetyssä koeksessa uudistusalat taimettuivat nopeasti hyvien tai ainakin kohtuullisten sopivaan aikaan sattuneiden siemensatojen tuloksena (III, IV). Männyntaimien määrä ylitti 2000 kpl/ha yleensä jo ensimmäisen viiden vuoden aikana.



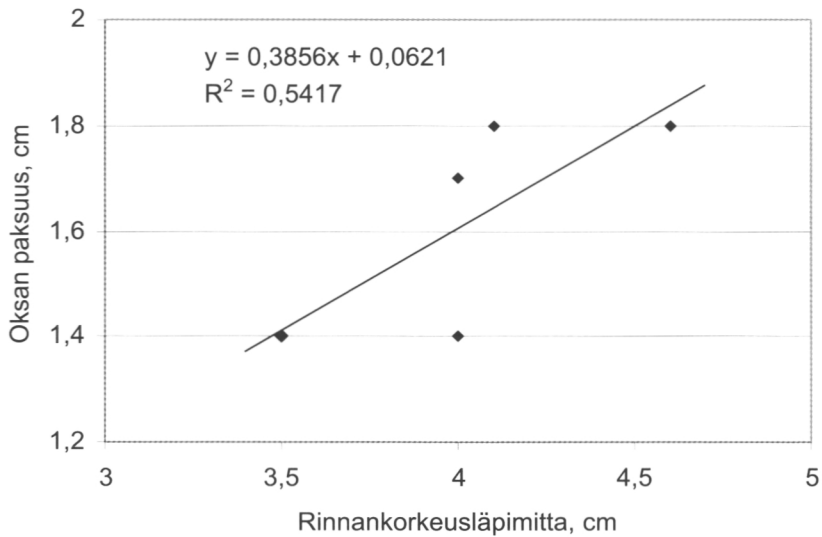
Kuva 6. Maanmuokkauksen vaikutus mäntytaimien määrään siemenpuuhakuusta kuluneen ajan funktiona (II).

### 3.8 Laatu (III)

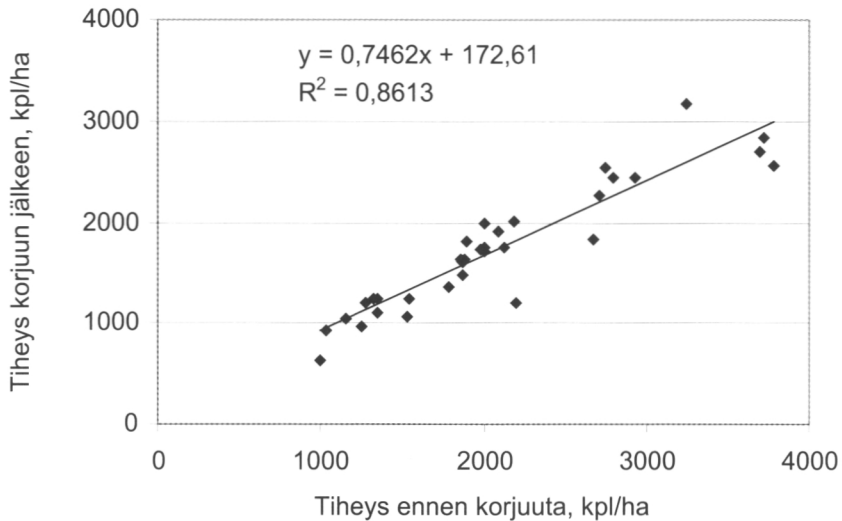
Ylitornion kokeessa valtataimien kasvunopeus (pituuskasvu) korreloi voimakkaasti latvuksen paksuimman tuoreen oksan läpimitan kanssa (kuva 7) kuten myös rinnankorkeusläpimita. Kasvunopeus ja rinnankorkeusläpimita korreloivat myös taimikon keskimääräisen solakkuuden kanssa. Sen sijaan taimikon tiheyden (männynntaimien määrä) ja laatutunnusten välillä korrelaatiota ei ollut.

### 3.9 Korjuun vaikutus taimikkotunnuksiin ja taimikovauriot (V)

Taimikoiden keskimääräinen tiheys oli ennen ylispuiden korjuuta 8400 kpl/ha. Korjuun jälkeen vaurioitumattomia taimia oli vastaavasti keskimäärin 7000 kpl/ha. Taimista vaurioitui 16,7 %. Kehityskelpoisten taimien määrä oli ennen korjuuta 2100 kpl/ha ja korjuun jälkeen 1700 kpl/ha (kuva 8). Vaurioituneista taimista 90 % oli vaurioitunut niin vakavasti, että ne olivat kehityskelvottomia. Suurin osa kehityskelvottomiksi vaurioituneista taimista oli katkennut.



Kuva 7. Esimerkki taimen läpimitan ja paksuimman tuoreen oksan läpimitan välisestä riippuvuudesta. Havaintoina vain alkuperäisten havaintojen (4 kpl) keskiarvot (III).



Kuva 8. Ylispuiden korjuuta edeltävän ja korjuun jälkeisen männyntaimien määrän välinen riippuvuus (V).

Vaurioprosenttiin vaikuttivat eniten hakkuukertymä ja ajouraverkon tiheys. Vauriomäärä oli sitä suurempi, mitä suurempi oli hakkuukertymä ja mitä tiheämpi ajouraverkko leimikkoon tehtiin. Suurin osa vaurioista (60 %) syntyi metsäkuljetuksen aikana ajouralla ja sen läheisyydessä.

Taimikoiden aukkoisuus lisääntyi korjuussa keskimäärin 8 prosenttiyksikköä mitattuna tyhjien koalojen määrällä. Taimikoiden keskipituus pysyi korjuussa muuttumattomana. Taimikoiden pinta-alasta oli ennen korjuuta hyviä ja tyydyttäviä noin 80 % ja korjuun jälkeen hieman alle 60 %. Kaikki taimikot pysyivät korjuussa kasvatuskelpoisina.

## 4 Tarkastelu

Pohjois-Suomen mäntyvaltaisissa metsissä yleisesti ennen uudistus-hakkuuta esiintyvä valmis alikasvos ilmentää männyn hyvää luontaista uudistumiskykyä pohjoisen olosuhteissa (Mikola 1966, Sarvas 1950). Hyvään uudistumiskykyyn vaikuttavat mm. Lapin humidinen ilmasto, edulliset säteilyolosuhteet ja kilpailevan pintakasvillisuuden vähäisyys. Alikasvotaimikot eivät tämän tutkimuksen mukaan poikenneet yleisimpien taimikkotunnusten perusteella siemenpuumenetelmällä uudistetuista taimikoista, joten epäilyt alikasvosten aukkoisuudesta, ryhmittäisyydestä, suuresta pituusvaihtelusta jne. (Hyppönen ym. 1998) ovat aiheettomia (I). Alikasvosten hyödyntäminen onkin käyttökelpoinen vaihtoehto uudistamismenetelmien joukossa niin Suomessa kuin naapurimaissa (Saksa ym. 1998, Sundkvist 1994, Volkov ym. 2000). Tulokset vahvistavat aikaisempia käsityksiä, joiden mukaan männyn luontainen uudistumiskyky Lapissa on hyvä, ja mäntyalikasvokset ovat usein metsänuudistamiseen kelvollisia kuivilla ja kuivahkoilla kankailla.

Alikasvosuudistamisen edut muihin uudistamismenetelmiin verrattuna perustuvat saavutettuun aikahyötyyn ja kustannussäästöihin (Aarnio ym. 1998, Hyppönen ym. 1998). Luonnon monimuotoisuuden sekä ympäristö- ja maisematekijöiden kannalta on myös yleensä edullista, että uudistamisessa ei ole paljaan maan vaihetta (Saksa ym. 1998). Alikasvosten hyödyntämistä esitetään myös uusimmissa metsänhoitosuosituksissa (Hokajärvi 1997, Hyppönen ym. 2001b, Hyvän... 2001). Alikasvokset ovat haaste metsäntutkimukselle (Moilanen 2000). Etenkin alikasvotaimien syntyminen ja elpyminen sekä taimien vaikutus luonnon monimuotoisuuteen ovat kysymyksiä, joihin kaivataan lisää tietoa.

Vaikka luontaisen uudistamisen edellytykset ovat Lapissa periaatteessa hyvät, luontainen uudistaminen oli epäonnistunut noin puolella Lapin yksityismetsien 1960-, 1970- ja 1980-lukujen siemenpuualoista

(II). Yleisimmät syyt luontaisen uudistamisen epäonnistumiseen olivat maanmuokkauksen puuttuminen ja/tai siemenpuita kohdannut myrskytuho.

Maanmuokkauksella näyttää olevan ratkaiseva vaikutus luontaisen uudistamisen onnistumiseen Lapissa niin tämän tutkimuksen (II, IV) kuin usean aikaisemman tutkimuksen mukaan (Norokorpi 1983, Kaila 1993, Eskelinen 2000). Muokatuilla uudistusaloilla taimia oli yleensä keskimäärin selvästi enemmän kuin muokkaamattomilla aloilla ja taimien tilajärjestys oli parempi (Kuuluvainen ja Pukkala 1989, II, IV). Muokkaus lyhentää myös uudistamisaikaa ja nopeuttaa taimikon pituuskehitystä (II). Kasvupaikkatyyppi vaikutti uudistamistulokseen siten, että tuoreen kankaan uudistusaloilla tulos oli ilman maanmuokkausta selvästi heikompi kuin kuivahkoilla ja kuivilla kankailla (II). Muokatuilla tuoreen kankaan uudistusaloilla tulos oli sen sijaan keskimäärin yhtä hyvä kuin muokatuilla kuivahkon kankaan kasvupaikoilla (myös Valtanen 1998). Muokkaus paransi uudistamistulosta myös kuivahkoilla kankailla. Erityisesti muokkauksen edut tulevat esiin paksuhumuksisten ja tuoreiden kankaiden uudistamisessa (Norokorpi 1983, Valtanen 1998, II).

Lapin pohjoisosissa muokkauksesta on myös hyötyä, vaikka uudistaminen muokkauksesta huolimatta kestää kauemmin kuin etelämpänä (Norokorpi 1983, Kaila 1993). Lapissa muokkausjälki näyttää yleensä pysyvän kauan taimettumiskelpoisena (Kellomäki 1972, Ferm ja Sepponen 1981, Norokorpi 1983, Eskelinen 2000, Hyppönen ja Kemppe 2001), vaikka toisenlaisiakin tuloksia on saatu (esim. Pohtila 1995). Hyvin onnistunut luontainen uudistaminen on usein yhteydessä hyvän siemensadon esiintymiseen (Eskelinen 2000, Norokorpi 1983, IV). Siemensadon ja muokkauksen ajoittamisella samaan ajankohtaan onkin erityistä merkitystä taimettumiseen ja uudistamisen onnistumiseen niin etelässä kuin varsinkin pohjoisessa (Kinnunen ja Berg 1996, Eskelinen 2000, Karlsson ja Örlander 2000, IV).

Uudistusalan korkeus merenpinnasta vaikuttaa uudistamistulokseen (Valkonen 1992, Kubin ym. 1997, II). Mitä korkeammalla uudistusala sijaitsee, sitä vähemmän alalla on taimia, sitä suurempi on tyhjiä koalojen määrä ja sitä kauemmin uudistaminen kestää. Koillismaahan korkeilla mailla riittävään taimettumiseen tarvittava uudistumisaika venyy muokkauksesta huolimatta liian pitkäksi (Kubin ym. 1997).

Yleispäteväksi osoittautunut havainto, että kangashumuksella on haitallinen vaikutus männyn uudistamiseen (Pohtila 1979, Kuuluvainen ja Pukkala 1989, Kinnunen 1993, Hyppönen 1998), osoittautui todeksi tässäkin tutkimuksessa (I). Muokkaus kuitenkin vähentää haittaa (Norokorpi 1983, Kuuluvainen ja Pukkala 1989). Humuksen paksuuden

vaikutus uudistamistulokseen vaatii lisätutkimuksia. Maalajin vaikutus uudistamistulokseen jäi tässä tutkimuksessa epäselväksi (II). Myös se vaatii jatkotutkimuksia.

Luontaisesti syntyneiden taimien pituuskehitystä selittävät laaditun mallin mukaan taimien iän lisäksi lämpösumma, kasvupaikkatyyppi ja uudistusosalalla olevan siemenpuuston määrä (II). Niemistön ym. (1993) kehittämän mallin mukaan taimikon pituuskehityksen vaihtelua selittivät lämpösumman ja siemenpuiden määrän lisäksi uudistushakkuusta kulunut aika, etäisyys siemenpuusta ja humuksen paksuus. Valkonen ym. (2001) toteavat luonnon monimuotoisuuden vuoksi jätettävien säästöpuiden vaikuttavan männyntaimien pituuskehitykseen puiden läheisyydessä, vaikkakin vähemmän kuin Niemistön ym. (1993) mallissa. Hyppösen ja Hyvösen (2000) mallissa pituuskehitystä selitti lämpösumman ja iän lisäksi taimikon synty tapa. Alikasvoksena kasvavien taimikoiden pituuskehitys oli hitaampaa kuin siemenpuualalla kasvavien taimikoiden. Eron syyksi arvioitiin ylispuuston suurempi määrä alikasvostaimikoissa. Maanmuokkauksen on todettu vaikuttavan taimikon pituuskehitykseen useiden aikaisempien kylvöä ja istutusta Pohjois-Suomessa käsittelevien tutkimusten mukaan. Männyntaimien pituuskehitys on ollut nopeampaa voimakkaasti muokatuilla kuin muokkaamattomilla tai kevyesti muokatuilla aloilla (Lähde 1978, Pohtila ja Pohjola 1985, Pohtila ja Valkonen 1985, Valtanen 1998, Mäkitalo 1999). Tämä tutkimus antaa viitteitä muokkauksen pituuskehitystä parantavasta vaikutuksesta luontaisesti syntyneissä taimikoissa myös kevyesti muokatuilla aloilla (III, IV). Hyppösen ja Hyvösen (2000) taimikon pituuden sisäistä vaihtelua selittävässä mallissa muokkaus vaikutti taimikon pituuden sisäistä vaihtelua pienentävästi.

Kärkkäisen ja Uusvaaran (1982) mukaan puun koko vaikuttaa männyllä useisiin laatutunnuksiin. Jos koon vaikutus eliminoidaan, tärkeimmäksi laatutekijäksi jää kasvunopeus. Myös tässä tutkimuksessa valtataimien kasvunopeus korreloi voimakkaasti sekä taimikon keskimääräisen solakkuuden että paksuimman tuoreen oksan läpimitan kanssa (III). Sen sijaan taimikon tiheyden ja laatutunnusten välinen korrelaatio oli heikko toisin kuin eräissä aiemmissä tutkimuksissa (esim. Huuri ym. 1982, Varmola 1996).

