

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

Metsien uudistuminen suojametsä- alueella

Hyppönen, M., Varmola, M., Juntunen, V., Lohi, T., Mikkola, K., Mäkitalo, K. & Timonen, M. 2003. Metsien uudistuminen suojametsäalueella. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2003: 31–45.

Valtioneuvosto on metsälain säädösten perusteella määrännyt pohjoisimman Lapin suojametsä-alueeksi, jossa metsiä tulee metsänrajan alenemisen ehkäisemiseksi hoitaa ja käyttää erityistä varovaisuutta noudattaen. Tässä tutkimuksessa esitetään tutkimustuloksia ja niihin perustuvia johtopäätöksiä metsien uudistumisesta ja uudistamisesta suojametsäalueella.

Suojametsäalueen metsät ovat olleet koko 1900-luvun taloudellisen metsänkäytön piirissä. Metsien käyttöä ja hoitoa varten on laadittu metsänhoitosuosituksia ja -ohjeita, joiden mukaan metsien käsittelyn suojametsäalueella tulee olla tavanomaista varovaisempaa. Metsien uudistaminen perustuu yleensä luontaiseen uudistamiseen, mutta metsää myös viljellään luontaisen uudistamisen nopeuttamiseksi ja varmistamiseksi. 1990-luvun loppupuoliskolla uuden metsälain aikana metsää on käsitelty noin 5200 hehtaarilla vuodessa, josta hakkuu on ollut uudistushakkuuta noin 2450 hehtaarilla eli 0,6 prosentilla metsätalouden piirissä olevasta pinta-alasta.

Metsien uudistaminen on viime aikoina onnistunut kohtuullisesti. Maanmuokkaus varmistaa uudistamistulosta. Metsänviljelyä suositellaan käytettäväksi lähinnä luontaisen uudistamisen yhteydessä varmistamaan uudistumista. Metsät uudistuvat suojametsäalueella myös alikasvoksina ilman ihmisen aktiivisia toimenpiteitä. Suojametsäalueen havupuutaimikoissa ei ole havaittu yhtä pahoja luonnontuhoja kuin tunturimittarin tunturikoivikoissa 1960-luvulla aiheuttamat tuhot. Ilmasto on ollut viime vuosikymmeninä metsänuudistamiselle suhteellisen suotuisa. Jos ilmasto ei lähiaikoina äkillisesti muutu, metsien uudistumisessa ei ole odotettavissa muutoksia.

Asiasanat: metsänraja, suojametsäalue, luontainen uudistaminen, metsänviljely, uudistuminen, ilmastonmuutos

Yhteyshenkilöt: Hyppönen, Mikkola, Mäkitalo ja Varmola, Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimus-
asema, PI 16, 96301 Rovaniemi; Juntunen, Metsäntutkimuslaitos, Kolarin tutkimusasema, Muoniontie
21 A, 95900 Kolari; Lohi, Metsäkeskus Lappi, PI 8053, 96101 Rovaniemi

Sähköposti: mikko.hypponen@metla.fi

Hyväksytty: 5.2.2003

I Johdanto

Laki suojametsistä (Laki... 1922) säädettiin vuonna 1922. Syynä lain säätämiseen oli ihmisen vahingollinen toiminta Ylä-Lapin metsissä (hakuu, metsäpalot, poronlaidunnus), minkä johdosta metsät hävisivät laajoilta alueilta (Renvall 1919, Heikinheimo 1921). Lain säätämistä puolsivat myös metsänrajaseudun metsien uudistumisen hitautta osoittavat havainnot ja tutkimukset (esim. Renvall 1912, Aaltonen 1919). Pohjois-Lapissa vallitsi 1800- ja 1900-lukujen vaihteessa kylmä ilmastovaihe, jolloin metsien luontaisesta uudistumista ei näyttänyt tapahtuvan juuri lainkaan (Veijola 1998). Suojametsälain säätämisen päätarkoituksena oli estää metsänrajan aleneminen pohjoisimmassa Lapissa. Lain säätämistä edelsi useita komiteamietintöjä, joissa asiaa käsiteltiin. Vuoden 1900 kruununmetsäkomitean mietinnössä todettiin, että olisi erotettava erityinen suojametsäalue, jonka raja kulkisi 30–50 km sen rajan alapuolella, missä havumetsä lakkaa tiheänä kasvamasta (Laitakari 1960). Suojametsäkomisioni laati lopulta esityksen suojametsälaki (Suojametsäkomisionin ... 1910). Komisionin toimeksianto ei käsittänyt pelkästään metsätaloudellisia kysymyksiä, vaan kysymyksessä oli laaja yhteiskuntapoliittinen suunnittelutehtävä, johon kuuluivat tärkeimmät Ylä-Lapin ihmisten toimeentuloon liittyvät asiat, kuten asutus, porotalous ja metsien käyttö (Veijola 1998).

Suojametsäalue on määritelty valtioneuvoston päätöksessä Lapin suojametsäalueesta vuodelta 1939. Alueen rajausta perustuu mainittuun kruununmetsäkomitean mietintöön (Veijola 1998). Rajat on merkitty maastoon vuonna 1979 kiinteistörekisteriin merkityssä maanmittaustoimituksessa (kuva 1). Suojametsäalueen muodostavat Enontekiön ja Utsjoen kunnat kokonaisuudessaan sekä osat Inarin, Kittilän, Kolarin, Muonion, Sallan, Savukosken ja Sodankylän kunnista. Alue on yhtenäinen lukuunottamatta etelämpänä sijaitsevaa Sallan ja Savukosken kuntien pohjoisosissa olevaa aluetta sekä lähinnä Kittilän kunnan alueella olevaa Ylläs-Aakenuksen tunturijonoa. Inarin kunnan alueella taas muutoin yhtenäisen suojametsäalueen sisällä olevat Inarijärven läheiset metsät ovat normaalia talousmetsäaluetta.

Suojametsälaiissa ei ollut luonnonsuojelutavoitteita, vaan lain tarkoituksena oli metsien kestävä käytön järjestely puhtaasti taloudelliselta kannalta (Veijola 1998). Tämä merkitys on säilynyt nykyvuosiin saakka, vaikka lain soveltamisen painopiste onkin muuttunut suojametsäalueen puunkäytön muuttuessa kotitarvekäytöstä teolliseksi käytöksi ja vaikka vanhoja säädöksiä on jouduttu soveltamaan aivan erilaisissa olosuhteissa kuin lain säätämisaikavaiheissa. Suojametsälaki kumottiin vuoden 1997 alusta voimaan tulleella metsälalla (Metsälaki 1996), ja suojametsien uudistamista koskevat säännökset siirrettiin metsälakiin sekä Valtioneuvoston päätökseen suojametsistä (Valtioneuvoston... 1998). Sen sijaan poronhoidon rajoittamista koskevat säännökset siirrettiin poronhoitolakiin. Päätöksessä ei kajottu aikaisempaan suojametsäalueen rajaukseen. Valtioneuvoston päätöksen perusteena oli edelleen suojametsälaiista periytyvä varovaisuuden periaate, jolla pyritään estämään metsänrajan aleneminen. Varovaisuus edellyttää, että suojametsäalueella, toisin kuin muualla Suomessa, metsää voidaan hakata vain metsäkeskuksen hyväksymän hakkuu- ja uudistamissuunnitelman perusteella. Päätöksessä Metsäntutkimuslaitokselle annettiin tehtäväksi seurata suojametsäalueen metsien sekä Lapin ja Oulun läänin korkeiden alueiden metsien uudistumista ja tehdä asiasta selvitys maa- ja metsätalousministeriölle 10 vuoden välein. Ensimmäinen selvitys tehtiin vuonna 2001 (Varmola ym. 2001). Tässä katsauksessa esitetään tulokset raportissa mainituista tutkimuksista ja muista taustaselvityksistä.

Katsauksen tarkoituksena on selvittää

- miten suojametsäalueen metsiä on tilastojen ja tutkimusten mukaan käsitelty viime vuosikymmenien aikana,
- minkälaisia metsänkäsittelyohjeita ja -suosituksia suojametsäalueella käytetään,
- miten ilmastotrendien arvioidaan vaikuttavan metsien uudistumiseen suojametsäalueella,
- miten pohjoinen havumetsänraja on viime vuosikymmeninä muuttunut ja
- miten havumetsien uudistaminen on viime vuosikymmeninä onnistunut Lapin suojametsäalueella.

Artikkelissa tarkastellaan havumetsien uudistumista ja uudistamista. Lehtipuumetsien uudistuminen rajataan tarkastelun ulkopuolelle.

