

Mikko Moilanen, Ari Ferm ja Jorma Issakainen

Kuusen- ja koivuntaimien alkukehitys korven uudistamisaloilla

Moilanen, M., Ferm, A. & Issakainen, J. 1995. Kuusen- ja koivuntaimien alkukehitys korven uudistamisaloilla. *Folia Forestalia – Metsätieteen aikakauskirja* 1995(2): 115–130.

Taimien alkukehitystä tutkittiin 1980-luvulla viidellä korpisuon uudistusosalalla Pohjois-Karjalassa, Kainuussa ja Lapissa. Avohakkuun seurauksena tutkimuskohteille vakiintui runsaasti hieskoivua ja vaihtelevasti kuusialikasvosta sisältänyt taimikko. Hakkuualueen mätästysmuokkaus lisäsi kasvualustan taimettumisherkkyttä. Muutama vuosi maanpinnan käsittelyn jälkeen seurasi kuusella hyvä siemensatovuosi, minkä vuoksi kuusen luontainen taimettuminen oli voimakasta muokkausaloilla reunametsän läheisyydessä. Muokkauspinnoille kehittyi kuitenkin nopeasti karhunsammalkasvusto, mikä ilmeisesti ehkäisi luontaista taimettumista jatkossa tehokkaasti. Jo kahden vuoden kuluttua kasvillisuus peitti 78–97 % muokkauspinnoista. Muokatuilla aloilla olivat yleisiä kasvillisuuden pioneerilajit, kun taas muokkaamattomalla alalla kasvillisuus säilytti aiemman metsä- ja kliimaksuolteensa.

Turve- ja kivennäismaasekoitteiselle muokkauspinnoille tehty kuusen hajakylvö tuotti kahdessa vuodessa runsaasti taimia. Kylvöalojen hehtaarikohtainen taimimäärä kohosi kokeesta riippuen 6 600–42 000 kpl:een, ja taimimäärät pysyivät lähes samoina neljän seuraavan vuoden aikana. Tulosta on pidettävä hyvänä verrattuna aiempiin kokemuksiin kuusen kylvöstä. Muokkausaloille tehty hieskoivun hajakylvö lisäsi hieskoivujen määrää selvästi vain niissä kohteissa, joissa luontainen koivuttuminen jäi vähäiseksi.

Kuusen paljasjuuritaimien istutus muokattuun kasvualustaan onnistui hyvin – kuolleisuus jäi pieneksi ja taimet kasvoivat ripeästi kuuden vuoden tutkimusjakson aikana. Kahdessa kohteessa esiintyi kuitenkin hallavaurioita ja yhdessä kokeessa rouse nosteli pieniä kuusen paakkutaimia. Rauduskoivun istutustaimet menestyivät aluksi hyvin, mutta kärsivät jatkossa yleisesti eläintuhoista, joita aiheuttivat lähinnä porot, hirvet ja jänikset.

Asiasanat: avohakkuu, turvemaa, mätästysmuokkaus, kylvö, istutus, pintakasvillisuus, kuusi, *Picea abies*, hieskoivu, *Betula pubescens*, rauduskoivu, *Betula pendula*

Kirjoittajien yhteystiedot: Moilanen ja Issakainen, Metsäntutkimuslaitos, Muhoksen tutkimusasema, Kirkkosäentie, 91500 Muhos. Faksi (90) 533 1404, sähköposti mikko.moilanen@metla.fi
Ari Ferm † 2.9.1994

Hyväksytty 12.10.1995

1 Johdanto

Turvemaiden metsänuudistamista koskeva tutkimustieto pohjautuu pääosin avosoiden viljelykokeilta sekä ojikko- ja muuttumavaiheen ojitusaluiden luontaisesta uudistumisesta saatuihin kokemuksiin (Kaunisto ja Päivänen 1985, Pelttonen 1986). Alkuaan puustoisten tai vanhojen ojitusaluiden varttuneiden metsien uudistamisvaihtoehtoja on tutkittu vähemmän (Heikurainen ym. 1983, Kaunisto 1984, 1985, Immonen-Joensuu 1987, Saarinen 1993a). Multamäen (1937, 1942) mukaan kuusi uudistuu viljavilla korpisoilla luontaisesti hyvin etenkin koivuverhokuuston alla. Lukkalan (1946) tutkimuksessa korven kaistalahakkuualalle syntyi 10 vuodessa runsaasti hieskoivun ja kuusen taimia. Viime aikoina on selvitetty myös kuusen suojustuomenetelmän hyväksikäyttömahdollisuuksia (Hännell 1991, 1992, 1993).

Käytännössä vanhoja ojitusalueita uudistetaan enenevässä määrin. Niiden kasvualustan ominaisuuksia taimettumisherkkyiden suhteen ei riittävästi tunneta. Vaikka luonnontilaiset suot ja nuoret ojitusalueet taimettuvat luontaisesti yleensä hyvin (Lukkala 1946, Heikurainen 1954), ojitusalueen ikääntyessä kasvualustan lämpö-, kosteus- ja ravinneolot muuttuvat ainakin eräillä rämetypeillä epädulliseen suuntaan taimien syntymisen ja alkukehityksen kannalta (Kaunisto 1984, Moilanen

ja Issakainen 1984). Keskeisenä syynä tähän pidetään karuhkoille turvekankaille muodostuvaa huopamaista raakahumuskerrosta, joka ehkäisee taimien juurtumista ja veden sekä ravinteiden saantia (Kaunisto 1984, Saarinen 1989, 1993).

Maanpinnan muokkauksella, kuten äestyksellä, aurauksella tai mätästyksellä, pyritään metsänuudistamisessa maan ilmavuuden ja lämpötalouden parantamiseen, pintakasvillisuuskilpailun vähentämiseen ja turvemaiden myös kuivatuksen tehostamiseen. Mikrobiston hajoitustoiminnan vilkastuminen (Kauppila ja Lähde 1975, Voss-Lagerlund 1976) muokkausaloilla näkyy taimien nopeutuneena alkukehityksenä muokkaamattomaan verrattuna (Kaunisto 1971, 1975, 1984, Mannerkoski 1975, Moilanen ja Issakainen 1981). Myös turvemaan taimettumisherkkyys lisääntyy etenkin vanhemmilla ojitusalueilla maanpinnan rikkoutumisen seurauksena (Kaunisto 1975, 1984, Moilanen ja Issakainen 1981, 1984).

Tässä tutkimuksessa seurattiin kuusen ja koivun taimien alkukehitystä avohakatuilla viljavien korprien uudistusaloilla. Työssä selvitettiin muokkauksen vaikutusta luontaisesti syntyneiden taimien määrään ja verrattiin keskenään a) kuusen ja hieskoivun kylvö- ja luonnontaimia ja b) kuusen ja rauduskoivun istutustaimia. Lisäksi tarkasteltiin kasvillisuuden syntymistä muokatulle turvealustalle.

Taulukko 1. Uudistamiskohteiden yleistieta.

Koe	Koli 1	Koli 2	Pajajaka	Kivalo	Kolari
Koordinaatit	6993,7	6993,9	7172,6	7374,1	7458,6
	637,4	637,7	552,2	488,1	358,0
Korkeus mpy, m	147	143	280	165	156
Lämpösumma, dd	1071	1071	870	867	826
Suotyyppi	KgKmu-tkg	RhKmu	RhKgKoj	RhKmu-tkg	KgK-RhKmu-tkg
Turpeenpaksuus, cm	5-20	30-90	5-20	20-100+	5-80
Perusmaa	kivHtMr	HkMr	kivHtMr	HkMr	kivHtMr
Ojitusvuosi	1968,-82	1968,-82	1982	1934,-82	1933,-82
Sarkaleveys, m v. -82	25	35	40	20	30
Alkupuusto, m ³ ha ⁻¹	175	180	230	130	170
Koetalakoko, ha	0,09	0,08	0,16	0,09-0,10	0,09
Koetaloja/toistoja, kpl	12/2	12/2	18/3	18/3	12/2

2 Aineisto

2.1 Tutkimusmetsiköt ja koejärjestelyt

Maastokokeet perustettiin vuosina 1982–84 viiteen korpikuusikkoon, jotka sijaitsevat Metsäntutkimuslaitoksen tutkimusalueissa Pohjois-Karjalassa, Kainuussa ja Lapissa (taulukko 1). Kolin ja Paljakan kohteet luokiteltiin suotyypiltään lähinnä ruoho- ja kangaskorviksi. Kivalo ja Kolari ovat hiukan paksurteisempia. Turvetta metsiköissä on lohkoittain vaihtelevasti, yleensä alle 40 cm, mutta enimmillään yli 100 cm. Kolin kokeessa 1 ja Paljakassa turpeen paksuus jäi alle 20 cm:n. Pohjamaa oli kivistä hieta- tai hiekkamoreenia.