Lapin ylispuustoisissa mäntytaimikoissa siemenpuut seisovat taimettumisen jälkeen usein liian kauan uudistusosalalla (I, II). Useissa tutkimuksissa on todettu, että siemenpuiden jättäminen uudistusosalalle pitkäksi aikaa taimettumisen jälkeen alentaa taimikon tiheyttä, lisää aukkoisuutta ja hidastaa taimikon pituuskehitystä (Valtanen 1984, Niemistö ym. 1993, Kubin 2000). Juuristokilpailu lienee suurin syy siemenpuun

lähiympäristön heikkoon taimettumiseen (Lehto 1969, Kuuluvainen ja Pukkala 1989, Niemistö ym. 1993). Ylispuiden korjuun aiheuttamiin taimikkovaurioihin taimikon pituudella ei ole todettu olevan yksiselitteistä vaikutusta (Hyppönen ja Niemistö 1998, V). Ylispuiden korjuu Lapin luontaisesti uudistetuista mäntytaimikoista ei ole erityisen ongelmallista taimikoiden aukkoisuudesta huolimatta. Ajourien suunnitteluun ja korjuuseen on kuitenkin syytä kiinnittää entistä enemmän huomiota (V).

Kaiken kaikkiaan luontaiseen uudistamiseen liittyy runsaasti vaihtelua, satunnaisuutta ja epävarmuutta. Epävarmuutta ja vaihtelua voidaan kuitenkin huomattavasti vähentää mutta ei kokonaan poistaa maanmuokkauksella.

## Kirjallisuus

- Aaltonen, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa, I. Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im Finnischen Lappland, I. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 1. 375 s.
- Aarnio, J., Hyppönen, M. & Valkonen, S. 1998. Alikasvosten hyödyntämisen talous. Julkaisussa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.). Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja 3: 67–74.
- Ackzell, L. 1993. A comparison of planting, sowing and natural regeneration for *Pinus sylvestris* (L.) in boreal Sweden. Forest Ecology and Management 61: 229–245.
- Bergan, J. 1981. Foryngelse av furuskog i Troms og Finnmark. Summary: Regeneration of Scots pine forests in Troms and Finnmark. Norsk Institutt for Skogforskning. Rapport 10. 69 s.
- Eskelinen, T. 2000. Männyn luontainen uudistaminen Länsi-Lapissa. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 27. Oy Edita Ab, Helsinki. 58 s.
- Ferm, A. & 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.
- Hagner, S. 1962. Naturlig föryngring under skärm. En analys av föryngringsmetoden, dess möjligheter och begränsningar i mellannorrländskt skogsbruk. Summary: Natural regeneration under shelterwood stands. An analysis of the method of regeneration, its potentialities and limitations in forest management in middle North Sweden. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut. Band 52(4). 263 s.

- 1965. Om fröproduktion, fröträdsval och plantsuppslag i försök med naturlig föröngning. Summary: Yield of seed, choice of seed trees and seedling establishment in experiments with natural regeneration. *Studia Forestalia Suecica* 27. 43 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.
- Hokajärvi, T. (toim.). 1997. Metsänhoito-ohjeet. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 10. Oy Edita Ab, Helsinki. 60 s.
- Huuri, O., Lähde, E. & Huuri, L. 1987. Tiheyden vaikutus nuoren istutusmännikön laatuun ja tuotokseen. Summary: Effect of stand density on the quality and yield of young Scots pine plantations. *Folia Forestalia* 685. 48 s.
- Hyppönen, M. 1998. Koneellisen männynkylvön onnistuminen Länsi-Lapissa. *Metsätieteen aikakauskirja – Folia Forestalia* 1/1998: 65–74.
- 2000. Ylispuiden korjuun vaikutus mäntytaimikoiden kasvatuskelpoisuuteen Lapissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 2/2000: 269–280.
- 2001. Luontaisen uudistamisen onnistuminen Lapin yksityismetsissä. *Käsikirjoitus*.
- & Hyvönen, J. 2000. Ylispuustoisten mäntytaimikoiden syntyhistoria, rakenne ja alkukehitys Lapin yksityismetsissä. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2000: 589–602.
- , Hyvönen, J., Mäkitalo, K., Riissanen, N. & Sepponen, P. 2001a. Maanmuokkauksen vaikutus luontaisesti uudistetun mäntytaimikon kehitykseen Lapissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2001: 5–18.
- , Härkönen, J., Keränen, K., Riissanen, N. & Tikkanen, J. (toim.). 2001b. Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksset. *Tapio*. 60 s.
- & Kemppe, T. 2001. Maanmuokkauksen ja kylvön vaikutus mäntysiemenpuualan taimettumiseen Etelä-Lapissa. *Käsikirjoitus*.
- & Niemistö, P. 1998. Ylispuuhakkuut ja taimikkovauriot. *Julkaisussa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.). Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja* 3: 55–65.
- , Saksa, T. & Valkonen, S. 1998. Alikasvokset ja nykypäivän metsänhoito. *Julkaisussa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.). Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja* 3: 13–17.
- Hyvän metsänhoidon suositukset. 2001. *Tapio*. 95 s.
- Jeansson, E. 1995. Some aspects on site preparation and natural regeneration in Sweden. *Julkaisussa: Ritari, A., Saarenmaa, H., Saarela, M. & Poikajärvi, H. (toim.). Northern silviculture and management. Proceedings of IUFRO Working Party S1.05–12 Symposium, Lapland, Finland, 16–22 Aug. 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 567: 69–84.
- Kaila, S. 1993. Metsänuudistamisen tuloksen määrittäminen ja männyn uudistamisen tuloksia. Summary: Determining the outcome of forest regeneration; results from Scots pine reforestation practices. *Metsätehon tiedotus* 409. 47 s.

- Karlsson, C. & Örlander, G. 2000. Soil scarification shortly before a rich seed fall improves seedling establishment in seed-tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 15(2): 256–266.
- Kellomäki, S. 1972. Maanpinnan reliefin ja kasvillisuuden kehityksestä aurauksen jälkeisinä vuosina Perä-Pohjolan metsänuudistusaloilla. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 8. 56 s.
- Kinnunen, K. 1993. Männyn kylvö ja luontainen uudistaminen Länsi-Suomessa. Abstract: Direct sowing and natural regeneration of Scots pine in western Finland. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 447. 36 s.
- 1994. Männyn kylvön ja luontaisen uudistamisen näkymät. Julkaisussa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.). *Metsäntutkimuspäivät Seinäjoella. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 495: 27–35.
- & Berg, S. 1996. Site preparation and mechanized sowing in the regeneration of Scots pine. *Proceedings of S3.02-00 technical sessions during IUFRO XX World Congress 1995, Tampere, Finland. SkogForskning, Report 2: 71–81.*
- Kubin, E. 2000. Natural regeneration in Finland. Julkaisussa: Mälkönen, E., Babich, N.A., Krutov, V.I. & Markova, I.A. (toim.). 2000. *Forest Regeneration in the Northern Parts of Europe. Proceedings of the Finnish-Russian Forest Regeneration Seminar in Vuokatti, Finland, Sept. 28<sup>th</sup>–Oct. 2<sup>nd</sup>, 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 790: 49–57.
- , Pasanen, J. & Savilampi, P. 1997. Korkeiden alueiden metsien uudistaminen Kainuussa ja Koillismaalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 666. 36 s.
- Kuuluvainen, T. & Pukkala, T. 1989. Effect of Scots pine seed trees on the density of ground vegetation and tree seedlings. Tiivistelmä: Männikön siemenpuiden vaikutus pintakasvillisuuden ja taimien määrään. *Silva Fennica* 23(2): 159–167.
- Kärkkäinen, M. & Uusvaara, O. 1982. Nuorten mäntyjen laatuun vaikuttavia tekijöitä. Summary: Factors affecting the quality of young stands. *Folia Forestalia* 515. 28 s.
- Lehto, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuspuumenetelmällä. 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.
- Listov, A. A. & Semyonov, B. A. 1995. Nature and rational use of pretundra pine forests in the European part of The USSR. Julkaisussa: Ritari, A., Saarenmaa, H., Saarela, M. & Poikajärvi, H. (toim.). *Northern silviculture and management. Proceedings of IUFRO Working Party S1.05–12 Symposium, Lapland, Finland, 16–22 Aug. 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 567: 211–216.
- 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.
- Metsäasetus. 1996. Asetus 1200/1996.
- Metsälaki. 1996. Laki 1093/1996.
- Metsätilastollinen vuosikirja 2000.
- Mikola, P. 1966. Alikasvosten merkitys metsien uudistamisessa. Summary: Significance of the undergrowth in reforestation. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 83: 4–7.
- Moilanen, M. 2000. Finnish experiences in making use of the understory. Julkaisussa: Mälkönen, E., Babich, N.A., Krutov, V.I. and Markova, I.A. (toim.). *Forest Regeneration in the Northern Parts of Europe. Proceedings of the Finnish-Russian Forest Regeneration Seminar in Vuokatti, Finland, Sept. 28<sup>th</sup>–Oct. 2<sup>nd</sup>, 1998.* *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 790: 65–74.
- 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.
- Niemistö, P., Lappalainen, E. & Isomäki, A. 1993. Mäntysiemenpuuston kasvu ja taimikon kehitys luontaisen uudistamisvaiheen aikana. Summary: Growth of Scots pine seed bearers and the development of seedlings during a protracted regeneration period. *Folia Forestalia* 826. 26 s.
- Norokorpi, Y. 1983. Männyn luontainen uudistaminen Lapissa. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 105: 57–71.
- Oinonen, E. 1956. Männiköiden luontaisen uudistumisen edellytyksistä Lapin kangasmailla eräiden taimivaroja selvittävien inventointien valossa. *Metsätaloudellinen aikakauslehti* 73: 225–230.
- Palén, T. & Lohi, T. 1999. Metsien käsittely Lapissa metsälain valvonnan ja puun tuotannon kannalta. Julkaisussa: Hyppönen, M., Jalkanen, R. & Aalto, T. (toim.). *Onko Lapin metsätaloudella tulevaisuutta? Lapin Metsätalouspäivät 21.–22.1.1999.* *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 732: 19–25.
- Pohtila, E. 1979. Tutkimustoiminnan nousu. Summary: The rise of research activity. Julkaisussa: Leikola, M. & Pohtila, E. (toim.). *Tutkimustoiminta Lapin metsien hoidon ja käytön suuntaajana.* Summary: The role of forestry research in guiding forest policy and management in Finnish Lapland. *Silva Fennica* 13(1A): 10–13, 42–43.
- 1995. Effect of site preparation on regeneration results in Lapland. Julkaisussa: Ritari, A., Saarenmaa, H., Saarela, M. & Poikajärvi, H. (toim.). *Northern silviculture and management. Proceedings of IUFRO Working Party S1.05–12 Symposium, Lapland, Finland, 16–22 Aug. 1987.* *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 567: 105–110.
  - & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männyn viljelyssä Lapissa. Summary: Soil preparation in reforestation of Scots pine in Lapland. *Silva Fennica* 19(3): 245–270.

- & 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.
- Saksa, T., Hyppönen, M. & Valkonen, S. 1998. Miten suhtautua alikasvoksiin. Julkaisussa: Moilanen, M. & Saksa, T. (toim.). Alikasvokset metsänuudistamisessa. Varjosta valoon. Pihlaja-sarja 3: 77–84.
- Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittämisestä. Pohjois-Suomen kiviilla 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.
- 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien luontaisesta uudistumisesta. Summary: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 38(1). 95 s.
- Sundkvist, H. 1994. Extent and causes of mortality in *Pinus sylvestris* advance growth in Northern Sweden following overstorey removal. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9: 158–164.
- Suoheimo, J. 1982. Männyn luontainen uudistaminen siemen- ja suoju-  
puumenetelmällä Metsä-Lapissa. Laudaturtyö. Helsingin yliopisto. 77 s.
- Vaartaja, O. 1951. Alikasvosasemasta vapautettujen männyn taimistojen toipu-  
misesta ja merkityksestä metsänhoidossa. Summary: On the recovery of  
released pine advance growth and its silvicultural importance. *Acta  
Forestalia Fennica* 59(1). 133 s.
- Valkonen, S. 1992. Metsien uudistaminen korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa.  
Summary: Forest regeneration at high altitudes in Northern Finland. *Folia  
Forestalia* 791. 84 s.
- , Ruuska, J. & Siipilehto, J. 2001. Mäntysäästöpuut männyntaimikoissa  
– aukkoisuutta, kasvutappioita vai laatua? *Metsätieteen aikakauskirja* 1/  
2001: 55–59.
- Valtanen, J. 1994. Männyn luontainen uudistaminen Keski-Pohjanmaalla. *Met-  
säntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 503: 65 s.
- 1998. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä. *Met-  
säntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 693. 77 s.
- Varmola, M. 1996. Nuorten viljelymänniköiden tuotos ja laatu. Abstract: Yield  
and quality of young Scots pine cultivations. *Metsäntutkimuslaitoksen  
tiedonantoja* 585. 70 s.
- Volkov, A.D., Sokovets, V.I. & Ananiev, V.A. 2000. The role of coniferous  
understorey in stand formation on clear-cut areas in the Taiga zone of  
the Russian Northwest. Julkaisussa: Mälkönen, E., Babich, N.A., Krutov,  
V.I. & Markova, I.A. (toim.). *Forest Regeneration in the Northern Parts*

of Europe. Proceedings of the Finnish-Russian Forest Regeneration Seminar in Vuokatti, Finland, Sept. 28<sup>th</sup>–Oct. 2<sup>nd</sup>, 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 790: 59–63.

Yli-Vakkuri, P. 1961. Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä. Summary: Experimental studies on the emergence and initial development of tree seedlings in spruce and pine stands. Acta Forestalia Fennica 75(1). 122 s.