2 Suojametsäalueen metsätalous

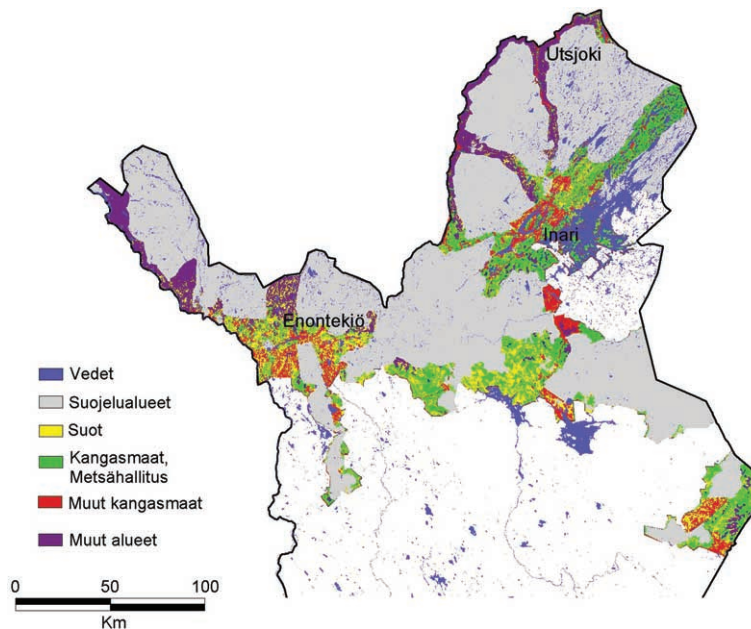
Suojametsäalueen kokonaispinta-ala on noin 3,3 milj ha, josta valtion omistuksessa on 91 %. Yksityisten, kuntien, seurakuntien ja yhteismetsien omistamia metsiä on 9 %. Yksityismetsälöitä suojametsäalueella on noin 1000 (Suoheimo 1998). Suurin osa suojametsäalueen pinta-alasta on suojeltu luonnon-suojelulailla ja muilla erityissääöksillä (kuva 1).

Yksityismetsien pinta-ala suojametsäalueella on 280 000 ha (Vuosikertomus 2000), josta arviolta 150 000 ha on metsämaata. Enontekiön, Utsjoen, Värriön ja Utsjoen porotilojen yhteismetsät (68 000 ha) sekä osat Sallan ja Inarin yhteismetsistä (19 000 ha) sijaitsevat suojametsäalueella. Metsähallituksen suojametsäalueen talousosaan kuuluu 188 000 ha metsämaata, joista 99 000 ha on Ylä-Lapin luonnonhoitoalueessa ja loput lähinnä Itä-Lapin metsätalouden hallinnassa (Veijola 1998). Suohei-

mon (1998) mukaan metsätalustoiminnan piirissä arvioidaan suojametsäalueella olevan noin 400 000 ha metsää. Talouskäytössä olevat metsät sijoittuvat enimmäkseen suojametsäalueen etelärajalle, Savukosken pohjoisosaan sekä Inarinjärven länsi- ja pohjoispuolelle (kuva 1). Suojametsäalueen metsien merkitys on paikallisen väestön ja Lapin puunjalostusteollisuuden kannalta merkittävä (Tasanen ja Veijola 1994, Veijola 1998).

Pohtilan ja Timosen (1980) mukaan suojametsäalueen valtionmailla viljeltiin metsää vuosina 1911–1977 yhteensä 23 116 ha, josta 62 % istutusta ja 38 % kylvää. Ennen vuotta 1960 kylvö oli suojametsäalueella käytännössä ainoa viljelymenetelmä, sillä istutusten yhteispinta-ala oli siihen mennessä vain 119 ha. 1960-luvulla kylvön ja istutuksen pinta-alat olivat suunnilleen yhtä suuret eli runsaat 3500 ha. Valtaosa istutuksista (74 %) tehtiin 1970-luvulla.

Metsähallituksen mailla suojametsäalueen hakuut ovat olleet lähinnä luontaiseen uudistamiseen tähtäviä siemenpuuhakkuita ja ylispuuhakkuita.



Kuva 1. Suojametsäalueen maankäyttö. Suojametsäalueen kangasmaat (erikseen Metsähallituksen hallinnassa olevat ja muut) on rajattu lämpösummaltaan yli 600 d.d.-yksikön mukaan (normaalikausi 1961–1990) sekä rajaamalla pois suot ja vedet. Kartan osoittamat alueet ovat yliarvio johtuen rajauseräilymenetelmästä. Luokka Muut alueet käsittää lämpösummaltaan alle 600 d.d.-yksikön mukaiset alueet, joita ei ole suojeltu. Valkoiseksi jäävä alue ei ole suojametsäaluetta.

Vuodesta 1980 vuoteen 1994 näiden hakkuiden keskimääräiset vuotuiset pinta-alat olivat 400 ha ja 1600 ha. Metsänviljelyyn tähtääviä avohakkuuta tehtiin keskimäärin 40 ha vuodessa sekä harvennus- ja väljennyshakkuuta keskimäärin 300 ha vuodessa. Kaikkiaan Metsähallituksen mailla hakattiin metsää vuosina 1980–1994 yhteensä 35 710 ha eli keskimäärin vajaat 2400 ha vuodessa (Veijola 1998).

Yksityismetsissä suojametsäalueen hakkuista on vuosina 1980–1996 tilastoitu hakatut puumäärät, mutta ei hakkuupinta-aloja. Hakkuumäärä oli keskimäärin 67 000 m³ vuodessa, josta kotitarvepuun osuus oli 2200 m³ vuodessa. Yli 2/3 myyntipuusta oli kuitupuuta. Hakkuulupia myönnettiin vuosittain noin 140.

Uuden metsälain aikana vuosina 1997–2000 on tilastoitu hakkuumäärät ja pinta-alat sekä yksityis- että valtionmetsissä. Myyntihakkuiden määrä oli keskimäärin 88 000 m³ yksityismetsissä ja 128 000 m³ valtion metsissä vuotta kohden. Vastaavat hakkuupinta-alat olivat 2100 ja 3100 ha. Puumäärästä 60 % kertyi uudistushakkuista sekä yksityis- että valtionmetsissä. Uudistushakkuiden pinta-ala oli vuotta kohden yksityismetsissä 1000 ha (46 % hakkuualasta) ja valtionmetsissä 1500 ha (48 %). Hakkuukertymä uudistushakkuissa oli vastaavasti keskimäärin 53 ja 52 m³/ha. Hakkuulupia myönnettiin vuosittain yksityismetsäomistajille 100 kpl ja valtiolle 37 kpl. Uudistushakkuuleimikoiden pinta-ala oli yksityismetsissä keskimäärin 21 ha ja valtionmetsissä 81 ha.

Suojametsäalueella on käsitelty metsää viime vuosien aikana noin 5200 hehtaarilla vuodessa eli keskimäärin runsaalla prosentilla metsätalouden piirissä olevasta pinta-alasta. Näistä noin 2450 hehtaarilla (0,6 % metsätalouden piirissä olevasta pinta-alasta) hakkuu oli uudistushakkuuta. Koska ylispuuhakkuuta on Metsähallituksen mailla tehty selvästi enemmän kuin siemenpuuhakkuupinta-alat edellyttäisivät, osa suojametsäalueen metsistä lienee uudistunut ilman aktiivista metsänuudistamiseen tähtäävää toimintaa luontaisen taimettumisen kautta (ks. Lehto 1969, Hyppönen ja Hyvönen 2000).

3 Metsänuudistamisohjeet ja -suositukset

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

Metsälain ja -asetuksen mukaan taimikon perustamistoimenpiteet tulee tehdä viimeistään viiden vuoden kuluessa hakkuun aloittamisesta. Luontaista uudistamista käytettäessä ja siihen liittyviä perustamistoimenpiteitä harkittaessa tulee huomioida, että uudistusalueelle tulee saada riittävä määrä taimia, joilla on edellytykset kehittyä vakiintuneeksi taimikoksi Lapin metsäkeskuksen alueella *suojametsäalueella lukuun ottamatta* seitsemässä vuodessa perustamistoimenpiteiden päättymisestä. Vakiintunut, taloudellisesti kasvatuskelpoinen taimikko, jonka tiheys on vähintään 1000–1100 kpl ha⁻¹, on saatava syntymään kohtuullisessa ajassa. Kohtuullista aikaa ei ole säädöksissä määritelty, mutta Lapin metsäkeskuksen tulkinnan mukaan se on muualla Lapissa 15–20 vuotta ja suojametsäalueella 25 vuotta.