Tutkimusmetsiköiden sisällä esiintyi vaihtelua mm. viljavuuden ja turpeen paksuuden suhteen. Käsittelyjen sijoittelua edeltävässä kohteiden lohkoituksessa pyrittiin em. vaihtelua eliminoimaan, minkä jälkeen käsittelyt arvottiin satunnaisesti lohkoittain. Avohakkuualojen uudistamisvaihtoehtot olivat: 1) kontrolli – ei toimenpiteitä, 2) muokkaus, 3) muokkaus + kuusen kylvä, 4) muokkaus + hieskoivun kylvä, 5) muokkaus + kuusen istutus ja 6) muokkaus + rauduskoivun istutus.

Syksyllä 1982 tehostettiin tutkimuskohteiden kuivatusta 20–40 m:n ojaväleihin tehdyllä kunnostusojituksella. Ojituksen yhteydessä kohteet muokattiin (mätästys ilman pienojia) traktorikaivurilla. Muokkaus tehtiin käytännön mätästystä selvästi tehokkaammin: muokkaussyvyys vaihteli kokeesta riippuen välillä 20–50 cm ja maanpinta kääntyi sekä rikkoutui 50–90 %:n alalta. Mätästykseen seurauksena kivennäismaata kääntyi maanpintaan varsinkin ohutturpeisissa kohteissa ja osittain sekoittui orgaanisen aineksen kanssa (kuva 1).

Kuusen ja rauduskoivun viljelyt tehtiin touko-kesäkuussa 1983 ja hieskoivun kylvä toukokuussa 1984 (liite 1). Kylvä toteutettiin hajakylvönä lukuunottamatta Kolaria, jossa kuusensiemenet levitettiin ruutukylvönä. Kuusen kylvössä siemenmäärä vaihteli kokeittain välillä 0,50–3,75 kg ha⁻¹ ja hieskoivun siemenmäärä välillä 1,6–5,0 kg ha⁻¹. Kuusen kylvösiemenen itävyys vaihteli huomattavasti eri siemenerien kesken. Istutus tehtiin paljasjuuritaimilla lukuunottamatta Paljakkaa, jossa kuusenistutuksessa käytettiin paakkutaimia, ja Kiva-



Kuva 1. Kolarin tutkimuskohteet muokkauksen jälkeen syksyllä 1983 (ylhäällä) ja elokuussa 1985 (keskellä). Alakuvassa kuusen kylvötaimia syksyllä 1991. Kuva Jorma Issakainen.

loa, jossa rauduskoivun istutus tehtiin rullataimilla. Ohjeellinen istutustiheys oli 3 500 kpl ha⁻¹. Kuusentaimien keskipituus oli 10–30 cm ja rauduskoivun 25–80 cm. Taimien ulkoinen kunto todet-

tiin istutushetkellä yleensä hyväksi. Paljakassa tosin pienten kuusen paakkutaimien elinvoimaisuus näytti heikolta ja myös Kolarissa kuusentaimet olivat silminnähdyn luonokuntoisia. Rauduskoivuruutujen ympärille rakennettiin kaikkiin muihin paitsi Kivalon tutkimuskohteeseen muovinauha-aidat eläinten laidunnuksen vähentämiseksi.

2.2. Mittaukset

Taimi-inventointi tehtiin kahdesti: syys–lokakuussa vuonna 1985 ja kesä–heinäkuussa vuonna 1989. Ensimmäisessä mittauksessa kokeiden perustamisesta oli kulunut 2–3 ja toisessa 5–6 kasvukautta. Kylvö- ja luonnontaimet luettiin koealan poikki kulkeville 3–4 mittauslinjalle asetetuilta 1 m²:n näyteympyröiltä. Näyteympyrät sijoitettiin mittauslinjoille tasavälein 7 metrin etäisyydelle toisistaan, jolloin ympyröitä kertyi koealaa kohti sen pinta-alasta riippuen 9–20 kpl. Muokatulla alalla ympyröiden sijoittamisen ehtona kuitenkin oli, että niiden alasta vähintään 75 % tuli rikotulle pinnalle. Istutustaimet mitattiin vastaavasti 9–20 ympyrältä (á 50 m²). Kokeiden perustamisen jälkeen syntyneistä kylvö- ja luonnontaimista mitattiin puulaejeittain lukumäärä ja myöhemmässä inventoinnissa lisäksi valtapituus (= näyteympyrän kolmen pisimmän taimen keskipituus, cm). Muokkaamattomilla koealoilla mukaan otettiin myös vanhemmat luonnontaimet. Kuusen ja rauduskoivun viljelyaloilla mitattiin istutustaimien pituus ja laskettiin kuolleiden taimien määrä. Lisäksi taimista määritettiin mahdolliset sien- ja eläintuhot sekä hallan, roussteen tai maanvyörymän (erosion) aiheuttamat vauriot. Taimet jaettiin elinvoimaisuutensa perusteella kolmeen silmävaraisesti arvioituun kuntoluokkaan (hyvä, tyydyttävä, kituva).

Kasvillisuuskuvaukset tehtiin Kolilla ja Paljakassa kolmen vuoden ja kaikilla kohteilla kuuden vuoden kuluttua muokkauksesta. Kuvaus tehtiin nk. peittävyysruutumenetelmällä (esim. Mikkola ja Nieppola 1987) ja siinä käytettiin samoja 1 m²:n ympyröitä kuin kylvö- ja luonnontaimien inventoinnissa (5–10 ympyrää/koeala). Taimitunnusten koealakohteisessä laskennassa ja testauksessa käytettiin BMDP-tilasto-ohjelmiston kaksisuuntaista varianssianalyysia (P7D) ja Tukeyn testiä. Kasvillisuusai-

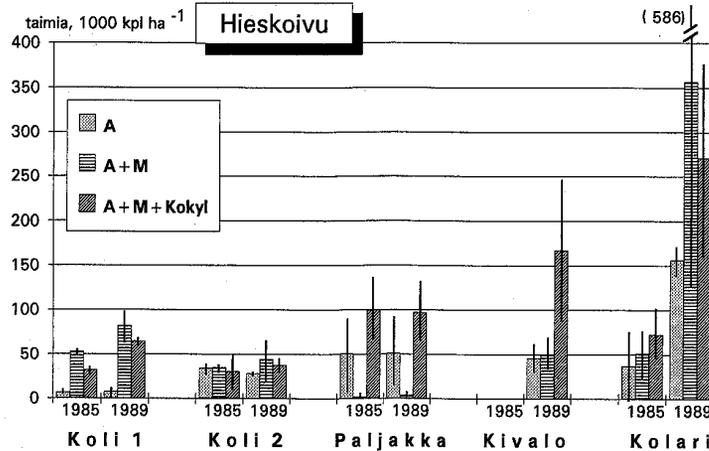
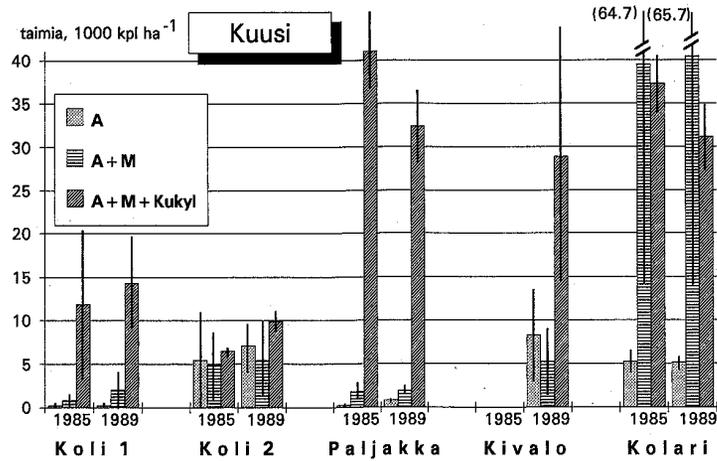
neiston numeerinen analysointi tehtiin kasvivyhteisöjen testaukseen kehitetyllä DCA (detrended correspondence analysis) -ohjelmistolla (Hill ja Gauch 1980, Ter Braak 1986, 1987).

3 Tulokset

3.1 Kylvö- ja luonnontaimet

Kivalossa, Paljakassa ja osittain myös Kolilla reunametsät olivat kuusen tehokkaan siementymisen kannalta liian kaukana. Kivalon tutkimusmetsikköön oli jo ennen hakkuuta syntynyt verraten runsas kuusen alikasvos, mikä näkyi muokkaamattomien alojen korkeina (n. 8 000 kpl ha⁻¹) taimimäärinä vuonna 1989 (kuva 2). Kolin kokeen 2 muokkaamattomilla koealoilla oli luontaisia kuusentaimia lähes 6 000 kpl ha⁻¹ vuonna 1985 eli yhtä paljon kuin muokatuillakin koealoilla. Paljakassa muokaus lisäsi hiukan luontaisten kuusentaimien määrää muokkaamattomaan verrattuna. Kolarissa muokauksen vaikutus taimettumiseen oli sen sijaan hyvin voimakas. Kokeeseen välittömästi rajoittuva kuusimetsä siemensi tehokkaasti kaikki muokatut koealat: luontaisten kuusentaimien määrä oli kuuden vuoden kuluttua kokeen perustamisesta 41 000 kpl ha⁻¹.