# Metsänraja-alueiden uudistuminen

**Vesa Juntunen**

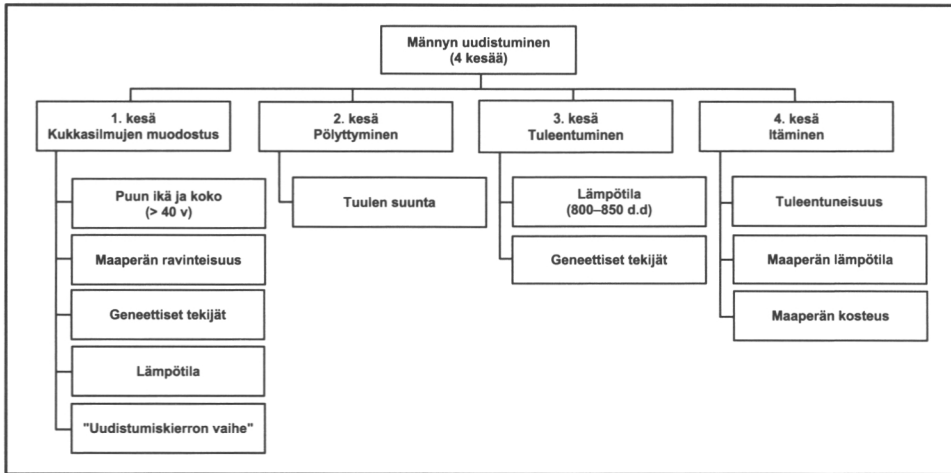
*Metsäntutkimuslaitos, Kolarin tutkimusasema  
95900 Kolari*

vesa.juntunen@metla.fi

## 1 Männyn ja kuusen uudistumiseen vaikuttavat tekijät

Havupuiden uudistumisprosessi on pitkä ja sisältää useita eri vaiheita, joissa kaikissa tiettyjen ympäristöolosuhteiden tulee toteutua. Kehitys silmujen muodostumisesta siemenen itämiseen kestää männyllä neljä, ja kuusella kolme kesää. Havupuiden uudistumispotentiaali on todella suuri, mikäli kaikki ympäristötekijät, kuten ilmastolliset, edaafiset ja ekologiset tekijät, ovat optimaalisia (Koski ja Tallqvist 1978, Tasanen ja Veijola 1994). Kussakin vaiheessa kuitenkin suuri osa potentiaalista menetetään ja siirryttäessä pohjoiseen ”hävikki” yleensä kasvaa.

Männyllä ja kuusella ensimmäisenä kesänä tapahtuu kukkasilmujen muodostus. Uudistumissilmujen määrään vaikuttavat monet eri tekijät, joista merkittävimpiä ovat puun ikä, maaperän ravinteisuus, geneettiset tekijät, ilman lämpötila sekä ”uudistumiskierron vaihe” (Sarvas 1962, Lindgren ym. 1977, Kupila-Ahvenniemi 1984, Pukkala 1987, Kärkkäinen 1992, Sirén 1998) (kuva 1). Yleisesti voidaan sanoa, että mitä paremmin puu voi, sitä enemmän uudistumissilmuja se tuottaa (Lindgren ym. 1977). Suuri vuosien välinen vaihtelu kukkasilmujen määrässä on pääasiassa seurausta lämpötilatekijöistä. Merkitsevintä on keskikesään



Kuva 1. Männyn (*Pinus sylvestris*) uudistumisen vaiheet ja niihin vaikuttavat tekijät.

mennessä kertynyt lämpösumma, joka määrää, erikoistuvatko silmut uudistumissilmuiksi (hede- tai emikukan aiheiksi) vai kasvullisiksi. Loppukesän lämpöolot puolestaan ohjaavat sitä, kuinka paljon kukkia kuhunkin kukintoon syntyy (Kupila-Ahvenniemi 1984, Pukkala 1987). Kuusella uudistumissilmujen määrään vaikuttaa myös edellisen kesän lämpöolot (Pukkala 1987). Poikkeuksellisen hyvää kukintavuotta seuraa aina huono vuosi riippumatta siitä, kuinka lämmin kesä on (Lindgren ym. 1977). Vastaavasti usean levätyn vuoden jälkeen puut pyrkivät tuottamaan runsaasti uudistumissilmuja, vaikka kesä ei poikkeuksellisen lämmin olisikaan.

Hede- ja emikukat ovat normaalisti täydellisesti kehittyneitä seuraavana keväänä toukokuun alkuun mennessä (Sarvas 1962). Pölyttymisen alkamisen ajankohtaan vaikuttaa vuoden alusta kertynyt lämpösumma, mutta siitepölyn määrään kevään mahdollinen lämpimyys ei enää vaikuta. Pölytys alkaa, kun sääolosuhteet ovat suotuisat ja kerran alettuaan hedekukat vapauttavat siitepölyn suhteellisen nopeasti (Sarvas 1962). Pölyttymisen onnistumiseen eivät ilmastotekijät juurikaan vaikuta, joskin metsänrajalla yksipuolinen tuulen suunta pölyttymisen aikaan lisää pölyttymisen epäonnistumisen riskiä (Sarvas 1962). Kuusella pölyttyminen, hedelmöittyminen ja siemenen tuleentuminen kaikki tapahtuvat toisena kesänä. Kuusi tarvitsee siten kaksi peräkkäistä suotuisaa kesää, jotta uudistuminen olisi onnistunut ja siemensato runsas (Sarvas 1970). Kuusen siemen itää 50 %:sti, kun tuleentumiskesän lämpösumma saavuttaa 700–750 d.d. (Almqvist ym. 1998).

Männyllä kävyn muodostus ja siemenen kypsyminen eli tuleentuminen tapahtuu kolmantena kesänä. Anatominen kypsyminen eli embryon kasvu päättyy yleensä Pohjois-Fennoskandiassa syyskuun puoleenväliin mennessä. Siemenen anatominen tuleentuminen, joka on edellytys siemenen itämiselle, riippuu lähes yksinomaan kesän lämpötilasta. Tarvittava lämpösumma 50 %:n itävyydelle vaihtelee tutkimuksesta riippuen 790–890 d.d:n välillä (Sarvas 1966, Schildt 1985, Henttonen ym. 1986, Harju ym. 1996, Almqvist ym. 1998). Mikroilmastollisista ja geneettisistä eroista johtuen tuleentumisasteen vaihtelu puiden ja puun eri osien välillä on suurta ja tästä syystä jonkin verran itämiskykyistä siementä saadaan metsänraja-alueillakin lähes vuosittain (Ryynänen 1982, Harju ym. 1996). Lähes täydellisen itämättömyyden raja saavutetaan 500 d.d:ssä (Numminen 1989).

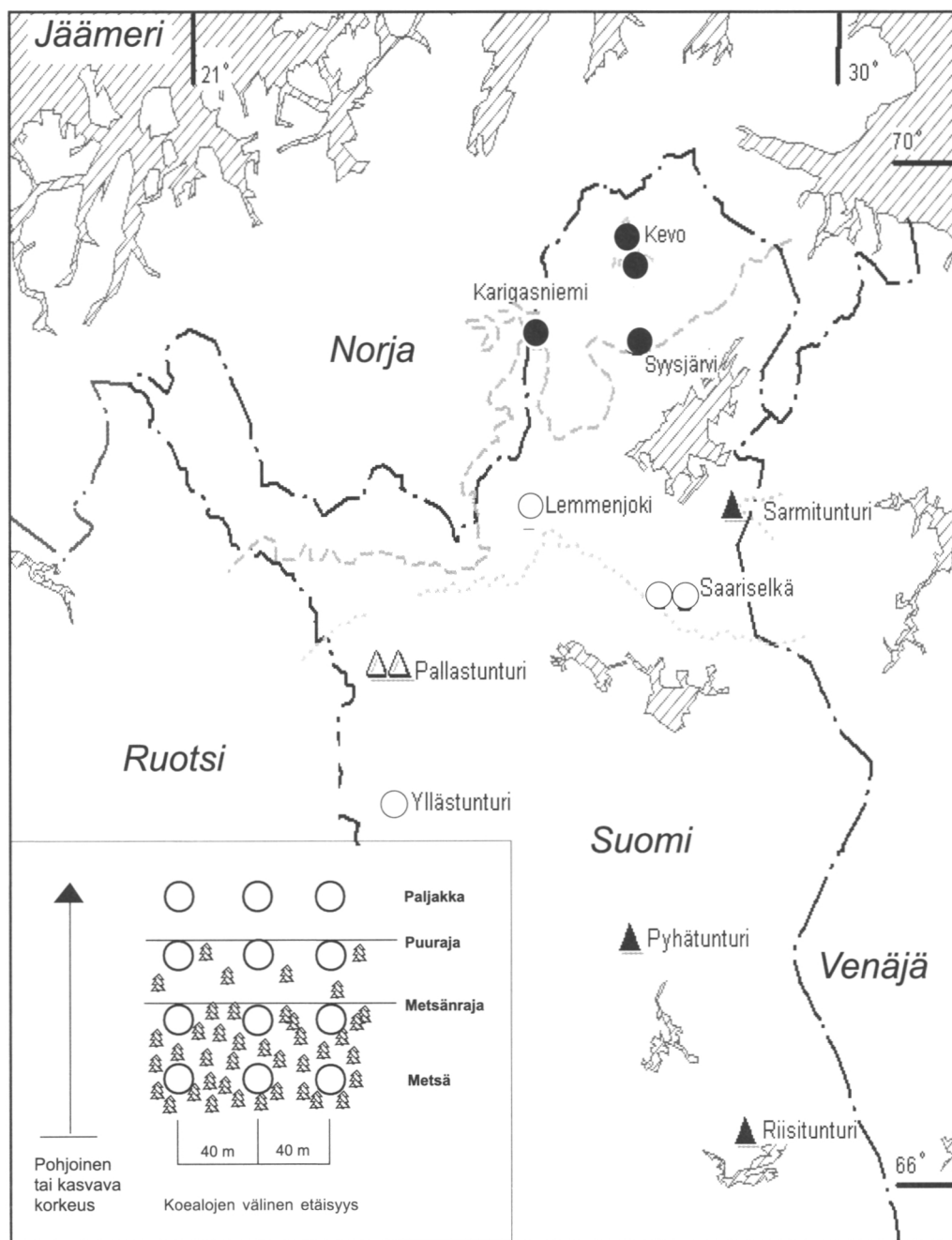
Neljäntenä kesänä tapahtuu siemenen variseminen ja itäminen. Siemenen itävyyteen vaikuttaa ensisijaisesti edellisenä kesänä saavutettu tuleentumisaste. Lisäksi itävyyteen vaikuttavat kasvualustan ominaisuudet, joista tärkeimpiä ovat veden saatavuus ja maan lämpötila (Nygren 1992). Metsänrajalla haittaavana tekijänä on eritoten maaperän kylmyys, joten pienetkin lämpöoloihin epäedullisesti vaikuttavat tekijät voivat olla ratkaisevia (Veijola 1998). Maaperän kylmyyden vuoksi jälki-itäminen on yleistä, joskin jälki-itävyyden merkitys metsänraja-alueiden uudistumisessa on kiistanalainen (mm. Sirén 1998, Kellomäki ym. 1997). Itäminen estyy usein myös paksun sammal- tai jäkäläpeitteen vuoksi (Veijola 1998).

Kesälämpötila on merkittävin uudistumista kontrolloiva ulkoinen tekijä. Niiden merkitys korostuu erityisesti uudistumisprosessin ensimmäisenä ja kolmantena kesänä. Metsänrajalla kesälämpötilojen on katsottu muodostuvan uudistumiselle kriittiseksi tekijäksi ja metsänraja mielletäänkin usein uudistumisrajaksi. Ns. uudistumisvuosia on arvioitu metsänrajalla olevan 2–5 kertaa vuosisadassa. Ennustettu kesälämpötilojen kohoaminen 2–3 astetta Pohjois-Skandinavian alueella aiheuttaisi sen, että potentiaalisia uudistumisvuosia nykyisellä metsänrajalla esiintyisi arviolta kaksi kertaa kolmesta (Kellomäki ym. 1997). Tämä puolestaan aikaansaisi metsänrajan voimakkaan etenemisen. Männyn ja kuusen luontaista uudistumista metsänrajavyöhykkeellä sekä metsänrajan etenemistä on seurattu ”Metsänrajan seurantatutkimuksen” yhteydessä.

## 2 Metsänrajan seurantatutkimus

Metsänrajan muutosten havainnoimiseksi perustettiin vuonna 1983 Metlan ja kolmen yliopiston yhteishanke "Metsänrajan seurantatutkimus" (Kallio ym. 1986). Seuranta-alueita tutkimuksessa on kaikkiaan 16 ja ne sijaitsevat tuntureiden rinteillä eri puolilla Lappia (kuva 2). Kyseisessä tutkimuksessa on käytetty 13 aluetta, joista kahdeksan on mäntyvaltaisia ja viisi kuusivaltaisia alueita. Johtuen suurista maantieteellisistä etäisyyksistä alueiden välillä tilastollisissa analyyseissä alueet on jaettu kahteen osaan: mäntyvaltaiset pohjoiseen ja eteläiseen alueeseen sekä kuusivaltaiset läntiseen ja itäiseen alueeseen. Kullakin seuranta-alalla on ympyräkoealoja siten, että kolme ympyräkoealaa on aina sijoitettu metsävyöhykkeelle, kolme metsänrajalle eli rajalle, jossa yhtenäinen metsä loppuu ja kolme ns. puurajalle eli ylimpien yksittäisten puiden linjalle (kuva 2). Lisäksi kolme ympyräkoealaa on sijoitettu vielä puuttomalle paljakalle niillä paikoilla, joissa tällainen sijaitsee.

Kunkin seuranta-alan puut ja taimet on kartoitettu mittaamalla niiden etäisyys ja suunta ympyrän keskipisteestä. Tämä mahdollistaa puu- ja taimikohtaisen tarkastelun läpi havaintoajanjakson. Puun ja taimen pituusrajana on käytetty 2 metriä. Kustakin puusta ja taimesta on määritetty sijaintikoordinaattien lisäksi useita eri puu- tai taimitunnuksia, mutta uudistumista tarkasteltaessa ainoastaan taimimäärien muutos ja taimikuolleisuus on analysoitu. Kukin ympyräkoeala on inventoitu kolmesti; vuosina 1983, 1994 ja 1999.

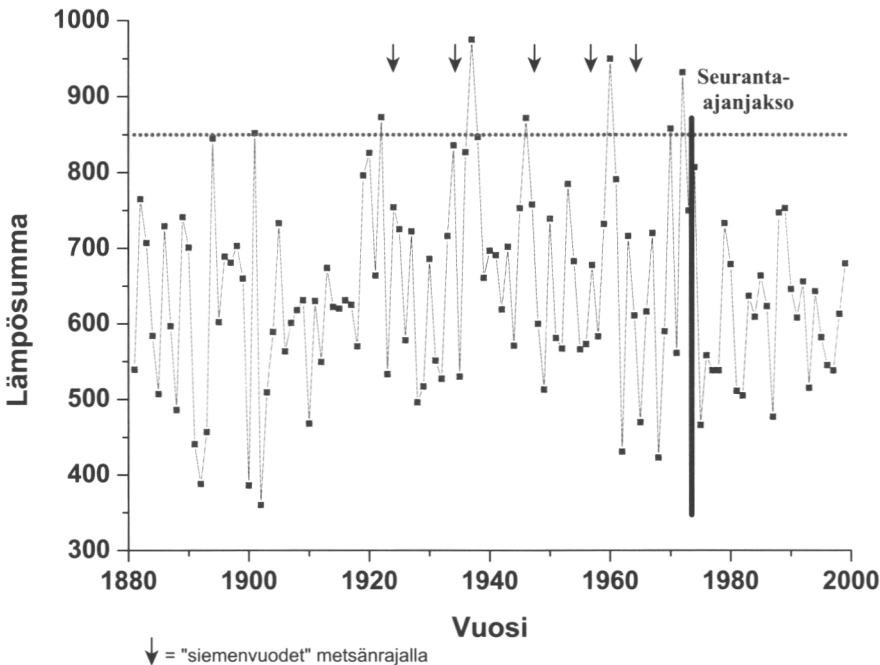


Kuva 2. Seuranta-alojen sijainti ja koejärjestely. Symbolit kartassa ilmaisevat aluejakoa seuraavasti: ● = mänty pohjoinen alue, ○ = mänty – eteläinen alue, △ = kuusi - läntinen alue ja ▲ = kuusi – itäinen alue.