Sekä Metsähallituksen metsänhoito-ohjeissa (Hokajarvi 1997) että yksityismetsätalouden Pohjois-Suomen metsänhoitosuosituksissa (Hyppönen ym. 2001) on ohjeet metsien uudistamiseen suojametsäalueella ja korkeilla alueilla. Ohjeet ovat hyvin samanlaiset ja perustuvat männyn osalta pääasiassa edelleen Oinosen ym. (1960) laatimiin Lapin suojametsien käsittelyohjeisiin. Lähtökohtana ohjeissa on varovaisuusperiaate. Männyn luontaisen uudistamisen päämenetelmä on siemenpuuhakkuu. Siemenpuuhakkuu voi olla yksi- tai kaksivaiheinen. Myös kaistale- ja/tai pienaukkohakkuu on mahdollinen. Kummassakin ohjeessa suositellaan ilman varsinaisia uudistamistoimia syntyneen alikasvoksen ja kehityskelpoisen taimiaineksen hyödyntämistä. Tiheät, luonnontilaiset männiköt voidaan väljentää harvennusmallien mukaisesti ennen siemenpuuhakkuuta.

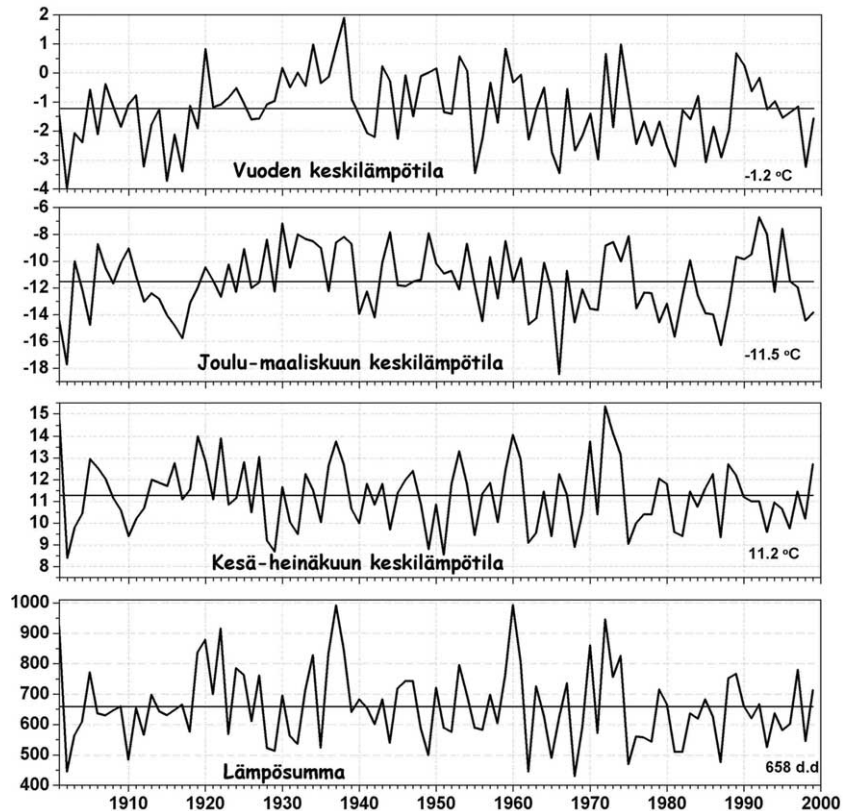
Pohjoisilla ja korkeilla alueilla suositellaan tarvittaessa varmistamaan luontaista uudistamista metsänviljelyllä esimerkiksi kylvämällä muokatut siemenpuualat. Viljelyä käytetään suojametsäalueella kohteissa, joissa luontaisen uudistamisen mahdollisuus esimerkiksi laaja-alaisen myrskytuohon takia on menetetty. Viljelyä käytetään myös kohteissa, joissa luontaista taimettumista pidetään epätodennäköisenä tai sen katsotaan vievän kohtuuttoman pitkän ajan. Ensisijainen viljelymenetelmä on kylvö. Sekamenetelmien käyttöä suositellaan: siemenpuualat voidaan tarvittaessa kylvää ja vastaavasti viljelyaloille voidaan jättää siemen- tai säästöpuita varmistamaan uudistamisen onnistumista.

Yksityismetsätalouden suosituksissa ei anneta erillisiä ohjeita kuusen luontaiseen uudistamiseen suojametsäalueella. Metsähallituksen ohjeissa kuusi uudistetaan suojametsäalueella luontaisesti yleensä avohakkuuta ja reunametsäsiemennystä käyttäen.

4 Ilmastotrendit ja niiden arvioitu vaikutus metsien uudistumiseen suojametsäalueella

Metsänraja on perääntynyt viimeisten 500 vuoden aikana useita satoja vuosia kestäneen ja vasta 1900-luvun alussa loppuneen ns. pikkujääkauden vuoksi. Mainittavampaa metsänuudistumista tuona aikana tapahtui ainoastaan 1700-luvun puolivälin lämpiminä vuosina, mitä todistavat nykyisen männyn metsänrajan tuntumassa sinnittelevät noin 250-vuotiset puuvanhukset (Mielikäinen ym. 1998, Tyynys 1998). Lämpimät vuosikymmenet 1920-luvulta alkaen (kuva 2) saivat aikaan uusien puusukupolvien leviämisen alueille, joilla ei ollut edes kantojuurakoita todisteina aiemmista metsiköistä. Männyn

Kuva 2. Männyn metsänraja koskeva ilmastomallitus osoittaa, että lämpöolot ovat pysyneet sangen keskimääräisellä tasolla jakson 1901–1999 keskiarvoon verrattuna. Lämpötilojen vaihtelu (ääreisyys) on metsänrajalla luontaisista syistä rajua. Näyttää kuitenkin siltä, että kesä–heinäkuun keskilämpötilan ja lämpösunnan vaihtelut ovat tasaantuneet 1970-luvun puolivälin jälkeen. Erityisesti 1970-luvun alun kaltaiset lämpenemisjaksot ovat jääneet pois, mikä heikentää luontaisen uudistumisen edellytyksiä. Sääaineiston lähde: Ilmatieteen laitos ja Metla.



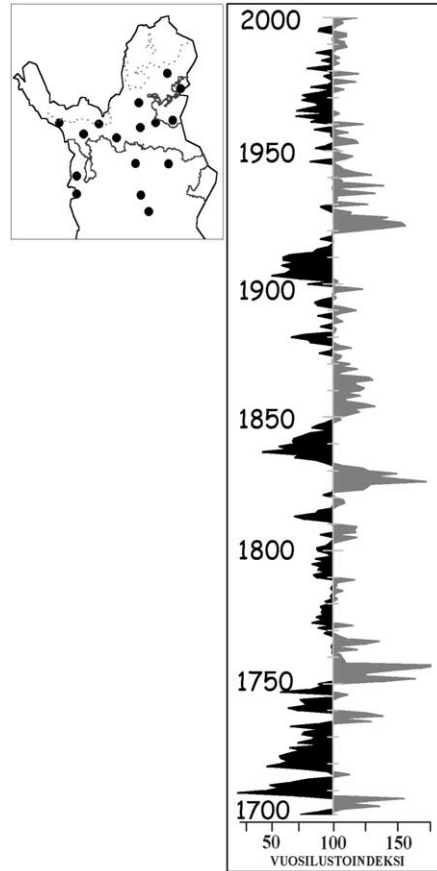
ylimmän vakiintuneen metsänrajan muodostavatkin pääasiassa 60–80-vuotiaat puut. Vieläkin ylemmäs ovat edenneet 1970-luvulla syntyneet puuyksilöt, mutta nähtäväksi jää, miten ne tulevat selviytymään äärimmäisissä olosuhteissa.

Männyn metsänrajaseutua ja suojametsiä koskevat ilmastselvitykset osoittavat, että kasvihuoneilmaston voimistumisesta tai muista syistä aiheutuva ilmaston lämpeneminen ei ainakaan vielä näy lämpötilasarjoissa. Puun kasvulle tärkeä kesäaikainen ilmasto on pysynyt sangen keskimääräisenä aiempiin vuosisatoihin verrattuna. Sydäntalven kuukausien (jouluku–maaliskuu) voimakas lämpeneminen erityisesti 1990-luvun alkupuolella nosti vuoden keskilämpötilaa jopa parilla asteella, mutta sen jälkeen tilanne on palautunut ennalleen (kuva 2).

