



■ Ville Hallikainen



■ Mikko Hyppönen



■ Risto Jalkanen



■ Kari Mäkitalo

Ville Hallikainen, Mikko Hyppönen, Risto Jalkanen ja Kari Mäkitalo

Metsänviljelyn onnistuminen Lapin yksityismetsissä vuosina 1984–1995

Hallikainen, V., Hyppönen, M., Jalkanen, R. & Mäkitalo, K. 2004. Metsänviljelyn onnistuminen Lapin yksityismetsissä vuosina 1984–1995. Metsätieteen aikakauskirja 1/2004: 3–20.

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, miten metsänviljely ns. Lapin lain varoin oli onnistunut vuosina 1984–1995, mikä merkitys luontaisesti syntyneillä taimilla oli uudistamistulokseen, miten uudistamistulos vaihteli tutkimusalueen eri osissa, miten luonnonolosuhteet vaikuttivat uudistamistulokseen ja erosiko uudistamistulos viljelyketjuittain.

Tutkimusaineisto käsitti 212 Lapissa ja Kuusamossa sijaitsevaa, ositetulla satunnaisotannalla poimittua yksityismetsien viljelyalaa, jotka inventoitiin systemaattista koeala-arviointia käyttäen. Uudistamistulosta arvioitiin taimikon tiheyden ja tyhjien koealojen määrän sekä edellisten perusteella määritetyn taimikon kasvatuskelpoisuuden mukaan.

Metsänviljely oli onnistunut kohtalaisen hyvin. Kehityskelpoisia viljelytaimia oli elossa 1 000–1 500 kpl/ha. Luontaisesti syntyneillä männyn, kuusen ja koivujen taimilla oli huomattava merkitys taimikoiden täydentäjinä. Kehityskelpoisia viljely- ja luonnontaimia oli keskimäärin yli 2 000 kpl/ha kaikilla yleisimmillä viljelyketjuilla. Tyhjien koealojen määrä oli 9–12 %. 92 % taimikoista oli tiheyden ja tilajärjestyksen puolesta hyviä tai tyydyttäviä ja vain 1 % uudelleenviljelyn tarpeessa.

Kehityskelpoisten viljelytaimien määrä väheni taimikon iän lisääntyessä kaikilla viljelymenetelmillä. Maaston korkeus vähensi männyn kylvötaimien määrää, mutta ei istutettujen männyn ja kuusen taimien määrää. Männyn kylvö ei tämän tutkimuksen tulosten perusteella näytä sopivan korkealla sijaitsevien maiden metsänviljelyyn yhtä hyvin kuin kuusen ja männyn istutus. Poron laidunnus vähensi kehityskelpoisten taimien määrää.

Yleisimpien ja vakiintuneimpien viljelyketjujen uudistamistulokset osoittavat, että Lapin lain rahoituksella toteutetussa metsänviljelyssä on löydetty ja otettu käyttöön eri kasvupaikoille soveltuvat viljelymenetelmät. Näillä menetelmillä keskimääräinen uudistamistulos on parantunut huomattavasti aikaisemmasta. Silti metsänviljelyn onnistuminen vaihtelee edelleen runsaasti.

Asiasanat: metsänviljely, Lapin laki, puulaji, maanmuokkaus, kylvö, istutus, viljelyketju, uudistamisen onnistuminen

Yhteystiedot: Metsäntutkimuslaitos, Rovaniemen tutkimusasema, PL 16, 96301 Rovaniemi. Sähköposti ville.hallikainen@metla.fi

Hyväksytty 5.2.2004

I Johdanto

Laajoja yhden tai useamman kunnan alueen käsitettä metsänviljelyn onnistumista selvittäviä inventointitutkimuksia on tehty Pohjois-Suomessa 1970-luvun alusta lähtien. Jo sitä ennen on selvitetty männyn kylvön onnistumista Pohjois-Suomen valtionmailla (Sirén 1952). Metsänviljelyn tulokset olivat näissä tutkimuksissa heikkoja. Esimerkiksi suuri osa 1930-, 1940-, 1950- ja 1960-lukujen kuusenviljelyistä oli epäonnistunut täysin (Norokorpi 1972, Pohtila 1972). Männynviljelytkään eivät olleet onnistuneet kovin hyvin (Solin 1970, Etholén 1972, Oikarinen ja Norokorpi 1986). Männyn viljelytaimista oli 5–20 vuoden kuluttua viljelystä elossa vain 700–900 kpl/ha.

Pääsyyinä metsänviljelyn alkuaikojen huonoihin tuloksiin olivat viljely muokkaamattomaan tai vajaasti muokattuun (kuokkalaikutus), usein paksukunttaiseen, märkään ja kylmään maahan, uudistamistoimenpiteiden puolinaisuus ja epämääräisyys, esim. raivaamattomuus sekä jäte- ja ylispuuston jättäminen uudistusalueelle (Solin 1970, Etholén 1972, Norokorpi 1972, Pohtila 1972, Pohtila ja Timonen 1980, Pohtila ja Valkonen 1985). Mainittujen tekijöiden ohella uudistamistulokseen vaikuttivat sienitaudit, männyllä erityisesti versosurma (*Gremmeniella abietina* (Lagerberg) Morelet), männyntalvihome (*Phacidium infestans* P. Karst.) ja männynversoruoste (*Melampsora pinitorqua* (Braun) Rostr.) sekä kuusella kuusentalvihome (*Lophophacidium hyperboreum* Lagerberg) (Solin 1970, Etholén 1972, Norokorpi 1972, Pohtila ja Timonen 1980, Heikkilä 1981, Pelkonen ym. 1982, Pohtila ja Valkonen 1985, Oikarinen ja Norokorpi 1986). Myös viljelymateriaalin alkupehä, muokkausjäljen umpeenkasvu, heinittyminen ja vesottuminen, hyönteiset ja myyrät, kuivuminen sekä lumi ja rouste heikensivät onnistumista (Solin 1970, Etholén 1972, Norokorpi 1972, Pohtila ja Timonen 1980, Heikkilä 1981, Pelkonen ym. 1982).

Koneellisten maanmuokkausmenetelmien kehittyä ja erityisesti aurauksen tultua käyttöön 1970-luvulla metsänviljelyn tulokset parantuivat selvästi aikaisemmasta, mikä näkyi myös taimien eloonjäämisessä. Elossa olevia viljelytaimia oli nyt selvästi enemmän kuin aikaisemmissa tutkimuksissa, 1 000–1 600 kpl/ha (Pohtila ja Timonen 1980, Pelkonen ym. 1982, Pohtila ja Valkonen 1985, Oikarinen

1991, Saarenmaa 1992, Kaila 1993). Aurauksen uudistamistulosta parantava vaikutus on havaittu myös useissa metsänuudistamiskokeissa. Erityisesti alunperin kuusivaltaisilla aloilla aurauksen vaikutus on parantanut männynviljelyn onnistumista kevyempiin muokkausmenetelmiin verrattuna (Pohtila ja Pohjola 1985, Valtanen 1988, Mäkitalo 1999). Aiemmin mäntyä kasvaneilla mailla muokkausmenetelmien välillä ei ole ollut eroja. Hyvien tulosten vuoksi aurauksesta ja männyn istutuksesta tuli 1980- ja 1990-luvuilla ylivoimaisesti yleisin viljelyketju (Hyppönen ym. 2003). Uudistamistuloksen parantumiseen on vaikuttanut myös paakutaimien yleistymisen (Pohtila ja Valkonen 1985). Paakutaimia käytettäessä tulos on ollut parempi kuin paljasjuurisilla taimilla (Pohtila ja Pohjola 1985, Mäkitalo 1999).

Ensimmäisissä inventoinneissa tulokset olivat suunnilleen yhtä heikkoja niin männyn kylvössä kuin männyn ja kuusen istutuksessa. Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsien vuosina 1965–1975 viljeltyjen uudistusalojen inventoinnissa männyn kylvö osoittautui kuitenkin jonkin verran heikommaksi kuin männyn ja kuusen istutus (Pohtila ja Valkonen 1985, ks. myös Pohtila ja Pohjola 1983). Suomussalmen yksityismetsien männynviljelyissä männyn kylvö taas onnistui istutusta paremmin (Oikarinen 1991). Valtion ja metsäyhtiöiden mailla Lapissa tehdyissä inventoinneissa männyn uudistamistulokseen ei sinänsä vaikuttanut viljelymenetelmä, vaan viljelyssä käytetty maanmuokkausmenetelmä. Auratuilla aloilla männyn kylvö ja istutus onnistuivat yhtä hyvin, mutta kylvö onnistui selvästi huonommin äestetyillä kuin auratuilla aloilla (Kaila 1993). Myös eräissä järjestetyissä kokeissa menetelmien välillä on havaittu eroja. Esim. Pohtilan (1977) ja Pohtilan ja Pohjolan (1983) tutkimuksissa kuusen istutus onnistui männyn kylvöä ja istutusta paremmin (ks. myös Valtanen 1988). Sen sijaan männyn kylvön ja istutuksen välillä ei ollut eroa.

Maaston korkeus ja lämpösumma vaikuttavat useimmissa inventoinneissa uudistamistulokseen (Pohtila 1972, Pohtila ja Timonen 1980, Pohtila ja Valkonen 1985, Oikarinen ja Norokorpi 1986, Oikarinen 1991, Valkonen 1992, Kaila 1993). Korkeuden vaikutus on havaittu myös useissa kokeellisissa tutkimuksissa (Pohtila 1977, Pohtila ja Pohjola 1983, Valtanen 1988).

Metsänviljelyä on tutkittu Lapissa melko runsaasti

viime vuosikymmenien aikana. Tutkimustarvetta on kuitenkin edelleen, koska metsänkäsittely-, metsänviljely- ja maanmuokkausmenetelmät sekä taimilajit ovat kehittyneet ja muuttuneet (Hokajärvi 1997, Hyppönen 2000, Hallikainen 2001, Hyppönen ym. 2001, 2003). Myös metsänomistajien ja metsäammatillaisten koulutustaso on parantunut, ja uudistamistöiden valvonta on nykyisin systemaattisempaa ja tarkempaa kuin ennen (Hallikainen ym. 2002).