### 3 Ilmasto

Keskimääräinen lämpösusma männyn pohjoisella metsänrajalla oli 1900-luvulla 648 d.d. Vuosien välinen vaihtelu oli kuitenkin huomattavaa. 850 d.d. ylitettiin kahdeksan kertaa ja 900 d.d. kolme kertaa: vuosina 1937, 1960 ja 1972 (kuva 3). Alle 500 d.d:n jäätiin 10 kertaa, kylmimpänä kesä 1902, jolloin lämpösusma oli 358 d.d. Männyn uudistumiselle suotuisia ajanjaksoja, joissa ensimmäinen eli silmujen muodostumiskesä ja kolmas kesä eli tuleentumiskesä olivat lämpimiä ylittäen 750 d.d., on ollut 4 kertaa; vuosina 1920–22, 1935–37, 1937–39 ja 1970–72. Kuusen vaatimat kaksi peräkkäistä lämmintä vuotta oli 6 kertaa.

Seuranta-ajanjakson 1983–1999 keskilämpösusma oli 627 d.d. eli hieman vuosisadan alkupuoliskon keskiarvoa alempi. Vuosien välinen vaihtelu oli huomattavasti pienempää kuin keskimäärin aiemmin menneellä vuosisadalla, joten ainuttakaan poikkeuksellisen lämmintä kesää ei esiintynyt. Lämpimimpänä kesänä vuonna 1989 lämpösusma kohosi 751 d.d:hen, mutta 1900-luvulla oli kaikkiaan 17 lämpimämpää kesää kuin kesä 1989.



Kuva 3. Kesän lämpösusmat männyn pohjoisella metsänrajalla 1900-luvulla. Lämpösusmat on johdettu Ojansuu ja Henttosen (1983) mallilla Syysjärven seuranta-alalle.

## 4 Tulokset ja tulkinta

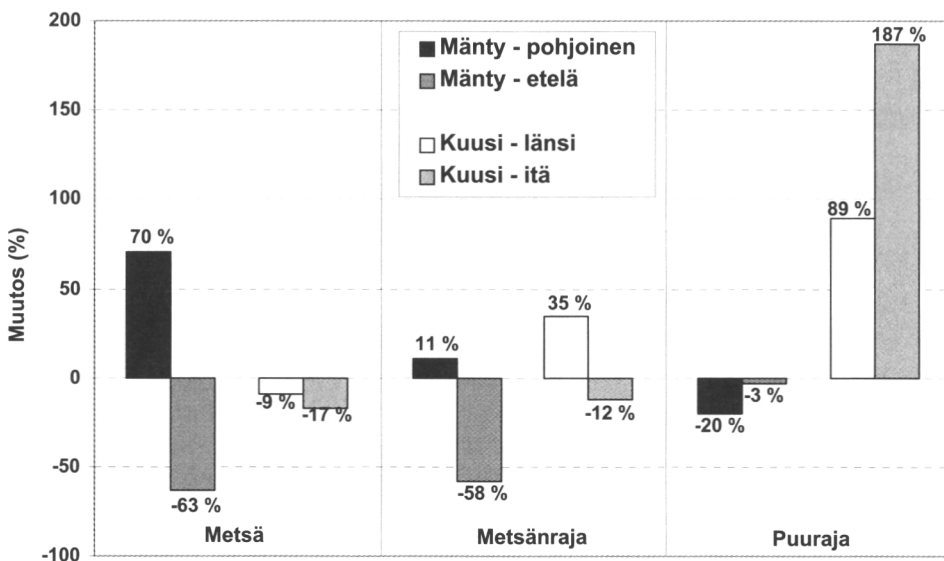
### 4.1 Taimimäärän muutokset

Lähtötilanne eri seuranta-alojen välillä oli hyvin vaihteleva. Männyn taimimäärät olivat vuonna 1983 keskimäärin metsävyöhykkeellä 1403 kpl/ha (vaihtelu alueiden välillä 110–3400 kpl/ha), metsänrajalla 738 kpl/ha (78–2033 kpl/ha) ja puurajalla 121 kpl/ha (0–413 kpl/ha). Kuusella vastaavat taimitiheydet olivat metsävyöhykkeellä 976 kpl/ha (111–2100 kpl/ha), metsänrajalla 1747 kpl/ha (367–4477 kpl/ha) ja puurajalla 630 kpl/ha (122–1540 kpl/ha). Kuusella keskimääräiset taimitiheydet olivat siis metsänrajalla suuremmat kuin metsävyöhykkeellä.

Männyn taimimäärät lisääntyivät kaikkiaan 32 %:lla koealoista. Metsävyöhykkeellä lisäystä tapahtui 42 %:lla, metsänrajalla 39 %:lla ja puurajalla 25 %:lla koealoista. Kuusella taimimäärät kasvoivat kaikkiaan 65 %:lla koealoista (40 % metsävyöhykkeellä, 67 % metsänrajalla ja 87 % puurajalla). Ilmastodataan pohjautuen uudistumista ei seuranta-ajanjaksolla juurikaan tulisi olla tapahtunut, sillä ajanjakson lämpimin vuosi oli vain 751 d.d. Uusi taimiaines vuoden 1983 jälkeen tuskin on syntynyt myöskään jälki-itämisen seurauksena, sillä edellinen ns. uudistumisvuosi oli metsänraja-alueella vuonna 1972. Tulos antaa viitteitä, että metsänraja ei ole puhdas uudistumisraja, vaan itämiskykyistä siementä syntyy jossakin määrin myös hieman huonompina vuosina.

Männyn taimimäärien suhteelliset muutokset eri vyöhykkeillä ajanjaksona 1983–1999 ovat olleet –23 %, –28 % ja –3 % metsässä, metsänrajalla ja puurajalla (kuva 4). Taimimäärät ovat siis lievästi laskeneet kaikilla vyöhykkeillä. Muutoksessa ei ole vyöhykkeiden välillä eroja, mutta alueelliset erot ovat merkitseviä: eteläisellä alueella taimimäärät ovat vähentyneet voimakkaasti, kun vastaavasti pohjoisella alueella taimimäärät ovat nousseet. Erot ilmenevät erityisesti metsä- ja metsänrajavyöhykkeellä, puurajalla ei merkittävää muutosta ole kummallakaan alueella tapahtunut. Taimitiheyksien kasvu pohjoisilla seuranta-alueilla myös osoittaa, että uudistumista on tapahtunut.

Kuusella taimimäärien suhteelliset muutokset metsävyöhykkeeltä puurajalle ovat –14 %, +4 % ja +140 % (kuva 4). Metsä- ja metsänrajavyöhykkeellä muutos on ollut vähäinen, mutta puurajalla taimimäärät ovat yli kaksinkertaistuneet. Erot vyöhykkeiden välillä ovat tilastollisesti merkitseviä, mutta yksiselitteistä syytä taimimäärien voimakkaalle lisääntymiselle puurajalla ei voida antaa. Osaltaan taimettumista on edistänyt kyseisten seuranta-alojen suotuisa puuston tiheys- ja ikärakenne, mikä on mahdollistanut kohtalaisen runsaan siementuotannon myös

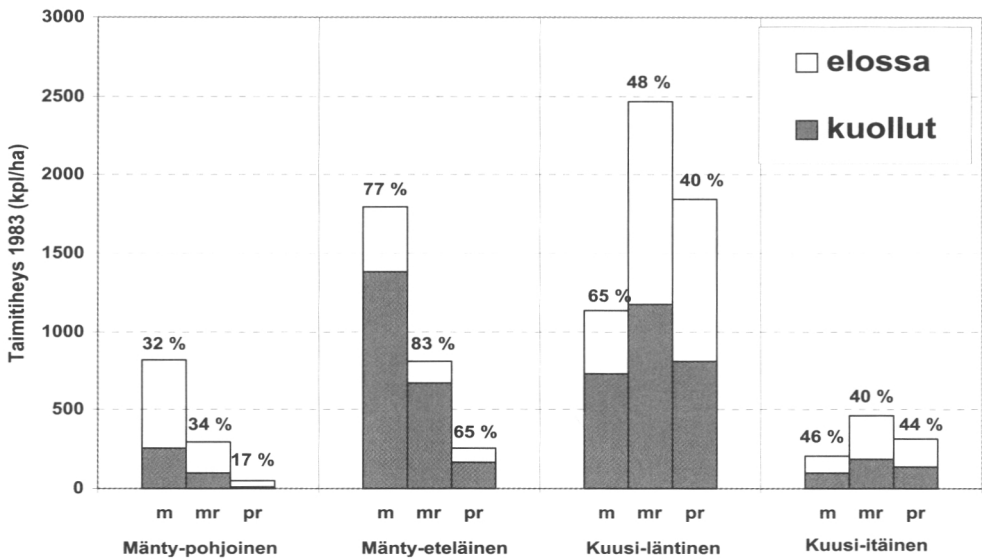


Kuva 4. Taimimäärien muutokset 1983–1999.

ylemmillä vyöhykkeillä. Toisaalta taimimäärät ovat puurajalla suhteellisen vähäisiä, jolloin pienikin määrällinen muutos ilmenee voimakkaana suhteellisenä muutoksena. Puurajavyöhykkeen voimakas taimettuminen kuusivaltaisilla aloilla lienee kuitenkin paikallisista tekijöistä johtuva, eikä tulosta voida yleistää koko metsänraja-alueella koskevaksi. Kuusella alueellisia eroja ei ole havaittavissa.

## 4.2 Taimikuolleisuus

Taimikuolleisuus 1983–1999 ei juurikaan eronnut vyöhykkeiden välillä (kuva 5). Männyllä taimikuolleisuus on metsävyöhykkeellä 63 %, metsänrajalla 70 % ja puurajalla 57 %. Kuusella vastaavat arvot metsästä puurajalle ovat 61, 46 ja 41 %. Elinvoimaltaan heikentyneitä ja jonkinasteisia vaurioita kärsineitä taimia on lisäksi valtaosa elossa olevista. Taimikuolleisuus on siis kaikilla vyöhykkeillä suhteellisen suurta. Metsävyöhykkeellä taimikuolleisuus on luontaisesti suurta, sillä taimet eivät pärjää kilpailussa vedestä, ravinteista ja valosta täysikasvuisten yksilöiden kanssa. Metsänraja- ja puurajavyöhykkeellä kilpailu on vähäisempää, mutta suojan puuttuessa taimikuolleisuus on pitkälti sidoksissa talvisiin ja keväisiin ilmastotekijöihin (Kullman 1990). Talvella metsän-



Kuva 5. Taimikuolleisuus 1983–1999. Prosenttilukemat pylväiden päällä ilmaisevat taimikuolleisuutta. Lyhenteet ovat: m = metsävyöhyke, mr = metsänraja ja pr = puuraja.

rajan yläpuolella lumipeite on ohuempi ja maa jäätyy syvemmältä rikkeen taimien juuria ja estäen vedenoton (Sutinen ym. 1998). Keväällä puolestaan ns. pakkaskuivuminen voimakkaan lämpötilafluktuuaation ja tuulen vaikutuksesta on metsänrajan yläpuolella merkittävä taimikuolleisuutta aiheuttava tekijä (Kullman 1990). Taimen voimakas ”stressaantuminen” edellä mainituista tekijöistä johtuen altistaa taimet herkästi myös erilaisille taudeille.

Taimikuolleisuus on männyllä ja kuusella yhtä suurta metsävyöhykkeellä, mutta metsänrajalla ja puurajalla kuusen taimet ovat selviytyneet paremmin. Männyllä taimikuolleisuus vaihtelee alueellisesti erittäin voimakkaasti. Pohjoisella alueella taimikuolleisuus on ollut alhaista vaihdellen puurajan 17 %:sta metsänrajan 34 %:iin (kuva 5). Eteläisellä alueella puolestaan taimikuolleisuus vaihtelee puurajan 65 %:sta metsänrajan 83 %:iin ollen tietyillä seuranta-aloilla jopa lähes 95 %. Yksiselitteistä syytä taimikuolleisuuden alueelliseen eroavaisuuteen ei ole löydetty. Pohjoisilla seuranta-alueilla rinteiden gradientti on loivempi ja mäntyvyöhyke vaihettuu suoraan tunturikoivuvyöhykkeeseen, jonka sisällä männyn metsänraja ja puuraja sijaitsevat. Eteläiset seuranta-alueet puolestaan sijaitsevat jyrkillä rinteillä, joilla mänty on puurajapuuna ja tunturikoivun määrä on huomattavasti vähäisempi kuin pohjoisilla alueilla. Tunturikoivuvyöhykkeen voidaankin katsoa tarjoavan pohjoisten

seuranta-alojen vähäisille männyn taimille suojaa ääreiviä talvi- ja kevät-olosuhteita vastaan, joille männyn taimien on katsottu olevan erityisen herkkiä (Kullman 1990). Tämä ei kuitenkaan selitä, miksi alueelliset erot ovat voimakkaita metsävyöhykkeelläkin. Pois ei voida myöskään kokonaan sulkea ajatusta, että eteläisillä seuranta-aloilla taimikuolleisuus olisi seurausta intensiivisestä porojen laidunnuksesta. Vaikka laajassa mittakaavassa porojen laidunnuksen ei katsotakaan olevan uhka männyn uudistumiselle, paikallisesti porojen aiheuttamat vahingot voivat olla hyvinkin merkittäviä (Helle ja Moilanen 1993). Porojen laidunnuspaineen tiedetään olevan suuri juuri niiden seuranta-alojen läheisyydessä, joissa taimikuolleisuus on ollut suurinta. Toisaalta myös sienitautien aiheuttamista taimituhoista on viitteitä.

Poikkeuksellisen lämpimien kesien seurauksena syntyneet ns. siemenvuodet mahdollistavat metsänraja-alueiden nopean taimettumisen ja metsänrajan etenemisen. Suuri taimikuolleisuus kuitenkin hidastaa tai jopa estää näiden muutosten toteutumisen. Tämän mukaan metsänrajan dynamiikkaa eivät yksin kontrolloisikaan kesäiset lämpötilatekijät siemenvuosien esiintymisen kautta, vaan merkittävässä määrin myös talviset/keväiset tekijät taimikuolleisuuden kautta.