1900-luku jakautuu männyn sädekasvun vaihtelun perusteella kolmeen jaksoon: heikkokasvuiseen (1900–1914), hyväkasvuiseen (1915–1960) ja jokseenkin normaalikasvuiseen jaksoon (1961–2000) (kuva 3). Jaksojen pituuksia ja voimakkuuksia (ääri vaihtelua) voi tuhannen vuoden aikaperspektiivistä tarkasteltuna pitää sangen tavanomaisina (Mielikäinen ym. 1998, Timonen 2001).

Suojametsäalueen eteläinen raja noudattelee suunnilleen lämpösommarajaa 700 d.d. Pohjoisessa metsätalouden piirissä olevat suojametsät puolestaan rajautuvat lähinnä suojealueisiin, joista erämaa-alueet ovat tärkeimpiä. Osittain pohjoisrajan määräävät myös ilmastolliset tekijät (kuva 1). Lähellä metsänrajaa lämpösomman sekä absoluuttinen että suhteellinen vuosittaisvaihtelu on suurta. Esimerkiksi ajanjaksolla 1931–2000 Ivalon säähavaintoasemalla maksimilämpösomma oli 1080 d.d. (kesä 1937) ja minimilämpösomma 460 d.d. (kesä 1987).

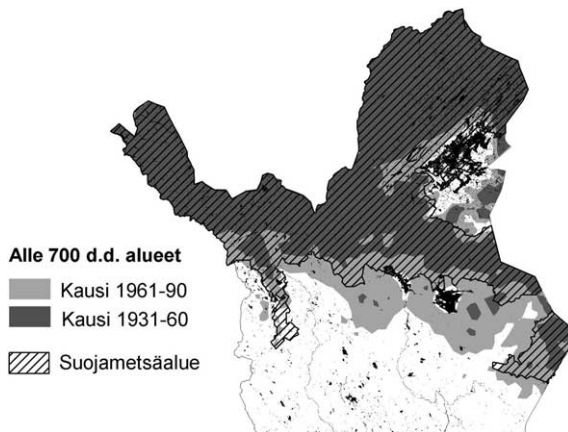
Ilmatieteen laitos määrittää lämpösommat ns. vertailukausittain, joita ovat 30-vuotisjaksot 1931–1960 ja 1961–1990. Jakso 1931–1960 oli keskimääräistä lämpimämpi ja jakso 1961–1990 edellistä viileämpi. Tämän vuoksi suojametsäalueelle lasketut lämpösommat ja niiden rajat vaihtelevat vertailukausittain (kuva 4). Etäisyys eri vertailukausille lasketuille 700 d.d.:n rajoille on maantieteellisesti jopa 40–50 km. Suojametsäalueen raja asettuu kahden vertailukauden osoittaman 700 d.d.:n mukaisen alueen välille.



Kuva 3. Suojametsäalueelta kerätyn 16 koealan ja 480 kairauskoeapuun perusteella laskettu vuosilustoindeksi kertoo hyvien ja huonojen kasvujaksojen vaihteluista. Indeksiluku 100 tarkoittaa keskimääräistä kasvua. Vuosiosadan heikot kasvujaksot sattuivat 1900-luvun alkuun ja 1960-luvulle. Indeksien vaihtelu on myös tasaantunut lämpötilojen tapaan.

Ivalon säähavaintoaseman 10-vuotiskausien lämpösommat ovat vaihdelleet 1930-luvulta lähtien seuraavasti:

1931–1940	785		
1941–1950	749	Keskiarvo 1931–1960	758
1951–1960	741		
1961–1970	693		
1971–1980	748	Keskiarvo 1961–1990	710
1981–1990	691		
1991–2000	698		



Kuva 4. Suojametsäalue ja lämpösunnaltaan alle 700 d.d. olevat alueet vertailukausilla 1931–1960 ja 1961–1990. Lämpösunnat on laskettu Ojansuun ja Henttosen (1983) mallilla.

Lämpösunnien perusteella metsänuudistamisen edellytykset suojametsäalueella ovat siten olleet hieman keskimääräistä epäedullisemmat 10 viime vuoden aikana.

5 Metsänrajan muutokset

Ruotsissa on seurattu Kõlivuoriston alueella Keski- ja Pohjois-Ruotsin metsänrajan sijainnin muutoksia ja metsänuudistamista vuodesta 1915 lähtien (Kullman 1981, 2000, 2001). Tulosten mukaan männyn ja kuusen metsänrajan muutokset heijastavat hyvin ilmaston vaihteluita sadan vuoden ajalta. Kõlivuoriston ja Suomen Lapin topografia ja ilmasto eroavat kuitenkin merkittävästi toisistaan, eikä tuloksia siten voida suoraan rinnastaa Suomeen. Metsänrajan seuranta tutkimuksen (Kallio ym. 1986, Juntunen ym. 2002) mukaan mänty on Suomen metsänrajalla ajanjakson 1983–1999 aikana uudistunut, mutta suuri taimien kuoleminen on aiheuttanut sen, ettei taimien runkoluku ole koaloilla juurikaan lisääntynyt. Suuren taimikuolleisuuden voidaankin katsoa olevan merkittävin metsänrajan etenemistä hidastava tekijä. Alueelliset erot ovat kuitenkin merkittäviä, eikä mitään yksiselitteistä koko Pohjois-Suomen kattavaa suuntausta voida erottaa.

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

Metsänrajan seuranta tutkimuksen 16 vuoden aikajänne on vielä riittämätön pitkälle menevien johtopäätösten tekemiseen. Tulokset kuitenkin osoittavat, että metsänrajan dynamiikkaa eivät kontrolloi pelkästään kesäiset lämpötilatekijät uudistumisvuosien esiintymisen kautta, vaan merkittävässä määrin myös talviset ja keväiset tekijät taimikuolleisuuden kautta. Kuusella taimien runsas lisääntyminen metsänrajavyöhykkeellä ja sen pohjoispuolella on merkki viime vuosikymmenien kuuselle suotuisasta ilmastoajanjaksoista. Kuusta kasvavilla aloilla on seuraavina inventointikertoina odotettavissa selvää metsänraja-alueen metsittymistä ja rajan siirtymistä tunturien rinteillä ylemmäksi. Männällä vastaavaa kehitystä ei ole havaittavissa. Männyn metsänraja ja taimien runkoluku metsänrajalla pysyvät lähitulevaisuudessakin lähellä nykyistä tasoa suuren taimikuolleisuuden vuoksi.

6 Metsien uudistaminen

6.1 Luontainen uudistaminen

Pohjoisessa levinneisyytensä äärialueilla mänty ei aina pysty tuottamaan kypsää siementä (Henttonen ym. 1986), vaikka jonkin verran itävää siementä syntyykin lähes joka vuosi (Heikinheimo 1932, 1937). Merkittävät männyn siemenvuodet toistuvat kuitenkin harvoin ja metsänrajalla vain muutaman kerran vuosisadassa (Renvall 1912, Lakari 1915,

Taulukko 1. Suojametsäalueella tai sen välittömässä läheisyydessä samankaltaisissa lämpöoloissa tehtyjen männyn luontaisen uudistamisen onnistumista siemenpuumenetelmällä selvittäneiden tutkimusten keskeiset tulokset. Samalla numerolla merkityt tutkimukset on tehty samoilla koealoilla.

Tutkimus	Kasvatuskelpoisia taimikoita %	Männynntaimien kokonaismäärä kpl ha ⁻¹	Kehityskelpoisia männynntaimia kpl ha ⁻¹	Keskipituus, m / hakkuusta kulunut aika, v
1. Lehto 1969				
– Tunturi-Lappi	79	–	–	–
– Metsä-Lappi	75	–	–	–
2. Herttuainen 1981				
– kuiva kangas	–	2800–12600	–	0,65/29
– kuivahko kangas	–	3100–4900	–	1,10/29
3. Nenola 1984	100	4000	1200	0,59/13
4. Hyppönen 2002	80	1500	1100	0,35/10 ^a
4. Hyppönen ym. 2002				0,83/20 ^a 1,39/30 ^a

^a Laskettu Hyppösen ym. (2002) mallilla.

Sarvas 1937, 1950, Sirén 1961, 1995, Pohtila 1980, Numminen 1982, 1989, 1995). Hyvän siemensadon saamiseksi männyn kukkimista edeltävän ja sitä seuraavan vuoden lämpösunnan on ylitettävä kynnysarvot (910/845–890 d.d.). Maaston korkeus vaikuttaa mm. lämpötekijöiden kautta negatiivisesti siemensatojen määrään, laatuun ja kertautumiseen sekä taimettumiseen ja taimien eloonjääntiin (esim. Hagner 1962, 1965, Pohtila ja Pohjola 1983, Kubin ym. 1997).