Kesällä 1983 tehty kuusenkylvö onnistui yleensä hyvin, paikoin erinomaisesti. Kylvötaimien määrän arviointia tosin vaikeutti se, ettei kylvö- ja luonnontaimia yleensä voitu erottaa toisistaan. Joka tapauksessa kuusen taimia löytyi kylvöaloilta kahden vuoden kuluttua kylvöstä Kolilla 6 600–12 000 kpl ha⁻¹, Paljakassa 42 000 kpl ha⁻¹ ja Kolarissa 37 000 kpl ha⁻¹ (kuva 2). Kivaloa ei tuolloin inventoitu. Kolaria lukuunottamatta kuusen kylvöalojen taimimäärät poikkesivat kokeittaisessa tarkastelussa merkittävästi taimimäärästä, jotka inventoitiin muokatuilta koealoilta (liite 2). Kolarissa valtaosa kylvöalojen taimista oli luontaisesti syntynyttä, koska muokkausaloilta inventoitiin yhtä runsaasti kuusentaimia kuin kylvöaloiltakin. Kuuden vuoden kuluttua kylvöstä kuusen taimimäärät olivat Kolilla 9 900–14 500 kpl ha⁻¹ ja vaihtelivat muissa kohteissa välillä 28 000–33 000 kpl ha⁻¹.

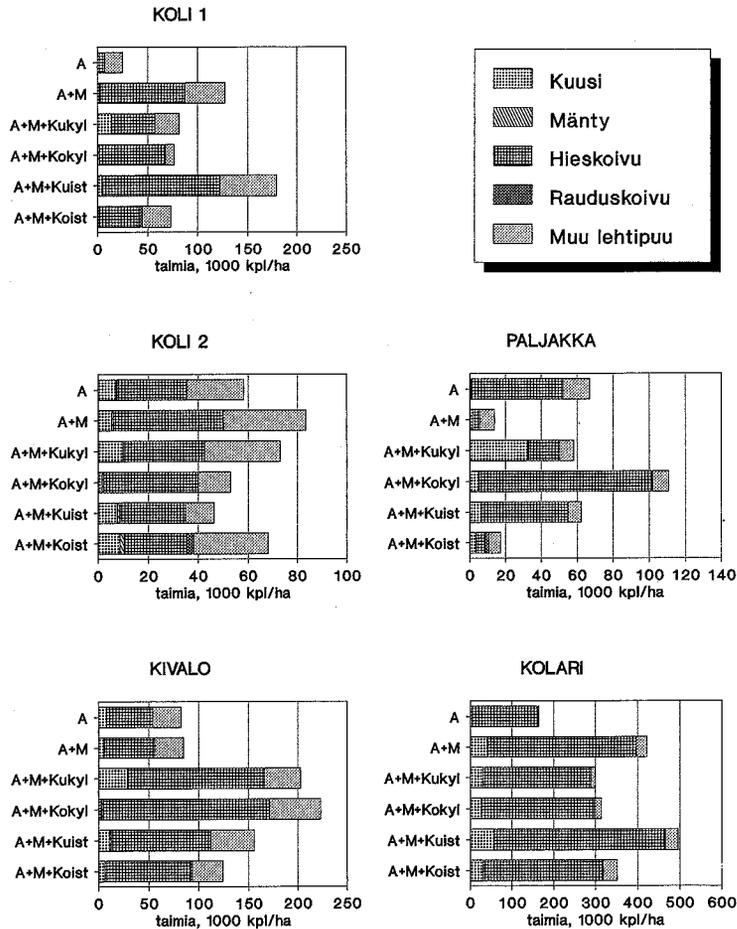


Kuva 2. Kuusen ja hieskoivun luonnon- ja kylvötaimien määrä kahtena ajankohtana kokeittain ja käsitteilyittäin toistojen keskiarvoina. A = avohakkuu, M = mätästysmuokkaus, Kokyl = kuusen kylvö, Kokyl = hieskoivun kylvö. Pylväiden janat osoittavat keskiarvon keskiarvoon suuruuden. ANOVA-taulu liitteessä 2.

Hieskoivun luonnontaimia esiintyi kaikilla kohteilla runsaasti, useita kymmeniä tuhansia hehtaarilla (kuva 2). Kuusentaimiin verrattuna määrä oli noin kymmenkertainen. Muokkaus paransi hieskoivun taimettumisherkkyttä Kolarissa ja Kolin kokeessa 1, joissa taimien määrä edelleen kasvoi inventointien välillä. Muissa kohteissa muokkauksen vaikutus jäi epäselväksi. Kokeesta riippuen hieskoivuntaimien määrä oli myöhemmässä mittauksessa 5 000–360 000 kpl ha⁻¹. Kylvö lisäsi hieskoivun

tuntaimien määrää selvästi vain Paljakassa ja jonkin verran Kivalossa eli kohteissa, joissa luontaisia taimia oli vähiten (kuva 2). Käsitteilyjen väliset erot eivät kuitenkaan muodostuneet merkitseviksi (liite 2). Muilla kohteilla hieskoivun kylvö ei näyttänyt lisänneen taimimäärää.

Kuusentaimien ryhmittäisyys kylvöaloilla oli suurinta Kolilla, missä näyteympyröistä yli 60 % oli taimettomia. Muissa kohteissa tämä nk. nollaruutusadannes vaihteli välillä 20–30 %. Muokkaa-



Kuva 3. Taimien kokonaismäärä vuonna 1989 puulajeittain, kokeittain ja käsittelyittäin toistojen keskiarvoina. A = avohakkuu, M = mätätysmuokkaus, Kukyl = kuusen kylvö, Kokyl = hieskoivun kylvö, Kuist = kuusen istutus, Koist = rauduskoivun istutus.

mattomilla tai pelkän muokkauksen saaneilla koealoilla nollaruutusadannes oli Kolia lukuunottamatta selvästi suurempi. Hieskoivun kylvöaloilla taimettomien näytempyröiden osuus vaihteli välillä 3–35 %. Koivun kylvöllä ei näyttänyt olevan selvää taimien tilajärjestystä parantavaa vaikutusta. Kuusen ja hieskoivun taimien lisäksi uudistusaloilla esiintyi pihlajaa, leppää, haapaa, pajua ja hiukan myös mäntyä.

Taimien kokonaismäärät olivat kuuden vuoden kuluttua kokeiden perustamisesta käsittelystä riippuen toistojen keskiarvoina seuraavat: Koli 25 000–

180 000 kpl ha⁻¹, Paljakka 15 000–110 000 kpl ha⁻¹, Kivalo 80 000–220 000 kpl ha⁻¹ ja Kolari 170 000–490 000 kpl ha⁻¹ (kuva 3).

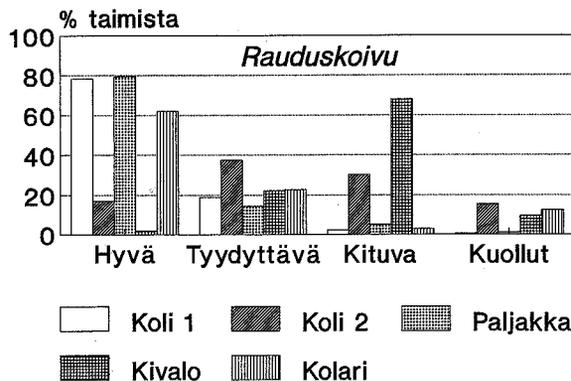
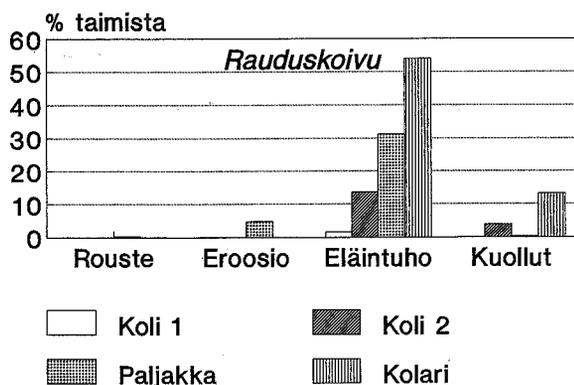
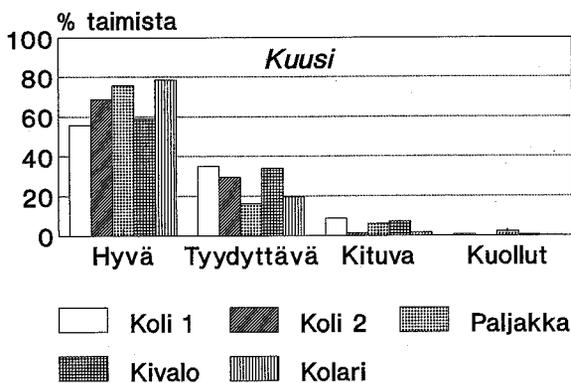
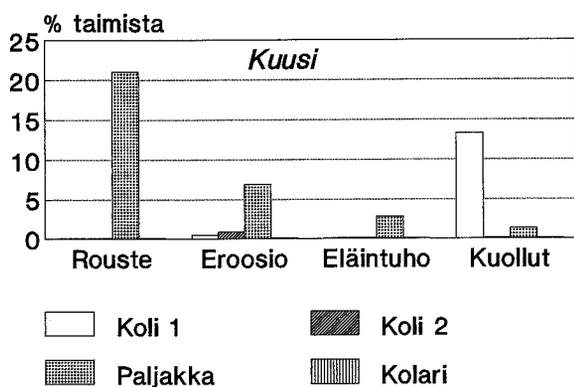
Kylvöaloilla kuusentaimien valtapituus kuuden vuoden kuluttua viljelystä oli Kolilla 40 cm ja muilla kohteilla 20–35 cm. Muokkausaloille luontaisesti syntyneiden kuusen taimien pituuskehitys oli samanlainen kuin kylvöalojen kuusentaimilla. Hieskoivun kylvö- ja luonnontaimien pituus oli lähes sama (40–110 cm) kuin vastaavan kohteen kuusen istutustaimien pituus.

