

# FOLIA FORESTALIA 493

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1981

---

---

ARI FERM JA PENTTI SEPPONEN

AURAUJÄLJEN MUUTTUMINEN JA  
KASVILLISUUDEN KEHITTYMINEN  
METSÄNUUDISTUSALOILLA LAPISSA  
10 VUODEN AIKANA

DEVELOPMENT OF PLOUGHED TRACKS  
AND VEGETATION ON REFORESTATION  
AREAS IN FINNISH LAPLAND DURING  
A PERIOD OF 10 YEARS





METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
*THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE*

Osoite: Unioninkatu 40 A  
*Address:* SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401  
*Phone:*

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Tuomas Heiramo
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonon
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

*The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.*



FOLIA FORESTALIA 493

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1981

Ari Ferm ja Pentti Sepponen

AURAU SJÄLJEN MUUTTUMINEN JA KASVILLISUUDEN  
KEHITTYMINEN METSÄNUUDISTUSALOILLA  
LAPISSA 10 VUODEN AIKANA

Development of ploughed tracks and vegetation  
on reforestation areas in Finnish Lapland  
during a period of 10 years



ODC 232.216:231.33:(480.99)  
ISBN 951-40-0544-9  
ISSN 0015-5543

FERM, A. & 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 For.* 493:1—19.

Tutkimuksessa selvitettiin kuuden eri puolilla Pohjois-Suomea sijaitsevan auran metsänuudistusalan kehitystä 10 auruasta seuraavan vuoden aikana.

Tarkastelujakson aikana auraspalteen harjan ja vaon pohjan välinen korkeusero tasoittui keskimäärin 20 % alkuperäisestä korkeuserosta. Tasoittuminen oli kuitenkin selvästi hidastuvaa siten, että jälkimmäisellä viiden vuoden jaksolla vuotuinen tasoittumisnopeus oli pudonnut puoleen ensimmäisen viiden vuoden jakson tasoittumisnopeudesta. Kasvillisuuden kehityksessä todettiin sekundääri-nen sukkessio rikkomattomalla maanpinnalla ja primäärinen sukkessio paljasetulla kivennäismaalla. Sukkessio oli hitainta palteessa ja voimakkainta rikkomattomalla maanpinnalla. Sekä lehti- että havupuiden taimia syntyi luontaisesti eniten vakoon ja pientareeseen. Runsaimmin esiintyi hieskoivun (*Betula pubescens*) luontaisia taimia; eräillä alueilla yli 30 000 kpl/ha.

---

The study examined succession on six ploughed reforestation areas at different locations around northern Finland in the ten years following ploughing.

During the period under study the height difference between the top of the tilt and the bottom of the furrow levelled out 20 % on average. This development showed clear retardation in that the rate of levelling during the last five years had decreased to half that of the first five. As regards vegetation, secondary succession was observed on unbroken surfaces and primary succession on exposed mineral soil. Succession was slowest on the tilt and most vigorous on unbroken surfaces. The seedlings of both coniferous and deciduous trees germinated naturally most readily on the bottoms and on the shoulders. Most abundant were natural seedlings of *Betula pubescens*, there being over 30 000 per ha in some areas.



## SISÄLLYS

1. JOHDANTO .....	4
2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT .....	4
21. Tutkimusalueet .....	4
22. Mittaukset .....	4
3. TUTKIMUSTULOKSET .....	7
31. Aurasjäljen tasoittuminen .....	7
32. Kasvillisuuden kehitys .....	8
33. Puiden luontainen taimiaines .....	11
4. TULOSTEN TARKASTELUA .....	15
KIRJALLISUUS .....	17
SUMMARY .....	18



## 1. JOHDANTO

Suurimpaan osaan metsänuudistamista liittyy jonkin asteinen maanpinnan käsittely. Auraus saavutti kangasmaiden maankäsittelytapojen joukossa valta-aseman Lapissa 1960-luvun jälkipuoliskolla (P o h t i l a 1977) ja on tällä hetkellä vallitseva maankäsittelymenetelmä. Aurausta käytetään paitsi metsänviljelyn myös luontaisen uudistamisen yhteydessä (ks. myös Ohjekirje metsittämisestä ja metsänuudistamisesta 1978).

Aurauksen myönteinen vaikutus metsänuudistamisen onnistumiseen on todettu monissa tutkimuksissa (esim. M ä l k ö n e n 1972, L e i k o l a 1974, K a u p p i l a ja L ä h d e 1975, P o h t i l a 1977, L ä h d e 1979 ja 1981). Menetelmän vaikutuksia metsäekosysteemiin muutoin on sen sijaan tutkittu hyvin vähän (K e l l o m ä k i 1972, F e r m ja P o h t i l a 1977).

Tämä julkaisu on jatkoa F e r m i n ja P o h t i l a n (1977) tutkimukselle, jossa

pyrittiin määrittämään Lapin metsänuudistusaloilla eräitä ensimmäisinä aurauksen jälkeisinä vuosina tapahtuvia muutoksia. Tässä, kuten aikaisemmassakin tutkimuksessa pääpaino on pintakasvillisuuden kehityksen kuvaamisessa. Lisäksi tarkastellaan puiden luontaista uudistumista havaitun taimiaineksen perusteella ja aurauksen jälkeisen tasoitusnopeutta.

Kestokoealamenetelmään perustuvassa selvityksessä on nyt tarkasteluajanjaksona kymmenen ensimmäistä aurauksen jälkeistä kasvukautta.

Maastotyöt tähän tutkimukseen teki Ari F e r m kesällä 1979. Myös pääosa aineiston käsittelystä on hänen työtään. Käsikirjoituksen ovat laatineet ja viimeistelleet tekijät yhdessä, kuvat ja taulukot ovat Pentti S e p p o s e n viimeistelemiä. Englanninkieliset tekstinosat on kääntänyt valantehnyt kielenkääntäjä Richard F o l e y, B.A. Käsikirjoituksen ovat tarkastaneet professorit Erkki L ä h d e ja Eero P a a v i l a i n e n. Kiitämme edellä mainittuja saamastamme arvokkaasta avusta.

## 2. TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

### 21. Tutkimusalueet

Tutkimusalueet ovat ns. runkotutkimuksen koealoja (F e r m ja P o h t i l a 1977). Ne on aurattu piennarauralla n. 5 metrin välein vuonna 1969. Koska ei ollut mahdollista mitata uudelleen kaikkia F e r m i n ja P o h t i l a n (emt.) tutkimusalueita, valittiin ne alueet, joista oli mitattavissa sekä kasvillisuuden kehitys että aurauksen jälkeinen tasoittuminen. Alueista kolme sijaitsee Hirvaalla, Rovaniemen maalaiskunnassa, kaksi Muoniossa ja yksi Inarissa (kuva 1).

Alueiden valintaperusteena pidettiin edelleen sitä, että ne edustaisivat erilaisia kasvupaikkoja ja että voitaisiin tehdä vertailuja ”eteläisen” (alueet 1, 3 ja 6) ja ”pohjoisen” (alueet 2, 4 ja 5) Lapin suhteen. Puiden luontaisen taimiaineksen määrän mittaamisen kannalta katsottiin erityisen kiinnostaviksi alueet 2 ja 5, jotka on hakattu männyn siemenpuuasentoon.

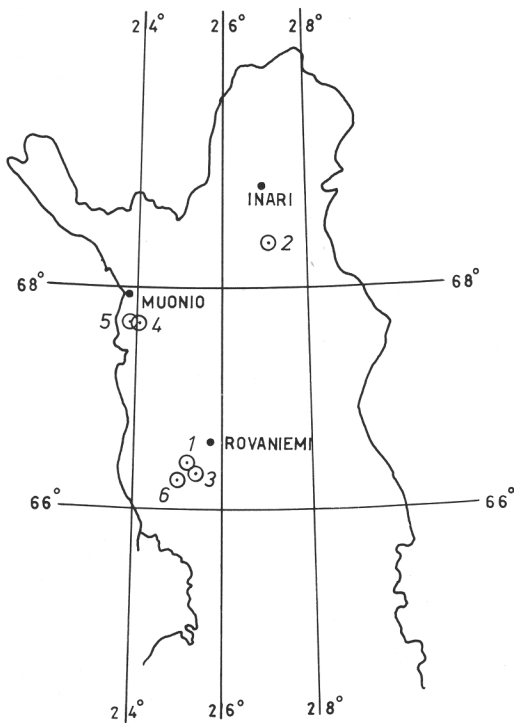
Tutkimusalueiden kasvupaikkaluokituksessa noudatettiin metsänviljelyn runkotutkimuksessa käytettyä viljavuuteen, maalajiin ja soistuneisuuteen perustuvaa luokitusta. Tutkittujen alueiden yleiskuvaus on esitetty taulukossa 1 ja maaperätietoja taulukossa 2. Alueiden lämpö- ja kosteusilmaston yleispiirteitä on esitetty kuvassa 2.

Metsätyypeiltään — sikäli kuin tällä tavoin käsitellyt aloja pystytään kovinkaan luotettavasti määrittämään (ks. S e p p o n e n 1978) — tutkimusalueet jakaantuvat seuraavasti: 1 EVT, 2 EMT, 1 EMT soistunut, 1 ErcIT ja 1 VMT. Pääpaino on siis kuivahkoissa kankaissa.