Lapin metsiä on hakattu ja uudistettu voimaperäisesti sotien jälkeen. Uudistaminen on kohdistunut määrätietoisesti vajaatuottoisiin metsiin sekä yksityis- että valtionmailla. Siitä huolimatta, että metsätalous on Lapissa kannattamattomampaa kuin etelässä, metsänviljely voimakkaaine maanmuokkauksiin on usein ollut ainoa käytettävissä oleva vaihtoehto erityisesti vajaatuottoisia metsiköitä uudistettaessa. Valtamenetelmänä onkin ollut selväpiirteinen avohakkuu, voimakas maanmuokkaus ja metsänviljely (Hyppönen 2002).

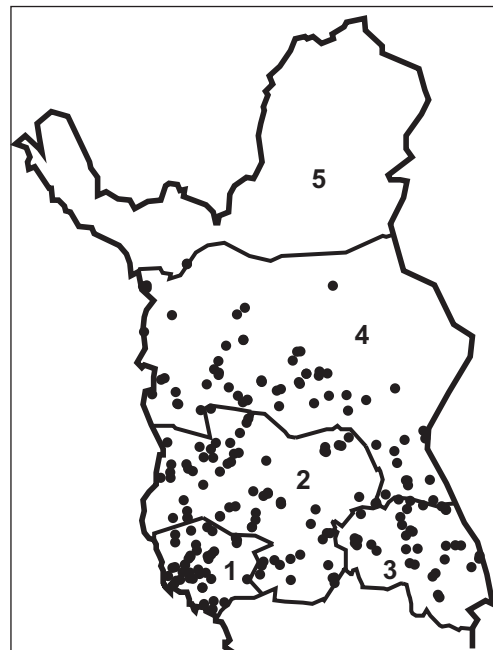
Lapin vajaatuottoisten yksityismetsien uudistamiseksi säädettiin 1980-luvun alussa erillislaki, Laki Lapin vajaatuottoisten metsien kunnostamisesta (Laki... 1982). Laki takasi valtion tuen vajaatuottoisten metsien uudistamiseen Lapin läänissä ja Kuusamon kunnassa. Metsiä uudistettiin Lapin lain varoin 1980- ja 1990-luvuilla yhteensä noin 160 000 ha Lapin läänin ja Kuusamon kunnan alueilla. Valtion varoja työhön käytettiin noin 92 milj. euroa. Vuosien kuluessa on ollut epä tietoisuutta ja erilaisia käsityksiä varojen käytön tarkoituksenmukaisuudesta, investoinnin kannattavuudesta ja myös uudistamisen onnistumisesta. Lapin lain mukaisen metsänviljelyn menetelmiä ja kohteita on selvitetty aiemmin tilastojen ja asiakirjojen valossa (Hyppönen ym. 2003). Sen sijaan metsänuudistamisen onnistumista ei ole tähän asti tutkittu. Tässä tutkimuksessa etsitään vastauksia seuraaviin kysymyksiin:

- 1) Miten uudistaminen on onnistunut?
- 2) Millainen merkitys luontaisesti syntyneillä taimilla on uudistamistulokseen?
- 3) Miten uudistamistulos vaihtelee tutkimusalueen eri osissa?
- 4) Miten luonnonolosuhteet vaikuttavat uudistamistulokseen?
- 5) Eroavatko uudistamistulokset viljelymenetelmittäin ja viljelyketjuittain?

2 Aineisto ja menetelmät

2.1 Otanta ja inventointimenetelmä

Tutkimusaineiston perusjoukkona olivat ns. Lapin lain (1982) mukaisten viljelyhankkeiden metsikkökuviot vuosilta 1984–1995 Lapissa ja Kuusamossa. Em. vuosina toteutettujen noin 20 000 viljelyhankkeen joukosta arvottiin ensimmäisessä vaiheessa 1 000 hanketta, jotka sisälsivät 1 823 kuviota (ks. Hyppönen ym. 2003). Maasto-otokseen arvottiin ositettuna satunnaisotantana kaikkiaan 300 kuviota ottaen huomioon kohteiden ajallinen, alueellinen ja viljelyketjuittainen vaihtelu. Osa uudistusaloista jouduttiin hylkäämään eri syistä (esim. maankäyttömuoto muuttunut), joten otantaan sattuneista 300 uudistusaloista inventoitiin kesän 2001 aikana 265 kpl. Inventoiduista uudistusaloista 212 oli ensikertaisia viljelyitä, jotka ovat tämän tutkimusartikkelin aineistona (kuva 1). Täydennysviljeltyjä uudistusaloja oli yhteensä 53 kpl. Niitä käsitellään eri tutkimusraportissa. Otannan jälkeen todettiin, että



Kuva 1. Inventoitujen uudistusalojen sijainti alueittain. Alueet: 1 = Lapin kolmio, 2 = Etelä-Lappi, 3 = Kuusamo-Posio, 4 = Keski-Lappi ja 5 = Pohjois-Lappi.

Taulukko 1. Analyysissä käytetyt muuttujat. Lyhenteet: V = selitettävä muuttuja (vastemuuttuja), S = selittävä muuttuja, Sa = suhteasteikko, Ja = järjestysasteikko, La = laatueroasteikko.

Muuttuja	Asema	Asteikko	Muuttujan luokitus (luokitetut muuttujat)	Lisätietoja
Kaikkien taimien kokonaismäärä, kpl/ha	V	Sa	-	Kaikki viljely- ja luonnontaimet
Kehityskelpoisten taimien kokonaismäärä, kpl/ha	V	Sa	-	Viljelytaimet ja kehityskelpoiset luonnontaimet
Kehityskelpoisten viljelytaimien määrä, kpl/ha	V	Sa	-	Lapin lailla viljellyt ja mahdolliset aikaisemmin viljellyt taimet
Taimiaineuksen määrä, kpl/ha	V	Sa	-	Alle 10 cm:n pituiset taimet, puulajeittain
Metsikön ikä, v	S	Sa	-	-
Metsikön korkeus merenpinnasta, m	S	Sa	-	-
Yli 10 cm:n koivujen runkoluku, kpl/ha	S	Sa	-	Mitattu erikoiskoaloilta
Humuksen paksuus, cm	S	Sa	-	-
Kivisyys	S	Sa	-	Kivisyysrassin painuma, cm
Heinittyneisyys	S	Ja	Heinien peittävyys 0–25 %; 26–50 %; 51–100 %	Alkuperäisiä luokkia yhdistettiin pienten frekvenssien vuoksi
Vesitalous	S	Ja	Normaali, ei soistuneisuutta; vesi lievä haitta, suokasvien peittävyys < 25 %; vesi näkyvä haitta	-
Vesottuneisuus	S	Ja	Ei haittaa; lievä haitta; voimakas haitta	-
Taimikonperkauksen välitön tarve	S	Ja	On; ei ole	-
Poron laidunnus, % lehtipuun taimista	S	Ja	0–25 %; 26–75 %; 76–100 %	Pääasiassa hies- ja rauduskoivuun kohdistuva
Maalaji	S	La	Sora- ja hiekkamoreeni: hieta- ja hiesu- moreeni; hiekka ja hieta; hiesu ja savi: turve	Alkuperäisiä luokkia yhdistettiin pienten frekvenssien vuoksi
Kasvupaikkatyyppi	S	Ja	Viljava (tuore kangas ja viljavampi); Karu (kuivahko kangas ja karumpi)	Alkuperäisiä luokkia yhdistettiin pienten frekvenssien vuoksi
Muokatun alan osuus	S	Ja	0–50 %; 51–75 %; 76–100 %	Alkuperäisiä luokkia yhdistettiin pienten frekvenssien vuoksi
Uudistamismenetelmä	S	La	Männyn kylvö; männyn istutus; kuusen istutus	-

Taulukko 1 jatkuu.

Muuttuja	Asema	Asteikko	Muuttujan luokitus (luokitettut muuttujat)	Lisätietoja
Viljelyketju	S	La	Äestys, männyn kylvä; äestys, männyn istutus; auraus, männyn kylvä; auraus, männyn istutus; mätästys, männyn istutus; auraus, kuusen istutus; mätästys, kuusen istutus	Laikutusketjut poistettiin havaintojen vähäisen määrän vuoksi
Alue	S	La	Lapin kolmio, Etelä-Lappi, Kuusamo-Posio, Keski-Lappi, Pohjois-Lappi	Pohjois-Lappi poistettiin alueiden välisistä vertailuista havaintojen vähäisen määrän vuoksi
Alue * luokitettu korkeus, m mpy	S	La	Lapin kolmio, alava; Etelä-Lappi, alava; Etelä-Lappi, korkea, Kuusamo-Posio, korkea, Keski-Lappi, alava; Keski-Lappi, korkea	Alava: alle 200 m mpy, korkea: 200 m mpy tai korkeammalla

otos oli pääosin riittävä. Pohjois-Lapissa Lapin lain mukaisia uudistusaloja oli kuitenkin niin vähän, että se jäi aliedustetuksi.

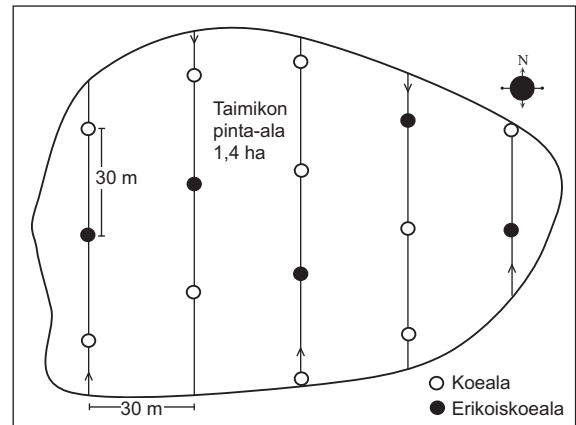
Inventointimenetelmänä käytettiin linjoittaista ympyräkoelaa-arviointia, missä koelalan koko oli 20 m² (säde 2,52 m, Saksa ym. 2002). Tyhjien koelajen suhteellista osuutta määritettäessä koelalan koko oli kuitenkin 10 m² (säde 1,78 m). Koelajen lukumäärä määrytyi kuvion koon mukaan seuraavasti:

Uudistusalan pinta-ala, ha	Koelajen lukumäärä, kpl
0,5–5,0	15
5,1–10,0	20
10,1–	25

Inventointilinjat suunnattiin pääilmansuuntien mukaan kuvioon ja muokkausmenetelmään sopivaksi (kuva 2). Ensimmäinen koelala sijoitettiin puolen koelavälin päähän uudistusalan reunasta. Kolmannes koelajoista oli ns. erikoiskoelaloja, joilta mitattiin enemmän tunnuksia kuin normaalikoelaloilta.