3.2 Istutustaimet

Kuusi vuotta viljelyn jälkeen oli kuusen istutustaimia elossa kokeesta riippuen 2 130–3 810 kpl ha⁻¹ ja rauduskoivun taimia 2 180–3 130 kpl ha⁻¹. Taimikuolleisuus jäi kuusella verraten pieneksi (kuva 4) eikä juuri lisääntynyt inventointien välillä (kuva 5). Kuolleita taimia löytyi toisessa inventoinnissa paikoin jopa vähemmän kuin ensimmäisessä, mikä merkinnee sitä, että osa tutkimusjakson alussa kuolleista taimista oli hävinnyt toisen inventoinnin ajankohtaan tultaessa, ja että taimikuolleisuus on ollut suurinta kahtena ensimmäisenä vuotena. Kuusentaimia kuoli kahden ensimmäisen vuo-

den aikana eniten (13 %) Kolin kokeella 1. Muissa kokeissa lähes kaikki kuusentaimet olivat elossa. Rauduskoivuja menehtyi merkittävämmän vain Kolarissa, jossa kuolleita taimia kahden vuoden jälkeen istutuksesta oli 13 % (kuva 4). Rauduskoivun taimien määrä vähentyi inventointien välillä selvimmin Kolarissa ja Kolin kokeella 2 (kuva 5).

Paljakassa viidesosa kuusen paakkutaimista kärsi kahden ensimmäisen vuoden aikana roustevaurioista ja vähäisempi osa (7 %) myös maanpinnan eroosiovyörymistä (kuva 3). Kuuden vuoden kulluttua viljelystä kuusentaimista luokiteltiin hyväkuntoisiksi kokeesta riippuen 57–78 % (kuva 4).



Kuva 4. Istutustaimien vauriot ja kuolleisuus eri tutkimuskohteissa kahden vuoden kulluttua viljelystä. Vauriot ilmaistu prosentteina kaikista istutustaimista.

Kuva 5. Istutustaimien elinvoimaisuus ja kuolleisuus eri tutkimuskohteissa kuuden vuoden kulluttua viljelystä.

Hallan aiheuttamia neulasvaurioita oli Kolilla 20–40 %:lla ja Kivalossa noin 20 %:lla taimista. Muita tuhoja – sienet, hyönteiset, maanpinnan vyöryminen ja rouste – havaittiin hyvin vähän.

Rauduskoivun ongelmana olivat ensimmäisessä inventoinnissa eläintuhot (kuva 4). Paljakassa ja Kolin kokeen lohkolla 2 koivuntaimia söivät jänis ja hirvi. Kolarissa eläinten vikuuttamien rauduskoivujen osuus nousi kaikkein suurimmaksi (54 %) lähinnä porojen laidunnuksen vuoksi.

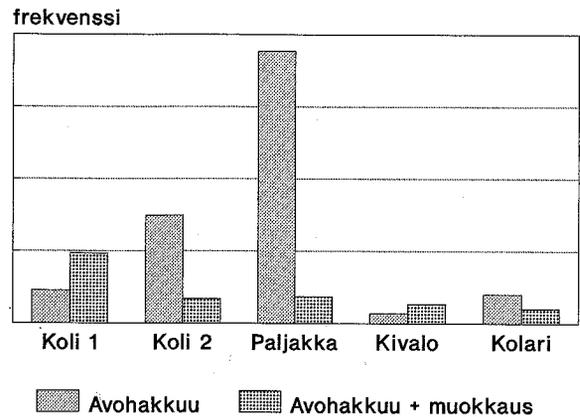
Kuuden vuoden kuluttua istutuksesta rauduskoivun taimien kunto vaihteli koalueiden välillä huomattavasti. Elinvoimaisimmat taimet tavattiin Paljakasta ja Kolin kokeesta 1, heikoimmat taas Kivalosta ja Kolin kokeesta 2 (kuva 5). Erityisesti Kivalon alueella rauduskoivulla ei näytä olevan menestymisen edellytyksiä toistuvien hirvien ja porojen aiheuttamien vaurioiden vuoksi. Mm. latva oli poikki 45 %:lla taimista. Kivalossa rauduskoivun taimien huonokuntoisuuteen oli muitakin syitä, jotka kuitenkin jäivät tunnistamatta. Kolarin kokeelle rakennettu suoja-aita ehkäisi eläinten pääsyn tutkimusalueelle, mikä näkyi vaurioiden selvänä vähentymisenä vuoden 1985 jälkeen. Paljakan rauduskoivuntaimilla esiintyi vuonna 1989 poikkeuksellisen runsaasti runkovaurioita, jotka aiheutti versolaikkutauti. Vaurio ilmeni säännöllisesti n. 1 m:n korkeudella rungossa tummana viiruna tai korona. Sieni lienee tunkeutunut runkoon oksien reppytyessä esim. lumen painon vuoksi. Taimet kasvoivat kuitenkin yleensä hyvin sienivaurioista huolimatta.

Kuusen istutustaimet saavuttivat Kolilla kuudessa vuodessa 1 metrin keskipituuden. Pohjoisempain sijaitsevilla kohteissa kuusten keskipituus oli vastaavasti 0,5–0,7 m. Istutustaimet olivat siis noin kaksi kertaa kylvöalan taimia kookkaampia. Rauduskoivujen keskipituus oli Kolin kokeessa 1 ja Paljakassa 2,5–3,0 m, Kolin kokeessa 2 puolestaan 1,5–2,0 m ja Kivalossa vain 0,7 m.

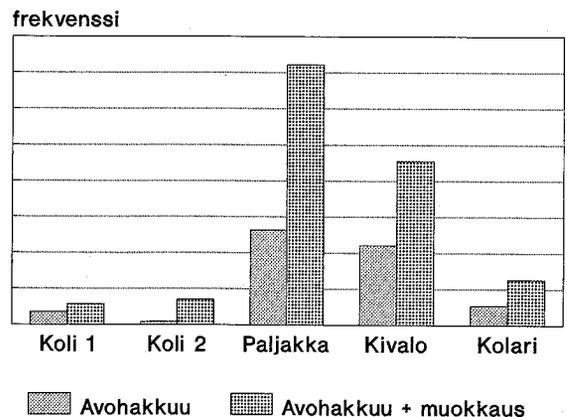
3.3 Kasvilajiston muutokset

Pintakasvillisuuden lajistoa ja lajien peittävyttä määritettäessä oli hakkuusta Paljakassa, Kolarissa ja Kolin kokeessa 1 kulunut aikaa 7 vuotta. Kolin kokeessa 2 hakkuusta oli 12 ja Kivalossa jo 15

Rahkasammalet



Karhunsammalet



Kuva 6. Sammallajiston runsaussuhteet kuuden vuoden kuluttua käsittelyistä, erikseen muokatulla ja muokkaamattomalla pinnalla. Frekvenssi tarkoittaa näytenpyyröiltä (5–10 kpl/koeala) määritettyä lajipeittävyksien summaa.

vuotta. Hakkuuhetkellä vallinnut kasvilajisto ei ollut tiedossa, ei myöskään se, miten kasvillisuuden sukkessio oli edennyt muokkaamattomalla pinnalla hakkuun jälkeen.

Kasvilajien määrä vaihteli kohteesta ja käsitte-lystä riippuen kenttäkerroksessa välillä 15–23 kpl ja pohjakerroksessa välillä 3–15 kpl. Muokkauksella ei ollut näkyvää vaikutusta lajimääriin. Kolilla ja Paljakassa kasvilajiluku oli jo kahden vuoden

kuluttua likimain sama kuin myöhemmässä inventoinnissa. Muokatuista koealoista oli kasvipeitteetöntä kahden vuoden jälkeen vain 3–22 %. Neljää vuotta myöhemmin kasvillisuus puuttui enää 0,2–4,2 %:lta muokkausalasta.