Lehdon (1969) Tunturi-Lappia koskevien tutkimustulosten mukaan männyn luontainen uudistaminen oli epäonnistunut viidenneksellä siemenpuualoista, joita ei ollut muokattu (taulukko 1). Herttuaisen (1981) tutkimuksessa männynntaimia oli muokkaamattomilla siemenpuualoilla vähintään 2800 kpl ha⁻¹ keskimäärin 275 metrin korkeudella merenpinnasta ja 29 vuoden kuluttua hakkuusta. Muokkaus paransi taimettumista selvästi. Avohakkuualoilla uudistaminen ei ollut onnistunut yhtä hyvin. Nenolan (1984) tutkimuksessa männynntaimien kokonaismäärä inarilaisilla siemenpuualoilla vaihteli 1500–8000 kpl ha⁻¹ ja kehityskelpoisten männynntaimien määrä 800–1500 kpl ha⁻¹. Siemenpuu- ja kaistalehakkuualojen taimettumisessa ei ollut eroa.

Lapin metsälautakunnan alueen yksityismetsissä inventoitiin 1990-luvun puolivälissä 105 1960–

1970- ja 1980-lukujen siemenpuuhakkuualaa (Hyppönen 2002, Hyppönen ym. 2002). Uudistusaloista 20 sijaitsi lämpösunnaltaan alle 700 d.d.:n alueella, mikä vastaa suunnilleen suojametsäaluetta. Näillä uudistusaloilla, joissa siemenpuuhakkuusta oli kulunut keskimäärin 17 vuotta, männynntaimien kokonaismäärä vaihteli 70–3700 kpl ha⁻¹ (taulukko 1). Kehityskelpoisia männynntaimia oli vastaavasti 70–2000 kpl ha⁻¹. Tyhjien koealojen määrä oli keskimäärin 42 %. Uudistusaloista 30 % oli kasvatuskelpoisuudeltaan tyydyttäviä, 50 % välttäviä ja 20 % huonoja eli riittämättömästi taimettuneita. Mitä korkeammalla uudistusala sijaitsi, sitä vähemmän sillä oli taimia. Taimimäärä lisääntyi uudistushakkuusta kuluneen ajan seurauksena, mutta ei merkitsevästi. Sekä Herttuaisen (1981), Nenolan (1984), Hyppösen (2002) että Hyppösen ym. (2002) tutkimuksissa maanmuokkaus paransi uudistamistulosta (ks. myös Suoheimo 1982, Norokorpi 1983).

Luontaisesti syntyneiden männiköiden alkukehitys on Pohjois-Lapissa hidasta (taulukko 1). Esim. Hyppösen (2002) ja Hyppösen ym. (2002) tutkimuksissa laadittujen männyn pituuskehitysmallien mukaan taimikon keskipituus oli 700 d.d.:n lämpösunnan-alueella kolmenkymmenen vuoden kuluttua siemenpuuhakkuusta vain noin 1,4 metriä. Männynntaimet saavuttivat yhden metrin

valtapituusvaiheen noin 17 vuoden iällä ja kolmen metrin valtapituuden 36 vuoden iällä. Kahdenkymmenen vuoden iällä taimikon pituus metsänrajalla oli noin puolet samanikäisen taimikon pituudesta Lapin eteläisimmissä osissa.

Tiivistäen voidaan sanoa, että 1990-luvun puolivälissä tehdyn inventoinnin mukaan männyn luontainen uudistaminen on onnistunut vähintään yhtä hyvin kuin mitä aiemmin alueelta tehdyt tutkimukset osoittavat.

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

Taimien pituuskehitys oli hidasta: muokatuilla avokaistoilla kuusen taimien keskipituus oli eri muokkauksissa 20 vuoden kuluttua 47–66 cm ja koivun taimien 30–34 cm (Mäkitalo 1994). Poron kesälaidunnus tutkimusalueella vaikutti voimakkaasti koivun taimien pituuskehitykseen, 56 % koivuista oli poron riipimiä. Avohakkuukaistaleilla tehdyssä aitauskokeessa oli hieskoivun taimien valtapituus pysynyt suunnilleen samana vuosina 1988–1997 (Mäkitalo ym. 1998). Aidatuilla ruuduilla valtapituus oli vastaavana aikana nelinkertaistunut. Kuusentalvhome (*Lophophacidium hyperboreum* Lagerb.) osoittautui pahimmaksi kuusen taimien kuolleisuuden aiheuttajaksi (tuhoja 62 %:lla taimista) ja sillä oli selvästi myös kuusen pituuskasvua heikentävä vaikutus (Mäkitalo 1994).

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

6.2 Metsänviljely

Utsjoen aluemetsänhoitaja August Renvall perusti kylvämällä vanhimmat suojametsäalueen metsänviljelykokeet vuosina 1911–1915 Näätämojoen Harrisuvannolle (Kalela 1937, Nuorteva 1948, Mikola 1952, 1959, Veijola 1998). Kylvökokeita jatkettiin vuosina 1921–1924 ja 1938–1939. Kylvöjen pinta-ala on yhteensä 183 ha. Pakanajoelle perustettiin männyn kylvökokeita miltei joka vuosi vuosien 1921 ja 1939 välisenä aikana yhteensä 319 ha:n alalle. Myös Pulmankijärvelle tehtiin vuosina 1921–1931 männyn kylvö- ja istutuskokeita. Kokeissa selviteltiin mm. kylvötavan, maanpinnan rikkomisen ja kulotuksen sekä siemenen alkuperän vaikutusta männyn viljelyn onnistumiseen metsänrajaseudulla. Kokeissa oli siemenalkuperiä ainakin Ätsäristä (Ähtäristä) ja eri puolilta Peräpohjolaa kuten Rovaniemeltä, Simosta, Kolarista ja Sodankylästä. Siementen alkuperäksi on viljelyasiakirjoissa mainittu jopa Saksa (Mikola 1959). Myös Utsjokilaaksoon tehtiin useita männyn kylvöjä ja joitakin istutuksiakin 1920–1950-luvuilla (Nuorteva 1948, Veijola 1998).

Vanhimmat suojametsäalueelle perustetut männynviljelyt ovat onnistuneet vaihtelevasti – taimikoiden täydellisestä tuhoutumisesta täystiheisiin taimikoihin (Nuorteva 1948, Mikola 1952, 1959, Veijola 1998). Tosin laajamittaisia epäonnistumisia on havaittu vain vuosina 1914–1938 Koillis-Inarissa sekä Utsjokilaaksossa ja Pulmankijärvellä tehdyissä kylvöissä (Mikola 1959). Nuortevan (1948) mukaan metsänviljelyt metsänrajaseuduilla olivat johtaneet yllättävän hyviin tuloksiin. Varsinkin 1920-luvulla perustetut viljelmät olivat saaneet kehittyä suotuisissa ilmasto-oloissa ja kehittyneet siksi hyvin. Aiempaa sopivimmat siemenalkuperät ja kulotus saattoivat olla syynä viljelyjen onnistumiseen (Mikola 1959). Ylä-Lapin alueella oli 1980-luvun alussa 2350 ha onnistuneita männyn metsänviljelyä, joista 300 ha oli riukumetsiä, 800 ha vakiintuneita taimikoita ja loput vakiintumattomia, kehityskelpoisia taimikoita (Veijola 1998). Inarin Harrisuvannossa onnistuneita viljelyjä oli 210 ha ja Pakanajoella 400 ha. Pohjoisin onnistunut viljelyala (25 ha) sijaitsi Tenon laaksossa Kaavan alueella.

Utsjoella vuosina 1954–1963 viljellyistä, männyn metsänrajan yläpuolisista männyn taimikoista kes-

kimäärin lähes 60 % oli Paasosen (1980) mukaan kehityskelpoisia (taulukko 2). Hyvin tai tyydyttävästi onnistuneita oli noin viidennes. Kylvöt olivat onnistuneet istutuksia paremmin. Pohtilan ja Timosen (1980) koko suojametsäaluetta koskevassa inventoinnissa noin 70 % taimikoista oli kasvatuskelpoisia. Luontaisesti syntyneiden taimien osuus oli 45 % taimien kokonaismäärästä. Selvästi parhaiten olivat onnistuneet 1930–1940-lukujen ja heikoimmin 1960-luvun viljelyt. Utsjokilaaksossa ja Pakanaajoella sijaitsevilla uudistusaloilla kehityskelpoisia taimia oli suunnilleen yhtä paljon kuin Paasosen (1980) tutkimuksessakin.