### 22. Mittaukset

Aineisto kerättiin vuosina 1971, 1974 ja 1979, siis





Kuva 1. Tutkimusalueiden sijainti.  
Figure 1. Location of the study areas.

kaksi, viisi ja kymmenen vuotta auruksen jälkeen. Kasvipeiteanalyysit tehtiin vuosina 1971 ja 1974 heinä—elokuun aikana ja vuonna 1979 syyskuussa. Kasvillisuusanalyysiruutuja (kooltaan 35 cm × 143 cm) mitattiin kunakin tutkimusvuonna 960 kpl.

Kasvipeitenäyte otettiin valitsemalla jokaiselta koealueen neljältä lohkolta yksi runkotutkimuksen ruutu, johon analyysiruudut sijoitettiin siten, että jokaiselta aurasvaon pienmuodolta — palteelta, pientareelta, vaon pohjalta ja tasamaalta — saatiin kymmenen analyysiruutuhavaintoa. Peittävyys mitattiin kasvilajeittain tai -lajiryhmittäin alle 5 %:n peittävyyksillä 1 %:n tarkkuudella ja yli 5 %:n peittävyyksillä 5 %:n tarkkuudella.

Kasvianalyysiruuduilta merkittiin muistiin myös puiden luontainen taimiaines. Pienistä sirkkataimista ei enää kymmenentenä auruksen jälkeisenä vuotena tehty havaintoja.

Aurusjäljen pienmuotoja mitattaessa tutkittiin kunkin koealueen neljältä lohkolta yksi 20 m pituinen aurasvako noudattava koeala. Mittaukset tehtiin metrin välein. Horisontaalitasossa mitattiin vaon pohjan, pientareen ja palteen leveys tasaavasti yhden desimetrin tarkkuudella käyttäen mittanauhaa. Vertikaalitasoon mittaukset tehtiin vaaituskojeella tasaavasti yhden senttimetrin tarkkuudella. Perustasona käytettiin vaon molemmin puolin rikkomatonta tasamaata. Eri mittauskerroilla pyrittiin mittaamaan mahdollisimman tarkkaan samat kohdat.

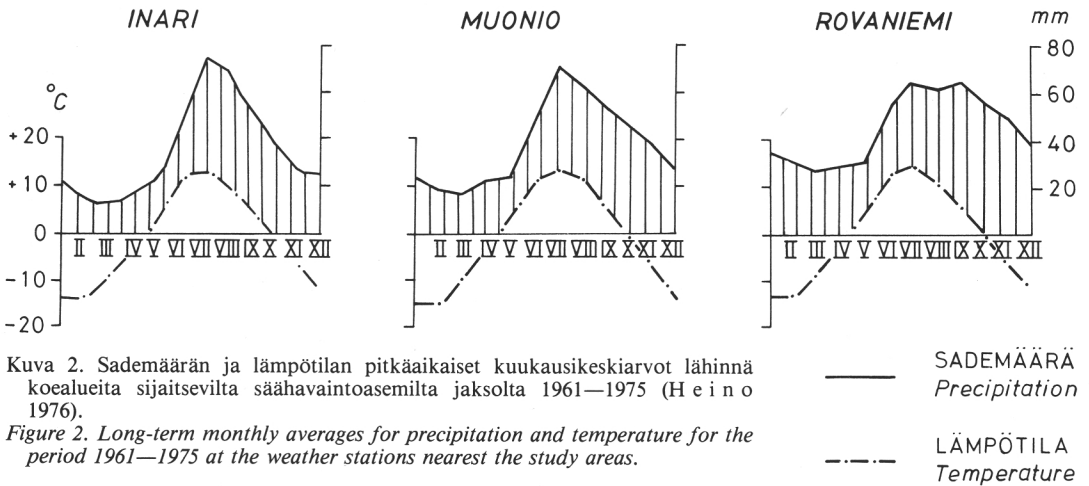
Mittaustulosten analysointi tapahtui keskiarvotestien sekä varianssi- ja korrelaatioanalyysien avulla. (Menetelmistä tarkemmin ks. Ferm ja Pohhila 1977).

Taulukko 1. Koealueiden yleiskuvaus.  
Table 1. Overview of the experimental areas.

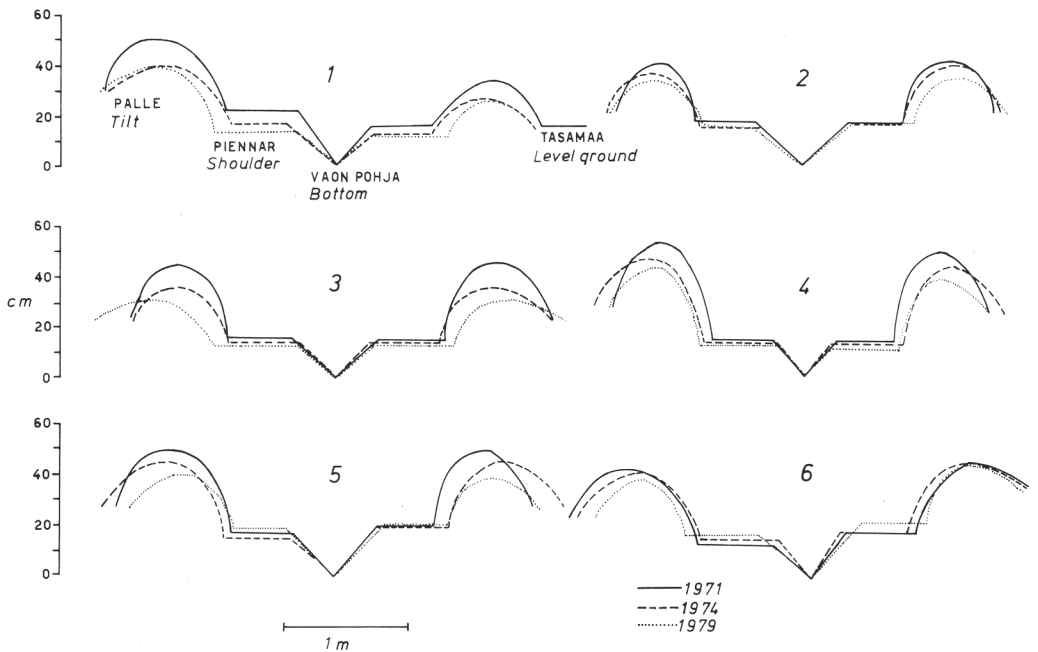
Paikkakunta Locality	Kasvupaikkaluokka Site class	Metsätyyppi Forest site type	Korkeus meren pinnasta Elevation m	Hakkuuaukon pinta-ala Size of cutting area ha	Lähin metsän reuna Distance to nearest forest m	Huomautuksia Remarks
1 Hirvas, Airiselkä	Karu lajittunut <i>Unfertile sorted</i>	EMT	200	>50	400, Mänty 400, Pine	—
2 Inari, Laanila	Karu moreeni <i>Unfertile moraine</i>	ErCIT	280	—	—	Siemenpuuasento <i>Seed trees</i>
3 Hirvas, Kuusikkoselkä	Karu moreeni <i>Unfertile moraine</i>	EVT	145	>50	100, Kuusi 100, Spruce	—
4 Muonio, Sulaoja	Karu soistunut <i>Unfertile swampy</i>	EMT soistunut <i>EMT swampy</i>	300	—	> 50, Mänty > 50, Pine	—
5 Muonio, Sulaoja	Viljava moreeni <i>Fertile moraine</i>	EMT	270	94	—	Siemenpuuasento <i>Seed trees</i>
6 Hirvas, Kuusivaara	Viljava moreeni <i>Fertile moraine</i>	VMT	130	>50	>500	—

Taulukko 2. Koalueiden maan ominaisuuksia.  
 Table 2. Characteristics of the soils in the experimental areas.

Alue Area	Humus Humus cm	A-horisontti A-horizon cm	B-horisontti B-horizon cm	Kivisyys Stoniness %	Raakoostumus, paino-% — Particle-size distribution, weight-%				Yhteensä Total
					> 2 mm	2—0,2 mm	0,2—0,06 mm	< 0,06 mm	
1	7	13	20	34	8	66	25	1	100
2	4	5	25	77	42	35	22	1	100
3	8	17	34	60	21	65	13	1	100
4	7	15	13	60	15	46	36	3	100
5	3	4	8	33	23	49	26	2	100
6	10	9	19	14	16	33	49	2	100



Kuva 2. Sademäärän ja lämpötilan pitkäaikaiset kuukausikeskiarvot lähinnä koalueita sijaitsevilta säähavaintoasemilta jaksolta 1961—1975 (Heino 1976).  
 Figure 2. Long-term monthly averages for precipitation and temperature for the period 1961—1975 at the weather stations nearest the study areas.



Kuva 3. Aurasvakojen tyyllitellyt pienmuodot eri mittauskerroilla tutkimusalueittain.  
 Figure 3. Standardized furrow subsections by study area at the taking of measurements.