Muokkaus muutti eri kasvilajien välisiä runsaus-suhteita. Maitohorsma (*Epilobium angustifolium*) runsastui kaikilla kokeilla. Paljakassa hyötyivät myös pallosara (*Carex globularis*), ruohokanukka (*Cornus suecica*) ja vadelma (*Rubus idaeus*). Pohjakerroksen rakkasammaleet (*Sphagnum* sp.) yleensä väistyivät. Tilalle tulivat mm. varstasammal (*Pohlia nutans*), hiekkasammal (*Pogonatum dentatum*) ja runsaana monet karhunsammallajit (*Polytrichum commune*, *Polytrichum juniperinum* ja *Polytrichastrum alpinum*) (kuva 6).

Muokattujen ja muokkaamattomien koealojen kasvillisuuden rakenne poikkesivat vielä 6 vuoden kuluttua muokkauksesta toisistaan kaikissa kohteissa. Muokatut koealat sijoittuivat DCA-ordinaation 1. akselilla yleensä muokkaamattomien koealojen oikealle puolelle ja erottuivat omaksi ryhmäkseen (kuva 7, liite 3). Paljakassa ero näkyi selvimmin. Ensimmäisen akselin ominaisarvo oli korkea, kokeesta riippuen välillä 0,76–0,61. Päägradientti voitiin tulkita osoittavan selvästi ”suokessiogradienttia”. Kasvilajeittaisessa ordinaatiossa pioneirilajit ja avoimella maalla viihtyvät lajit keskittyivät akselistossa oikealle, kliimaks- ja metsälajit vastaavasti vasemmalle puolelle.

Toisenkin akselin ominaisarvot todettiin verraten korkeiksi (kokeesta riippuen 0,35–0,50), mutta akselin tulkinta jäi epävarmaksi. Muokkaamattomat koealat sijoittuivat ordinaatiodiagrammissa toisen akselin suhteen hiukan kauemmas toisistaan kuin muokatut alat (kuva 7). Muokatulla pinnalla kasvillisuus näyttäisi olevan homogeenisempää, ja mahdollisesti toinen akseli edustaa esim. ”kosteusgradienttia”, jolloin siinä näkyisi mm. metsä- ja korpimaiden lajiston vaihtelu.

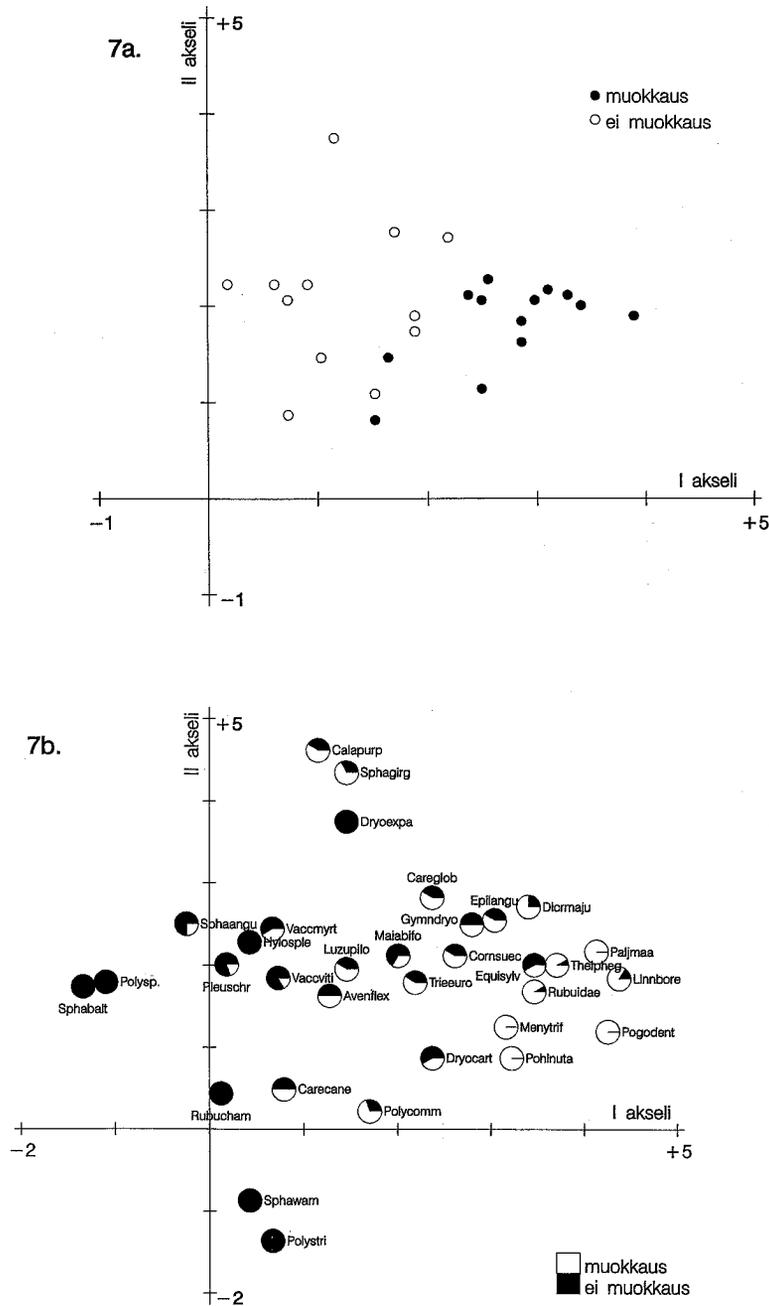
4 Tulosten tarkastelu

Tutkimuksessa seurattiin puuntaimien ja pintakasvillisuuden alkukehitystä neljässä uudistamisalo-

suhteiltaan hyvin erilaisessa kohteessa, jotka edustivat samalla myös erilaisia ilmasto-oloja. Näin olen kukin tutkimusmetsikkö tarkasteltiin omana kokonaisuutenaan. Uudistamismenetelmien kirjavuudesta johtuen kokeiden välinen suora vertailu ei ollut mahdollista, eikä menetelmien keskinäisestä ”paremmuudesta” voitu vielä tässä vaiheessa saada selkeää käsitystä. Koejärjestelyn sallimia mielekkäitä vaihtoehtoja olivat kylvön ja luontaisen uudistumisen tulosten vertailu sekä kuusen ja rauduskoivun istutustaimien alkukehityksen erojen tarkastelu.

Kuusi viljellään käytännössä istuttaen, eikä kylvöä metsänhoito-ohjeissa tunneta. Osasyynä ovat kuusensiemenen saatavuuden ongelmat, mutta myös se, että kuusen kylvöä pidetään epävarmana uudistamismenetelmänä. Käsitys pohjautuu vanhoihin kylvötutkimuksiin – muokattuun maatuneeseen turpeeseen tehdyt kylvöt ovat epäonnistuneet roustevaurioiden vuoksi (Multamäki 1939) ja kylvökohdan nopeasti peittänyt tuuhea karhunsammalikko on heikentänyt kasvualustan taimettumisherkkyttä (Lukkala 1951). Kuusen kylvötulokset ovat jääneet heikoiksi istutustuloksiin verrattuna myös kivennäismaiden muokatuilla uudistusalilla tehdyissä tutkimuksissa (Pohtila 1972, Valtanen ja Engberg 1987, Kolström 1991). Viljavilla kivennäismailla kuusen kylvöä pidetään erävarmana menetelmänä taimien hitaan kehityksen ja voimakkaan pintakasvillisuuskilpailun vuoksi (Kolström 1991).