Pohtilan ja Pohjolan (1983) laajassa metsänviljelytutkimuksessa kolme koekenttää sijaitsi suojametsäalueella. Kymmenen kasvukauden jälkeen männynviljelyruuduissa oli elossa enää alle 30 % taimista (taulukko 2). Heikoin tulos saavutettiin kuusivaltaisella ja paras mäntyvaltaisella kasvupaikalla. Vuoteen 1987 mennessä, jolloin viljelystä oli kulunut 16–18 kasvukautta, männyn taimet olivat suojametsäalueen koeruuduilla kuitenkin lähes täysin tuhoutuneet. Sekä kuusen kylvö- että istutusruuduissa taimia oli 10 kasvukauden jälkeen elossa selvästi enemmän kuin vastaavilla männynruuduilla. Vuonna 1987 kuusen kylvöruuduissa taimia oli kuitenkin enää yhtä vähän kuin männynruuduilla. Kuusen istutusruuduilla tulos oli selvästi parempi.

Vastaavanlainen männyn taimien elossaolon romahdus 1980-luvulla on havaittu myös muissa tutkimuksissa. Suojametsäaluetta vastaavissa ilmasto-oloissa tehdyssä tutkimuksessa taimia oli 6–8 kasvukauden kuluttua viljelystä elossa eri maankäsittelyaloilla maankäsittelytavasta ja viljelymenetelmästä riippuen 20–80 % (Mäkitalo 1983) (taulukko 2). Kymmenen vuotta myöhemmin kaikki taimet olivat tuhoutuneet. Lähes samanlainen tulos saatiin Mäkitalon (1999) mukaan myös toisella suojametsäaluetta vastaavalla koekentällä, jossa taimien alkukehitys oli ollut kohtalaisen hyvä (Pohtila ja Pohjola 1985). Männyn taimien elossaolo väheni 10 vuodessa kuitenkin radikaalisti (Mäkitalo 1999). Seuraavien 7–9 vuoden kuluessa 1990-luvulla tuhoja ei enää esiintynyt (Mäkitalo ja Heiskanen 2001).

Lämpösumma ja maaston korkeus vaikuttavat männyn viljelyn onnistumiseen Lapissa (Pohtila ja Timonen 1980, Pohtila ja Pohjola 1983, Pohtila ja

Valkonen 1985, Valkonen 1992, Mäkitalo ja Heiskanen 2001). Pohtilan ja Timosen (1980) mukaan aurauksen käyttö ja rinteiden kaltevuus vaikuttivat positiivisesti ja maan kivisyys ja maanpinnan kummut ja painanteet negatiivisesti taimikon tiheyteen (ks. Paasonen 1980).

Metsänviljelyn onnistumista heikentäviksi tekijöiksi suojametsäalueella ja sitä lämpösummaltaan vastaavilla alueilla on esitetty muitakin tekijöitä. Näitä ovat liian eteläinen siemenalkuperä (Kalela 1937, Nuorteva 1948, Mikola 1952, 1959, Paasonen 1980, Lähde 1982, Sirén 1995), poikkeuksellisen kylmät ja taimien kannalta epäedulliset ilmastojaksot esim. 1910-, 1960- ja 1980-luvuilla (Mikola 1959, Paasonen 1980, Mäkitalo 1999, Mäkitalo ja Heiskanen 2001), tunturikoivun kilpailu (Sirén 1960, 1995, Mikola 1959), maanmuokkauksen puuttuminen (Mikola 1959), siemenen huono laatu (Mikola 1959), viljelytyön heikko laatu (Mikola 1952, Paasonen 1980) sekä runsaat myyrä- ja sopolivuodet (Hustich 1948).

Pohtilan ja Pohjolan (1983) tutkimuksen koekentillä siemenen alkuperä saattoi olla yksi syy elossaolon romahdukseen 1980-luvulla, sillä männyn siemen oli peräisin pääasiassa Pohjois-Ruotsista (Arvidsjaur) ja kuusen siemen Rovaniemeltä. Sen sijaan Mäkitalon (1983) tutkimuksen koekentällä siemenen alkuperällä ei ollut vaikutusta, sillä pohjoisesta, ankarammista ilmasto-oloista siirretyt alkuperät tuhoutuivat myös täysin.

Yleisimpiä männyn taimia heikentäviä ja tappavia taudinaiheuttajia suojametsäalueella ja sitä vastaavissa oloissa on männyn talvihome (*Phacidium infestans* Karst.) (Kalela 1937, Norokorpi 1971a, 1971b, 1972, 1987, Pohtila ja Pohjola 1983, Mäkitalo 1983, 1999). Sen tuhot ovat pahimmat paikalliseen ilmastoon sopeutumattomissa siemenalkuperissä (Kalela 1937). Jalkasen (1989) mukaan ylälappilainen mänty kestää parhaiten talvihometta, sillä sen oksat ovat elossa alas asti isoissakin taimissa.

Toinen männyn viljelytaimikoissa yleisesti esiintyvä patogeeni on männyn versosurmatuhoja aiheuttava surmakkasieni (*Gremmeniella abietina* Lagerb.) (Kaitera 1997). Se iskeytyy usein männyn talvihomeen heikentämiin taimiin (Norokorpi 1971b, Karlman 1986, Roll-Hansen ym. 1992). Sekä männyn talvihome- että versosurmatuhoja on havaittu esiintyvän epidemioina männyn kasvuille

Taulukko 2. Suojametsäalueella tai sen välittömässä läheisyydessä samankaltaisissa lämpöoloissa tehdyt viljelymänniköiden inventointitutkimukset (1–2), männyn ja kuusen viljelykokeet (3–10) sekä niiden keskeiset tulokset. Samalla numerolla merkityt tutkimukset on tehty samoilla koealoilla.

Tutkimus	Ikä, v	Kehityskelpoisia taimikoita %	Taimien kokonaismäärä kpl ha ⁻¹ tai elossaolo, %	Kehityskelpoisia taimia kpl ha ⁻¹	Keskipituus, m / ikä, v
1. Paasonen 1980	15–25	58		855	2,00/25
2. Pohtila ja Timonen 1980	7–64	72	1771	1001	0,67/10 ^a 1,86/25 ^a 4,40/50 ^a
2. Timonen 1981					
3. Kalela 1937	12 20				0,21–0,37 0,91–1,43
4. Sirén 1960	5		22–56		0,04–0,07
5. Pohtila ja Pohjola 1983	10				
– männyn kylvö			18–30		0,26
– männyn istutus			7–26		0,89
– kuusen kylvö			36–64		0,17
– kuusen istutus			34–79		0,26
5. Mäkitalo 1987 (ei julk.)	16–18				
– männyn kylvö			0–2		0,80
– männyn istutus			1–6		1,70–2,50
– kuusen kylvö			3		0,30–0,60
– kuusen istutus			38		1,00
6. Mäkitalo 1983	6–8				
– männyn kylvö			21–54		0,24
– männyn istutus			60–84		0,27
6. Mäkitalo 1990 (ei julk.)	16–18				
– männyn kylvö			0		–
– männyn istutus			0		–
7. Pohtila ja Pohjola 1985	6				
– männyn kylvö			61		0,22
– männyn istutus			64–71		0,64
7. Mäkitalo 1999	16				
– männyn kylvö			12		1,10
– männyn istutus			21–22		2,41
7. Mäkitalo ja Heiskanen 2001	23–25				
– männyn kylvö			7		2,19
– männyn istutus			21		4,61

^a Laskettu Timosen (1981) mallilla

epäedullisten kylmien ilmastojaksojen yhteydessä (Norokorpi 1971a, 1971b, 1972, 1987, Jalkanen 1989, Kaitera 1997). Jalkasen (1989) mukaan erityisesti lakimaiden viljelytaimikot näyttävät kohtaavan versosurmaepidemian ainakin kerran ennenkuin ne saavuttavat 1–2 metrin pituuden. Männyn luonnontaimissa esiintyy samoja tuhoja kuin viljelytaimissa.

Viljelytaimien pituuskehitys suojametsäalueella on ollut hidasta (Kalela 1937, Mikola 1959, Paasonen 1980, Pohtila ja Timonen 1980) (taulukko 2). Utsjoella ja Pakanaojen viljelytaimien keskipituus oli 25–30 vuoden iässä noin 1,5–2,0 m (Mikola 1959, Paasonen 1980). Pulmankijärvellä taimikoiden pituuskehitys oli vieläkin hitaampaa. Mikolan (1959) mukaan syynä hitaaseen pituuskehitykseen

on voinut olla ankaran ilmaston lisäksi liian tiheä koivupäällysmetsä (ks. myös Sirén 1960).