### 3. TUTKIMUSTULOKSET

#### 31. Aurausjäljen tasoittuminen

Aurausvako muuttui kymmenen vuoden aikana vaihtelevasti eri kasvupaikoilla, mikä on nähtävissä kuvassa 3 esitetystä piirroksista. Pienmuotojen välisissä korkeuseroissa tapahtui mittausajanjaksona muutoksia molempiin suuntiin: suurin suhteellinen korkeuserojen lisääntyminen oli 25 % alkuperäisestä korkeuserosta. Joissakin tapauksissa oli siis tapahtunut myös vakojen syöpmistä eikä ainoastaan aurausjäljen tasoittumista.

Aivan välittömästi aurausta seuranneita vaon mittoja ei valitettavasti tunneta. Palteen harjan ja vaon pohjan välinen korkeusero oli vuonna 1971 (siis kaksi vuotta aurauksen jälkeen) keskimäärin 46 cm, vuonna 1974 41 cm ja vuonna 1979 37 cm (taulukko 3). Luvuista ilmenee, että keskimääräinen vuotuinen tasoittumisnopeus oli jälkimmäisellä jaksolla hitaampaa kuin kahden ensimmäisen mittauskerran välisellä jaksolla.

Vaon pohjan ja palteen välisen korkeuseron tasoittuminen oli tutkimusajanjaksona tilastollisesti merkitsevää muualla paitsi koalueella 6, joka sijaitsee Hirvaalla ja edustaa hienojakoisia moreenimaita (taulukko 3). Lisäksi koalueella 1, Hirvaan Airiselässä tasoittuminen oli tilastollisesti merkitsevää ensimmäisellä, mutta ei enää toisella mittausajanjaksolla. Tilastollisesti erittäin merkitsevää tasoittuminen oli ainoastaan Muonion koalueilla. Paikoitellen — esim. Hir-

vaan Kuusikkoselässä (alue 3) — aurausjäljen epäyhtenäisyys häiritsi mittausten luotettavuutta. Sama vaikutus oli kasvipeitteellä, joka etenkin viimeisellä mittauskerralla oli jo varsin pitkälle kehittynyt.

Kuten edellä on mainittu, vuotuinen aurausjäljen tasoittumisnopeus oli yleensä hitaampaa toisella kuin ensimmäisellä mittausajanjaksolla. Eri alueiden vuotuiset tasoittumisnopeudet palteen harjan ja vaon pohjan välillä olivat seuraavan asetelman mukaisia (cm/vuosi):

Alue	1971—1974	1974—1979	Nopeuden muutos	
			cm	%
1	3,0	0,2	-2,8	-93
2	0,7	0,8	+0,1	+14
3	2,7	1,4	-1,3	-48
4	2,0	1,0	-1,0	-50
5	1,7	1,2	-0,5	-29
6	0,3	0,4	+0,1	+33
$\bar{x}$	1,7	0,8	-0,9	-53

Kaikkien alueiden keskimääräinen vuotuinen tasoittumisnopeus oli pudonnut toisella mittausjaksolla alle puoleen ensimmäisen jakson tasoittumisnopeudesta. Selityksenä alueen 2 tasoittumisnopeuden lähes samana pysymiseen on pääasiassa se, että kasvillisuutta ei vielä ollut syntynyt riittävästi maa-aineksen sitomista varten (vrt. luku 32) ja alueella 6 taas aurausvaon pohja oli syöpinnyt.

Palteen harjan ja vaon pohjan välisen eron pieneneminen kuvanee parhaiten aurausjäljen kokonaistasoittumista. Vaon pohjan mahdollista syöpmistä kuvaamaan

Taulukko 3. Vaon pohjan ja palteen harjan välinen korkeusero eri mittausvuosina tutkimusalueittain (cm).

Table 3. Height difference (in cm) by study area between the bottom and the top of the tilt in different years.

Alue Area	1971 $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	1974 $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	1979 $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	1971—1979		F	HSD.05
				cm	%		
1	42 ± 3	34 ± 2	33 ± 1	-10	23	15,7**	6
2	41 ± 2	39 ± 2	35 ± 1	-6	15	12,7**	4
3	46 ± 3	38 ± 3	31 ± 3	-15	33	13,1**	10
4	51 ± 4	45 ± 4	40 ± 2	-10	20	41,2***	3
5	51 ± 3	46 ± 2	40 ± 2	-11	21	27,6***	5
6	45 ± 3	44 ± 3	42 ± 3	-3	7	2,3	—
$\bar{x}$	46	41	37	-9	20	—	—

sen sijaan esitetään seuraava asetelma, joka kuvaa vaon pohjan ja pientareen välistä korkeuseroja eri mittauskerroilla (cm):

Alue	1971	1974	1979	Muutos koko jaksolla cm	%
1	19	15	13	-6	31
2	17	16	16	-1	6
3	16	14	13	-3	19
4	14	13	12	-2	14
5	19	18	20	+1	5
6	16	17	20	+4	25
$\bar{x}$	17	16	16	-1	6

Viljaviksi luokitetuilla moreenimailla, alueilla 5 ja 6 oli siis tapahtunut vaon syöpymistä. Tämä selittää osaltaan myös sen miksi aurausjäljen kokonaistasoittuminen ei ollut tilastollisesti merkitsevää alueella 6 (ks. taulukko 3). Tällä alueella todettiin myös jokaisella mittauskerralla vaon pohjalla seisovaa vettä. Lisäksi havaittiin, että vuonna 1971 vaon pohja oli selvästi leveämpi ja palteet vastaavasti kapeammat kuin vuonna 1979.

Eri pienmuotojen leveyksistä tehdyt havainnot on koottu taulukkoon 4. Koska horisontaalitasossa tehdyt havainnot olivat selvästi epäluotettavampia ja ylimalkaisempia kuin vertikaalitasossa tehdyt, niihin on

suhtauduttava varauksella ja niitä on pidettävä ainoastaan suuntaa-antavina. Yleissuuntauksena näyttää olevan, että vaon palteet olivat kymmenessä vuodessa kaventu-neet ja pientareet leventyneet. Pienmuotojen leveysarvoille ei kuitenkaan niiden ylimalkaisuudesta ja heikohkosta mittaustarkkuudesta johtuen ole laskettu tilastollisia merkitsevyyssarjoja.

### 32. Kasvillisuuden kehitys

Aluskasvillisuuden summapeittävyys (kenta- ja pohjakerros yhdistettynä) oli kehittynyt eri pienmuodoilla kaikkien tutkimusalueiden keskiarvona kuvan 4 esittämällä tavalla. Rikkomattomalla tasamaalla oli tapahtunut sekundääristä sukkessiota siten, että kasvillisuus oli auruusta seuranneiden ensimmäisten vuosien aikana vähentynyt, mutta sen jälkeen lisääntynyt siten, että kymmenentenä vuotena peittävyys oli ylittänyt aurauksen jälkeisen tason. Kuvassa esitettyä sulkeutuneen metsän teoreettista arvoa se ei kuitenkaan ole vielä saavuttanut.

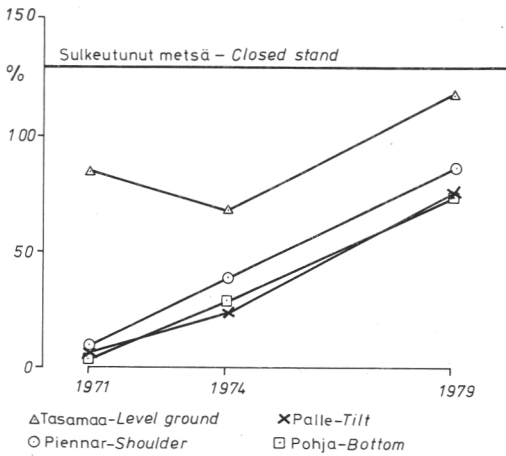
Palteessa kasvillisuus näytti kehittyvän hitaasti. Se ei ole saavuttanut pientareen

Taulukko 4. Eri pienmuotojen leveydet eri mittauskerroilla (cm).

Table 4. The widths of different subsections (in cm) at the time of different measurements.