Kuviolta mitattiin tätä tutkimusta varten tietoja kahdella eri tasolla: kuvio- ja koelatasolla. Osa muuttujista mitattiin suhdeasteikolla, osa järjestystai laatueroasteikolla (esimerkiksi kasvupaikkatyyppi, maalaji) (taulukko 1).

Kehityskelpoisen taimen arvioitiin 1) kuntonsa ja laatunsa puolesta selviytyvän ainakin ensiharvennukseen saakka, 2) olevan pituudeltaan vähintään puolet ja enintään puolitoistakertainen koelalan kehityskelpoisten taimien valtapituudesta ja 3) sijait-



Kuva 2. Inventointimenetelmä.

sevan vähintään 80 cm:n etäisyydellä lähimmästä kehityskelpoisesta taimesta. Koelalle hyväksyttiin enintään kymmenen kehityskelpoista tainta (5 000 kpl/ha). Ensisijaisesti kehityskelpoisiksi taimiksi valittiin havupuun taimia, mutta myös siemensyntyiset raudus- ja hieskoivuntaimet hyväksyttiin tarvittaessa soveltamalla yksityismetsien metsänhoitosuosituksia (Hyppönen ym. 2001).

2.2 Aineiston käsittely

Tulokset laskettiin käyttäen kuviokohtaisia muuttujia. Eräistä muuttujista kuten kasvupaikka ja maa-

laji, käytettiin kuvion arvona koealojen mediaaniarvoa. Selitettävänä muuttujina käytetyt taimimäärät olivat koealojen taimimäärien keskiarvoja (taulukko 1). Taimikoiden pituuskehitystä ei tarkastella tässä tutkimuksessa, vaan toisessa yhteydessä.

Maaston korkeutta merenpinnasta käytettiin analyyseissä sekä jatkuvana että luokitettuna muuttujana. Alueesta ja maaston korkeudesta muodostettiin uusi 2-luokkainen muuttuja: alavat ja korkeat maat rajan ollessa 200 m mpy. Perusteena raja-arvolle olivat sekä ilmastolliset että edafiset syyt. Etelä-Lapin alueella tykkyraja sijoittuu noin 200 metrin korkeuteen kohoten tosin pohjoista kohti aina 300 metriin saakka (Solantie 1974). Lisäksi yli 200 metrin korkeudella olevat alueet ovat Etelä-Lapissakin supraakvaattisia (Seppälä 1986).

Tilastollisina analyysimenetelminä käytettiin keskiarvon, sen keskivirheen ja luokitettujen muuttujien frekvenssijakaumien lisäksi ristiintaulukointia ja siihen liittyvien riippuvuuksien tarkastelussa Pearsonin χ^2 -testiä. Keskiarvojen eroja testattiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä ja kovarianssianalyysillä. Yksisuuntaisiin varianssianalyysiin liittyvät luokkien pareittaiset vertailut tehtiin Tukeyn HSD-testillä tai Bonferronin testillä. Parivertailuja tehtiin vain, mikäli luokkien eroja kuvaavan F-testin tulos oli tilastollisesti merkitsevä alle 5 %:n riskitasolla. Mikäli vertailtavien ryhmien varianssit Levenen testillä tarkasteltaessa poikkesivat alle 5 %:n riskitasolla, käytettiin Kruskal-Wallisin yksisuuntaista varianssianalyysiä.

Taimien määriä selitettiin yleisillä lineaarisilla malleilla, joissa selitettävänä muuttujina olivat metsikön ikä, uudistusalan korkeus merenpinnasta ja luonnonoloja kuvaavat muuttujat (taulukko 1). Levenen testiä käyttäen selvitettiin, että luokkamuuttujien ryhmien ja mahdollisten ryhmäkombinaatioiden virhevarienssit olivat riittävän yhtenevät. Mallien sopivuutta aineistoon arvioitiin myös graafisesti. Tarkastelun ulkopuolelle mallin osakuviissa jätetyt jatkuvat muuttujat kiinnitettiin keskiarvoonsa. Mallissa esiintyvien luokitettujen muuttujien luokkien välisiä eroja tarkasteltiin kontrastien ja parivertailujen avulla. Mikäli vertailtavia luokkia oli useita ja testattiin useita hypoteeseja, testien määrä otettiin huomioon korjaamalla p-arvoa Bonferronin korjauksella. Mikäli kahden testattavan luokan virhevarienssit poikkesivat niin paljon, että nollahypoteesin hylkäys ver-

taitavien ryhmien varianssien erisuuruuden vuoksi olisi ollut pelättävissä, käytettiin erillisten varianssien (separate variance) testiä (Wilkinson ja Coward 2002).

Uudistusalojen luonnonoloja ja ominaisuuksia kuvaavien suhde- ja järjestysasteikollisten muuttujien keskinäisiä riippuvuuksia tarkasteltiin muuttujien välisten Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimien avulla. Korrelaatiomatriisin informaatiota tiivistettiin ja selkeytettiin ryhmittelyanalyysin (cluster analysis) avulla.

Kehityskelpoisten taimien lukumäärän ja tyhjien koealojen suhteellisen osuuden perusteella määritettyyn taimikon kasvatuskelpoisuuteen (esim. Pohtila ja Valkonen 1985) vaikuttaneita tekijöitä tarkasteltiin kaksiluokkaisen logistisen regressiomallin avulla. Mallissa tutkittiin, mitkä tekijät selittävät sitä, että taimikkoa ei voida luokitaa hyväksi taimimäärällä ja/tai taimikon aukkoisuudella tarkastellen. Muuttujien merkitsevyyden testauksessa tarkasteltiin loglikelihood-arvon muutosta, kun muuttuja poistettiin mallista. Yksittäisten luokkien eroja vertailuluokkaan tarkasteltiin Waldin testin avulla.

3 Tulokset

3.1 Uudistusalojen ominaisuudet

Uudistusalat sijaitsivat kohtalaisen tasaisesti eri puolilla Lappia ja Kuusamoaa; Pohjois-Lapissa oli kuitenkin ainostaan kaksi metsikköä (kuva 1). Uudistusalat jakautuivat suhteellisen tasaisesti myös eri korkeusvyöhykkeille lukuun ottamatta Etelä-Lappia. Lapin kolmiossa kaikki uudistusalat olivat alle kahdensadan metrin korkeudella. Kuusamo-Posio-alueella ja Pohjois-Lapissa taas kaikki alat olivat yli kahdensadan metrin korkeudella. Näillä alueilla uudistusalat sijaitsivat keskimäärin lähes kolmensadan metrin korkeudella.

Maaston korkeus kuvastui uudistusalojen maalaajijakaumissa (taulukko 2). Lajittuneiden maalajien osuus oli huomattavasti suurempi Lapin kolmion ja Etelä-Lapin muinaisen meren huuhtomilla alavilla alueilla kuin korkeilla alueilla. Moreeni oli uudistusalojen päämaalaji. Karkeat (sora- ja hiekkamoreeni) ja hienot (hieta- ja hiesumoreeni) maalajit vaihtelivat

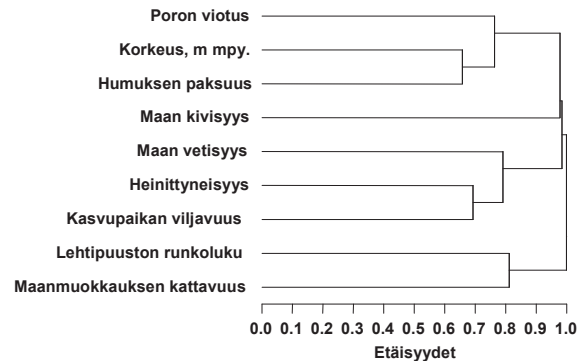
Taulukko 2. Uudistusalojen kasvupaikkatiedot. Lyhenteet: Mi = minimi, Ma = maksimi, Ka = keskiarvo, s = keskiahajonta, n = kappalemäärä, Yht = yhteensä, Lh = lehto, Lhk = lehtomainen kangas, Trk = tuore kangas, Kvk = kuivahko kangas, Kk = kuiva kangas, KMr = karkea moreeni (sora- ja hiekkamoreeni) HMr = hieno moreeni (hietamoreeni ja hienompi), Hk = hiekkka, Ht = hietä, Hs = hiesu. Lapin kolmiossa oli lisäksi 3 vanhaa peltoa.

Alue	Korkeus, m mpy		Korkeus- vyöhyke, m mpy	Läm- pösüm- ma, d.d.	Kasvupaikan viljavuus, % kangas- maan uudistusaloista		Lh, Lhk	Trk	Kvk	Kk	Yht (n)	Kivenniäsmalajien lajittuneisuus ja karkeus, % uudistusaloista, joiden maa on kivenniäis- maata				Yht (n)	Soistuneiden alojen osuus, % uudistus- aloista	
	Mi	Ma			Ka	Lh,						Lhk	Ka	Trk	Kvk			Kk
Lapin kolmio, n = 44	9	179	54	<200 (44)	967 (26)	3	33	61	3	100 (33)	74	10	-	13	3	100 (31)	18	11
Etelä-Lappi, n = 68	72	294	156	<200 (54)	887 (38)	-	35	63	2	100 (48)	48	25	7	7	13	100 (44)	11	12
Kuusamo- Posio, n = 35	235	359	290	≥200 (14)	799 (29)	-	22	71	7	100 (14)	24	50	-	7	-	100 (14)	-	7
Keski-Lappi, n = 63	156	357	219	≥200 (23)	788 (28)	-	43	51	6	100 (35)	20	66	-	14	-	100 (35)	-	3
Pohjois-Lappi, n = 2	235	359	290	≥200 (2)	634 (0)	-	-	100	-	100 (2)	-	-	100	-	-	100 (2)	-	-

huomattavasti alueittain ja korkeusvyöhykkeittäin. Hienojen moreenilajitteiden osuus oli huomattava Etelä- ja Keski-Lapin korkeilla alueilla sekä Kuusamo-Posio-alueella. Hiesun osuus ei ollut millään alueella kovin suuri; maalaji esiintyi vallitsevana 3–13 %:lla eteläisen Lapin ja Keski-Lapin alavien maiden uudistusaloista. Keski-Lapin alavien maiden uudistusaloilla myös hiekka- ja hietamaiden osuus oli huomattava (37 %). Soita ja soistuneita kankaita oli eniten Lapin kolmion sekä Etelä- ja Keski-Lapin alavilla alueilla, viidesosasta kolmasosaan uudistusalojen lukumäärästä.