Tässä tutkimuksessa kuusen hajakylvö onnistui hyvin. Vain Kolarissa, missä käytettiin ruutukylvöä ja vähäistä siemenmäärää, kylvötaimet eivät erottuneet runsaasta luontaisesta taimiaineksesta. Kuusen hajakylvötaimia oli kohteissa runsaasti, jopa 30 000–40 000 kpl ha⁻¹. Kylvön käyttökelpoisuuden arvioiminen on kuitenkin vielä ennenaikaista, sillä lopullinen metsittymistulos riippuu taimien jatkekehityksestä. Kuusen kylvötulosten vertaamista aiempien tutkimusten tuloksiin vaikeuttavat kasvupaikoissa sekä muokkaus- ja kylvötavoissa olevat erot. Tässä tutkimuksessa muokkaus oli voimape- räistä mätästystä, jolloin kasvualustaksi kääntyi turpeen lisäksi yleisesti myös kivennäismaata tai turpeen ja kivennäismaan sekoitusta. Kylvö tehtiin hajakylvönä toisin kuin vanhemmissa kokeissa, joissa on käytetty yleensä ruutu- tai pistekylvöä. Kun käytetty siemenmäärä oli verraten suuri, tuli muok-



Kuva 7. Pintakasvillisuuden koaloittainen (7a) ja kasvilajeittainen (7b) DCA-ordinaatio Paljakan kokeella. Lajistokuvaus tehty kuuden vuoden kuluttua avohakkuusta ja mätätysmuokkauksesta. Kuvassa tarkastellaan muokkauksen vaikutusta kasvilajien runsaussuhteisiin. Kasvilajihenteiden selitys on liitteessä 3.

kausalan eri pienmuotoihin – itämisalustana sekä hyviin että huonoihin – riittävästi siemeniä taimettumista ajatellen. Tehokkaasta muokkauksesta johtui se, että kylvötaimet saivat alkuvuosina kehittyä pintakasvillisuuskilpailusta vapaana. Riittävä paikalliskuivatus lienee ehkäissyt myös vakavampien roustevaurioiden synnyn. On korostettava, että tässä saatuja kuusen hyviä kylvötuloksia ei voi yleistää koskemaan paksuturpeisia kohteita, kevyesti muokattuja uudistusaloja tai vähäisillä siemenmäärillä tehtäviä laikkukylvöjä.

Hieskoivun kylvö lisäsi taimimääriä Paljakan ja Kivalon kohteilla eli siellä, missä taimettuminen pelkän muokkauksen seurauksena jäi heikoksi. Hieskoivun kylvöstä on selvityksiä hyvin niukalti (ks. kuitenkin Sarasto 1963, 1964, Kaunisto ja Saarinen 1989, Saarinen 1993b). Käytännössä hieskoivua syntyy – kuten tässäkin tutkimuksessa – muokatulle uudistusalalle jo luontaisesti riittävästi eikä täydennyskylvöjä tarvita.

Kohteita ympäröivät metsät olivat kuusikoita tai kuusi-koivusekametsiä. Siementävän puuston etäisyys koelaitteilta vaihteli välillä 5–80 m, joten luontainen uudistuminen varsinkin kokeiden reuna-alueilla kävi mahdolliseksi. Kuusen käpysato näyttää Pohjois-Suomessa olleen jaksolla 1982–88 paras vuonna 1983 eli heti kokeiden muokkausten jälkeisenä vuonna (Hokkanen, julkaisematon). Toiseksi suurin käpysato syntyi vuonna 1986. On luultavaa, että luontaisen uudistumisen edellytykset olivat taimettumisen kannalta parhaimmillaan vuosina 1984 ja 1987. Muokkaamattomilta avohakkuualoilta mitatut kuusen ja etenkin hieskoivun taimimäärät olivat osalla kokeita kohtalaisen suuria luontaista metsittymistä ajatellen. Kuusen- ja hieskoivun taimista suurin osa oli syntynyt metsikön alle jo vuosia ennen puuston hakkuuta. Lukkalan (1946) tutkimuksessa korpien uudistusalojen kuusentaimista 50–80 % oli syntynyt ennen uudistushakkuuta. Paljakassa ja myös Kolin kokeessa 1 kokeella kuusentaimia oli kuitenkin varsin vähän emopuuston tiheyden vuoksi.

Pelkkä muokkaus lisäsi kuusentaimia selvästi vain Kolarissa, jossa siementävä puusto rajoittui välittömästi kokeeseen ja jossa kuusen siemensato oli muokkausta seuranneena vuonna hyvä. Muilla kohteilla muokkauksen vaikutus jäi vähäiseksi, vaikka Kolillakin taimettumisedellytykset todettiin aina-

kin reunametsän siemennyskyvyn suhteen kohtalaisen hyväksi. Kuusen taimettuminen lienee tapahtunut 2–3 vuoden kuluessa muokkauksesta, koska taimimäärät eivät lisääntyneet ensimmäisen ja toisen inventoinnin välillä. Tuloksesta voi päätellä muokatun alustan menettäneen nopeasti taimettumisherkkyytensä. Hyvän uudistumistuloksen varmistamiseksi muokkauksen olisi osuttava yhteen hyvän siemenvuoden kanssa. Kuusen siemensatoa voidaan ennustaa kukkimista edeltävän kasvukauden sääolojen avulla, joskin se on epävarmaa etenkin Pohjois-Suomen osalta (Pukkala 1987).

Tulokset osoittivat kuusen istutuksen onnistuneen hyvin kaikissa tutkimuskohteissa. Kuuden vuoden aikana kuusentaimien kuolleisuus jäi alle 10 %:n. Rouste nosti kuusentaimia Paljakassa kahden vuoden aikana istutuksen jälkeen. Osa kuusen pottitaimista oli kallistunut tai irronnut kasvualustasta kokonaan. Vauriot edustivat kuitenkin vain muutamia prosentteja kaikista istutustaimista. Käytettäessä paljasjuurisia taimia ei roustevaurioita esiintynyt. Hallavaurioiden välttämiseksi kuusen istutustaimien suojaksi tulee pyrkiä saamaan turvemaita verhopuusto (Multamäki 1939, 1942). Jo 150–200 suojuspuuta/ha on todettu vähentävän selvästi mätästysalueen kuusentaimien hallavaurioita avohakkuualaan verrattuna (Hänell 1993). Hallanarkuuden suhteen tämän tutkimuksen kohteilla oli eroja. Topografialtaan alavissa paikoissa Kolilla ja Kivalossa kuusen istutustaimet kärsivät hallasta. Myös Kolarissa havaittiin kesäkuussa 1984 – jolloin halla esiintyi voimakkaana laajoilla alueilla Pohjois-Suomessa – lähes kaikkien kuusentaimien latva-versojen paleltuneen. Paljakan vaaranrinteellä kasvaneet taimet säilyivät sen sijaan vaurioitta.

Rauduskoivun menestymistä soilla pidetään epävarmana, vaikka sen alkukehitys taimivaiheessa saattaa olla kohtalaisen hyvä (Sarasto 1963, 1964, Mannerkoski 1972, Kaunisto 1973). Rauduskoivun istutuskokeissa todettiin taimia kuolleen runsaasti jo muutaman vuoden kuluessa viljelystä (Lehtiniemi ja Sarasto 1973, Mannerkoski ja Päivänen 1974).

Rauduskoivun istutustaimien alkukehitys oli tässä tutkimuksessa hyvä. Voimakas muokkaus varmisti kasvualustan riittävän kuivatuksen ja ilmanvaihdon sekä toi kivennäismaan ravinteita juurten ulottuville. Kivalossa rauduskoivu menestyi kuitenkin heikosti. Synnä saattoi olla kohteen paksu-

turpeisuus ja suoja-aitauksen puuttuminen. Vakavan uhan rauduskoivun tulevalle kehitykselle muodostivat kaikissa kohteissa eläimet. Hirvet ja porot laidunsivat koealueilla aiheuttaen taimille toistuvia latvavaurioita. Taimien suojaksi rakennetut muovinauha-aidatkaan eivät täysin estäneet eläinten liikumista koealoilla. Paljakan rauduskoivuja vaivasi myös versolaikkutauti, joka näkyi rungossa koroutumina ja mustina laikkuina (esim. Kurkela 1973, Lehtiniemi ja Sarasto 1973). Tautia aiheuttavien sienien iskeytyminen saattoi olla yhteydessä Paljakan seudun runsaslumisuteen ja tykkyilmiöön, jotka lisäsivät oksanrepeytymiä ja näin mahdollistivat sienten pääsyn koivunrunkoihin. Versolaikkutauti ei kuitenkaan näyttänyt haittaavan rauduskoivujen myöhempää kasvua.

Muokatulle turvepinnalle kehittyi varsin nopeasti karhunsammalkasvusto. Jo kahden vuoden kulluttua käsittelystä karhunsammalet ja nuotiosammalet olivat yleisiä, ja kasvillisuus peitti kokeesta riippuen 78–97 % muokatusta pinnasta. Lajiston runsaussuhteissa tapahtui myös muutoksia. Kasvillisuussukessio oli nopeampaa kuin kivennäismaiden aurasalueilta Lapista aiemmin on esitetty (Ferm ja Pohtila 1977, Ferm ja Sepponen 1981). Syynä voi pitää kohteiden korkeaa trofiatasoa. Tuuhean karhunsammalikon on todettu ehkäisevän taimettumista tehokkaasti (Tertti 1932, Sarasto ja Seppälä 1964, Lähde 1965). Tässäkään tutkimuksessa ei taimia syntynyt enää mainittavasti karhunsammalkasvustojen yleistymisen jälkeen.

Kiitokset

Käsikirjoituksen lukivat vs. prof. Seppo Kaunisto ja MMT Kaarlo Kinnunen, joille esitämme parhaat kiitokset.

Kirjallisuus

Ferm, A. & Kaunisto, S. 1983. Luontaisesti syntyneiden koivumetsiköiden maanpäällinen lehdetön biomassaa-

tuotos entisellä turpeennostoalueella Kihniön Aitonevalla. Summary: Above-ground leafless biomass production of naturally generated birch stands in a peat cut-over area at Aitoneva, Kihniö. *Folia Forestalia* 558. 32 s.