Alue	Palle (pohjois- puoli)	Piennar (pohjois- puoli)	Vaon pohja	Piennar (etelä- puoli)	Palle (etelä- puoli)	Yhteensä
Area	Tilt (N-side)	Shoulder (N-side)	Bottom	Shoulder (S-side)	Tilt (S-side)	Total
	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	
1971	97 ± 7	58 ± 6	58 ± 2	50 ± 3	90 ± 11	353
1. 1974	101 ± 9	50 ± 6	64 ± 2	46 ± 7	87 ± 5	348
1979	97 ± 8	64 ± 5	62 ± 3	59 ± 5	69 ± 11	351
1971	69 ± 5	46 ± 3	76 ± 3	47 ± 2	69 ± 8	307
2. 1974	79 ± 4	48 ± 3	71 ± 2	53 ± 3	78 ± 5	329
1979	75 ± 2	40 ± 5	80 ± 5	48 ± 4	76 ± 5	319
1971	79 ± 6	51 ± 4	69 ± 3	54 ± 4	84 ± 7	337
3. 1974	91 ± 4	48 ± 3	55 ± 3	57 ± 5	90 ± 6	341
1979	95 ± 11	66 ± 1	65 ± 3	63 ± 9	90 ± 22	379
1971	74 ± 4	50 ± 8	53 ± 3	48 ± 4	73 ± 2	298
4. 1974	85 ± 2	61 ± 8	42 ± 1	60 ± 3	80 ± 4	328
1979	74 ± 3	58 ± 8	47 ± 1	53 ± 5	73 ± 2	305
1971	101 ± 7	63 ± 5	59 ± 2	55 ± 5	92 ± 4	370
6. 1974	104 ± 12	59 ± 2	48 ± 7	53 ± 2	95 ± 5	359
1979	71 ± 3	60 ± 7	83 ± 4	51 ± 6	69 ± 4	334
1971	91 ± 5	49 ± 2	70 ± 1	47 ± 1	76 ± 5	333
5. 1974	99 ± 5	51 ± 1	70 ± 2	59 ± 4	93 ± 8	372
1979	84 ± 5	41 ± 1	79 ± 3	51 ± 4	73 ± 3	328





Kuva 4. Kasvillisuuden summapeittävyys eri pienmuodoilla kaikkien tutkimusalueiden keskiarvona (sulkeutuneen metsän peittävydestä ks. Ferm ja Pohtila 1977).

Figure 4. The succession of the aggregate vegetation dominance on different subsections as a mean value of all study areas (from the dominance of the closed stand see Ferm and Pohtila 1977).

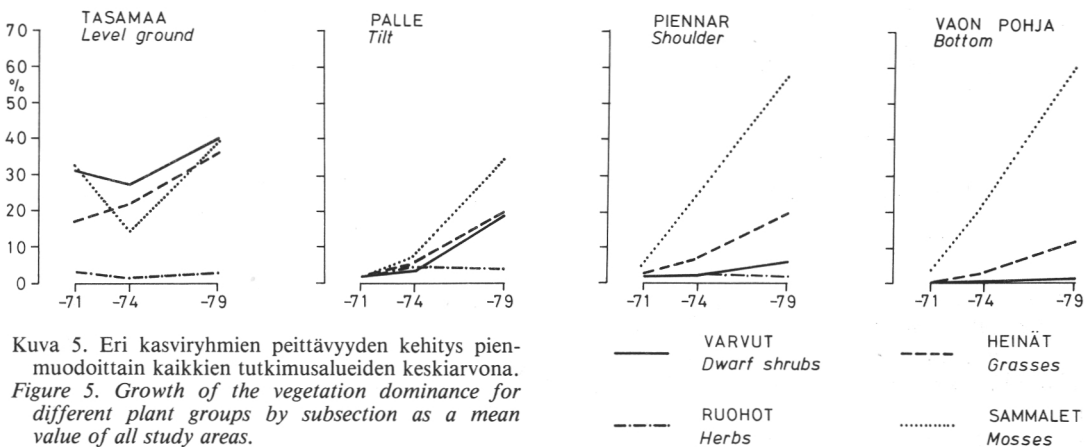
summapeittävyttä vielä kymmenessäkään vuodessa. Veden kulkemisväylän, vaon pohjan summapeittävyys oli keskimäärin sama kuin palteen.

Eri lajiryhmistä sammat olivat vähentyneet rikkomattomalla maanpinnalla ensin voimakkaasti, mutta alkaneet sitten lisääntyä (kuva 5). Sammalten lisääntyminen oli voimakkainta kosteimmilla pienmuodoilla, vaon pohjassa ja pientareella. Heiniä ja varpuja oli rikkomattomalla tasamaalla selvästi runsaammin kuin muilla pienmuodoilla. Palteessa esiintyi kaikkien lajiryhmien edustajia melko tasaisesti, mutta mil-

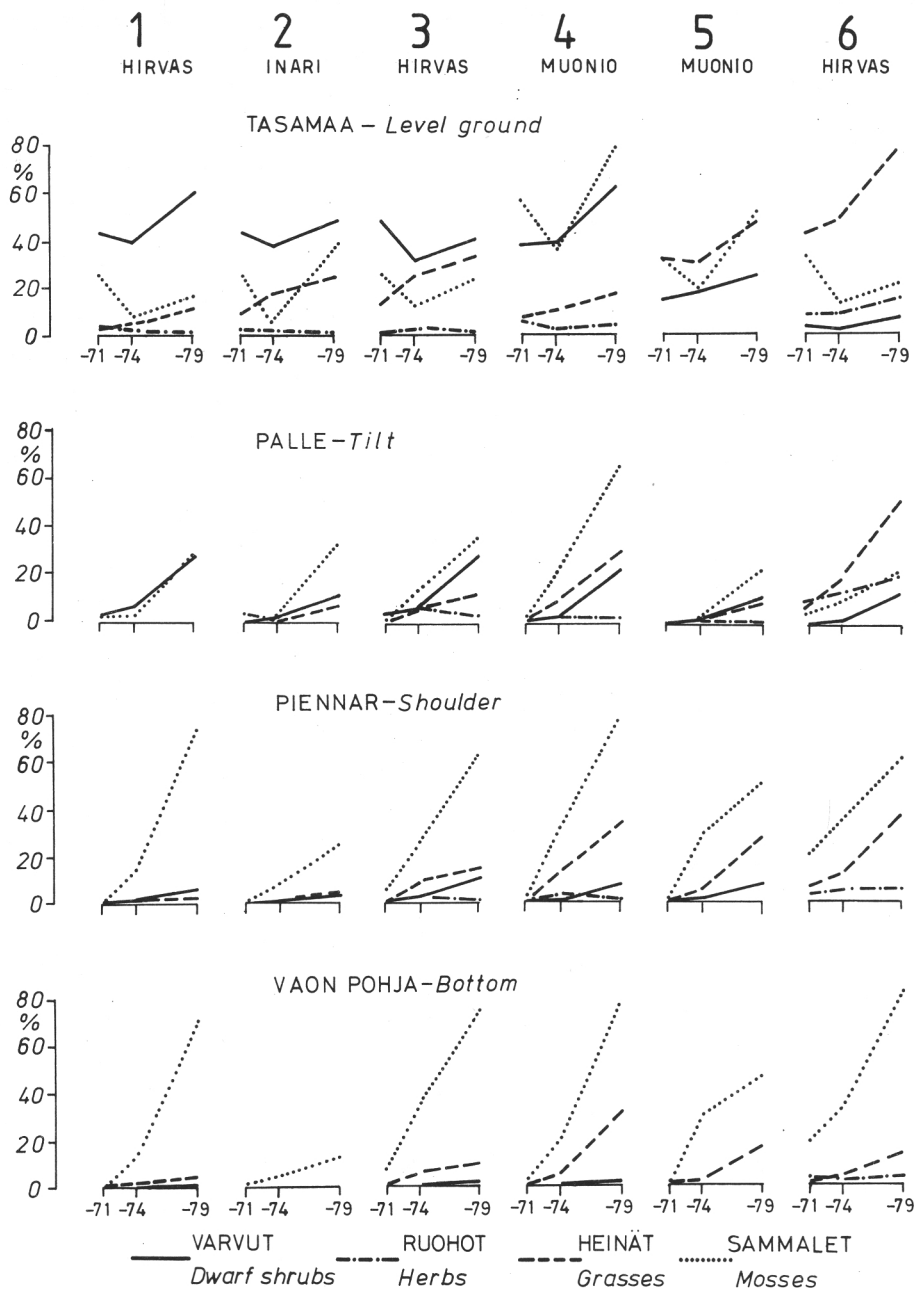
lekään ryhmälle se ei näyttänyt olevan optimaalinen kasvualusta (ehkä ruohoja lukuunottamatta — niitä oli yleensäkin näillä koealueilla vähän).

Kasvillisuuden kehityksessä oli selviä eroja myös eri alueiden välillä (kuva 6). Heinien lisääntyminen oli voimakkainta alueella 6, joka sijaitsee Hirvaalla ja edustaa tuoreita kankaita. Siellä oli myös ruohojen määrä suurin. Sen sijaan varpuja ei ollut käytännöllisesti katsoen lainkaan. Inarin karuja kasvupaikkoja edustavalla alueella 2 oli kasvillisuuden kehitys paljastuneella maalla selvästi hitaampaa kuin muilla kasvupaikoilla. Vaon pohja oli vielä kymmenentenä vuotena auruksen jälkeen lähes kasvi-peatteentä ja sekä pientareen että palteen kasvillisuuden peittävyys oli vielä alle 50 %. Syynä hitaaseen kasvillisuuden kehitykseen on ennen kaikkea alueen pohjoisuus (suoja-metsäalueella), kasvupaikan karuus, runsas kivisyys (vrt. taulukko 2) sekä mahdollisesti B-horisontin kääntäminen. Karulla, soistuneella kasvupaikalla Muonioissa oli ollut auruksen jälkeinen sammalten lisääntyminen erittäin nopeata. Toisin kuin muilla alueilla sammat olivat lisääntyneet voimakkaasti myös palteessa. Tämä soistunut kasvupaikka oli lisäksi ainoa alue, jossa aurasvaon kaikkien pienmuotojen summapeittävyys oli saavuttanut 100 %-yksikön peittävyys.