## Kirjallisuus

- Almqvist, C., Bergsten, U., Bondesson, L. & Eriksson, U. 1998. Predicting germination capacity of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seeds using temperature data from weather stations. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 1530–1535.
- Harju, A.M., Kärkkäinen, K. & Ruotsalainen, S. 1996. Phenotypic and genetic variation in the seed maturity of Scots pine. *Silvae Genetica* 45(4): 205–211.
- Helle, T. & Moilanen, H. 1993. The effects of reindeer grazing on the natural regeneration on *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 8(3): 395–407.
- Henttonen, M., Kanninen, M., Nygren, M. & Ojansuu, R. 1986. The maturation of *Pinus sylvestris* seeds in relation to temperature climate in northern Finland. *Scandinavian Journal Forrest Research* 1: 243–249.
- Kallio, P., Hurme, H., Eurola, S., Norokorpi, Y. & Sepponen, P. 1986. Research activities on the forest line in northern Finland. *Arctic* 39(1): 52–58.
- Kellomäki, S., Väisänen, H. & Kolström, T. 1997. Model computations on the effects of elevating temperature and atmospheric CO<sub>2</sub> on the regeneration of Scots pine at the timberline in Finland. *Climatic Change* 37: 683–708.

- Koski, V. & Tallqvist, R. 1978. Tuloksia monivuotisista kukinnan ja siemensadon määrän mittauksista metsäpuilla. Summary: Results of long-time measurements of the quantity of flowering and seed crop of forest trees. *Folia Forestalia* 364. 60 s.
- Kullman, L. 1990. Dynamics of altitudinal tree-line in Sweden: a review. *Norsk Geografisk Tidsskrift* 44:103–116.
- Kupila-Ahvenniemi, S. 1984. Männyn kukkiminen. Metsäntutkimuspäivä Oulussa 1984. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 158: 22–36.
- Kärkkäinen, K. 1992. Männyn kukinta ja siementuotanto metsänrajalla. Julkaisussa: Smolander, H. & Pulkkinen, M. (toim.). Siemenpäivät Siilinjärvellä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 426: 13–18.
- Lindgren, K., Ekberg, I. & Eriksson, G. 1977. External factors influencing female flowering in *Picea abies* (L.) Karst. *Studia Forestalia Suecica* 142. 53 s.
- Numminen, E. 1989. Metsäpuiden siemensato ja tuleentuminen Pohjois-Suomessa. Julkaisussa: Saastamoinen, O. & Varmola, M. (toim.). Lapin metsäkirja. Lapin tutkimusseura r.y., Rovaniemi. s. 87–94.
- Nygren, M. 1992. Männyn siemenviljelyssiemenen itämistunnukset syys- ja talvikeräyksissä. Julkaisussa: Smolander, H. & Pulkkinen, M. (toim.). Siemenpäivät Siilinjärvellä, *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 426: 47–58.
- Ojansuu, R. & Henttonen, H. 1983. Kuukauden keskilämpötilan, lämpösumman ja sademäärän paikallisten arvojen johtaminen Ilmatieteen laitoksen mittaustiedoista. Summary: Estimation of local values of monthly mean temperature, effective temperature sum and precipitation sum from the measurements made by the Finnish Meteorological Office. *Silva Fennica* 17(2): 143–160.
- Pukkala, T. 1987. Kuusen ja männyn siemensadon ennustemalli. Abstract: A model for predicting the seed crop of *Picea abies* and *Pinus silvestris*. *Silva Fennica* 21: 135–144.
- Ryynänen, M. 1982. Individual variation in seed maturation in marginal populations of Scots pine. *Silva Fennica* 16: 185–187.
- Sarvas, R. 1962. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus sylvestris*. *Communicationes Instituti Forestalis Fennicae* 53. 198 s.
- 1966. Problems of tree improvement near arctic and the alpine tree lines. *Sexto Congresso Forest Mundial E/C.T.I./41*: 1587–1589.
- 1970. Investigations on the flowering and seed crop of *Picea abies*. *Communicationes Instituti Forestalis Fennicae* 67. 76 s.
- Schildt, V. 1985. Lämpötilan vaikutus männyn siemenen tuleentumiseen Pohjois-Suomessa. Metsänhoitotieteen pro gradu-työ MMK-tutkintoa varten. Helsingin yliopisto. 50 s.
- Sirén, G. 1998. Results and conclusions of pine advance in subarctic Finland in the 20<sup>th</sup> century. Julkaisussa: Tasanen, T. (toim.). Research and management of the northern timberline region: Proceedings of the Gustaf Sirén symposium held 4–5 September 1997 in Wilderness Center Inari. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 677: 7–16.

- Sutinen, M-L., Ritari, A., Holappa, T. & Kujala, K. 1998. Seasonal changes in soil temperature and in the frost hardiness of Scots pine (*Pinus sylvestris*) roots under subarctic conditions. *Canadian Journal of Forest Research* 28: 946–950.
- Tasanen, T. & Veijola, P. 1994. Metsänraja tutkimuksen kohteena – kirjallisuuskatsaus. Julkaisussa: Tasanen, T., Varmola, M. & Niemi, M. (toim.). Metsänraja tutkimuksen kohteena. Tutkimuspäivä Ylläksellä 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 539: 80-145.
- Veijola, P. 1998. The northern timberline and timberline forests in Fennoscandia. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 672. 242 s.

# Ihmiset haasteena metsätaloudelle ja tutkimukselle – ylälappilaisten luonnonkäytön motiiveja

***Mikko Jokinen***

*Metsäntutkimuslaitos, Kolarin tutkimusasema  
95900 Kolari*

mikko.jokinen@metla.fi

## 1 Tutkimuksen lähtökohdat

Tässä artikkelissa esitetyt huomiot ja johtopäätökset perustuvat kirjoittajan väitöskirjatutkimukseen, joka käynnistyi vuonna 1999 Metsäntutkimuslaitoksen Kolarin tutkimusasemalla. Tavoitteena oli pyrkiä ymmärtämään pintaa syvemmältä Enontekiön, Inarin ja Utsjoen asukkaiden luonnonkäytön motiiveja ja tarpeita. Tällä tiedolla oli ja on kysyntää, sillä eri maankäyttömuotojen, Ylä-Lapissa lähinnä luontaistalouden, matkailun, luonnonsuojelun, metsätalouden ja paikallisten ihmisten virkistyskäytön yhteensovittaminen on ajankohtainen kysymys.

Yhteensovittaminen on Ylä-Lapissa kiperä kysymys ennen kaikkea siksi, että ihmisten elämä, sanalla sanoen kulttuuri, on kokenut voimakkaan murroksen toisen maailmansodan jälkeisinä vuosikymmeninä. Elinkeinorakenteessa muutokset näkyvät ehkä voimakkaimmin. Perinteisten elinkeinojen, poronhoidon, kalastuksen, metsästyksen ja maatalouden merkitykset ovat muuttuneet voimakkaasti omavaraistaloudesta yhä enemmän oman kulttuurin ja elämäntavan säilyttämisen suuntaan.

Kalastus ja metsästys ovat korostuneesti kotitarvekäyttöön tähtäävää pyyntiä, jonka vaikuttimena on pikemminkin maukkaan lisäsärpimen hankinta mielekkäällä tavalla kuin taloudelliset realiteetit. Porotalouskin, joka kykenee tuottamaan plusmerkkistä taloudellista tulosta, motivoituu entistä enemmän saamelaisen perinteisen kulttuurin, identiteetin ja symbolien säilyttäjänä.

Elämänehdot ovat muuttuneet, ja uusi on korvannut vanhan tai tullut rinnalle. Ylä-Lapissa on sekä uusia toimintoja että toimijoita (Valkonen 2001), ja luonnon merkitykset ovat osin muuttuneet. Näistä esimerkkinä on luonnon monimuotoisuuden suojelu ja ekologisten järjestelmien turvaaminen. Se, mikä ennen oli ensisijaisesti resurssi ja luonnonvara, kuten jäkälä ja riekko, on nyt myös elämää ylläpitävän koneiston tärkeä palanen, jolla katsotaan olevan itseisarvo – siis oikeus olla olemassa itseään varten (Vilka 1999). Näiden luonnonvarojen koskevien erilaisten tavoitteiden ja käytäntöjen yhteensovittaminen on visainen pähkinä purtavaksi. Onnistunut suoritus edellyttää monenlaisia toimia, joista yksi on erilaisten luontoa ja sen käyttöä koskevien tulkintojen tunnistus ja tulkkaus. Tämä on myös käsillä olevan tutkimuksen tavoite.

Kuinka sitten lähestyä asetettua tehtävää ja tutkimusongelmaa, ja millaisesta tieteellisestä työstä on viime kädessä kysymys? Pyrittäessä ymmärtämään ihmisen toimintaa ja sitä ohjaavia tekijöitä voidaan kysymystä lähestyä joko 1) ekologisin tai 2) kulttuurisin selityksiperustein (Kamppinen 1994). Edelliseen kuuluvat sellaiset muuttujat kuten ravinnon määrä, kasvukauden pituus, geenit, käytettävissä olevat luonnonvarat ja ihmispopulaation koko. Jälkimmäinen selitysstrategia pyrkii puolestaan ymmärtämään ihmisen toimintaa tarkastelemalla inhimillisiä järjestelmiä, joita ovat esimerkiksi kristinusko, vihreä aate, metsälaki, kalatussopimukset ja lappilainen mentaliteetti. Kunnianhimoinen ja totuutta etsivä tutkija käyttää kaikkia näitä tekijöitä tieteellisessä selitystyössään, mutta harmillisen usein raha, aika, kyvyt ja sisukkuus eivät riitä. Näin on myös tämän tutkimuksen kohdalla, missä on keskitytty niihin kulttuurisiin tekijöihin, jotka osaltaan selittävät, miksi ihmiset haluavat käyttää luontoa juuri tietyllä tavalla.

Ihmisten toimintaa selittävästä aineistosta ei ole pulaa. Läpäisehän kulttuuri kaikki toimintomme, ja myös erityiskysymyksistä, kuten Lapin luonnonkäytöstä, on dataa eli kulttuurista ainesta kosolti saatavilla. Media, kirjallisuus, puheet, konkreettiset teot ja esineet sisältävät kaikki *merkityksiä*, jotka systemaattisesti tarkasteltuna johtavat meitä perimmäisen kysymyksen äärelle. Tutkijan haasteena on valita se aines, joka luotettavimmin paljastaa halutut salat. Tässä tutkimuksessa on hyödynnetty kolmea erilaista aineistoa: 1) henkilökohtaisia haastatteluita, 2) postikyselyä ja 3) kirjoituskilpailun tekstejä.

Haastattelut tehtiin pääsääntöisesti kahdenkeskinä ja käsiteltävät aiheet olivat ennalta kirjattuja. Tällaista haastattelutapaa kutsutaan teema-haastatteluksi. Sille on luonteenomaista väljäksi laadittu rakenne, jota noudattamalla käydään ennakkoon keskeisiksi katsotut aiheet (mahdollisesti hypoteesinmukaiset) läpi, mutta joka sallii vapaan keskustelun ja uusien aiheiden esille nostamisen (Hirsijärvi ja Hurme 1988). Tällaisia haastatteluja kertyi kaikkiaan 81 kappaletta vuosien 1999–2000 aikana. Aineiston riittävyden arvioinnissa noudatettiin kylläntymisperiaatetta, jonka mukaan haastatteluja jatketaan niin kauan, kun niissä nousee esille uusia ja tutkimusongelman kannalta relevantteja asioita. Tässä tutkimuksessa kiinnitettiin huomiota erityisesti siihen, että myös eri ryhmät tulivat riittävässä määrin mukaan tarkasteluun. Ylä-Lapissa tämä tarkoittaa erityisesti sekä saamelaiden että suomalaisten haastattelemista. Lisäksi huolehdittiin siitä, että keskeisten elinkeinojen ja toimintojen, poronhoidon, matkailun, metsätalouden ja luonnonsuojelun parissa toimivia ihmisiä tavoitettiin riittävästi.

Haastateltavat eli informantit valittiin erilaisia otantamenetelmiä soveltaen. Yhtenä menetelmänä oli ns. päämäärähakuinen otanta (*purposive sampling*, Bernard 1995), jossa haastatteluihin valitaan avainhenkilöitä, joilla odotetaan olevan tutkimusaiheen kannalta relevanttia tietoa ja halua yhteistyöhön. Tässä otannassa oli avainasemassa Metsähallituksen Ylä-Lapin luonnonvarasuunnitteluprosessi vuosina 1999–2000, jossa oli mukana avainhenkilöitä, joita haastateltiin. Toisena otantamenetelmänä sovellettiin ns. lumipallo-otantaa (*ibid.*) Siinä yhtä haastateltavaa pyydetään nimeämään edelleen sopivia informantteja. Kolmas tapaa löytää informantteja haastatteluihin perustui siihen, että kyselylomakkeessa oli mahdollista vapaaehtoisesti ilmoittautua haastatteluihin. Tämän tekniikan pohjana oli siis ositettu otanta, mutta viime kädessä informantit valikoituivat oman aktiivisuuden ja tutkijan valinnan kautta, joka puolestaan perustui päämäärähakuisuuteen.

Tutkimuksen kohderyhmä, perusjoukko, käsitti kaikki aikuisikäen tulleet ylälappilaiset, joita voidaan pitää maallikkoina luonnon kestävän käytön kysymyksissä. Maallikoilla tarkoitetaan tässä yhteydessä henkilöä, joka ei ammattinsa tai työnsä puolesta pohdi kestävyyden kysymyksiä. Vastakohtana on asiantuntija, joka työssään paneutuu edellä mainittuun problematiikkaan. Tällaisia henkilöitä ovat tyypillisesti tutkijat, viranomaiset ja kansalaisjärjestöjen jäsenet, ja heidän käsityksiään kestävästä luonnonkäytöstä ja eri maankäyttömuotojen yhteensovittamisesta tullaan tarkastelemaan väitöskirjaa seuraavassa jatkotutkimuksessa.

Väärinkäsitysten välttämiseksi on syytä todeta, että ihmiset ovat tyypillisesti sekä maallikkoja että asiantuntijoita riippuen käsiteltävästä elämäntilanteesta. Poromies on asiantuntija poronhoidon käytännön kysy-

myksissä, muttei välttämättä siinä, miten poronhoito tulisi organisoida laajoilla alueilla. Edelleen porotutkija saattaa hallita loistavasti poron ravintotalouteen liittyvät kysymykset, mutta on aito poropeukalo porometsään eli varsinaiseen käytännön työhön joutuessaan.