- & Pohtila, E. 1977. Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoittuminen auratuilla metsänuudistusaloilla Lapissa. Abstract: Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland. *Folia Forestalia* 319. 34 s.
- & Sepponen, P. 1981. Aurasjäljen muuttuminen ja kasvillisuuden kehittyminen metsänuudistusaloilla Lapissa 10 vuoden aikana. Summary: Development of ploughed tracks and vegetation on reforestation areas in Finnish Lapland during a period of 10 years. *Folia Forestalia* 493. 19 s.
- Heikurainen, L. 1954. Rämemänniköiden uudistamisesta paljaaksihakkausta käyttäen. Referat: Über natürliche Verjüngung von Reisermoor-Kieferbeständen unter Anwendung von Kahlschlag. *Acta Forestalia Fennica* 61(27). 21 s.
- 1959. Tutkimus metsäojitusalueiden tilasta ja puustosta. Referat: Über waldbaulich entwässerte Flächen und ihre Waldbestände in Finnland. *Acta Forestalia Fennica* 69(1). 279 s.
- , Laine, J. & Lepola, J. 1983. Lannoitus- ja sarkaleveyskokeita karujen rämeiden uudistamisessa ja taimiköiden kasvatuksessa. Summary: Fertilization and ditch spacing experiments concerned with regeneration and growing of young Scots pine stands on nutrient poor pine bogs. *Silva Fennica* 17(4): 359–379.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* 42: 47–58.
- Hänell, B. 1991. Förnyelse av gransumpskog på bördiga torvmarker genom naturlig förnygring under högskärm. Sveriges Lantbruksuniversitet, Rapport 32.
- 1992. Skogsförnyelse på högproduktiva torvmarker – plantering av gran på kalhygge och under skärträd. Sveriges Lantbruksuniversitet, Rapport 34.
- 1993. Regeneration of *Picea abies* forests on highly productive peatlands – clearcutting or selective cutting? *Scandinavian Journal of Forest Research* 8: 518–527.
- Kaunisto, S. 1971. Lannoituksen, muokkauksen ja vesipinnan etäisyyden vaikutus kylvötaimien ensi kehitykseen turvealustalla. Kasvuhooneessa suoritettu tutkimus. Summary: Effect of fertilization, soil preparation, and distance of water level on the initial development of Scots pine and Norway spruce seedlings on peat. A study performed in greenhouse. Com-

- municaciones Instituti Forestalis Fenniae 75(2). 64 s.
- 1973. Raudus- ja hieskoivun viljelystä metsäojitetuilla soilla. Summary: Afforestation of open peatlands with *Betula pubescens* and *B. verrucosa*. *Suo* 24(1): 4–7.
- 1975. Suometsien luontaisen uudistamisen edistäminen. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14: 37–41.
- 1981. Rauduskoivun (*Betula pendula*) ja hieskoivun (*Betula pubescens*) luontainen uudistuminen turpeenoston jälkeisellä suonpohjan turpeella Kihniön Aitonevalla. Summary: Natural regeneration of *Betula pendula* and *B. pubescens* on a peat cut-away area. *Suo* 32(3): 53–60.
- 1984. Suometsien uudistaminen turvekangasvaiheessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 137: 7–21.
- 1985. Alustavia tuloksia metsän tehoviljelykokeista turvemaidilla. Summary: Preliminary results from high efficiency forest regeneration experiments on peatlands. *Folia Forestalia* 619. 16 s.
- & Päivänen, J. 1985. Metsänuudistaminen ja metsittäminen ojitetuilla turvemaidilla. Kirjallisuuden perustava tarkastelu. Summary: Forest regeneration and afforestation on drained peatlands. A literature review. *Folia Forestalia* 625. 75 s.
- & Saarinen, M. 1989. Turvekäytössä olevien alueiden loppuvuosien kuivatus- ja turvetuotanto-ongelmat sekä alueiden jälkikäyttö energiapuun tuotantoon ja metsätalouteen. Alueiden jälkikäyttöä koskeva raportti. Moniste Parkanon metsäntutkimusasemalla.
- Kauppila, A. & Lähde, E. 1975. Koetuloksia maan käsittelyn vaikutuksesta metsämaan ominaisuuksiin ja kylvötuloksiin Pohjois-Suomessa. Summary: On the effect of soil treatments of forest soil properties in North-Finland. *Folia Forestalia* 230. 29 s.
- Kolström, T. 1991. Kuusen kylvö- ja istutusmenetelmien vertailukoe viljavilla kivennäismailloilla Pohjois-Karjalassa. Abstract: Results from the sowing and planting experiment of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) on fertile sites in North Karelia, Finland. *Silva Fennica* 25(2): 85–97.
- Kurkela, T. 1973. Godronia multisporan aiheuttama tauti raudus- ja hieskoivun taimissa eräissä metsänlannoituskokeissa turvemaidilla. Summary: A disease caused by *Godronia multispora* groves on young *Betula verrucosa* Ehr. and *B. pubescens* Ehr. on fertilized peatlands. *Suo* 24(1): 8–15.
- Lehtiniemi, T. & Sarasto, J. 1973. Kokemuksia rauduksen istutuksesta ojitetuille soille. Summary: *Betula verrucosa* (Ehr.) plantations on drained peat. *Silva Fennica* 7(1): 24–44.
- Lukkala, O.J. 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen. Referat: Die natürliche Verjüngung der Bruchwälder. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 34(3). 150 s.
- 1951. Kokemuksia Jaakkoin suon koeojitusalueelta. Summary: Experiences from Jaakkoin suon experimental drainage area. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 39(6). 53 s.
- Lähde, E. 1965. Havaintoja männyn istutuksesta karhunsammalmuuttumalle. Summary: Observations on transplanting pine in a *Polytrichum*-covered drained swamp. *Suo* 16(2): 7–10.
- Mannerkoski, H. 1972. Havaintoja koivun esiintymisestä Haukivahonsuon lannoituskoe kentällä. Summary: On the occurrence of birch on fertilized peat. *Suo* 23(5): 80–86.
- 1975. Vanhan ojitusalueen uudistaminen mätästysmenetelmällä. Summary: Hummock-building method in reforestation of an old drainage area. *Suo* 26(3–4): 65–68.
- & Päivänen, J. 1974. Eräiden puulajien istutuksen onnistuminen ojitetulla lyhytkortisella nevalle. Summary: Planting experiment with some tree species on a drained small-sedge bog. *Suo* 25(5): 73–76.
- Mikkola, K. & Nieppola, J. 1987. Kasvipteianalyysin maastotyöt. Julkaisussa: Metsikkökokeiden maastotyöohjeet. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 257: 119–128.
- Moilanen, M. 1984. Ojituksen, lannoituksen ja muokkauksen vaikutuksesta luontaiseen uudistumiseen piensararämeellä. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 133. 23 s.
- & Issakainen, J. 1981. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus kuusen ja koivun uudistumiseen erällä Kainuun vaara-alueen paksaturpeisilla soilla. Summary: Effect of fertilization and soil preparation on the regeneration of birch and spruce on thick peat soils in Kainuu. *Folia Forestalia* 481. 16 s.
- Multamäki, S.E. 1937. Kuusen uudistamisesta vesiperäisillä mailla. Yksityismetsänhoitajyhdistyksen vuosikirja 10: 147–171.
- 1939. Kuusen kylvöstä ja istutuksesta metsitettävillä soilla. Referat: Über Fichtensaat und -pflanzung auf zu bewaldenden Mooren. *Acta Forestalia Fennica* 47(3). 132 s.
- 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitetujen soiden metsittymiseen. Referat: Das Erfrieren der Fichtenpflanzen in seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore. *Acta Forestalia Fennica* 51(1). 353 s.
- Peltonen, A. 1986. Metsien uudistaminen turvemaidilla kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978–79 inventointitulokset. Summary: Forest regeneration on peatlands in the six southernmost