Suojametsäalueen eteläosassa sijaitsevalla koekentällä männyn kylvötaimien keskipituus oli aurasjäljissä 16–18 kasvukauden kuluttua viljelystä keskimäärin 0,8 m ja istutettujen männyntaimien 1,7–2,5 m (Mäkitalo 1987, ei julkaistu). Kuusen kylvötaimien keskipituus oli Mäkitalon (1987, ei julkaistu) mukaan 0,3–0,6 m ja istutustaimien 0,8–1,0 m. Lehtikuusen paljasjuuristen taimien keskipituus vaihteli 1,4 ja 2,6 metrin välillä.

Viljelytaimien hidas pituuskehitys liittyy taimikoiden tuhoprosessiin, sillä männyn kaksi paha tuhonaiheuttajaa, talvihome ja surmakka, kasvavat hyvin lumenpinnan alla, ja talvihome myös leviää siellä taimesta toiseen (Norokorpi 1971b, Marosy ym. 1989). Näin hidaskasvuiset taimet ovat lumenpinnan alla pitkään alttiina tuhoille.

Tiivistäen voidaan todeta, että luonnontaimien täydentävän vaikutuksen vuoksi uudistamistulos metsänviljelyssä on keskimäärin lähes yhtä hyvä kuin luontaisessa uudistamisessa.

7 Päätelmät

Suojametsäalueen metsien uudistamisen onnistuminen riippuu etenkin alueen ilmaston vaihtelusta, mutta myös ihmisen toiminnasta. Luontainen uudistaminen on viime aikoina onnistunut alueella kohtuullisesti ottaen huomioon alueen erityispiirteet. Luontaiseen uudistamiseen liittyvä maanmuokkaus varmistaa ja parantaa uudistamistulosta. Metsänuudistumista tapahtuu suojametsäalueella huomattavassa määrin myös ilman ihmisen aktiivisia toimenpiteitä. Viljely sopii hyvin yhteen metsien luontaisen uudistamisen kanssa siksi, että luontainen uudistaminen täydentää viljelytulosta, ja että luontainen uudistaminenkin on epävarmaa ja hidasta harvoin toistuvien ja niukkojen siemenvuosien takia. Menetelmät täydentävät toinen toisiaan.

Suuria muutoksia metsänuudistamisen tuloksissa suojametsäalueella ei liene odotettavissa, jollei ilmasto äkillisesti muutu. Kesäajan lämpösumma on viime vuosikymmenen aikana ollut jonkin verran vuosisadan alkupuolta viileämpi, mutta metsänuudistamiselle kuitenkin jokseenkin normaali. Suo-

jametsäalueen havupuutaimikoissa ei ole havaittu samankaltaisia luonnontuhoja kuin tunturimittarin tunturikoivikoissa 1960-luvulla aiheuttamat metsäkuolemat, joten suojametsäalueen taimikot näyttävät sopeutuneen vallitseviin ankariin olosuhteisiin.

Kirjallisuus

- Aaltonen, V.T. 1919. Kangasmaiden luonnollisesta uudistumisesta Lapissa. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 1(1). 319 s.
- Hagner, S. 1962. *Naturlig förnygring under skärm. En analys av förnygringsmetoden, dess möjligheter och begränsningar i mellannorrändskt 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, fröträdval och plantsuppslag i försök med naturlig förnygring. Summary: Yield of seed, choice of seed trees and seedling establishment in experiments with natural regeneration. Studia Forestalia Suecica* 27. 43 s.
- Heikinheimo, O. 1920. Pohjois-Suomen kuusimetsien esiintyminen, laajuus ja puuvarastot. Referat: *Vorkommen, Umfang und Holzvorräte der Fichtenwälder in Nord-Finnland. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 3(2). 170 s.
- 1921. Suomen metsänrajametsät ja niiden vastainen käyttö. Referat: *Die Waldgränzwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 4(3). 91 s.
- 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä I. Referat: *Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume I. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 17(3). 61 s.
- 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä II. Referat: *Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume II. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24(4). 67 s.
- Henttonen, H., Kanninen, M., Nygren, M. & Ojansuu, R. 1986. The maturation of *Pinus sylvestris* seeds in relation to temperature climate in Northern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research* 1: 243–249.
- Herttuainen, E. 1981. Männyn luontainen uudistaminen kulotetulla kankaalla Metsä-Lapissa. *Metsänhoitotieteen laudaturtyö. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos.* 75 s.

- Hokajärvi, T. (toim.). 1997. Metsänhoito-ohjeet. Metsähallituksen metsätalouden julkaisuja 10. Oy Edita Ab, Helsinki. 60 s.
- Hustich, I. 1948. The Scots pine in northernmost Finland and its dependence on the climate of the last decades. *Acta Botanica Fennica* 42: 72 s.
- Hyppönen, M. 2002. Männyn luontainen uudistaminen siemenpuumenetelmällä Lapissa. Summary: Natural regeneration of Scots pine using the seed tree method in Finnish Lapland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 844. 69 s. + liitteet.
- & Hyvönen, J. 2000. Ylispuustoisten mäntytaimikoiden syntyhistoria, rakenne ja alkukehitys Lapin yksityismetsissä. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2000: 589–602.
- , Hyvönen, J. & Valkonen, S. 2002. Männyn luontaisen uudistamisen onnistuminen Lapin yksityismetsissä 1960-, 1970- ja 1980-lukujen siemenpuuhakkuissa. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2002: 559–574.
- , Härkönen, J., Keränen, K., Riissanen, N. & Tikkanen, J. (toim.). 2001. Pohjois-Suomen metsänhoitosuosittukset. Kajaanin kirjapaino Oy. ISBN 951-98731-1-2. 60 s.
- Jalkanen, R. 1989. Lapin metsäpatologiset ongelmat. Abstract: Forest pathological problems in Finnish Lapland. Julkaisussa: Saastamoinen, O. & Varmola, M. (toim.). Lapin metsäkirja. *Acta Lapponica Fenniae* 15: 32–47.
- Juntunen, V., Neuvonen, S., Norokorpi, Y. & Tasanen, T. 2002. Potential for timberline advance in northern Finland, as revealed by monitoring during 1983–1999. *Arctic* 55(4): 348–361.
- Kaitera, J. 1997. Timing of Scots pine branch damage caused by large-tree type of *Gremmeniella abietina* var. *abietina* and the structure of epidemics in northern Finland. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 652. 35 s. + liitteet.
- Kalela, A. 1937. Zur Synthese der experimentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten. Suomenkielinen selostus: Puulajien ilmatorotuja koskevista kokeellisista tutkimuksista. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 24(5). 445 s.
- 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.
- Karlman, M. 1986. Damage to *Pinus contorta* in northern Sweden with special emphasis on pathogens. *Studia Forestalia Suecica* 176. 42 s.
- Kubin, E., Pasanen, J. & Savilampi, P. 1997. Korkeiden alueiden metsien uudistaminen Kainuussa ja Koillismaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 666. 36 s.
- Kullman, L. 1981. Recent tree-limit dynamics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the southern Swedish Scandes. *Wahlenbergia* 8: 1–67.
- 2000. Tree-limit rise and recent warming: a geocological case study from the Swedish Scandes. *Norwegian Journal of Geography* 54: 49–59.
- 2001. 20th century climate warming and tree-limit rise in the southern Scandes of Sweden. *Ambio* 30: 72–80.
- Laitakari, E. 1960. Metsähallinnon vuosisataistaival 1859–1959. Tampereen kirjapaino-osakeyhtiö, Tampere. 447 s.
- Lakari, O. J. 1915. Studier über die Samenjahre und Altersklassenverhältnisse der Kiefernwälder auf dem nordfinnischen Heideböden. *Acta Forestalia Fennica* 5(1). 211 s.
- Laki suojametsistä. 1922. 196/1922.
- Lehto, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuoppuunetelmällä. 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.
- Lähde, E. 1982. Metsänuudistamisen vaihtoehdot Pohjois-Lapissa. Julkaisussa: Pohjois-Lapin metsien uudistaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 77: 24–36.
- Marosy, M., Patton, R.F. & Upper, C.D. 1989. A conducive day concept to explain the effect of low temperature on the development of *Scleroderma* shoot blight. *Phytopathology* 11: 1293–1301.
- Metsälaki. 1996. 1093/1996.
- Mielikäinen, K., Nöjd, P., Pesonen, E. & Timonen, M. 1998. Puun muisti. Kasvun vaihtelu päivästä vuosituhanteen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 703. 71 s.
- Mikola, P. 1952. Havumetsien viimeaikaisesta kehityksestä metsänrajaseudulla. Summary: On the recent development of coniferous forests in the timberline region of northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 40(2). 35 s.
- 1959. Metsänviljelyn mahdollisuuksista pohjoisella metsänrajalla. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 76(11): 374–379.
- Mäkitalo, K. 1983. Koetuloksia männyn viljelyn onnistumisesta eri tavoin käsitellyillä paksusammaltyypin maalla Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 98–110.
- 1987. Kuusen luontaisesta uudistumisesta korkealla paksusammaltyypin maalla. Julkaisussa: Saarenmaa, H. & Poikajärvi, H. (toim.). Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Ajankohtaista tutkimuksesta. Metsän-