Uudistusalat olivat valtaosaltaan kuivahkoja kankaita (taulukko 2). Tuoreita kankaita oli eniten Kuusamo-Posio-alueella. Lehtoja ja lehtomaisia kankaita tavattiin vain Lapin kolmion alueella.

Veden vaivaamien uudistusalojen osuus oli Lapin kolmion ja Etelä-Lapin alueella merkittävästi pohjoisia ja itäisiä alueita suurempi ($p=0,039$). Vetsisyys oli merkittävä haitta noin 16 %:lla Lapin kolmion ja noin 9 %:lla Etelä-Lapin uudistusaloista. Lapin kolmion uudistusaloista lähes viidesosalla heinittisyys haittasi viljelyä vastaavan osuuden ollessa



Kuva 3. Eräiden metsikkömuuttujien keskinäinen riippuvuus rakenne ryhmittelyanalyysillä kuvattuna. Pieni etäisyys kuvaa voimakasta riippuvuutta muuttujien välillä.

muilla alueilla noin kymmenesosa tai vähemmän. Maanmuokkauksen peittävyys oli yhtä kattavaa kaikilla alueilla.

Lehtipuuvėsakon runkoluku vaihteli uudistusaloilla nolasta noin 57 000 kappaleeseen hehtaarilla ($p<0,001$). Eniten vesakkoa oli Etelä-Lapin

Taulukko 3. Eri kasvupaikoilla käytettyjen viljelyketjujen osuudet kasvupaikoittain. Luvut suluihin tarkoittavat riviprosentteja, suluissa kappalemääriä.

Kasvupaikka/ viljelyketju	Äestys, männyn kylvö	Äestys, männyn istutus	Auraus, männyn kylvö	Auraus, männyn istutus	Auraus, kuusen istutus	Mätästys, männyn istutus	Mätästys, kuusen istutus	Muut ketjut	Yhteensä
Lehto tai lehtomainen kangas					100 (1)				100 (1)
Tuore kangas	3,3 (2)	3,3 (2)	15,0 (9)	18,3 (11)	25,0 (15)	8,3 (5)	23,3 (14)	3,3 (2)	100 (60)
Kuivahko kangas	15,8 (19)	18,3 (22)	11,7 (14)	24,2 (29)	6,7 (8)	11,7 (14)	2,5 (3)	9,2 (11)	100 (120)
Kuiva kangas	50,0 (5)	10,0 (1)	10,0 (1)	20,0 (2)				10,0 (1)	100 (10)
Korpi		8,3 (1)				16,7 (2)	75,0 (9)		100 (12)
Räme				16,7 (1)	16,7 (1)	50,0 (3)	16,7 (1)		100 (6)
Peltomaa							66,7 (2)	33,3 (1)	100 (3)
Yhteensä		13,2 (27)	12,2 (25)	11,7 (24)	21,0 (43)	12,2 (25)	11,7 (24)	14,1 (29)	100 (205)

alueella (noin 19000 kpl/ha), korkeilla ja alavilla mailla suunnilleen yhtä paljon, ja vähiten Keski-Lapin korkeilla alueilla (10000 kpl/ha). Lapin kolmion alueella vesakkoa oli suunnilleen yhtä paljon kuin Kuusamon-Posion korkeilla vaaroilla (16000 kpl/ha). Korkeusasema ei vaikuttanut vesakon määrään, mutta pohjoisuus vähensi sitä. Koivun osuus vesakon määrästä oli noin 80 %.

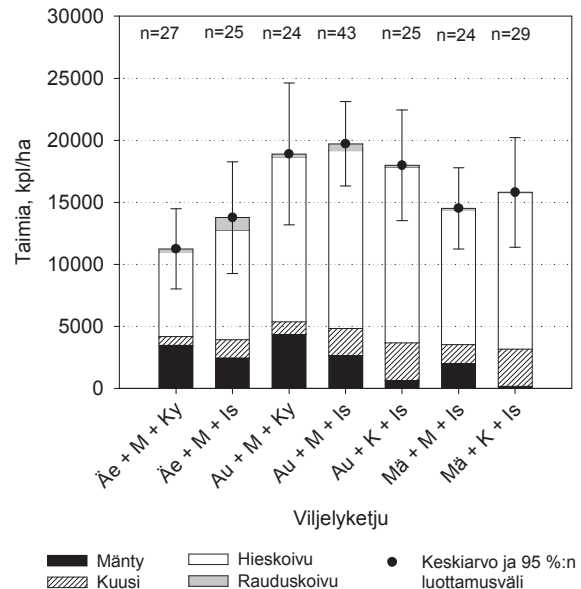
Kivennäismaataimikoiden humuksen paksuus ja poron lehtipuihin kohdistuvan laiduntamisen voimakkuus liittyivät maaston korkeuden lisääntymiseen (kuva 3). Uudistusalan vetisyys ja heinittyneisyys lisääntyvät kasvupaikan ravinteisuuden parantuessa. Lisäksi maanmuokkauksen kattavuuden kasvu lisäsi myös vesakon määrää. Korrelaatiokertoimien arvot olivat kuitenkin melko pieniä, enintään noin 0,340 (n=187). Maaperän kivisyys korreloi heikosti kaikkien muuttujien kanssa.

Maanmuokkausmenetelmistä aurausta oli käytetty lähes kaikilla kivennäismaan kasvupaikkatyypeillä (taulukko 3). Soilla, joita otoksessa oli vähän, mätästys oli hieman aurausta suositumpi maanmuokausmenetelmä. Merkille pantavaa oli mätästyksen ja kuusen istutuksen ulottaminen kuivahkoille kankaille.

3.2 Taimien kokonaismäärä

Kaikilla yleisimmillä viljelyketjuilla männyn, kuusen ja koivun taimien kokonaismäärä oli keskimäärin yli 10000 kpl/ha. Seitsemän yleisimmän ketjun väliset erot olivat tilastollisesti merkitsevät (p=0,028) (kuva 4). Pareittaisissa vertailuissa ainoastaan äestetyt männynkylvöalat poikkesivat merkitsevästi auratuista männynistutusaloista (p=0,032), joilla oli männyn, kuusen ja koivujen taimia lähes kaksi kertaa enemmän kuin ensin mainituilla. Auratuilla uudistusaloilla em. puulajien taimien kokonaistaimimäärä oli hieman suurempi kuin muilla muokatuilla aloilla.

Männyntaimia oli merkitsevästi eniten auratuilla männynkylvöaloilla (p<0,001), joilla niitä oli merkitsevästi enemmän kuin auratuilla (p=0,025) tai mätästetyillä istutusaloilla (p=0,002) (kuva 4). Kuusi uudistui melko hyvin luontaisesti männyn istutus- ja kylvöaloille. Auratuille männynistutusaloille oli syntynyt noin kaksi kertaa enemmän kuusentaimia



Kuva 4. Taimien kokonaismäärä viljelyketjuittain ja puulajeittain. Viljelyketjut: maanmuokkaus (Äe = äestys, Au = auraus, Mä = mätästys), puulaji (M = mänty, K = kuusi) ja uudistamismenetelmä (Is = istutus, Ky = kylvö).

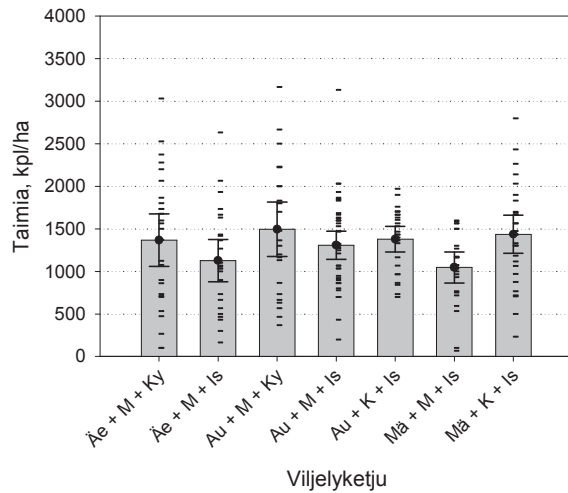
kuin auratuille männynkylvöaloille (p=0,023). Sitä vastoin viimeksi mainitut alat eivät eronneet merkitsevästi mätästetyistä männynistutusaloista. Havupuun taimien määrät eivät poikenneet merkitsevästi eri ketjujen välillä.

Rauduskoivun taimia oli syntynyt hieskoivun taimiin verrattuna niukasti (kuva 4). Viljelyketjut erosivat merkitsevästi toisistaan (p=0,026). Rauduskoivua oli syntynyt enemmän männyn- kuin kuusenviljelyaloille (p=0,011). Hieskoivun taimimäärä oli puulajeista suurin ja vaihteli paljon ketjuittain (p=0,015). Aurausketjuissa hieskoivun taimia oli eniten (15000 kpl/ha) ja äestysketjuissa vähiten (kuva 4). Viljelyketjuittaiset erot taimimäärissä aiheutuivatkin ennen muuta eroista hieskoivun taimien määrissä.

3.3 Kehityskelpoisten taimien määrä

3.3.1 Kehityskelpoisten viljelytaimien määrä

Kehityskelpoisia viljelytaimia oli keskimäärin noin

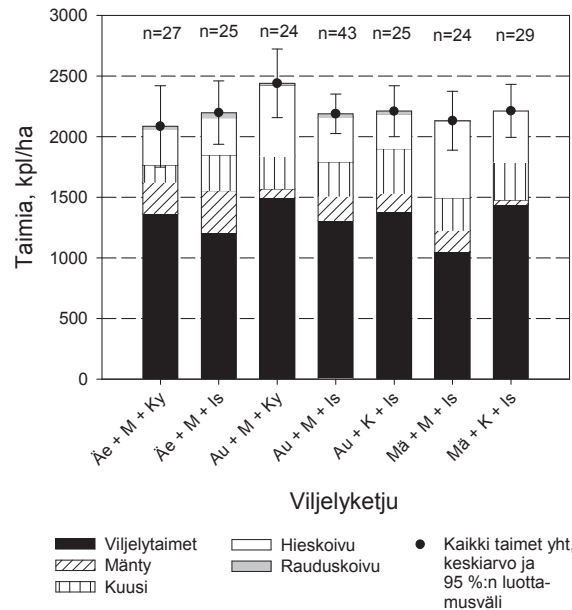


Kuva 5. Kehityskelpoisten viljelytaimien määrä viljelyketjuittain. Lyhyet viivat (-) kuvaavat yksittäisten uudistusalojen taimimääriä. Viljelyketjut: ks. kuva 4.