Toisena aineistotyyppinä käytettiin postikyselyä, joka lähetettiin kaikkiaan 1000:lle Ylä-Lapissa asuvalle 18–70 vuotta täyttäneelle henkilölle. Kyselyssä käytettiin ositettua otantaa siten, että mukaan tuli 500 suomalaista ja 500 saamelaista, jotka arvottiin mukaan otantaan kaikista kolmesta kunnasta. Tämä otanta ja sen mukainen aineisto ei vastaa Ylä-Lapin väestösuhteita (taulukko 1), sillä suomalaiset ovat enemmistönä Enontekiöllä ja Inarissa, saamelaiset puolestaan Utsjoella. Tulosten luotettavuuden kannalta tilastollinen tarkastelu edellyttää korjauskertoimia, jotta saadaan totuuden mukainen kuva esimerkiksi inarilaisten metsätaloutta koskevista käsityksistä.

Yksi tutkimuksen hypoteeseista on, että henkilön etnisellä taustalla (saamelainen vai suomalainen) on vaikutusta näkemyksiin. Tähän hypoteesiin nojautuen päädyttiin ylipäätään käyttämään ositteita fifty-fifty -periaatteella, jotta riittävä määrä vähemmistöön kuuluvia saamelaisia saataisiin mukaan. Edelleen hypoteesi edellyttää, että korjauskertoimia käytetään silloin, kun halutaan luotettavia lukuja yhden kunnan tai koko Ylä-Lapin näkemyksistä, muussa tapauksessa saamelainen 'ääni' ylikorostuu ja antaa Enontekiöllä ja Inarissa epätasapainoisen ja vääristyneen kuvan.

Taulukko 1. Ylä-Lapin väestön ja saamelaisten jakautuminen kunnittain vuonna 1999. (Tilastokeskus 2000, Saamelaiskäräjät 2001).

	Enontekiö	Inari	Utsjoki	Yhteensä
Koko väestö	2225	7425	1412	11062
Saamelaiset	429	2243	987	3659
Saamelaisia väestöstä %	19,3	30,2	69,9	33,1

Postikysely toteutettiin kahdessa vaiheessa keväällä 1999. Ensimmäisen postituksen jälkeen lähetettiin kysely uudelleen niille, jotka olivat jättäneet ensimmäiseen vastaamatta. Lopullinen vastausprosentti oli 38. Koska tätä ei voida pitää järin suurena, oli katotutkimus erityisen paikallaan. Se tehtiin saman vuoden aikana puhelimitse 42 henkilölle.

Katotutkimuksessa nousi tärkeimmäksi vastaamattomuuden syiksi kiinnostuksen tai ajan puute ja kyselyn 'vain täyttämättä jättäminen'. Mikään ei viitannut siihen, että jokin tietty ryhmä olisi systemaattisesti jätettynyt kyselyn ulkopuolelle. Pikemminkin vaikuttaa siltä, että lomakkeet eivät ole paras mahdollinen tapa tehdä tutkimusta Lapissa. Tämän ajatuksen esittivät myös muutamat informantit, jotka itse asiassa pitivät vastausprosenttia yllättävänkin korkeana.

Henkilökohtaiset haastattelut tarjoavat mahdollisuuden tarkastella asioita syvällisesti ja aineistosta tulee laadullisesti rikasta. Aineistonkeruumenetelmänä haastattelujen heikko puoli on tunnetusti siinä, että ne ovat työläitä ja tutkija joutuu tyytymään useimmissa tapauksissa alhaiseen otoskokoan suhteessa koko perusjoukkoon. Postikysely puolestaan mahdollistaa laajat otokset ja tuo määrällistä kattavuutta aineistoon. Heikkona lenkinä kyselyissä edellä mainitun lisäksi on se, että kysymykset ovat usein tiukasti strukturoituja ja menetelminä jäykkiä poimimaan aineistoa voimakkaasti varioivasta inhimillisestä todellisuudesta ja tietojärjestelmistä. Tiivistetysti: vastaukset saadaan mutta ei selityksiä ja perusteluita.

Kolmas käytetty aineistotyyppi, vapaat kirjoitukset, sisältää sekin omat puolensa. Kirjoituskilpailussa, jossa järjestäjä määrittelee vain teeman, jää kirjoittajille varsin vapaat kädet sisällön ja esitystavan suhteen. Tutkimuksen ja tieteenfilosofian näkökulmista tästä on etua siksi, että tutkijan omat ennakkokäsitykset eivät liian voimakkaasti ohjaa ja hallitse tiedonmuodostusta. Mutta ei niin hyvää ettei jotain pahaakin: kirjoituskilvat eivät ole aineiston keruumenetelminä järin systemaattisia ja käsiteltävien teemojen kirjo on laaja. Ihmistutkimukseen kannattaakin käydä runsaalla työkalupakilla, josta löytyy kättä pidempää erilaisiin tilanteisiin ja tarpeisiin.

Aineistot edellyttivät erilaisia analyysimenetelmiä. Postikyselyaineisto, jota tässä artikkelissa ensisijaisesti esitellään, on analysoitu tavanomaisia tilastomenetelmiä hyväksikäyttäen. Tilastollisia riippuvuuksia jäljitettiin Kruskallin-Wallisn 1-suuntaisella varianssianalyysillä, Mannin-Whitneyn U-testillä sekä riippumattomien otosten T-testillä. Kvalitatiivisesta aineistosta on jäljitetty tekstianalyysin avulla niitä tutkimusongelman kannalta relevantteja merkityksiä, jotka antavat tilastollisin menetelmin havaituille yhteyksille syvyyttä ja tulkinnan. Tekstien analyysissä on hyödynnetty QSR Nvivo -ohjelmaa, jonka avulla aineiston luokittelu ja sitä koskeva teoreettinen tarkastelu on jouhevaa ja laadullisen tutkimuksen systemaattinen analyysi helpottuu (Luomanen ja Räsänen 1999).

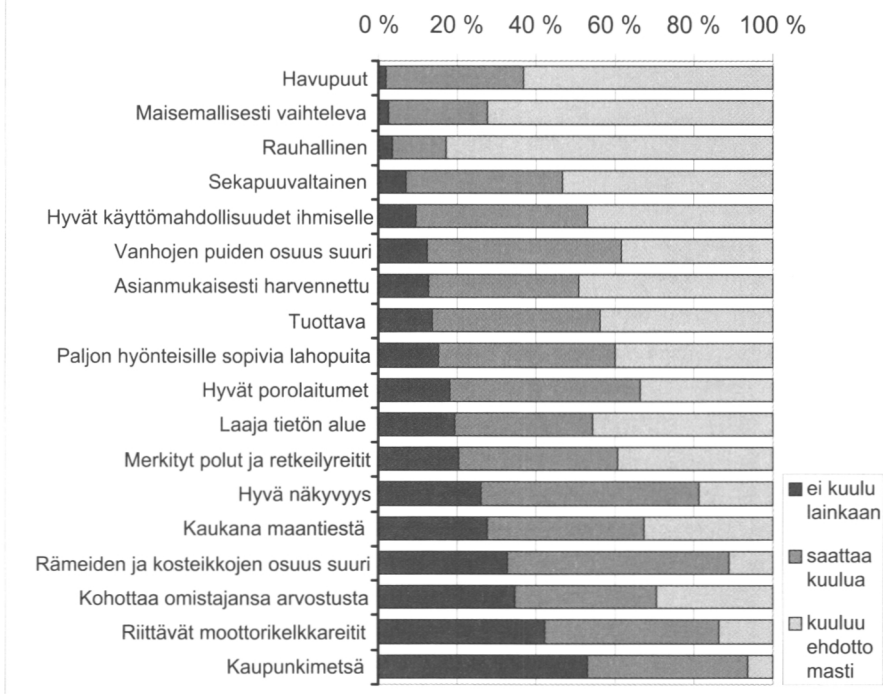
Seuraavassa tarkastellaan ihmisten motiiveja käyttää luontoa tiettyllä tavalla ja pohditaan erityisesti sitä, mitä erilaiset ristiriitaisetkin tulkinnat tarkoittavat paitsi maankäytön suunnittelun myös tutkimuksen kannalta. Yksi tapa lähestyä ihmisten luonnonkäytön motiiveja on tutkia 'hyvä metsän' käsitettä.

## 2 Hyvä metsä

Kyselyssä tarkasteltiin hyvän metsän sisältöä avaintermien (ominaisuuksien) avulla, jotka poimittiin mukaan esitutkimuksen ns. vapaan listauksen periaatteita (Bernard 1995) noudattaen (kuva 1). Hyvä metsä on Ylä-Lapissa rauhallinen vanhanajan metsä, joka on suhteellisen luonnon-tilainen. Tässä metsässä ihmisellä on kuitenkin vankka sijansa perinteisten toimien, poronhoidon, kalastuksen, metsästyksen, marjastuksen ja polttopuunteon merkeissä. Kaupunkimetsä edustaa monessa suhteessa ääripäätä. Löydös ei ole erityisen yllättävä varsinkaan suhteutettuna muuhun tutkimusaineistoon. Ihmiset haluavat ja arvostavat niitä asioita, joihin on totuttu ja joilla on ajallista jatkuvuutta. Eräs seikka tuloksissa kuitenkin hämmästytti: *paljon hyönteisille sopivia* lahopuita on tulosten mukaan merkittävämpi hyvän metsän tunnusmerkki kuin *hyvät porolaitumet*. Tämä ei kuulosta lainkaan tutulta – lappilaiset eivät tapaa olla huolissaan lahopuilla elävien hyönteisten hyvinvoinnista, sen sijaan porolaidunten kunto ja laidunten riittävyys on jatkuva päänaiva.

Miten tulkita tällaista yllättävää ja ristiriitaista tulosta? Hyvät porolaitumethan ovat luonnollisilta ominaisuuksiltaan juuri sitä, mikä on muutenkin korkeassa kurssissa Lapissa: ne ovat rauhallisia ja turistivapaita tuottavia alueita, outamaissa useimmiten vanhaa metsää, jossa viihtyvät myös monet riistaeläimet kuten maalinnut. Onko kyselyssä ollut jotain mätää, kun tulos on näin outo? Ennen kuin koko tutkimus tyrmätään, kannattaa vastausta lähteä hakemaan kyselyssä tarjottujen ominaisuuksien sisältämistä merkityksistä. Poronhoito on toiminto, joka jakaa paikallisten mielipiteitä. Yhtäältä poronhoito tunnustetaan alueelle kuuluvaksi alkuperäiseksi elinkeinoksi, mutta elinkeino nähdään myös kielteisessä valossa. Porot kaivavat ihmisten pihoissa kukkapenkkejä ja istutuksia sekä sotkevat peltotilkkuja. Poronhoitajat puolestaan ovat muiden silmissä 'oma heimonsa', joka vähemmistöasemastaan huolimatta nauttii monien mielestä etuoikeutetusta asemasta maankäytöstä päätetäessä. Varsin usein saadaan kuulla, että poronhoitajat pyrkivät kaikin keinoin jarruttamaan köyhien pohjoisten kuntien elinkeinoelämän ke-

## Mitkä asiat tai ominaisuudet kuuluvat hyvään metsään? N=328-346



Kuva 1. Hyvän metsän mahdolliset ja välttämättömät ominaisuudet. Kaikki ylälappilaiset. N=328-346.

hittymistä vastustaessaan metsänhakkuita, kaivostoimintaa ja matkailun laajentamista.

Tulos kertoo siis yhtäältä Ylä-Lapin sosiaalisista suhteista ja toisaalta metsän abstrakteista ulottuvuuksista. Hyvä metsä on paitsi käsin kosketeltavia asioita myös sosiaalisia latauksia. Vastaavasti hyvään metsään kuuluu se, että siellä on lupa toimia niin kuin ennenkin ja että lupa on rajoitettu oikealle porukalle. Runsaat riekkokannat eivät vielä yksistään riitä, niitä pitää saada myös pyytää ilman joka tievan takana lymyvää turistimetsästäjää kanakoirineen tai muuten vaan kateellista naapurina.

Tulos on myös opetus tutkimukselle. Ilmiön aidolle ymmärtämiselle on elintärkeää, että tunnistetaan testattavien muuttujien sisältämät merkitykset tutkittaville ihmisille. Tutkittavalla muuttujalla, kuten hyvät porolaidun, saattaa olla vaihtelevia tulkintoja. Tulos kertoo ihmisen ajattelusta kaksi piirrettä, jotka on havaittu aiemmin tutkimuksen parista. Ensinnäkin inhimillinen ajattelu on luonteeltaan skemaattista (D´Andrade 1995). Skeemat ovat jotain entiteettiä koskevia kognitiivisia rakenteita.

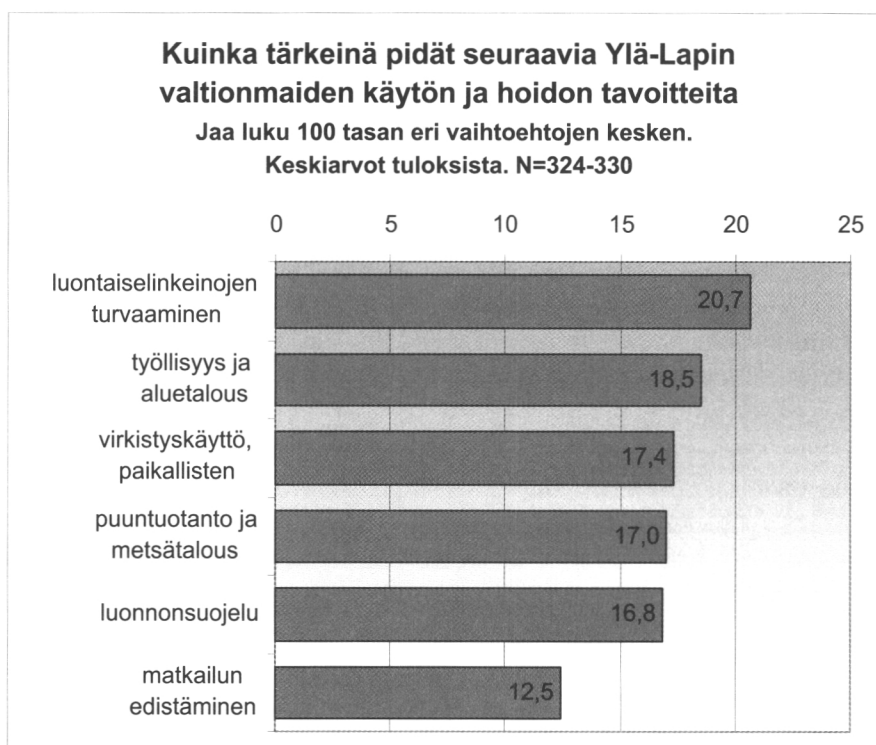
Nämä rakenteet sisältävät 'tyhjiä kohtia', jotka puolestaan täyttyvät asia-yhteyden vaatimalla lisäinformaatiolla. Esimerkiksi kirjoitettu lause "mies oli kalassa" ei vielä itsessään sisällä paljoa informaatiota. Mutta kun luemme lauseen, rakennamme mieleemme täydellisemmän kuvan siitä, mitä ja missä on tapahtumassa, ja voimme jopa 'sielumme silmin nähdä', miltä tapahtuma näyttää. Täyttötyössä hyödynnämme muita erilaisia kalastusta koskevia skeemoja. Vastaavasti lomakkeeseen kirjoitettu lause, kuten "hyvät porolaitumet", jättää sekin paljon tyhjiä aukkoja, jotka informantit mielessään täyttävät. Tutkimusongelman ratkaisun kannalta tuhannen taalan kysymys on selvittää, mitä skeemoja vastaajat kantavat ja mitkä niistä aktivoituvat vastaustilanteessa. Suomeksi sanottuna: meidän täytyy tietää, mitä ihmiset vastauksillaan tarkoittavat.