- tutkimuspäivät Rovaniemellä 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 32–46.
- 1994. Männyn, kuusen ja koivun luontaisen uudistamisen kokeellisia tutkimuksia Lapissa. Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema. Moniste. 20 s.
 - 1999. Effect of site preparation and reforestation method on survival and height growth of Scots pine. *Scandinavian Journal of Forest Research* 14: 512–525.
 - & Heiskanen, J. 2001. Männynviljelyn onnistuminen ja siihen vaikuttavat tekijät – tuloksia pitkäaikaisesta metsänviljelykokeesta Lapissa. Julkaisussa: Varmola, M. & Tapaninen, S. (toim.). Pohjoisten metsien hoito – 30 vuotta tutkimuspäiviä Rovaniemellä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 803: 71–103.
 - , Penttilä, T. & Räsänen, P. 1998. Poron ja jäniksen vaikutus hieskoivun luontaiseen uudistumiseen tuoreilla kankailla Etelä- ja Keski-Lapissa. Julkaisussa: Hypönen, M., Penttilä, T. & Poikajärvi, H. (toim.). Poron vaikutus metsä- ja tunturiluontoon. Tutkimusseminaari Hetassa 1997. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 678: 109–121.
 - , Sutinen, R., Hyvönen, E., Pulkkinen, E., Pänttjä, M. & Sutinen, M.-L. 1995. Määrääkö maaperä kuusen polaarisen metsänrajan Pohjois-Lapissa? Julkaisussa: Tasanen, T., Varmola, M. & Niemi, M. (toim.). Metsänraja tutkimuksen kohteena. Tutkimuspäivä Ylläksellä 1994. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 539: 35–48.
- Nenola, E. 1984. Männyn siemenpuuhakkuu- ja kaistale-avohakkuualojen uudistuminen Inarissa. Opinnäyte-työ, Rovaniemen metsäopisto. 39 s.
- Norokorpi, Y. 1971a. Männyn viljelytaimistojen tuhoista Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusasetaman tiedonantoja 2: 37–49.
- 1971b. Männyn viljelytaimistojen tuhot Pohjois-Suomessa. *Metsä ja Puu* 4: 23–26.
 - 1972. Pohjoisten männyn viljelytaimistojen tuho-prosessista. *Metsä ja Puu* 4: 13–14.
 - 1983. Männyn luontainen uudistaminen Lapissa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 105: 57–71.
 - 1987. Metsänviljelyn onnistuminen korkeilla mailla. Julkaisussa: Saarenmaa, H. & Poikajärvi, H. (toim.). Korkeiden maiden metsien uudistaminen. Ajankoh-taista tutkimuksesta. Metsäntutkimuspäivät Rova-niemellä 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 17–31.
- Numminen, E. 1982. Pohjois-Lapin metsäpuiden sie-mentuotanto. Julkaisussa: Pohjois-Lapin metsien uudistaminen. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 77: 1–13.
- 1989. Metsäpuiden siemensato ja tuleentuminen Poh-jois-Suomessa. Abstract: Seed crops of forest trees and ripening of seeds in North Finland. Julkaisussa: Saas-tamoinen, O. & Varmola, M. (toim.). Lapin metsäkirja. *Acta Lapponica Fenniae* 15: 87–94.
 - 1995. Seed production of Scots pine close to timber-line in Finland. Julkaisussa: Ritari, A., Saarenmaa, H., Saarela, M. & Poikajärvi, H. (toim.). Northern silviculture and management. Proc. IUFRO Working Party S1.05-12 Symposium, Lapland, Finland, 16–22 Aug. 1987. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 567: 195–200.
- Nuorteva, M. 1948. Metsänviljelyä männyn metsänrajan pohjoispuolella. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 65(1–2): 14–16.
- Oinonen, E., Sarvas, R. & Siren, G. 1960. Lapin suoja-metsien käsittelyohjeet. Moniste. 23 s.
- Ojansuu, R. & Henttonen, H. 1983. Kuukauden keski-lämpötilan, lämpösumman ja sademäärän paikallisten arvojen johtaminen Ilmatieteen laitoksen mittautie-doista. *Silva Fennica* 17: 143–160.
- Paasonen, V. 1980. Utsjoen männyn viljelyt vuosina 1954–1963. *Laudaturtyö*, Helsingin yliopisto, met-sänhoitotieteen laitos. 56 s.
- Pohtila, E. 1980. Climatic fluctuations and forestry in Lapland. *Holarctic Ecology* 3: 91–98.
- & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970–1972 Lappiin pe-rustettujen aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment on ploughed sites established in Finnish Lapland dur-ing 1970–1972. *Silva Fennica* 17(3): 201–217.
 - & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männyn vilje-lyssä Lapissa. Summary: Soil preparation in refores-tation of Scots pine in Lapland. *Silva Fennica* 19(3): 245–270.
 - & Timonen, M. 1980. Suojametsäalueen viljely-taimikot ja niiden varhaiskehitys. Summary: Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 453. 18 s.
 - & Valkonen, S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismet-sissä. 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.
- Renvall, A. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Produktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. *Acta Forestalia Fennica* 1(2). 154 s.
- 1919. Suojametsäkysymyksestä 1–6. *Acta Forestalia Fennica* 11. 654 s.
- Roll-Hansen, F., Roll-Hansen, H. & Skroppa, T. 1992. Gremmeniella abietina, Phacidium infestans, and other

- causes of damage in alpine, young pine plantations in Norway. *European Journal of Forest Pathology* 22: 77–94.
- Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla 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.
- Sirén, G. 1960. Suojametsätutkimuksen nykyvaiheita ja sen tulevia suuntaviivoja. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 77(3): 83–90.
- 1961. Skogsgränställen som indikator för klimatfluktuationerna i norra Fennoskandien under historisk tid. Summary: *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 54(2). 66 s.
- 1995. Reforestation experiments at the pine timberline in northernmost Finland. Julkaisussa: Ritari, A., Saarenmaa, H., Saarela, M. & Poikajärvi, H. (toim.). Northern silviculture and management. Proc. IUFRO Working Party S1.05-12 Symposium, Lapland, Finland, 16–22 Aug. 1987. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 567: 249–260.
- Suoheimo, J. 1982. Männyn luontainen uudistaminen siemen- ja suojuspuumenetelmällä Metsä-Lapissa. *Laudaturtyö*. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 77 s.
- 1998. Ehdotus valtioneuvoston päätökseksi suojametsistä. Maa- ja metsätalousministeriö. Muistio. 6 s.
- Suojametsäkomission mietintö. 1910. *Komiteamietintö* 1910:7. 243 s.
- Tasanen, T. (toim.). 1998. Research and management of the northern timberline region. Proceedings of the Gustaf Sirén symposium in Wilderness Center Inari, September 4.–5.1997. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 766. 135 s.
- & 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.
- Timonen, M. 1981. Suojametsäalueen viljelytaimistot ja niiden varhaiskehitys. Metsänhoitotieteen sivulaudaturtutkielma maatalous- ja metsätieteiden lisensiaatin tutkintoa varten. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 59 s.
- 2001. Ilmaston muutokset kautta aikojen – onko menneisyys Lapin metsien tulevaisuuden peili? Julkaisussa: Varmola, M. & Tapaninen, S. (toim.). Pohjoisten metsien hoito – 30 vuotta tutkimuspäiviä Rovaniemellä. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 803: 9–29.
- Tynys, T. 1998. Vätsärin erämaan metsien kehitys. *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja*. Sarja A No 88. 38 s.
- Valkonen, S. 1992. Metsien uudistaminen korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa. Summary: Forest regeneration at high altitudes in Northern Finland. *Folia Forestalia* 791. 84 s.
- Valtioneuvoston päätös suojametsistä. 1998. 844/1998.
- Varmola, M., Hyppönen, M., Juntunen, V., Lohi, T., Mikkola, K., Mäkitalo, K. & Timonen, M. 2001. Suojametsäalueen metsien uudistuminen. Raportti maa- ja metsätalousministeriölle. 16 s.
- Veijola, P. 1998. Suomen metsänrajametsien käyttö ja suojele. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 692. 171 s.
- Vuosikertomus 2000. *Metsäkeskus Lappi* 2001. 36 s.

81 viitettä