1 300 kpl/ha. Niitä oli männyn kylvöaloilla keskimäärin 1 400–1 500 kpl/ha, männyn istutusaloilla 1 000–1 300 kpl/ha ja kuusen istutusaloilla 1 400 kpl/ha. Erot viljelymenetelmien välillä eivät olleet kuitenkaan tilastollisesti merkitseviä ($p=0,053$). Taimimäärät vaihtelivat viljelyketjuittain huomattavasti, ja toisilla ketjuilla vaihtelu oli selvästi suurempaa kuin toisilla (kuva 5). Vaihtelu oli erityisen suurta männyn kylvöaloilla ja mätätetyillä kuusen istutusaloilla.

3.3.2 Luontaisesti syntyneet taimet viljelytaimikoiden täydentäjinä

Luonnontaimet lisäsivät kehityskelpoisten taimien määrää 700–1 600 taimella hehtaaria kohden niin, että kehityskelpoisten taimien kokonaismäärä oli keskimäärin vähintään 2 100 kpl/ha kaikilla viljelyketjuilla (kuva 6). Kehityskelpoisten luonnontaimien osuus kaikista kehityskelpoisista taimista vaihteli 0–98 %:n välillä. Keskimäärin luonnontaimien osuus kaikista kehityskelpoisista taimista oli noin 40 %. Taimikoissa, joissa kehityskelpoisia viljelytaimia oli alle 500 kpl/ha, kehityskelpoisia luonnontaimia oli keskimäärin noin 1 500 kpl/ha. Vastaavasti

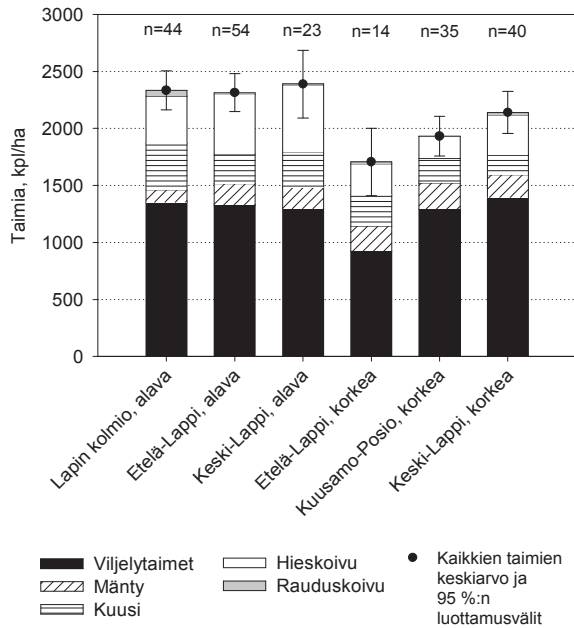


Kuva 6. Kehityskelpoisten taimien määrä viljelyketjuittain ja puulajeittain. Luottamusvälit (95 %) laskettu taimimäärän keskiarvolle. Viljelyketjut: ks. kuva 4.

taimikoissa, joissa kehityskelpoisia viljelytaimia oli vähintään 2 000 kpl/ha, kehityskelpoisia luonnontaimia oli keskimäärin noin 500 kpl/ha. Kehityskelpoisten viljely- ja luonnontaimien (mänty, kuusi, koivut) kokonaismäärä ei poikennut merkitsevästi kylvö- ja istutusalojen välillä. Sen sijaan ero viljelyketjujen välillä oli merkitsevä ($p=0,046$). Luonnontaisesti syntyneitä kehityskelpoisia kuusen taimia oli hieman enemmän kuin männyn, joten kuuset olivat vähintään yhtä merkittäviä taimikon täydentäjiä kuin männyn taimet myös männyn istutus- ja kylvöaloilla. Hieskoivun taimet olivat kuitenkin kaikkein merkittävimpiä viljelytaimikoiden täydentäjiä.

3.3.3 Alueen ja maaston korkeuden vaikutus kehityskelpoisten taimien määrään

Kehityskelpoisten viljelytaimien määrien keskiarvot eivät poikenneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi eri alueiden välillä, mutta kehityskelpoisten taimien yhteismäärät poikkesivat ($p=0,028$). Lapin



Kuva 7. Kehityskelpoisten taimien määrä alueittain, korkeusvyöhykkeittäin ja puulajeittain. Luottamusvälit: ks. kuva 6.

kolmion uudistusaloilla kehityskelpoisia taimia oli keskimäärin 2 333 kpl/ha ja Kuusamon-Posion uudistusaloilla 1 933 kpl/ha ($p=0,021$). Muut alueet eivät poikenneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Korkeuden vaikutus samankin alueen uudistusalojen taimimääriin oli selvä (kuva 7), ja erot eri alueilla ja korkeudella sijaitsevien uudistusalojen välillä

olivat tilastollisesti merkitseviä ($p<0,001$). Etelä-Lapin korkeilla mailla (yli 200 m) oli vähiten kehityskelpoisia taimia. Etelä-Lapin ja Kuusamon-Posion korkeilla mailla kehityskelpoisten taimien kokonaismäärä poikkesi merkitsevästi kaikkien alueiden alavien maiden viljelyalojen taimimäärästä (taulukko 4). Sitä vastoin Keski-Lapin korkeiden alueiden uudistusaloilla taimia oli yhtä paljon kuin kaikkien alueiden alavien maiden taimikoissa.

Kehityskelpoiset hieskoivun taimet olivat alavien maiden uudistusaloilla suhteellisten osuuksien perusteella hieman havupuiden taimia tärkeämpiä viljelytaimikoiden täydentäjiä. Korkeilla mailla hieskoivun taimia oli keskimäärin 270 kpl/ha, alavilla mailla 490 kpl/ha ($p<0,001$). Kehityskelpoisia, luontaisesti syntyneitä männyntaimia oli korkeilla alueilla keskimäärin 210 kpl/ha ja alavilla 160 kpl/ha. Ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Alavien maiden uudistusaloilla kehityskelpoisia luontaisesti syntyneitä kuusentaimia oli 320 kpl/ha ja korkeiden maiden uudistusaloilla 210 kpl/ha. Ero on suuntaa antava ($p=0,070$). Hieskoivun taimien ja varauksin myös luontaisten kuusentaimien suhteellinen merkitys viljelytaimikoiden täydentäjänä on suurin alavilla mailla, männyn taimien sitä vastoin korkeilla alueilla.

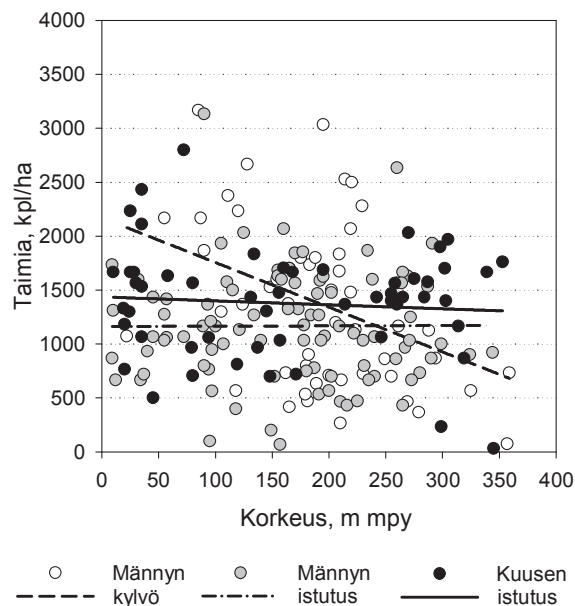
Kehityskelpoisten männyn ja kuusen istutustaimien määrä säilyi lineaarisen mallin mukaan ennallaan korkeuden lisääntyessä (kuva 8). Sitä vastoin kehityskelpoisten männyn kylvötaimien määrä väheni voimakkaasti maaston korkeuden lisääntyessä. Viljelymenetelmän ja maaston korkeuden yhdysvaikutus oli erittäin merkitsevä ($p=0,004$) (taulukko 5).

Taulukko 4. Tukeyn HSD-testin merkitsevyydet testattaessa kaikkien kehityskelpoisten taimien määriä eri alueiden ja eri korkeusvyöhykkeiden uudistusaloilla. Korkeusvyöhykkeet: alava = metsiköt alle 200 m mpy ja korkea = 200 m mpy tai korkeammalla sijaitsevat uudistusalat. Taulukossa * = ero merkitsevä alle 5 %:n riskitasolla, ** = ero merkitsevä alle 1 %:n riskitasolla.

Alue, korkeusvyöhyke	Lapin kolmio, alava	Etelä-Lappi, alava	Keski-Lappi, alava	Etelä-Lappi, korkea	Kuusamo-Posio, korkea	Keski-Lappi, korkea
Lapin kolmio, alava	1,000	-	-	-	-	-
Etelä-Lappi, alava	1,000	1,000	-	-	-	-
Keski-Lappi, alava	0,999	0,995	1,000	-	-	-
Etelä-Lappi, korkea	0,007**	0,008**	0,008**	1,000	-	-
Kuusamo-Posio, korkea	0,031*	0,033*	0,043*	0,882	1,000	-
Keski-Lappi, korkea	0,649	0,707	0,571	0,160	0,636	1,000

Taulukko 5. Metsikön iän, maaston korkeuden ja viljelymenetelmän vaikutusta kehityskelpoisten viljelytaimien runkolukuun kuvaavan lineaarisen mallin F-testien tulokset. Lyhenteet: df = vapausasteet, F = F-testisuureen arvo ja p = testisuureen arvon merkitsevyys. Taimikon runkoluku on selitettävänä muuttujana. Mallin selitysaste on 15,5 %.

Mallin termi	df	Keskineliö	F	p
Vakio	1	$4,76 \cdot 10^8$	153,2	0,000
Viljelymenetelmä	2	$2,26 \cdot 10^6$	7,2	0,001
Metsikön ikä	1	$2,89 \cdot 10^6$	9,3	0,003
Viljelymenetelmä * Maaston korkeus	3	$1,43 \cdot 10^6$	4,6	0,004
Virhe	189	$3,11 \cdot 10^5$	-	-



Kuva 8. Maaston korkeuden ja uudistamismenetelmän vaikutus kehityskelpoisten viljelytaimien määrään.