Toisekseen tulos muistuttaa, että todellisuus on emergenttistä. *Hyvä porolaidun* on ylemmän kertaluokan entiteetti, jota määrittävät alemman kertaluokan ominaisuudet, kuten *tuottavuus* ja *rauhallisuus* tai *paljon itsekkäitä poromiehiä* ja muiden maankäyttäjien *ahdas liikkumavara*. Olennaista on kuitenkin huomata, että ylemmällä tasolla löytyy ominaisuuksia, joita ei alemmalta tasolta löydy. Toisin sanoen kokonaisuudella (hyvä porolaidun) on ominaisuus, jota ei ole yhdelläkään ominaisuuden osalla (tuottavuus tai rauhallisuus). Mitä tämä tarkoittaa? Se tarkoittaa sitä, että ominaisuutta hyvä porolaidun ei voida palauttaa sen osiin. Tämä yhdessä skeemateorian avulla selittää sen, miksi hyvä porolaidun saa vähemmän 'pisteitä' hyvän metsän ominaisuutena kuin rauhallisuus, vaikka jälkimmäinen kuuluukin edelliseen.

### 3 Mitä ihmiset oikein haluavat?

Otsikon kysymys vaivaa paitsi tutkijoita myös käytännön työtä tekeviä virkamiehiä. Vastuuntuntoiset maankäytön suunnittelijat tekevät kaikkensa, jotta parhaaseen mahdolliseen konsensukseen päästäisiin. Ihmisten suhtautumista toimintoihin tarkasteltiin tutkimuksessa eri tavoin asetetuilla kysymyksillä.

Kysyttäessä ihmisiltä eri käyttömuotojen ja alueiden hoidon tavoitteita ylälappilaisia pyydettiin jakamaan luku 100 siten, että eri toiminnot ja tavoitteet saavat niille kuuluvan painoarvon (pistemäärän) (kuva 2). Tärkeimmäksi valtion maiden käytön tavoitteeksi nousi luontaiselinkeinojen turvaaminen. Työllisyys oli toiseksi merkittävin, virkistyskäyttö, metsätalous ja luonnonsuojelu kutakuinkin samalla viivalla. Kenties mer-



Kuva 2. Valtion maiden hoidon ja käytön tavoitteet Ylä-Lapissa.

kittävin tulos oli matkailun edistämisen vähäinen suosio. Tulos on erityisen yllättävä siksi, että matkailua yleisesti pidetään ainoana kasvukykyisenä elinkeinona ja sen odotetaan suorastaan pelastavan ja pitävän asuttuna pohjoisimman Suomen. Vastaavasti luontaiselinkeinojen turvaamista pidettiin tärkeimpänä, vaikka sen aluetaloudellinen merkitys on ollut jatkuvassa laskussa. Jostain muusta kuin pelkästä rahasta täytyy siis olla kysymys.

Vastaaajien tausta vaikutti näkemyksiin. *Saamelaiset* pitävät luontaiselinkeinoja merkittävästi\*\*\*<sup>1</sup> tärkeämpinä kuin suomalaiset, jotka puolestaan arvostavat *metsätaloutta*\*\*\* ja *työllisyyden hoitoa*\*\*\* saamelaisia enemmän. Kuntien välillä on tiettyjä oleellisia eroja. *Inarissa suomalaiset* arvostavat *puuntuotantoa* enemmän\*\*\* ja *luontaiselinkeinoja* vähemmän\* kuin suomalaiset muissa kunnissa. Edelleen *Enontekiön suomalaiset* näkevät *luonnonsuojelun* vähemmän\* tärkeänä kuin muis-

<sup>1</sup> Tilastollinen merkitsevyys on merkitty seuraavasti: \* p = 0,01–0,05, \*\* p = 0,001–0,009 ja \*\*\* p ≤ 0,000.

sa kunnissa. Huomattavaa sen sijaan on se, että *saamelaisten kohdalla ei ole kuntakohtaista merkitseviä eroja*, vaan he suhtautuvat eri toimintoihin kuta kuinkin samalla tavalla koko alueella.

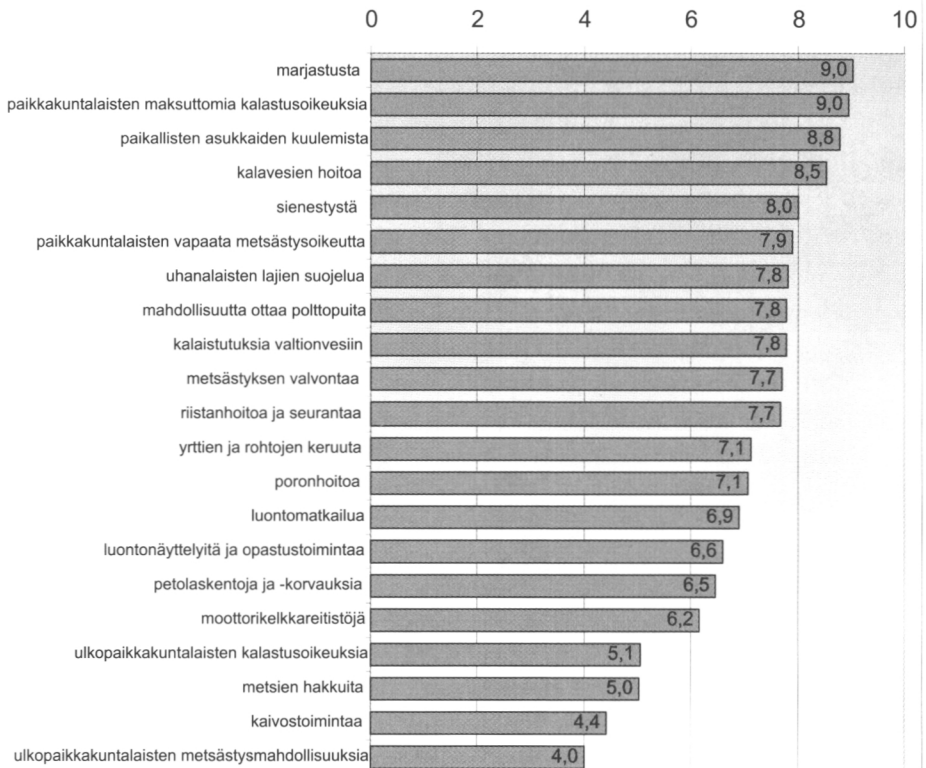
Näin siis elinkeinot ja luonnonkäytön tavoitteet, mutta entä yksittäiset toiminnot? Lappilaisia pyydettiin antamaan eri toiminnoille arvosana, tällä kertaa asteikolla 0–10 (0 = ei lainkaan tarpeellinen, 10 = erittäin tarpeellinen) (kuva 3). Perinteisiin ja paikallisuuteen liittyvät asiat veivät kärkisijat. Marjastus, kalastus, sienestys, paikallisten oikeudet jne. ovat toimintoja, joista halutaan pitää kiinni. Muutamia mielenkiintoisia yksityiskohtia nousi esiin jälleen. *Poronhoito* 'hävisi' *uhanalaisten lajien suojelulle* ja toisaalta *metsien hakkuut yrttien ja rohtojen keruulle*. Poronhoidon 'tappio' kertoo elinkeinon liittyvistä sosiaalisista ristiriidoista, joista edellä oli puhetta. Metsätalous (hakkuut) jäi korostetuneesti hännille.

Etninen tausta vaikuttaa tilastollisesti merkitsevästi monessa tapauksessa. Suomalaisiin verrattuna *saamelaiset* pitävät *poronhoitoa*\*\*\* ja siihen läheisesti liittyviä *petolaskentoja ja -korvauksia*\*\* tärkeämpinä kuin suomalaiset. Saamelaisiin verrattuna ovat seuraavat toiminnot suomalaisista tarpeellisempia: *metsänhakkuut*\*\*\*, *marjastus*\*\* , *luontomatkailu*\*\*\*, *kaivostoiminta*\*\* , *sienestys*\*\* sekä *ulkopaikkakuntalaisten mahdollisuudet kalastukseen*\*\*\* ja *metsästyksen*\*\*\*. Mitään huimia ja erityisen yllättäviä eroja saamelaisten ja suomalaisten vastausten keskiarvoissa ei kuitenkaan ole, esimerkiksi marjastus on molemmille tärkeitä (suomalaiset ka = 9,1, saamelaiset ka = 8,4) ja vastaavasti kaivostoiminta ei saa kummaltakaan ryhmältä erityisesti painoarvoa (suomalaiset ka = 4,5, saamelaiset ka = 3,5). Oleellinen piirre kuitenkin on se, että saamelaiset suhtautuvat suomalaisia kielteisemmin ulkopuolisiin toimintoihin, jotka liittyvät esimerkiksi matkailuun, kaivostoimintaan sekä turistikalastukseen ja -metsästyksen.

Eri kunnissa ajatellaan asioista hieman vaihtelevasti, mutta erot koskevat lähinnä suomalaisia. Saamelaisten kohdalla kuntakohtaista eroa on ainoastaan suhtautumisessa *petoasioihin*, joita painotetaan eniten *Enontekiöllä*\*. Muilta osin kolmen kunnan saamelaisten välillä ei ole eroa. Suomalaisen parissa sen sijaan *metsänhakkuihin suhtaudutaan Inarissa* myönteisimmin\*\* ja *kaivostoimintaan* kielteisimmin Utsjoella\*. *Oikeutta polttopuunottoon* korostetaan Enontekiöllä\*\*.

*Sukupuolten väliltä* löytyi jälleen vain vähäisiä eroja. *Yrttien ja rohtojen keruu on naisille* tärkeämpää\*\*\* ja paikallisten *vapaa metsästyks miehille*\*\* . *Sukupolvien välillä* sen sijaan eroa löytyy useamman kysymyksen kohdalla. Nuoret vastaajat näkevät *uhanalaisten lajien suojelun* tärkeämpinä kuin vanhemmat\* ja *metsätalouden*\* sekä *kaivostoiminnan*\*\* vuorostaan vähemmän tärkeänä kuin varttuneet ylälappilaiset.

**Kuinka tarpeellisina pidät seuraavia toimintoja  
valtion mailla?  
Anna luku 0-10. Keskiarvot. N=331-347**



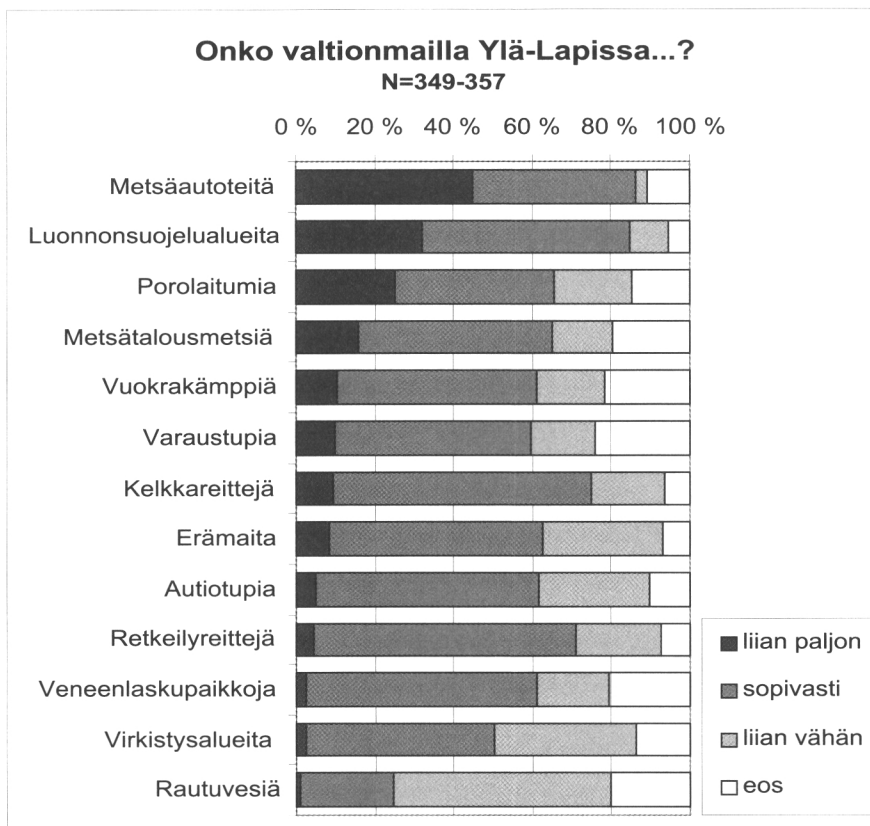
Kuva 3. Toimintojen tärkeys valtion mailla.

On tärkeä validiteettiin liittyvä kysymys pohtia, mitä vastaukset tarkoittavat ja mitä todellisuudessa mitattiin. Marjastus päihitti selvästi metsänhakuun, eikä ole syytä epäillä, etteikö se absoluuttisessa mielessä ole tärkeämpi toiminto ylälappilaisille: jos jommasta kummasta pitäisi kokonaan luopua, niin epäilemättä marjastus jäisi. Tätä ei kuitenkaan kysytty. Kysymyksenasettelu ei myöskään ota kantaa, kuinka intensiivistä marjastus tai kaivostoiminta voi olla, voiko niitä harjoittaa samanaikaisesti vai tulisiko toisesta luopua kokonaan. Kysymyksessä toiminnot arvoettiin pistein ja ne asettuivat sen mukaiseen arvojärjestykseen. Tuloksen perusteella ei voida sanoa, että marjastus ja kaivostoiminta, vaikka saivatkin kovin eri arvosanat, sulkisivat toisiaan pois. Ottakaamme analogia ihmisten ruokailupreferensseistä. Jos ihmiset ilmoittavat arvostavansa siikaa ravintona enemmän kuin maksalaatikkoa,

se ei tarkoita sitä, että maksalaatikot tulisi ihmisten mielestä poistaa myymälöiden valikoimista tai että ihmiset joka tilanteessa valitsevat siian maksalaatikon sijaan. Eri asioiden yhteensopivuutta tulee mitata toisella tavalla.