Taulukkoon 5 on koottu yleisimmän aurasalueilla esiintyneen lajiston keskimääräinen peittävyys pienmuodoittain kymmenen vuotta auruksen jälkeen. Poronhoitoalueella tärkeät jäkälät puuttuivat tutkituilta alueilta lähes täysin. Heinien



Kuva 5. Eri kasviryhmien peittävyys pienmuodoittain kaikkien tutkimusalueiden keskiarvona. Figure 5. Growth of the vegetation dominance for different plant groups by subsection as a mean value of all study areas.



Kuva 6. Eri kasviryhmien peittävyys kehitys pienmuodoittain kullakin tutkimusalueella.  
Figure 6. Growth of the vegetation dominance for different plant groups by subsection in each study area.

(etenkin *Deschampsia flexuosa*) määrä oli suurin rikkomattomalla tasamaalla ja selvästi pienempi varsinaisella aurasjäljellä. Tämän mukaan avohakkuu siis lisäsi heinien määrää, mutta auras puolestaan vähensi sitä ainakin kymmeneksi aurauksen jälkei-

seksi vuodeksi. Tämä johtopäätös voidaan tehdä olettaen, että rikkomattoman maanpinnan heinäsaato vastaa likimain aurasomattoman avohakkuualan keskimääräistä heinäsaatoa.

Tärkeimpien marjakasvien varvuista



Taulukko 5. Yleisimmän lajiston keskimääräinen peittävyys (%) eri pienmuodoilla v. 1979.

Table 5. Average dominance (%) of the most common species on different subsections in 1979.

	Vaon pohja Bottom	Piennar Shoulder	Palle Tilt	Tasamaa Level ground
VARVUT — Dwarf-shrubs	3	7	19	40
Mustikka — <i>Vaccinium myrtillus</i>	+	1	3	5
Puolukka — <i>V. vitis-idaea</i>	+	1	8	5
Juolukka — <i>V. uliginosum</i>	1	2	3	12
Variksenmarja — <i>Empetrum nigrum</i> coll.	+	1	2	14
Pajut — <i>Salix</i> spp.	2	1	+	1
HEINÄT — Grasses	12	20	18	36
Metsälauha — <i>Deschampsia flexuosa</i>	4	11	9	28
Muut — Others	8	9	9	8
RUOHOT — Herbs	1	2	4	3
Maitohorsma — <i>Epilobium angustifolium</i>	1	1	3	2
Metsäkorte — <i>Equisetum sylvaticum</i>	+	1	1	1
Kultapiisku — <i>Solidago virgaurea</i>	+	+	1	1
SAMMALET — Mosses	60	57	34	39
Seinäsammal — <i>Pleurozium schreberi</i>	1	1	2	19
Karhunsammalet — <i>Polytrichum</i> spp.	28	36	28	11
Kulosammal + Nuotiosammal — <i>Ceratodon</i> + <i>Funaria</i>	23	13	3	1
Muut — Others	8	7	1	8
JÄKÄLÄT — Lichens	—	—	+	2
Poronjäkälät — <i>Cladonia</i> spp.	—	—	+	2

ainoastaan puolukka esiintyi palteella hieman runsaampana kuin tasamaalla. Muille varvuille oli rikkomaton tasamaa pääasiallisina kasvualueina. Varpujen fertiilisuudesta ei tässä tutkimuksessa tehty havaintoja, joten marjasatojen vertailuun ei ole mahdollisuutta. Vegetatiivisten versojen määrä oli kuitenkin aurauksen seurauksena vähentynyt.

Sammalstossa olivat rikotuilla maanpinnan osilla valtalajeina sukkession alkuvaihetta edustavat *Polytrichum*-suvun lajit sekä etenkin vaon pohjalla ja pientareella kuloja nuotiosammalet.

### 32. Puiden luontainen taimiaines

Koivun taimien lukumäärän suhteen aurauksivaon pienmuodot erosivat selvästi toisistaan ( $p < 0,001$ ). Runsaimmin taimia oli vaon pohjassa ja pientareella ja vähiten käsittelemättömällä tasamaalla (kuva 7). Muokatuilla pienmuodoilla olivat taimet useimmissa tapauksissa lievästi lisääntyneet ja rikkomattomalla maanpinnalla taas lievästi vähentyneet viimeisten viiden vuoden

aikana. Selvimmin tämä näkyi rauduskoivun (*Betula pendula*) lisääntymisenä Hirvaan karulla koalueella 1. Soistuneella koalueella 4 näyttää palle olleen poikkeuksellisesti edullisin paikka koivun luonnontaimien syntymiselle ja karulla lajittuneella maapohjalla koalueella 1 taas vaon pohja oli tavallista parempi uudistumisalue. Tuore, heinittynyt tutkimusalue (alue 6) ei ollut koivun, kuten ei muidenkaan puulajien luontaisen taimiaineksen kannalta otollinen kasvupaikka.

Koivuja oli keskimäärin vajaa 22 000 kpl/ha, mikä oli hieman enemmän kuin koivujen lukumäärä samoilla alueilla viisi vuotta aikaisemmin (taulukko 6). Pohjoisten tutkimusalueiden vertailu eteläisiin osoitti, että pohjoisilla alueilla oli erittäin merkitsevästi enemmän ( $p < 0,001$ ) hieskoivun (*Betula pubescens*) taimia ja eteläisillä alueilla puolestaan enemmän rauduskoivun (*Betula pendula*) taimia ( $p < 0,001$ ).

Kuvassa 8 on esitetty koivun taimien keskipituudet eri pienmuodoilla. Huomautuksena mainittakoon, että tasamaalla olevien taimien keskipituuksia ei voida verrata muiden pienmuotojen vastaaviin, sillä taimia

Taulukko 6. Neljän puulajin hehtaaria kohti lasketut taimimäärät.  
Table 6. Seedlings/ha for four tree species.

Alue Area	<i>Betula pubescens</i>		<i>Betula pendula</i>		<i>Pinus sylvestris</i>		<i>Picea abies</i>	
	-74	-79	-74	-79	-74	-79	-74	-79
1.	16 000	10 000	2 000	14 000	200	300	700	1 000
2.	6 000	17 000	—	—	6 000	6 000	—	—
3.	18 000	30 000	—	—	—	100	2 000	2 000
4.	36 000	30 000	—	1 000	1 000	3 000	2 000	2 000
5.	13 000	25 000	—	200	9 000	12 000	4 000	4 000
6.	2 000	300	100	300	—	200	200	300
Keskimäärin Average	15 000	19 000	350	2 600	2 700	3 600	1 500	1 550

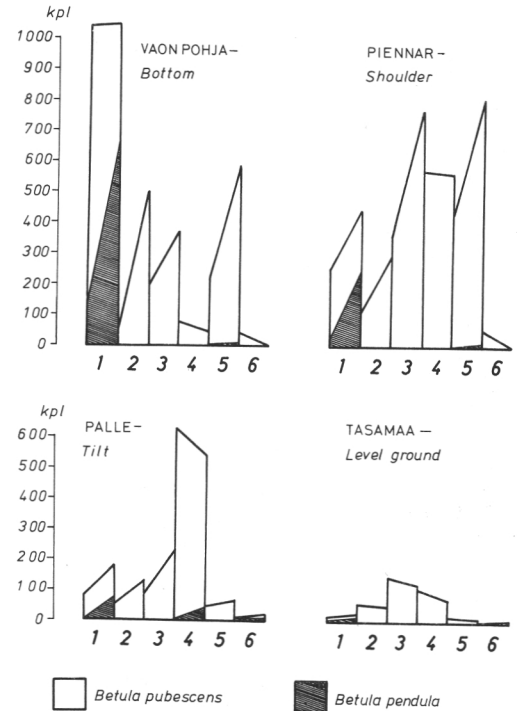
oli tasamaalla vähän ja ne olivat syntyneet lähes poikkeuksetta ennen aurosta. Koivujen pituus ei auratulla alustalla ylittänyt puolta metriä ollen enimmäkseen noin 0,2 m. Vain yhdellä alueella (alue 3) voitiin selvästi havaita hieskoivun taimien kasvanen.

Parhaat männyn (*Pinus sylvestris*) ja kuusen (*Picea abies*) taimettumisalustat olivat vaon pohja ja piennar (kuva 9). Eri alueiden pienmuodoilla ei ollut tapahtunut taimimäärissä oleellista muutosta viimeisten viiden vuoden aikana.

Havupuiden taimien kokonaismäärä oli suurin niillä kahdella pohjoisella alueella (alueet 2 ja 5), joilla oli männyn siemenpuita (taulukko 6). Alueella 2 oli männyn taimia 6 000 kpl/ha ja alueella 5 männyn sekä kuusen taimia yhteensä 16 000 kpl/ha. Näillä alueilla myös kasvillisuuden peittävyys oli auratuilla alustoilla vähäisin kaikista alueista. Kummankaan havupuun taimia ei esiintynyt sanottavasti heinittyneellä koalueella 6. Kaikilla alueilla oli havupuiden taimia keskimäärin n. 5 000 kpl/ha kymmenen vuotta aurouksen jälkeen, mikä on vain hieman enemmän kuin viisi vuotta aiemmin.