3.3.4 Muut uudistamistulokseen vaikuttavat tekijät

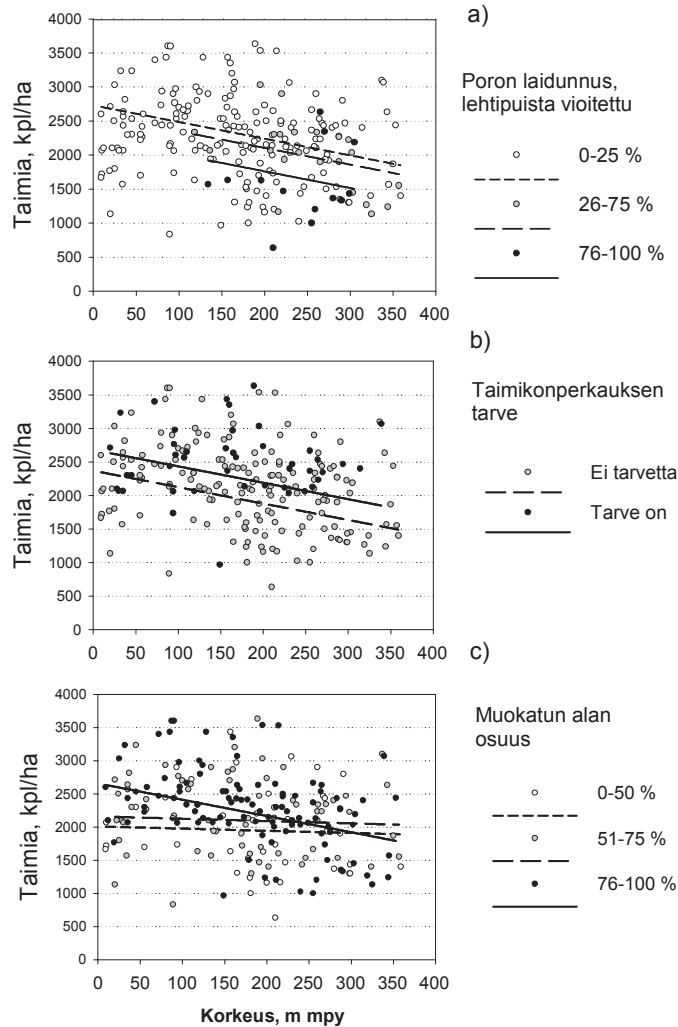
Poron lehtipuihin kohdistunut laidunnus vähensi kehityskelpoisten taimien kokonaismäärää (kuva 9a). Poron vioittaessa voimakkaasti lehtipuun taimia, taimikkoa täydentävää luontaista lehtipuutaimipotentiaalia menetettiin merkittävästi, ja kehityskelpoisten taimien määrä jäi noin 500 kpl/ha pienemmäksi kuin niillä uudistusaloilla, joilla poro oli vioittanut enintään neljäsosaa lehtipuiden taimista. Ero oli ti-

Taulukko 6. Muokatun alan osuuden, poron koivuihin kohdistuvan laidunnuksen voimakkuuden, taimikon perkaustarpeen ja maaston korkeuden vaikutusta kehityskelpoisten taimien kokonaismäärään kuvaavan lineaarisen mallin F-testien tulokset. Lyhenteet: df = vapausasteet, F = F-testisuureen arvo ja p = merkitsevyys. Selitettävänä muuttujana on kehityskelpoisten taimien määrä, kpl/ha. Mallin selitysaste on 21,9 %.

Mallin termi	df	Keskineliö	F	p
Vakio	1	$9,68 \cdot 10^7$	322,1	0,000
Muokatun alan osuus, % uudistusalan pinta-alasta	2	$1,61 \cdot 10^6$	5,3	0,005
Poron laidunnuksen voimakkuus, vioitettu % lehtipuista	2	$1,33 \cdot 10^6$	4,4	0,013
Taimikonperkauksen tarve	1	$3,22 \cdot 10^6$	10,7	0,001
Maaston korkeus, m mpy	1	$1,41 \cdot 10^6$	4,7	0,031
Muokatun alan osuus * maaston korkeus	2	$9,27 \cdot 10^5$	3,1	0,048
Virhe	203	$3,00 \cdot 10^5$	-	-

lastollisesti merkitsevä ($p=0,036$) (taulukko 6).

Taimikoissa, joissa oli perkaustarvetta, yli 10 cm:n pituisia lehtipuita oli keskimäärin 22 000 kpl/ha. Uudistusaloilla, joilla ei ollut perkaustarvetta, lehtipuita oli keskimäärin 13 500 kpl/ha. Lehtipuut olivat pitempiä niillä aloilla, joilla oli perkaustarvetta. Tällaisilla uudistusaloilla lehtipuuston keskipituus oli 116 cm, muilla 72 cm. Niillä uudistusaloilla, joissa oli perkaustarvetta, kehityskelpoisten taimien kokonaismäärä oli noin 300 kpl/ha suurempi kuin niillä, joissa ei ollut perkaustarvetta (kuva 9b). Perkaustarve ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi kehityskelpoisten männyn ja kuusen viljelytaimien määriin kovarianssianalysissä, missä taimikon ikä oli ko-



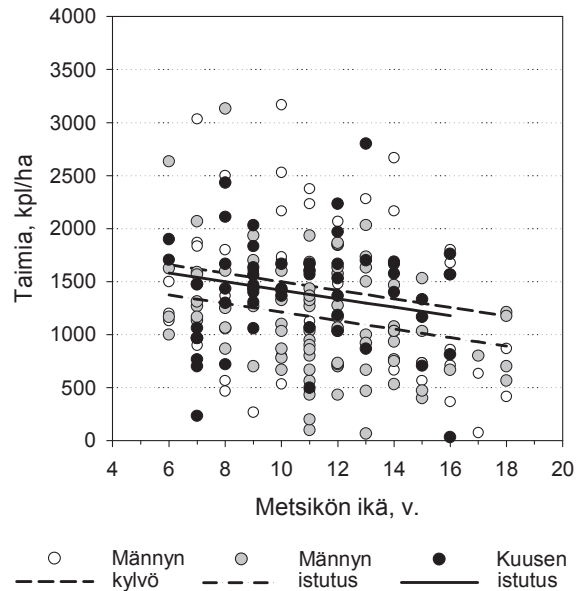
Kuva 9. Maaston korkeuden sekä a) poron laidunnuksen, b) taimikon perkauksen ja c) muokatun alan osuuden vaikutus kehityskelpoisten taimien määrään.

variaattina. Kuitenkin männyn taimia oli noin 200 kpl/ha enemmän taimikoissa, joissa perkaustarvetta ei ollut.

Jos muokatun alan osuus oli 76–100 % uudistusalan pinta-alasta, kehityskelpoisten taimien kokonaismäärä oli merkittävästi suurempi kuin tapauksissa, joissa maasta oli muokattu enintään kolme neljäsosaa edellyttäen, että uudistusalat sijaitsivat alavilla mailla, enintään noin 100 m mpy (kuva 9c). Mikäli uudistusalat sijaitsivat korkeilla mailla, maan-

muokkauksen peittävyys lisääntyminen ei vaikuttanut merkittävästi kehityskelpoisten taimien määrään. Maaston korkeuden ja muokatun alan osuuden yhdysvaikutus oli merkittävä (taulukko 6).

Taimikon ikä ei vaikuttanut kehityskelpoisten taimien kokonaismäärään. Sitä vastoin kehityskelpoisten viljelytaimien määrä väheni merkittävästi viljelystä kuluneen ajan lisääntyessä, keskimäärin noin 500 kpl/ha kahdenkymmenen ensimmäisen vuoden aikana (kuva 10). Iän vaikutus taimien vähenemi-



Kuva 10. Metsikön iän ja uudistamismenetelmän vaikutus kehityskelpoisten viljelytaimien määrään.

seen oli yhtä suuri eri menetelmillä, vaikka eri menetelmillä viljeltyjen uudistusalojen taimimäärissä olikin tilastollisesti merkitseviä tasoeroja (taulukko 5).

3.4 Taimiaineksen määrä

Taimiaines kuvaa uudistusalojen taimettumisherkyyttä. Osa taimiaineksesta on ns. vaihtuvaa taimiainesta, josta osa kuolee. Havupuun taimiaineksen määrä oli keskimäärin 1 440 kpl/ha. Kaikkien tarkasteltujen puulajien taimiainesta oli keskimäärin noin 3 000 kpl/ha. Niiden määrät poikkesivat merkitsevästi viljelyketjuittain ($p=0,001$). Äestetyillä männyn- ja mätästetyillä kuusenistutusaloilla taimiainesta oli vain noin 500 kpl/ha. Eniten taimiainesta oli auratuilla männynistutusaloilla, keskimäärin noin 6 000 kpl/ha. Muilla kuin mainituilla uudistusaloilla taimiainesta oli 2 000–4 000 kpl/ha. Erot taimiaineksen määrässä olivat merkitsevät myös eri alueiden välillä ($p=0,008$). Kuusamo-Posio-alueella taimiainesta oli kaikkein vähiten, keskimäärin noin 900 kpl/ha, Lapin kolmion alueella noin 2 000 kpl/ha ja

Keski-Lapin alueella 2 500 kpl/ha. Selvästi eniten taimiainesta oli Etelä-Lapin alueella, noin 5 500 kpl/ha. Tulokset olivat saman suuntaiset tarkasteltaessa pelkästään havupuun taimiaineksen määriä, mutta erot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Kivennäismailla kasvupaikan karuus ei vaikuttanut merkitsevästi kaikkien puulajien taimiaineksen kokonaismäärään. Havupuun taimiainesta oli kuivahkoilla ja sitä karummilla kankailla noin 800 kpl/ha enemmän kuin tuoreilla ja sitä viljavammilla kankailla ($p=0,035$). Sekä havupuiden taimiaineksen määrä ($p=0,009$) että kaikkien puulajien taimiaineksen kokonaismäärä ($p<0,001$) oli selvästi suurempi kangasmailla kuin soilla. Havupuiden taimiainesta oli kivennäismaan uudistusaloilla yhteensä noin 1 600 kpl/ha ja soilla noin 250 kpl/ha. Havupuun ja koivun taimiainesta oli kivennäismaan uudistusaloilla yhteensä noin 3 360 kpl/ha ja soiden uudistusaloilla 370 kpl/ha.