- forestry board districts of Finland. Results from inventories in 1978–79. *Folia Forestalia* 679. 26 s.
- Pohtila, E. 1972. Tulokset Perä-Pohjolan valtionmailla vuosina 1930–45 tehdyistä kuusiviljelyistä. Summary: Results of spruce cultivation from 1930–45 on state owned lands in Perä-Pohjola. *Folia Forestalia* 156. 12 s.
- Pukkala, T. 1987. Kuusen ja männyn siemensadon enntemalli. *Silva Fennica* 21(2): 135–144.
- Saarinen, M. 1989. Metsien uudistaminen vanhoilla ojitusalueilla. Summary: Forest regeneration in old forest drainage areas. *Suo* 40(1): 31–36.
- 1993a. Miten käsitellä uudistamiskypsiä ojitusalueita. Julkaisussa: Laiho, O. & Luoto, T. (toim.). Metsäntutkimuspäivä Porissa 1992. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 470: 6–12.
- 1993b. Männyn ja koivun viljely turvetuotannosta poistetuilla suonpohjilla. Summary: Afforestation of Scots pine (*Pinus sylvestris*) and birch (*Betula pendula* and *B. pubescens*) on cut-over peatlands. MML-tutkinnon sivuainetutkielma metsänhoitotieteissä.
- Sarasto, J. 1963. Tutkimuksia koivun kylvöstä ojitetuilla soilla. Summary: Sowing of birch on drained swamps. *Suo* 14 (4): 47–56.
- 1964. Koivun kylvöjen talvehtimisestä ojitetuilla soilla. Summary: The wintering of birch seedlings in drained swamps. *Suo* 15(3): 51–53.
- & Seppälä, K. 1964. Männyn kylvöstä ojitettujen soiden sammal- ja jäkäläkasvustoihin. Summary: On sowing of pine in moss and lichen vegetation on drained swamps. *Suo* 15(3): 54–58.
- Ter Braak, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67: 1167–1179.
- 1987. CANOCO – a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal component analysis and redundancy analysis (version 2.0) TNO Institute of Applied Computer Science, Wageningen. 95 s.
- Tertti, M. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den Südfinnischen Heideböden. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 17(4). 206 s.
- Valtanen, J. & Engberg, M. 1987. Vuosina 1970–72 perustetun aurasalueiden metsänviljelykokeen tulokset Kainuussa ja Pohjois-Pohjanmaalla. Summary: The results from Kainuu and Pohjanmaa of the ploughed-area reforestation experiment begun during 1970–72. *Folia Forestalia* 686. 42 s.
- Voss-Lagerlund, K. 1976. Effects of soil preparation on the bacterial population in forest soil. Seloste: Muokkauksen ja lannoituksen vaikutus metsämaan mikrobistoon. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 86(7). 35 s.

48 viitettä

Liite 1. Kokeiden perustaminen, käsittelyt ja kokeissa käytetty viljelymateriaali; (-) = tieto puuttuu.

	Koli 1	Koli 2	Pajakka	Kivalo	Kolari
Avohakkuu	1982	1974	1982	1977	1982
Mätästys	syksy 1982	syksy 1982	syksy 1982	syksy 1982	syksy 1982
Viljelyajankohdat	27.-31.5.-83 (hiesk. kylvö 23.5.-84)	kuten koe 1	8.-16.6.-83 (hiesk. kylvö 16.5.1984)	25.5.-3.6.-83 (hiesk.kylvö 17.5.-84)	6.-10.6.-83 (hiesk.kylvö 2.6.-84)
Taimilaji ja alkuperä					
- Kuusi	2A+2A, Kuopio T10-78-1-355 B2	kuten koe 1	1MK+1AK, Taivalkoski M24-70-31 B3	(-)	(-), Kittilä M24-70-14 B2
-Rauduskoivu	1M+1A, Koli T3-69-411-776 A4	kuten koe 1	1M+1A, Koli T3-64-411-776 A4	1/2 MK+1/2 M, Kittilä 19.8. 63-73-1 B3	1/2 MK+1/2 M, Kittilä M29-80-1 B3 (osaksi 1A+2A, M24-70-14 B3)
Kylvön siemenalkuperät					
- Kuusi	Varpaisjärvi T10-78-28 B3	kuten koe 1	Hyrnsalmi (oma keräys)	Rovaniemi M9-70-42 B3 ja Kolari M24-70-17 B3	Kolari G3-70-077
-Hieskoivu	Koli ja Muhos (oma keräys)	kuten koe 1	Muhos (oma keräys)	Rovaniemi (oma keräys)	Kolari (oma keräys)
Siementen käyttömäärä (itävyys)					
- Kuusi	1 kg ha ⁻¹ (66 %)	kuten koe 1	3,8 kg ha ⁻¹ (20 %)	1 kg ha ⁻¹ (96 %)	0,5 kg ha ⁻¹ (-)
-Hieskoivu	1,6 kg ha ⁻¹ (51 %)	kuten koe 1	5 kg ha ⁻¹ (51 %)	2,7 kg ha ⁻¹ (38 %)	2 kg ha ⁻¹ (-)

Liite 2. Käsittelyjen väliset erot luonnon- ja kylvötaimien määrissä. Kaksisuuntaisen varianssianalyysin ANOVA-taulu. Kokeet: Koli1, Koli2, Paljakka, Kivalo ja Kolari. Käsittelyt kuusentaimien testauksessa: muokkaamaton, muokattu ja muokattu+kuusen kylvä. Käsittelyt hieskoivun taimien testauksessa: muokkaamaton, muokattu ja muokattu+hieskoivun kylvä.

Vaihtelun lähde	Vapausasteet	Keskineeliö	F-arvo	P-arvo
Kuusentaimet 1985				
Koe	3	$6,79 \cdot 8^{10}$	5.08	0.0060
Käsittely	2	$1,02 \cdot 9^{10}$	8.48	0.0024
Yhdysvaikutus	6	$3,80 \cdot 8^{10}$	2.89	0.0237
Virhetermi	15	$1,10 \cdot 8^{10}$		
Kuusentaimet 1989				
Koe	4	$3,76 \cdot 8^{10}$	2.59	0.0660
Käsittely	2	$1,07 \cdot 9^{10}$	7.41	0.0037
Yhdysvaikutus	8	$2,36 \cdot 8^{10}$	1.63	0.1757
Virhetermi	21	$1,45 \cdot 8^{10}$		
Hieskoivuntaimet 1985				
Koe	3	$9,33 \cdot 8^{10}$	0.60	0.6223
Käsittely	2	$1,84 \cdot 9^{10}$	1.19	0.3317
Yhdysvaikutus	6	$2,03 \cdot 9^{10}$	1.32	0.3091
Virhetermi	15	$1,54 \cdot 9^{10}$		
Hieskoivuntaimet 1989				
Koe	4	$5,39 \cdot 10^{10}$	6.05	0.0021
Käsittely	2	$1,48 \cdot 10^{10}$	1.67	0.2129
Yhdysvaikutus	8	$7,13 \cdot 9^{10}$	0.80	0.6086
Virhetermi	21	$8,90 \cdot 9^{10}$		

Liite 3. Kasvilajilyhenteiden selitys ja kasvien suomalaiset nimet kuvaan 7.

Avenflex	=	<i>Avenella flexuosa</i> , metsälauha
Calapurp	=	<i>Calamagrostis purpurea</i> , korpikastikka
Carecane	=	<i>Carex canescens</i> , harmaasara
Careglob	=	<i>Carex globularis</i> , pallosara
Cansuec	=	<i>Cornus suecica</i> , ruohokanukka
Dicmajju	=	<i>Dicranum majus</i> , isokynsisammal
Dryocart	=	<i>Dryopteris carthusiana</i> , metsäalvejuuri
Dryoexpa	=	<i>Dryopteris expansa</i> , isoalvejuuri
Epilangu	=	<i>Epilobium angustifolium</i> , maitohorsma
Equisylv	=	<i>Equisetum sylvaticum</i> , metsäkorte
Gymndryo	=	<i>Gymnocarpium dryopteris</i> , metsäimare
Hylosple	=	<i>Hylocomium splendens</i> , kerrossammal
Linnbare	=	<i>Linnæa borealis</i> , vanamo
Luzupilo	=	<i>Luzula pilosa</i> , kevätpiippo
Maiabifo	=	<i>Maianthemum bifolium</i> , aravanmarja
Menytrif	=	<i>Menyanthes trifoliata</i> , raate
Paljmaa	=	Paljas maa, kasvipeitteetön
Pleuschr	=	<i>Pleurozium schreberi</i> , seinäsammal
Pogodent	=	<i>Pogonatum dentatum</i> , hiekkasammal
Pohlhuta	=	<i>Pohlia nutans</i> , nuokkuvarstasammal
Polycomm	=	<i>Polytrichum commune</i> , korpikarhunsammal
Polysp.	=	<i>Polytrichum</i> sp., karhusammallajit
Polystri	=	<i>Polytrichum strictum</i> , rämeen karhunsammal
Rubucham	=	<i>Rubus chamaemorus</i> , suomuurain
Rubidae	=	<i>Rubus idaeus</i> , vadelma
Sphagirg	=	<i>Sphagnum girgensohnii</i> , korpikarhunsammal
Sphaangu	=	<i>Sphagnum angustifolium</i> , jokasuonrahkasammal
Sphabalt	=	<i>Sphagnum balticum</i> , silmäkkeenrahkasammal
Sphawam	=	<i>Sphagnum warnstorffii</i> , hetteenrahkasammal
Thelpheg	=	<i>Thelypteris phegopteris</i> , korpi-imare
Trieeuro	=	<i>Trientalis europaea</i> , metsätähiti
Vaccmyrt	=	<i>Vaccinium myrtillus</i> , mustikka
Vaccviti	=	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> , puolukka