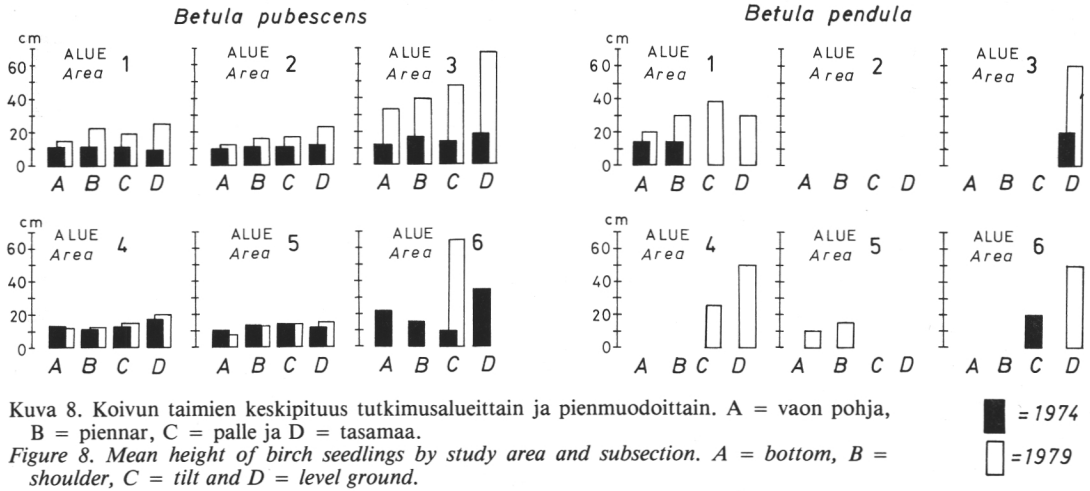
Havupuiden taimia tarkasteltiin lähemmin vain siemenpuuasentoisilla koalueilla. Inarin koalueella (alue 2) tavattujen taimien ikä oli keskimäärin vain 2 vuotta. Kun lisäksi taimien keskipituus oli alhainen, on kysymys ilmeisesti taimiaineksesta, joka ei ole vakiintunutta. Taimia syntyy hyvinä siemenvuosina kutakuinkin koalueelle tyypillinen määrä, mutta niiden hengissä pysyminen on ainakin auratulla alustalla satunnaista. Tosin kymmenen vuoden seurantajakso on vielä lyhyt puhuttaessa suojametsäalueella sijaitsevan koalueen taimettumisesta. Hieman etelämpänä sijaitsevalla Muonion viljalla moreenialueella (alue 5) sen sijaan tai-

mien keski-ikä oli jo 4 vuotta ja joukossa oli paljon 6—7 vuotiaita taimia. Taimien keskipituuskin lähenteli jo 20 cm (kuva 10). Saman alueen kuusen taimet olivat vanhempia kuin männyn taimet ja pituudeltaan yli 20 cm sekä myös elinvoimaisemman näköisiä. Niiden runsain esiintyminen sijoitui pientareen ja palteen taitekohtaan (myös kuva 9).

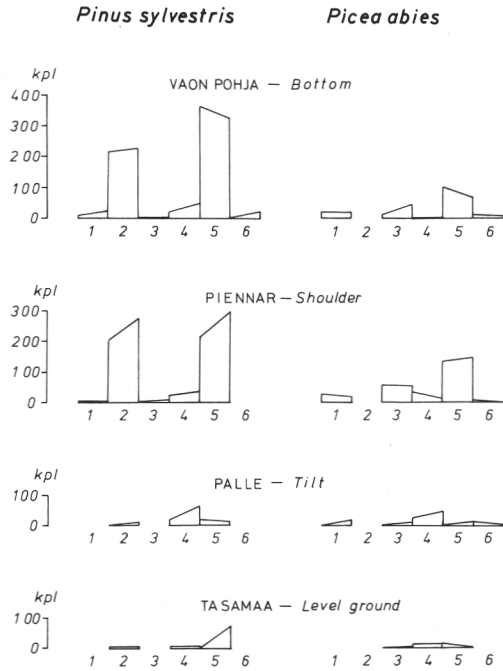


Kuva 7. Hieskoivun (*Betula pubescens*) ja rauduskoivun (*B. pendula*) taimimäärät 0,01 ha:n alaa kohti lasketuina kullakin tutkimusalueella (1—6) pienmuodoittain. Pylvään vasen reuna kuvaa taimimäärää vuonna 1974 ja oikea reuna vuonna 1979.

Figure 7. Number of seedlings (calculated in specimens per 0,01 ha) for *Betula pubescens* and *Betula pendula* by subsection in each study area (1—6). The left-hand edge of the column represents the number of seedlings in 1974, the right-hand edge the same figure for 1979.



Kuva 8. Koivun taimien keskipituus tutkimusalueittain ja pienmuodoittain. A = vaon pohja, B = piennar, C = palle ja D = tasamaa.  
 Figure 8. Mean height of birch seedlings by study area and subsection. A = bottom, B = shoulder, C = tilt and D = level ground.



Kuva 9. Havupuiden taimimäärät pienmuodoittain ja tutkimusalueittain 0,01 ha:n alaa kohti laskettuina. Pylväiden tulkinta kuten kuvassa 7.

Figure 9. The number of seedlings per 0,01 hectare of coniferous trees by subsection and study area. Columns to be read as in Figure 7.

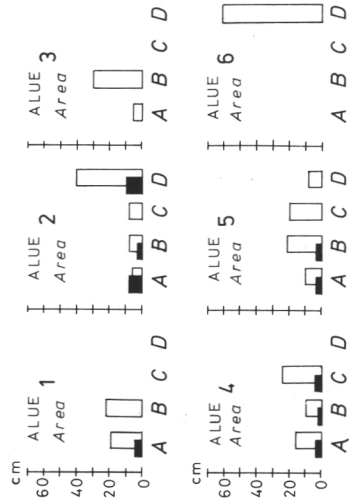
Yleisimpien kasvilajien peittävyuden ja puuntaimien kappalemäärien välisistä korrelaatioista on koottu matriisi taulukkoon 7 (n = 960). Kertoimet ovat yleensä pieniä. Kuitenkin positiiviset kertoimet etenkin *Ceratodon purpleuksen* ja männyn sekä kuusen taimien lukumäärän ja toisaalta *Polytrichumin* ja koivun taimien lukumäärän välillä osoittavat, etteivät kyseiset sammalet estä puuntaimien syntymistä. Pikemminkin on kysymys luonnontaimien "hakeutumisesta" samoille ekologisille horisonteille, joilla em. sammaletkin esiintyvät runsaimpana.



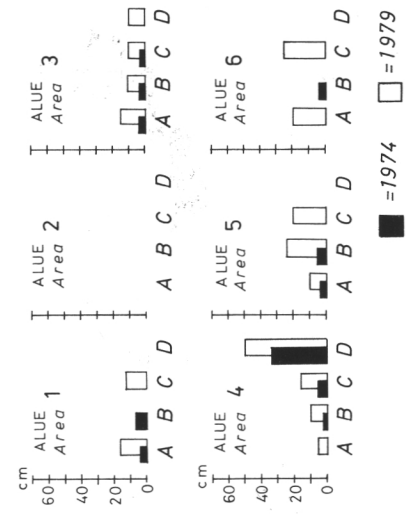
Taulukko 7. Puiden taimimäärien ja eräiden yleisimpien kasvilajien peittävyysarvojen välinen korrelaatiomatriisi.  
 Table 7. Correlation matrix of the number of seedlings and the dominance values for some of the most common plant species.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. <i>Betula pubescens</i>	1,00													
2. <i>Betula pendula</i>	0,11	1,00												
3. <i>Pinus sylvestris</i>	0,16	-0,03	1,00											
4. <i>Picea abies</i>	0,19	-0,02	0,14	1,00										
5. <i>Vaccinium myrtillus</i> , Domi-	-0,06	-0,04	-0,03	0,02	1,00									
nance-%														
6. <i>V. vitis-idaea</i>	-0,08	-0,05	-0,06	-0,01	0,26	1,00								
7. <i>V. uliginosum</i>	-0,08	-0,04	-0,08	-0,06	0,34	0,18	1,00							
8. <i>Empetrum nigrum</i> coll.	-0,12	-0,06	-0,06	-0,06	0,18	0,13	0,34	1,00						
9. <i>Pleurozium schreberi</i>	-0,16	-0,08	-0,06	-0,07	0,17	0,07	0,40	0,41	1,00					
10. <i>Hylacomium splendens</i>	-0,04	-0,03	-0,03	-0,03	0,12	0,06	0,21	0,15	0,09	1,00				
11. <i>Polytrichum</i> spp.	0,28	0,24	-0,03	-0,12	-0,11	-0,04	-0,17	-0,20	-0,21	-0,10	1,00			
12. <i>Dicranum</i> spp.	-0,05	-0,04	-0,04	-0,04	0,15	0,07	0,12	0,27	0,13	0,15	-0,12	1,00		
13. <i>Ceratodon purpureus</i>	0,03	-0,01	0,17	0,12	-0,17	-0,16	-0,18	-0,18	-0,15	-0,07	-0,12	-0,11	1,00	
14. <i>Deschampsia flexuosa</i>	-0,08	-0,09	-0,04	-0,03	-0,01	-0,07	-0,11	-0,05	0,07	-0,01	-0,13	-0,03	-0,17	1,00