3.5 Taimikoiden kasvatuskelpoisuus

Tyhjiä koealoja eli koealoja, joissa ei ollut yhtään kehityskelpoista tainta, oli keskimäärin 10,5 %. Maksimimissaan tyhjiä koealoja oli uudistusaloilla 73 %. Eri alueiden välillä ei ollut merkitseviä eroja, ja tyhjien koealojen osuus oli 9,0–11,9 %. Tyhjien koealojen määrä ei eronnut merkitsevästi myöskään viljelyketjuittain.

Uudistusalat jakautuivat kehityskelpoisten taimien ja tyhjien koealojen määrien perusteella kasvatuskelpoisuusluokkiin seuraavasti:

Kasvatuskelpoisuusluokka	Taimikoita	
	kpl	%
Hyvä	132	62
Tyydyttävä	63	30
Välttävä	15	7
Huono	2	1
Yhteensä	212	100

Logistisen regressioanalyysin perusteella taimikoiden kasvatuskelpoisuutta selittäviä muuttujia olivat muokatun alan osuus, taimikonperkauksen tarve ja maaston korkeus (taulukko 7). Muuttujat olivat muuten samat kuin kehityskelpoisten taimien määrän mallissa, mutta poron laidunnuksen voimakkuutta

Taulukko 7. Muokatun alan osuuden, taimikon perkaustarpeen ja maaston korkeuden vaikutusta taimikon kasvatuskelpoisuuteen selittävä logistinen regressiomalli. Taimikon kehityskelpoisuus on arvioitu luokissa hyvä (referenssiluokka) ja tyydyttävä tai huonompi (vasteluokka). Mallin sopivuus aineistoon: McFadden Rho-neliö = 0,102, Hosmer-Lemeshowin khii-testin $p=0,266$, spesifisyys 69 %, sensitiivisyys 71 %, ROC-kuvaaajan alle jäävä pinta-ala 73 %. Luokitettujen muuttujien vertailuluokat: Perkaustarve todettu, Muokatun alan osuus 76–100 %. Lyhenteet: df = vapausasteet, p = todennäköisyys.

Muuttuja, parametri	Estimaatin arvo (B)	Riskisuhde (exp(B))			Wald-testin p	-2*Log-likelihood-muutos		
		Arvo	95 %:n alaraja	95 %:n yläraja		Testisuure	df	p
Vakio	-2,966	-	-	-	0,000	-	-	-
Perkaustarve	-	-	-	-	-	10,247	1	0,001
- Ei tarvetta	1,324	3,758	1,550	9,110	0,003	-	-	-
Muokatun alan osuus	-	-	-	-	-	8,132	2	0,017
- 0–50 %	1,008	2,740	1,234	6,084	0,013	-	-	-
- 51–75 %	0,740	2,097	1,063	4,137	0,033	-	-	-
Maaston korkeus	0,005	1,005	1,002	1,009	0,004	8,843	1	0,003

kuvaava muuttuja jäi niukasti pois mallista. Mallin mukaan maaston korkeus, muokatun alan osuus ja lehtipuuston määrä vaikuttivat uudistusalan tiheyteen/aukkoisuuteen. Riski hyvää taimikkoa huonompilaatukseen taimikkoon lisääntyi 3,8-kertaiseksi, mikäli taimikossa ei ollut perkaustarvetta verrattuna siihen, että perkaustarve todettiin. Vastaavasti, jos maanmuokkauksen peittävyys oli enintään 50 %, riski hyvää taimikkoa huonompaan taimikkoon lisääntyi 2,7-kertaiseksi verrattuna uudistusaloihin, joissa maanmuokkauksen peittävyys oli yli 75 %. Myös maaston korkeuden nousu lisäsi todennäköisyyttä, että taimikon kasvatuskelpoisuusluokka oli tyydyttävä tai huonompi hyvän sijasta. Kertoimesta lasketun riskisuhteen arvo on hyvin pieni, vain 1,005. Arvo on laskettu yhden metrin lisäykselle maaston korkeudessa. Sadan metrin korkeuden lisäys merkitsee sitä, että tyydyttävän tai sitä huonomman taimikon todennäköisyys kasvaa noin 1,7-kertaiseksi. Mallin kyky luokitaa oikein tarkasteltavan aineiston tapaukset on tyydyttävä, noin 70 %. Mallin selitysaste on tyydyttävä tai huonompi.

4 Tarkastelu

Metsänviljely Lapin yksityismetsissä vuosina 1984–1995 oli onnistunut kohtalaisen hyvin verrattuna aikaisempiin eri omistajaryhmien mailla Pohjois-Suo-

messa tehtyihin inventointitutkimuksiin (esim. Pohtila ja Valkonen 1985, Oikarinen ja Norokorpi 1986, Kaila 1993). Kaikilla yleisimmillä viljelyketjuilla oli päästy keskimäärin hyvään tulokseen, olihan kehityskelpoisten taimien kokonaismäärä keskimäärin yli 2000 kpl/ha. Myös kehityskelpoisia viljelytaimia oli keskimäärin enemmän kuin useimmissa aikaisemmissa tutkimuksissa on todettu. Syitä hyviin tuloksiin lienee monia. Eräänä keskeisenä syynä voitaneen pitää sitä, että metsänviljely oli 1980-luvulla jo vakiintunutta metsänhoitoa esim. 1960-lukuun verrattuna (Pohtila ja Valkonen 1985). Myös selkeiden uudistamisratkaisujen teko, viljelytiheyden nosto 1980-luvun alussa, koneellisten maanmuokkausmenetelmien kattava käyttö sekä parantunut taimi- ja siemenmateriaali oikeine alkuperineen lienevät vaikuttaneet tuloksiin. Muita syitä voivat olla metsänomistajien ja metsänhoitoyhdistysten ammattilaisten parantunut koulutus- ja osaamistaso, tehostunut metsänuudistamiseen liittyvien lakien (yksityismetsälaki, metsänparannuslaki, Lapin laki ja metsänviljelyaineiston kauppalaki) valvonta, 100-prosenttinen valtion tuki Lapin lain mukaiseen metsänviljelyyn ja hieskoivun aikaisempaa laajempi hyväksyminen kehityskelpoiseksi puulajiksi.

Kehityskelpoisten viljelytaimien määrillä mitaten viljelymenetelmien väliset erot olivat suurehkot, mikä on havaittu muissakin tutkimuksissa. Esim. männyn kylvä on menestynyt joskus istutukseen verrattuna paremmin (Valtanen 1988, Oikarinen 1991,

Kaila 1993), joskus huomommin (Pohtila ja Pohjola 1983, Pohtila ja Valkonen 1985, Mäkitalo 1999). On kuitenkin muistettava, että eri tutkimusten olosuhteet ja menetelmät ovat harvoin täysin vertailukelpoisia.

Aurauksen ja männyn kylvön on joskus todettu soveltuvan keskimäärin suhteellisen huonosti yhteen (Pohtila ja Pohjola 1985, Pohtila ja Valkonen 1985). Tämän tutkimuksen mukaan kylvö onnistui auruilla alueilla hyvin. Samanlaisia tuloksia on saanut myös Kaila (1993). Männyn istutus näyttää tämän tutkimuksen mukaan sopivan paremmin yhteen aurauksen kuin mätästyksen tai äestyksen kanssa (ks. myös Mäkitalo 1999).

Maaston korkeuden lisääntyminen heikensi uudistamistulosta kuten on aiemminkin havaittu (Pohtila 1977, Pelkonen ym. 1982, Pohtila ja Pohjola 1983, Oikarinen 1991, Kubin ym. 1997). Korkeus ei vaikuttanut niinkään männyn ja kuusen istutustaimien, vaan männyn kylvötaimien määrään. Männyn kylvö ei tämän tutkimuksen tulosten perusteella näytä sopivan korkealla sijaitsevien maiden metsänviljelyyn yhtä hyvin kuin kuusen ja männyn istutus. Kylvötaimien heikompaan menestymiseen on voinut vaikuttaa se, että kylvötaimet kehittyvät istutustaimia hitaammin hangen pinnalle ollen näin alttiina erilaisille talvituhoilille, joista vakavin on männyn talvihome (Heikkilä 1981, Mäkitalo 1999). Tulokset poikkeavat männyn istutuksen osalta aiemmista tutkimuksista, joiden mukaan uudistusalan korkeus- asemalla on negatiivinen vaikutus taimien määrään (Pohtila ja Pohjola 1983, Valtanen 1988, Valkonen 1992, Kubin ym. 1997). Korkeus vaikutti negatiivisesti myös kehityskelpoisten taimien kokonaismäärään. Tärkeimpänä syynä tähän on se, että hieskoivu täydensi vähemmän korkeilla alueilla kuin alavilla mailla.

Etelä-Lapissa sekä kehityskelpoisten viljelytaimien määrä että kehityskelpoisten taimien kokonaismäärä oli selvästi pienempi korkeilla kuin alavilla mailla. Keski-Lapissa vastaavaa eroa ei alavien ja korkeiden maiden välillä todettu. Tykyn muodostumisen ja tykyn aiheuttamien taimikkovaurioiden kannalta tulos on yhdenmukainen Solantien (1974) esittämien Heikinheimon (1920) lumituhoinen tulos laskettujen tutkimustulosten kanssa. Tulosten mukaan tykkytuhot esiintyvät pahimpina ja laajimpina siellä, missä tykyn muodostumisen alarajan ja met-

sän sijaintikorkeuden välinen ero on suurin. Tykkylienee kuitenkin vain osasyys eroihin Etelä- ja Keski-Lapin korkeiden alueiden välillä.

Kehityskelpoisten viljelytaimien määrä väheni taimikon iän lisääntyessä kaikissa uudistamismenetelmissä. Onkin yleisesti tunnettua, että Pohjois-Suomen ankarissa ilmasto-olosuhteissa taimia kuolee miltei jatkuvasti (esim. Valkonen 1992, Mäkitalo 1999). Runsas taimikuolleisuus taas näyttää liittyvän epäedullisten kasvukausien esiintymiseen ja niistä syntyviin sienituhoepeidemiaihin (Mäkitalo ja Heiskanen 2001). Kuusen on todettu pysyvän paremmin hengissä korkeilla mailla kuin männyn (Valtanen 1988, Kubin ym. 1997). Se voi yksinkertaisesti johtua mäntyä pienemmästä joukosta merkittäviä taimivaiheen tuhonaiheuttajia (Jalkanen 2003).