Entä kuinka valtion, ennen kaikkea Metsähallituksen, maankäyttöraatkaisut ja rakenteiden luomiset ovat onnistuneet? Kyselyssä mitattiin palveluiden tarjonnan määrällistä riittävyttä ja sopivuutta (kuva 4). Nykytila sai kahta poikkeusta lukuun ottamatta enemmistön taakseen. *Metsäautotiet* jakoivat mielipiteet kutakuinkin tasan: toinen osapuoli oli nykyiseen tilanteeseen tyytyväinen, toinen katsoi, että teitä on jo liikaa. *Rautuvesiä* toivottiin myös laajalla rintamalla lisää, mikä ei varmaankaan yllätä ketään. Eräs kiintoisa piirre kuitenkin löytyi. *Poronhoitajat\*\** ja *aktiivisesti luonnossa liikkuvat\*\** suhtautuvat kriittisemmin metsäautoteihin kuin porottomat ja harvemmin metsissä liikkuvat. Jälleen ristiriita: poro- ja metsämiehet (sukupuoleen katsomatta) ovat todennäköisesti sekä teiden ahkerimpia käyttäjiä että vastustajia. Poromiesten viesti on sikäli selkeä, että he katsovat kärsivänsä suurimmat haitat metsäautoteistä, sillä ne lisäävät kulkijoiden määrä metsässä ja houkuttelevat poroja kulkemaan epätoivottuun suuntaan.

Toinenkin mielenkiintoinen piirre aineistosta jälleen erottuu. Poronhoitajat kaipaavat muita enemmän\*\*\* *porolaitumia*. Tässä ei vielä ole mitään uutta ja järäisyttävää, mutta mielenkiintoista on se, että poronhoitajat eivät kaipaakaan *erämaita* sen enempää kuin muut lappilaiset. Tässä on looginen ristiriita, sijaitsevathan enimmäkseen porolaitumet Ylä-Lapissa juuri lakisääteisillä erämailla, jotka on perustettu muun muassa poronhoitoa ja saamelaiskulttuuria varten. Yksi selitys on se, että erämaa-alueet turvaavat myös muiden paikallisten ihmisten kuin poronhoitajien mahdollisuuksia harjoittaa perinteisiä toimia. Toinen mahdollinen selitys on se, että sana ja käsite 'erämaa' on jäänyt vieraaksi varsinkin poromiehille, jotka ovat Ylä-Lapissa pääasiassa saamelaisia. Kyse olisi tällöin kahden tai useamman kulttuurin (suomalaiset, saamelaiset, tutkijat, virkamiehet) käyttämistä tulkintoista. Tämä 'kieellinen' ero tuli esille Ylä-Lapin luonnonvarasuunnitteluprosessin yhteydessäkin (Sandström ym. 2000). Käsitteellä erämaa on aiemminkin todettu olevan vaihtelevia ja toisistaan poikkeavia merkitysisältöjä (Hallikainen 1998, Aikio 1993).



Kuva 4. Palvelujen ja rakenteiden riittävyys valtionmailla.

Taulukossa 2 on esitetty yhteenveto eri ryhmien suhtautumisesta neljään keskeisimpään maankäyttömuotoon: metsätalouteen, luonnonsuojeluun, matkailuun ja poronhoitoon. Keskeisenä tuloksena voidaan havaita, että saamelaisten ja suomalaisten välillä on selvä ero. Saamelaiset suhtautuvat kielteisemmin metsätalouteen ja matkailuun kuin suomalaiset riippumatta siitä, harjoittavatko he poronhoitoa. Edelleen poronhoitajat suhtautuvat luonnonsuojeluun muita myönteisemmin. Muuan piirre näyttää olevan leimallinen Ylä-Lapille: miesten ja naisten näkemyksissä on hyvin vähän eroja suhteessa tutkittuihin elinkeinoihin. Toisin on muualla maassa, missä naiset osoittautuvat lähes poikkeuksetta myönteisimmiksi luonnonsuojelu- ja ympäristökysymyksiä kohtaan. Sukupolvien välinen ero sen sijaan vallitsee Lapissa. Nuoret osoittavat lämpöä luonnonsuojelua kohtaan ja suhtautuvat metsätalouteen kylmemmin, kuin vanhempi, lähinnä keski-ikäinen sukupolvi.

Taulukko 2. Ryhmien väliset erot suhtautumisessa eri maankäyttömuotoihin.

Ryhmä	verrattuna	toiminto			
		metsä- talous	luonnon- suojelu	matkailu	poronhoito
enontekiöläiset*	inartilaisiin				
enontekiöläiset*	utsjokisiin				
inartilaiset*	utsjokisiin				
saamelaiset	suomalaisiin				
poronhoitajat	ei-poronhoitajiin				
nuoret	vartuneempiin	< 30-v. ja > 60-v.	< 30-v. ja > 60-v.		
naiset	miehiin				
alempi koulutus	ylempi koulutus				
aktiiviset luonnossa liikkujat	harvemmin liikkuviin				
metsänomistajat	muihin				

	suhtautuminen myönteisempää
	suhtautuminen kielteisempää
	ei ryhmien välisiä eroja

\*) KUNTAKOHTAISET EROT KOSKEVAT SUOMALAISIA

## 4 Ristiriitaisia toiveita

Ihmiset näyttävät haluavan asioita, jotka lyövät toisiaan korville. Hyvänä esimerkkinä ovat promiehet, jotka sekä käyttävät että vastustavat metsäautoteitä. Vastaavasti matkailua pidetään välttämättömänä elinkeinona, mutta siihen ja varsinkin turisteihin kuitenkin asennoidutaan nurjamielisesti. Ambivalentti suhde turismiin näyttäytyy ehkä puhtaimmin Utsjoen kunnassa Tenon lohestuskysymyksessä. Turistipyynti antaa lohesta parhaan tuoton, mutta silti turistikiintiöitä halutaan vähentää, koska ulkopaikkakuntalaisten pyynnin katsotaan loukkaavan paikallisten oikeuksia ja uhkaavan Tenon saamelaiskulttuuria. Kysymys myös jakaa paikkakuntalaisia eri mielipideleireihin, eikä yhtä 'saamelaista näkemystä' asiasta voi löytää, kuten Tenon asioita tunteva Raimo O. Kojo (2000) on osoittanut.

Mitä tämä kertoo ylälappilaisista tai pikemminkin ihmisestä? Ovatko ihmiset epärationaalisia olentoja? Näinkin voidaan sanoa, mutta pikemminkin kyse on siitä, että ihmisillä on valintoja ja mielipiteitä muodostaessaan kilpailevia rationaalisuuksia käytössään. Tämä havainto tulee vastaan esimerkiksi kulutustutkimuksissa, joissa ihmiset ilmoittavat suosivansa luomutuotteita, mutta ostavatkin tavanomaisesti tuotettuja elintarvikkeita. Ihmisillä on kaksi täysin rationaalista toimintavaihtoehtoa. Jos arvostaa ekologisia asioita ruoantuotannossa, on luomutuotteen suosiminen johdonmukaista toimintaa. Mutta ihmiset arvostavat myös varallisuutta, ja huokeampi vaihtoehto houkuttelee. Halpa ruoka on sekin looginen vaihtoehto.

Ihmisen toimintaa ja tiedonmuodostusta tutkivan kognitiivisen antropologian termein ihmisillä on kilpailevia kognitiivisia malleja. Lopullisen valinnan ratkaisee, mikä malli on kyseisessä tilanteessa vahvoilla ja kykenee aktivoimaan sitä tukevia toisia malleja. Tilanteet kuitenkin vaihtelevat, kuten tutkimuksien kysymyksenasetteluissa, ja ratkaisut niiden mukana. Siksi ihmiset vaikuttavat epärationaalisilta.

## 5 Vanhat hyvät ajat

Lappilaisen luonnonkäyttöproblematiikan ydin on muutoksessa. Tämä korostuu erityisesti Ylä-Lapissa, jossa moderni yhteiskunta on lyönyt itsensä läpi vasta aivan viimeisinä vuosikymmeninä. Yksi ja sama sukupolvi on ehtinyt kokea valtaisan murroksen, jossa esihistorialliset menetelmät ja ratkaisut ovat monin osin vaihtuneet high techiin.

Ylä-Lapissa halutaan nimenomaan vanhoja asioita, vaikka elämä on kovin muuttunutta. Kun vastustetaan luonnonsuojelua, vastustetaan Etelä-Suomea ja vanhoihin oikeuksiin puuttumista. Kun ihmisiltä kysytään mielipidettä luonnonsuojelusta ja sen toteutuksesta, vastaus kertoo yleensä varauksellisesta tai kielteisestä suhtautumisesta. Kun keskustelua jatketaan ja kysytään, pitäisikö olemassa olevia suojeluratkaisuja kuten kansallispuistoja ja lakisääteisiä erämaa-alueita lakkauttaa, on vastaus jälleen kielteinen. Miksi ihmeessä? Siksi, että suojelualueiden katosaan nykyisellään turvaavan vanhat hyvät asiat. Suojelua ei kuitenkaan saa kiristää eikä ehtoja saa sanella etelästä. Se on väärin, ajattelee Lapin ihminen.

## 6 Mikä neuvoksi?

Mitä tästä kaikesta opimme? Ainakin sen, että erilaisia hankkeita tulee ajaa Lapissa tarkalla psykologisella ja kulttuurisella silmällä sekä pietteillä, jos aikoo asiassaan onnistua. Paikallisia ihmisiä tulee aidosti osallistaa suunnitteluun, ottaa mukaan päätöksentekoon ja vastuunkantoon. Jokaiselle hankkeelle on myrkyä, jos se kalskahtaa ulkopäin tuodulta, ohjatulta ja ulkopuolisten etuja ajavalta. Sinällään hyväksi aiottu soppa saa karvaan maun ja jää lappilaisilta syömättä.

Tutkijoillakin haasteita riittää. Kuten edellä on osoitettu, on ihminen monirationaalinen olento, josta saa luotettavaa tietoa vain riittävän monipuolisilla menetelmillä. Ihmisten motiivien ymmärtäminen, siis tajuaminen mistä on kysymys, vaatii tutkijalta hartautta ja ymmärrystä, missä olosuhteissa ja ympäristössä tutkimustaan tekee. Kyselyiden laatijalle Lappi on paikka, jossa vastauksen syvimpiä merkityksiä täytyy huolella pohtia. Kuten monet matkamiehet ja junantuomat ovat saaneet huomata, ylimmässä Lapissa asiat sanotaan usein nurinpäin. Järven kehuminen kalaisaksi on varma tieto siitä, että kalaan ei kannata kyseiseen paikkaan lähteä. Kaikki ei ole sitä, miltä se ensi silmäykseltä näyttää. Luonnonsuojelun tai muun hankkeen vastustaminen paljastuu usein etelän tai kilpailevan suvun vastustamiseksi.

Maankäytön suunnittelijan tulee myös pitää mielessään alueen historia ja sen vaikutus ihmisten toiveisiin ja motiiveihin. Jos haluaa panostaa sosiaaliseen ja kulttuuriseen kestävyYTEEN, tarkoittaa se Ylä-Lapissa erityisesti vanhojen asioiden huomioonottamista, vaikka se johtaisi liikeloudellisesti epäsuotuisiin ratkaisuihin. Kulttuuria viljelevä ihminen on loppujen lopuksi varsin konservatiivinen otus, ja ihmismieli kulkee aina teknologisten ja yhteiskunnallisten muutosten perässä. Vaikka ylälappilaisen pää onkin jo taajamassa ja uusissa elinkeinoissa, on sydän yhä metsässä. Asian ilmaisee enontekiöläinen Unto Johannes Keskitalo kirjoituksessaan:

*”Kyllä täällä ei oikeasti elinkeinola elä ennää kukhan, mie ainaki uskon niin, se on sula mahottomuus. Voi ko saiski elellä niin ku ennen, silloin hyvään aikhan. Keitellä pottukallaa, se se oli hyvä ruoka. Riekot ja mettot on loppunhet ja loppuvat viimeiseksi, ko niitä eurooppalaisia alkaa tosisti tänne virtaamhan. Mitäpä tuosta.”*

# Kirjallisuus

- Aikio, P. 1993. Myyttiset erämaat. Julkaisussa: Huopainen, R. (toim.). Selviytyjät. Lapin maakuntamuseon julkaisuja 7: 104–114.
- Bernard, H.R. 1995. Research Methods in Anthropology – qualitative and quantitative approaches. Altamira Press. Thousand Oaks. 585 s.
- D’Andrade, R. 1995. The Development of Cognitive Anthropology. Cambridge University Press. Cambridge. 272 s.
- Hallikainen, V. 1998. The Finnish Wilderness Experience. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 711. 288 s.
- Hirsijärvi, S & Hurme, H. 1988. Teemahaastattelu. Yliopistopaino. Helsinki. 144 s.
- Kamppinen, M. 1994. Kaaos ja kosmos. Kognitiivisen kulttuurintutkimuksen perusteet. Turun yliopiston täydennyskoulutuskeskus. Turku. 194 s.
- Kojo, R. O. 2000. Kuukkelin matkassa – Inarista Hettaan. Helsinki. 205 s.
- Luomanen, J. & Räsänen, P. 1999. Tietokoneavusteinen laadullinen analyysi ja QSR Nvivo –ohjelmisto. Sosiologian tutkimuksia A23. Turun yliopisto. Turku. 179 s.
- Nieminen, M. 1999. Peurasta poroksi. Paliskuntain yhdistys. Rovaniemi. 208 s.
- Sandström, O., Vaara, I., Heikkuri, P., Jokinen, M., Kokkoniemi, T., Liimatainen, J., Loikkanen, T., Mela, M., Osmonen, O., Salmi, J., Seppänen, M., Siekkinen, A., Sihvo, J., Tolonen, J., Tuohisaari, O., Tynys, T., Vaara, M., Veijola, P. 2000. Ylä-Lapin luonnonvarasuunnitelma. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 38. 247 s.
- Valkonen, J. 2001. Lapin luonnon reservit vai reservaatit? – Lapin sodanjälkeisen ajan ympäristökeskustelun rakentuminen. Sosiologian lisensiaattitutkimus. Tampereen yliopisto. Yhteiskuntatieteellinen tiedekunta. 116 s.
- Vilkka, L. 1999. Mitä on erämaa ilman susia? Julkaisussa: Saarinen, J. (toim.). Erämaan arvot: retkiä monimuotoisiin erämaihin. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 733: 65–76.

## Muut viitteet

- Saamelaiskäräjät 2000. Tiedot Suomen saamelaisten lukumääristä alueittain ja äidinkieli. Tiedot tilattu Ritva Vaaralalta 25.4.2000.
- Tilastokeskus 2000. Kirjallinen tiedonanto Suomen saamelaisista. Tiedot tilattu Päivi Helanderilta 25.4.2000.











Kansi: Jouni Hyvärinen  
Kuvat: Ville Hallikainen, Jouni Hyvärinen

ISBN: 951-40-1799-4  
ISSN: 0358-4283