*Pinus sylvestris*



*Picea abies*



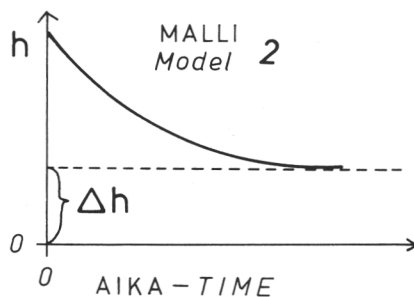
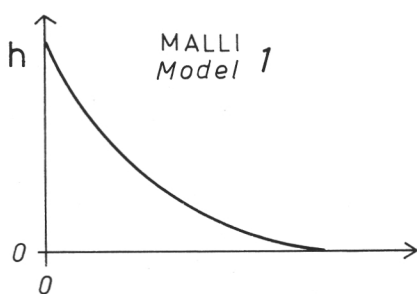
Kuva 10. Männyn ja kuusen taimien keskipituus tutkimusalueittain. Pienmuotojen symbolit kuten kuvassa 8.  
 Figure 10. Mean height of pine and spruce seedlings by study area. Symbols for subsections as in Figure 8.

#### 4. TULOSTEN TARKASTELUA

Aurausjäljen tasoittumiselle voidaan esittää kaksi periaatteessa erilaista teoreettista mallia (kuva 11). Ensimmäisen mukaan aurausjälki tasoittuu ajan funktiona (hidastuvalla nopeudella) vähitellen siihen tilaan, missä maa oli ennen aurausta. Toisen mallin mukaan aurausjälki aluksi jonkin verran tasoittuu, mutta kasvillisuuden sidottua irtonaisen kivennäismaan tasoittuminen käytännöllisesti katsoen pysähtyy, eikä aurausjälki tasoitu täysin koskaan (ihmisikää mittapuuna käyttäen).

Sekä aikaisemmissa mittauksissa (Kellomäki 1972) että tässä työssä on todettu empiirisesti seuraava ilmiö: aluksi aurausjälki tasoittuu melko nopeasti, mutta sammalen ja muun pintakasvillisuuden sidottua palteen ja pientareen kivennäismaan tasoittumisnopeus hidastuu olennaisesti. Kummassakaan tutkimuksessa ei seurantaan käytetty aikaväli ollut niin pitkä, että olisi voitu todeta, pysähtyykö tasoittuminen käytännössä kokonaan. Asia on jäänyt avoimeksi myös useimmissa aikaisemmissa arvioissa (esim. Sirén 1973), joskin myös selviä lopullisen tasoittumisen aikarvioita on esitetty (Huikari ja Pavalainen 1971). Ainakaan tähänastisissa tutkimustuloksissa ei mikään viittaa aurausjäljen täydelliseen tasoittumiseen ajan kuluessa. Tasoittumisnopeuden hidastumisesta on osoituksena Kellomäen (1972) esittämä tulos, jonka mukaan palteen harjan ja vaon pohjan välinen korkeusero oli alentunut puoleen 15 vuoden kuluttua aurauksesta. Tästä tasoittumisesta yli 70 % tapahtui viiden ensimmäisen kasvukauden kuluessa. Myös tässä tutkimuksessa todettiin jälkimmäisen mittausjakson aikainen vuotuinen tasoittumisnopeus keskimäärin alle puoleksi ensimmäisen jakson nopeudesta. Poikkeuksena tästä säännöstä on Inarin koealue, jossa maa-ainesta sitovaa kasvillisuutta syntyi vähän ja vaon tasoittumisnopeus pysyi koko kymmenvuotisjakson ajan suunnilleen samana. Erot tasoittumistavassa eri maalajien välillä olivat selviä siten, että hienojakoisilla mailla esiintyi tavallista enemmän myös vaon syvenemistä syöpmisen seurauksena. Aurausjäljen tasoittuminen näyttäisikin olevan pääasiallisesti palteen tasoittumista vakojen tasoittuessa vain vähän tai jopa syöpyessä entistä syvemmiksi.

Aurausvaon eri pienmuodot olivat täysin peittyneet kasvillisuudesta vain yhdellä, soistuneella kasvupaikalla. Myös tuoreen kankaan kasvupaikan voidaan sanoa olleen kasvillisuuden peitossa. Sen sijaan Inarin karulla moreenimaalla aurausvaon pohja oli kymmenentenä kasvukautena aurauksen jälkeen vielä lähes kasvipeitteetöntä, pien-



Kuva 11. Kaksi teoreettista mallivaihtoehtoa vaon pohjan ja palteen harjan välinen korkeuseron tasoittumisesta. Pystyakseli ( $h$ ) kuvaa korkeuseroa, vaaka-akseli aikaa;  $\Delta h$  = tasoittumisen pysähdettyä "pysyväksi" jäävä korkeusero.

Figure 11. Two alternative theoretical models for levelling between the bottom and the top of the till. The vertical axis ( $h$ ) represents the difference in height, the horizontal axis time;  $\Delta h$  = the "permanent" height difference remaining after levelling has ceased.

tareesta oli noin kolmannes kasvillisuuden peitossa ja palteista noin puolet. Vaon pienmuodot edustivat yleisesti ottaen erilaisia ekologisia horisontteja, mikäli ajatellaan kasvilajien esiintymisen heijastavan tätä. Vaon pohja ja piennar olivat sammalten dominoimia. Palteella varvut olivat valtaamassa heti aurauksen jälkeen menettämäänsä kasvualaa. Aurasvakojen välisellä tasamaalla kasvillisuuden peittävyys oli ylittänyt heti aurauksen jälkeisen taantumaton.

Kasvillisuusmittaukset kattavat tässä tutkimuksessa kymmenen vuoden jakson, mutta koostuvat kolmesta erillisestä mittauksesta. Eri mittausvuosien tuloksia verrattaessa on kasvillisuuden peittävyuden kehitys oletettu suoraviivaisesti eteneväksi tai taantuvaksi sen mukaan, onko peittävyys suurempi tai pienempi kuin edellisellä mittauksella. Näinhän ei välttämättä ole tapahtunut. Eräiden lajiryhmien sisällä (esim. ruohot) on saattanut tapahtua suuriakin vuosittaisia vaihteluja (vrt. *Treshow* ja *Allan* 1979).

Aurasaloilla tapahtuva kasvillisuus-sukessio on merkityksellinen metsikön ravinnekierron ja mm. maiseman kannalta, mutta tarjoaa myös ongelmanasetteluja kasvupaikkojen luokituksen kannalta (*Sepponen* 1978, 1980). Tässä — kuten aikaisemmissakin tutkimuksissa (*Kellomäki* 1972, *Ferm* ja *Pohhila* 1977) — on osoitettu aurasalueilla esiintyvän kahdenlaista sukessiota: primäärisukessio paljastuneella kivennäismaalla ja sekundäärisukessio vakojen välisellä rikkomattomalla maalla. Tämä lisää lajiston monimuotoisuutta ja vaikeuttaa metsätyypin määrittämistä. Metsätyypin nimeäminen on vaikeaa etenkin siksi, että tällaista sukessiota ei toistaiseksi tunneta läheskään riittävästi eri tyyppien osalta. Esimerkiksi tutkimusalueiden ainoa tuore kangas, joka oli aikoinaan määritetty VMT:ksi, oli jo muuttunut kasvillisuudeltaan (heinittynyt) siten, että VMT:n tyyppilajeja oli miltei mahdotonta löytää miltään aurasvaon pienmuodolta. Tämä alue oli maalajiin perustuvassa luokituksessa katsottu kuuluvaksi viljaviin moreenimaih-in, mutta tämän tutkimuksen toinen viljavan moreenin kasvupaikka oli kuitenkin täysin erilainen, niin kasvilajistoltaan kuin esim. puiden taimettumisedellytyksiltään-

kin.

Tutkimuksen tulokset osoittivat myös, että eräiden hyötykasvien (metsälauha ja marjakasvit) versostoissa tapahtuu selvää vähenemistä aurauksen seurauksena. Siihen, mikä on tilanne vanhemmilla aurasaloilla, tässä tutkimuksessa tehdyt mittaukset eivät vielä anna vastausta. Myöskään marjasaadoista ei ole tehty havaintoja.