Poro vähensi kehityskelpoisten taimien määrää riipimällä koivujen lehtiä ja katkomalla latvoja. Koivun ja muiden lehtipuiden lehdet ovat poron tärkeää kesäravintoa (Haukioja ja Heino 1974). Niinpä ne runsaalla syömisellään estävät koivun uudistamista ja uudistumista kesälaidunalueilla (Hyppönen 1998, Kubin ja Savilampi 1998, Mäkitalo ym. 1998).

Taimikon perkaustarpeen vaikutus kehityskelpoisten taimien kokonaismäärään kuvastaa lasketussa mallissa lähinnä kehityskelpoisten taimien yhteismäärän potentiaalia, ei niinkään varsinaista perkaustarvetta. Mitä enemmän taimikossa on perkaustarvetta, sitä enemmän siinä on myös mahdollisia kehityskelpoisiksi luettavia koivuntaimia täydennykseksi. On kuitenkin selvää, että viljelytaimikoissa kasvavan hieskoivun suuri määrä edellyttää tulevaisuudessa taimikonperkausta laajoilla pinta-aloilla.

Taimimäärämallien selitysteet olivat alhaisia, mikä voidaan päätellä myös taimimäärien suuresta hajonnasta. Suuri hajonta ja alhainen selitysteet tarkoittavat, että monet muutkin kuin mallissa esiintyvät ja malliin ehdolla olleet tekijät vaikuttavat kehityskelpoisten taimien määrään. Nämä tekijät eivät olleet käytettyjen muuttujien joukossa.

Kaikkien yleisimpien ja vakiintuneimpien viljelyketjujen uudistamistulokset osoittavat, että Lapin metsänviljelyssä on löydetty ja otettu käyttöön eri kasvupaikoille soveltuvat uudistamismenetelmät. Näillä menetelmillä keskimääräistä uudistamistulosta on saatu huomattavasti parannettua aikaisemmasta. Silti metsänviljelyn tulokset edelleen vaihtelevat runsaasti.

Kiitokset

Tutkimus on osa hanketta, jossa selvitetään uudistamisen onnistumista Lapin lain varoin viljellyillä uudistusaloilla Lapissa ja Kuusamossa. Maa- ja metsätalousministeriö sekä Lapin ja Pohjois-Pohjanmaan metsäkeskukset rahoittivat tutkimusta. Tutkimusalueen metsänhoitoyhdistykset avustivat aineiston keruussa. Lausumme parhaat kiitokset tutkimusta rahoittaneille ja avustaneille organisaatioille. Aineiston keruussa olivat ryhmänjohtajina Henna Penttinen, joka osallistui myös tutkimuksen suunnitteluun, Tarmo Aalto, Martti Aikio, Pekka Närhi ja Jouni Väisänen. Kiitämme heitä mittausapulaisineen hyvästä työstä.

Kirjallisuus

- Etholén, K. 1972. Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä. Summary: The success of artificial regeneration of Scots pine in Northern Finland and origin of seed. *Folia Forestalia* 160: 27 s.
- Hallikainen, V. 2001. Uudet metsänhoito-ohjeet ja metsien uudistaminen Lapissa. Julkaisussa: Varmola, M. & Tapaninen, S. (toim.). *Onko Lapin metsissä kaikki kunnossa? Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 820: 53–97.
- , Hyppönen, M., Mäkitalo, K., Aalto, T., Jalkanen, R. & Penttinen, H. 2002. Lapin lain mukaisen metsänviljelyn onnistuminen. Julkaisussa: Hyppönen, M., Jortikka, S. & Tapaninen, S. (toim.). *Metsänuudistaminen Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 876: 25–37.
- Haukioja, E. & Heino, J. 1974. Birch consumption by reindeer (*Rangifer tarandus*) in Finnish Lapland. *Reports from the Kevo Subarctic Research Station* 11: 22–25.
- Heikinheimo, O. 1920. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. Referat: Die Schneeschadengebiete in Finnland und ihre Wälder. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 3: 170 s.
- Heikkilä, R. 1981. Männyn istutustaimikkojen tuhot Pohjois-Suomessa. Summary: Damage in Scots pine plantations in northern Finland. *Folia Forestalia* 497: 22 s.
- Hokajärvi, T. (toim.). 1997. Metsänhoito-ohjeet. Metsä-
hallituksen metsätalouden julkaisuja 10. 60 s.
- Hyppönen, M. 1998. Aitaamisen vaikutus koivun luontaiseen uudistumiseen poron kesälaidunalueella Rovaniemen maalaiskunnassa. Summary: Effect of reindeer browsing on the natural regeneration of birch. Julkaisussa: Hyppönen, M., Penttilä, T. & Poikajärvi, H. (toim.). *Poron vaikutus metsä- ja tunturiluontoon. Tutkimusseminaari Hetassa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 678: 99–108.
- 2000. Artificial regeneration techniques 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. 28th–Oct. 2nd, 1998. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 790: 159–167.
- 2002. Lapin metsätalouden erityispiirteet. *Metsätieteen aikakauskirja* 4/2002: 647–650.
- , Härkönen, J., Keränen, K., Riissanen, N. & Tikkanen, J. (toim.). 2001. Pohjois-Suomen metsänhoitosuositukses. Kajaanin Kirjapaino Oy. 60 s. ISBN-98731-1-2.
- , Hallikainen, V., Aalto, T., Jalkanen, R., Mäkitalo, K. & Penttinen, H. 2003. Lapin lain mukainen metsänviljely – tilastotarkastelu. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2003: 17–32.
- Jalkanen, R. 2003. Havupuutaimikoiden tuhojen esiintyminen ja merkittävyys Suomessa. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2003: 59–68.
- 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.
- Kubin, E., Pasanen, J. & Savilampi, P. 1997. Korkeiden alueiden metsien uudistaminen Kainuussa ja Koillismaalla. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 666: 36 s.
- & Savilampi, P. 1998. Rauduskoivun viljelyn onnistuminen poronhoitoalueella. Julkaisussa: Hyppönen, M., Penttilä, T. & Poikajärvi, H. (toim.). *Poron vaikutus metsä- ja tunturiluontoon. Tutkimusseminaari Hetassa* 1997. *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* 678: 92–98.
- Laki Lapin vajaatuottoisten metsien kunnostamisesta. 1982. Laki 1057/1982.
- Mäkitalo, K. 1999. Effect of site preparation and reforestation method on survival and height growth of Scots pine. *Scandinavian Journal of Forest Research*

- 14: 512–525.
- , 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.
- & Heiskanen, J. 2001. Männyviljelyn 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.
- Norokorpi, Y. 1972. Nuorten kuusentaimistojen nykyisestä tilasta ja kehityksestä Perä-Pohjolan valtionmailla. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 3: 16–22.
- Oikarinen, M. 1991. Suomussalmen männyviljelyinventointi. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 389. 60 s.
- & Norokorpi, Y. 1986. Vuosina 1956–1965 viljeltyjen männyntaimikoiden tila valtion mailla Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 222. 46 s.
- Pelkonen, H., Tuomi, P. & Valtanen, J. 1982. Männy viljelytaimikoiden kunto 10 vuoden iällä Taivalkoskella. Summary: Survival of pine reforested sites in northern Finland. *Folia Forestalia* 511. 23 s.
- Pohtila, E. 1972. Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930–1945 tehdyistä kuusiviljelyistä. Summary: Results of spruce cultivation from 1930–1945 on state-owned lands in Perä-Pohjola. *Folia Forestalia* 156. 12 s.
- 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. *Seloste: Aurattujen alueiden metsänviljely Lapissa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 91. 100 s.
- & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970–1972 Lappiin perustettujen aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment on ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970–1972. *Silva Fennica* 17(3): 201–217.
- & Pohjola, T. 1985. Maan kunnostus männy viljelyssä Lapissa. Summary: Soil preparation in reforestation of Scots pine in Lapland. *Silva Fennica* 19(3): 245–270.
- & Timonen, M. 1980. Suojametsäalueen viljelytaimikot ja niiden varhaiskehitys. Summary: Scots pine plantations and their early development in the protection forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 453. 18 s.
- & Valkonen, S. 1985. Varttuneiden viljelytaimikoiden tila Lapin piirimetsälautakunnan alueen yksityismetsissä. Summary: Development and condition of artificially regenerated pine and spruce sapling stands in the privately owned forests of Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 631. 19 s.
- Saarenmaa, L. 1992. Induktiivinen oppiminen metsänviljelyn tietokannan tulkinna. Metsähallituksen metsänhoitotöiden kirjanpitoaineistoon perustuva tutkimus. Summary: Inductive learning in knowledge acquisition from the forest regeneration database. A study based on the data collected by the National Board of Forestry. Helsingin yliopiston metsäekologian laitoksen julkaisuja 3. 144 s.
- Saksa, T., Särkkä-Pakkala, K. & Smolander, H. 2002. Työkalu metsänuudistamisen laatutyöhön. *Metsätieteen aikakauskirja* 1/2002: 29–34.
- Seppälä, M. 1986. Korkokuvatyytit. Teoksessa: Suomen kartasto, Maanpinnan muodot, vihko 121–122. Maanmittaushallitus, Suomen maantieteellinen seura. Karttapaino, Helsinki. s. 9–15.
- Sirén, G. 1952. Havainnot Peräpohjolan valtionmailla vuosina 1948–50 suoritetuista männynkylvöistä. Summary: Observations on pine sowings on state-owned lands in Peräpohjola (Far North) in 1948–1950. *Silva Fennica* 78. 30 s.
- Solantie, R. 1974. Pohjois-Suomen lumipeitteestä. Abstract: On snow cover in northern Finland. *Acta Lapponica Fenniae* 8: 74–89.
- Solin, P. 1970. Männy istutuksen antamista tuloksista Lapin piirimetsälautakunnan alueen eteläosissa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 3. 69 s.
- Valkonen, S. 1992. Metsien uudistaminen korkeilla alueilla Pohjois-Suomessa. Summary: Forest regeneration at high altitudes in Northern Finland. *Folia Forestalia* 791. 84 s.
- Valtanen, J. 1988. Korkeiden maiden metsien uudistaminen Oulun läänissä. Summary: Stand reforestation at elevated sites in Northern Finland. *Folia Forestalia* 718. 41 s.
- Wilkinson, L. & Coward, M. 2002. Linear models 2. Analysis of variance. Julkaisussa: *Systat* 10.2. Statistics 1. Systat, Inc. s. 431–486.