Eräs huomionarvoinen seikka on, että aurauksessa (erityisesti palleanaurauksessa, mutta myös piennaraurauksessa) käännetään ja muutetaan maaprofiili B-horisontista ja jopa pohjamaasta alkaen. Kysymyksessä on profiili, joka on syntynyt tuhansien vuosien kuluessa ja metsikkösystemissä on esim. kasvilajien kokoonpano tähän mahdollisesti sopeutunut. B-horisontti sisältää runsaasti rautaa ja esim. taimitarhoilla on havaittu kasvuhäiriöitä, kun rautaa on kasaantunut suuria määriä taimitarhamaahan (vrt. *Raitio* 1980). Inarin karulla, ohutkuntaisella moreenimaalla B-horisontin ja mahdollisesti pohjamaan kääntäminen on osaltaan saattanut vaikuttaa hitaaseen kasvillisuuden kehitykseen. Myös männyn taimien alkukehitys oli erittäin hidasta tällä Inarin koalueella. Mm. *Herz* (1934) on todennut, että kivennäismaa käy männylle sitä heikommaksi kasvualustaksi, mitä syvemältä se on otettu. Herzin koeaineisto oli Etelä-Suomesta ja hän epäileekin, että Pohjois-Suomen vahvasti podsoloituneilla mailla vaikutus olisi vielä tuntuvampi.

Käsittelemätön tasamaa oli taimettumiselle huonompi alusta kuin aikoinaan aurasalla paljastetut pinnat. Tulos on yhtäpitävä aikaisempia puiden luontaista uudistumista käsittelevien tutkimusten kanssa (esim. *Sarvas* 1937, 1950, *Yli-Vakkuri* 1961, *Lehto* 1969, *Raulo* ja *Mälkönen* 1976 ja *Lähde* 1981), joissa on todettu maanpinnan käsittelyn edullinen vaikutus uudistumiseen. Siellä missä luontaisia taimia tavattiin, oli aurasvaon palle erittäin merkittävästi huonompi koivun, männyn ja kuusen taimettumisalusta kuin piennar tai jopa vaon pohja. Ainoastaan soistuneella kasvupaikalla palle tarjosi luontaisille taimille, etenkin hieskoivulle, otolliset kasvuo- lot. Tällä alueella kuitenkin muun kasvillisuuden runsaus vaikutti luontaisten taimien kehitystä heikentävästi.

Koivun taimia oli runsaasti kaikilla alueilla Hirvaan tuoreen kankaan kasvupaikkaa lukuunottamatta. Sinne ei muutoinkaan runsaan heinittymisen vuoksi ollut syntynyt luonnontaimia. Koivujen pituus oli kaikilla alueilla verrattain alhainen: se ei auratulla alustalla ylittänyt 0,5 metriä, vaikka aurasuvaot olivat jo kymmenen vuotta vanhoja. Koivut olivat siemensyntyisiä eikä alueita oltu missään vaiheessa perattu. Porojen laiduntamisen vuoksi ei koivuilla ollut useimmilla alueilla mahdollisuuttakaan kasvaa pitkiksi. Tutkimusaloilla kasvaaneet männyn istutustaimet, joiden menestymistä Pohtila (1977) on selvitelty, olivat huomattavasti suurempia kuin luontaiset koivut, joten näillä alueilla ei viljelytaimien kasvun tukahduttamista tarvinne koivujen taholta pelätä. Toisaalta istutustaimien eloonjääminen oli vaihtelevaa (vrt. Pohtila emt.) ja niinpä koivun luontaisella taimiaineksella myöhemmin on merkitystä istutustaimien jättämien aukkojen täydennyksenä.

Havupuiden luonnontaimia oli merkittävästi niillä kahdella tutkimusalueella, joille oli jätetty n. 50 kpl männyn siemenpuita. Näillä alueilla oli havupuun taimia selvästi enemmän kuin 3 000 kpl/ha, minkä mm. Sarvas (1950) on katsonut tyydyttäväksi määräksi yli 0,1 metrin taimia männyn siemenpuualoilla. Myös tätä lukua pienempiä ja suurempia arvoja on esitetty. Ratkaisevaa on kuitenkin taimiaineksen sijoittumisen tasaisuus ja elinvoimaisuus. Inarin

karulla moreenimaalla männyn taimet olivat pieniä ja nuoria, eikä taimien määrä ollut viiden viimeisen vuoden aikana lisääntynyt. Syitä siihen ei olla tämän tutkimuksen puitteissa selvitetty ja niiden lähempi tutkiminen olisikin ajankohtaista ja tärkeää. Muonion viljavalla moreenimaalla sen sijaan männyn ja kuusen taimet olivat jo vakiintuneempia, elinvoimaisempia ja tasaisemmin jakaantuneet, joten taimettuminen oli tyydyttävää.

Kellomäki (1972) arvioi, että aurasalojen maaperän edullisin luontainen taimettumiskunto havupuita ajatellen katoaa Pohjois-Suomessa noin 10 vuodessa. Kun tässäkin tutkimuksessa eivät aurasalat ole vielä 10 vuotta vanhempia, ei kokeellista tarkistusta tähän kysymykseen voida toistaiseksi esittää, eikä siihen olla tämän tutkimuksen puitteissa pyrittykään. Kuitenkin useimmilla koalueilla aurauksessa paljastunut kivennäismaanpinta oli kutakuinkin kasvillisuuden peitossa. Kahdella alueella, juuri edellä mainituilla siemenpuualoilla, oli vielä runsaasti kasvillisuudesta vapaita pintoja, joilla voidaan arvella olevan taimien menestymismahdollisuuksia; onhan maanpinta jo vakiintunut ja kapillaariset yhteydet parantuneet (vrt. Raulo ja Mälkönen 1976). Aurasalokojen pienmuodoilla etenkin pientareella oli runsaasti *Polytrichum*-, *Funaria*- ja *Ceratodon*-sammallajeja, jotka eivät välttämättä ole haitallisia kasvilajeja metsäpuiden siementen itämistä ja taimien syntymistä ajatellen (vrt. Sarvas 1937).

## KIRJALLISUUS

- FERM, A. & POHTILA, E. 1977. Pintakasvillisuuden kehittyminen ja muokkausjäljen tasoittuminen auratuilla metsänuudistusaloilla Lapissa. Summary: Succession of ground vegetation and levelling of ploughed tracks on reforestation areas in Finnish Lapland. *Folia For.* 319:1—34.
- HEINO, R. 1976. Taulukoita ja karttoja Suomen ilmasto-oloista kaudelta 1961—1975. Liite Suomen Meteorologiseen Vuosikirjaan 75 (1a):1—41.
- HERZ, M. 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer auf den südfinnischen Heideböden. *Commun. Inst. For. Fenn.* 20 (2): 1—98.
- HUIKARI, O. & PAAVILAINEN, E. 1971. Metsänparannustyöt ja luonnon moninaiskäyttö. Summary: Forest improvement works and multiple use of nature. *Folia For.* 113:1—17.
- KAUPPILA, A. & LÄHDE, E. 1975. Koetuloksia maan käsittelyn vaikutuksesta metsämaan ominaisuuksiin ja kylvätuloksiin Pohjois-Suomessa. Summary: On the effect of soil treatments of forest soil properties in North-Finland. *Folia For.* 230:1—29.
- KELLOMÄKI, S. 1972. Maanpinnan reliefin ja kasvillisuuden kehityksestä aurauksen jälkeisinä vuosina Perä-Pohjolan metsänuudistusaloilla. Helsingin yliopisto. Metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 8:1—55.

- LEHTO, J. 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuuspuumene-  
telmällä. Summary: Studies conducted in northern  
Finland on the regeneration of scots pine by means  
of the seed tree and shelterwood methods. Commun.  
Inst. For. Fenn. 67 (4):1—140.
- LEIKOLA, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsä-  
maan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Sum-  
mary: Effect of soil preparation on soil temperature  
condition of forest regeneration areas in northern  
Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 84 (2):1—64.
- LÄHDE, E. 1979. Männyn, kuusen ja lehtikuusen  
suoja- ja avokylvö aurauksen pientareessa ja pal-  
teessa. Summary: Shelter and open sowing of Scots  
pine, Norway spruce and Siberian larch on the  
shoulder and tilt of ploughing. Commun. Inst.  
For. Fenn. 97 (4):1—45.
- 1981. Uudistamismenetelmän valinta Perä-Pohjo-  
lan vanhassa kuusikossa. (Julkaisussa: Metsän-  
tutkimuspäivät Rovaniemellä 1981). Metsäntutki-  
muslaitoksen Tiedonantoja 6:89—96.
- Ohjekirje metsittämisestä ja metsän uudistamisesta.  
N:o Mh 130. 66. Metsähallitus. Helsinki.
- POHTILA, E. 1977. Reforestation of ploughed sites  
in Finnish Lapland. Seloste: Aurattujen alueiden  
metsänviljely Lapissa. Commun. Inst. For. Fenn.  
91 (4):1—98.
- RAITIO, H. 1980. Monilatvaisuusilmiö taimitarhoilla.  
Metsäntutkimuslaitos. Parkanon tutkimus-  
tiedonantoja 9:1—4.
- RAULO, J. & MÄLKÖNEN, E. 1976. Koivun luontai-  
nen uudistuminen muokatulla kangasmaalla. Sum-  
mary: Natural regeneration of birch (*Betula  
verrucosa* Ehrh. and *B. pubescens* Ehrh.) on tilled  
mineral soil. Folia For. 252:1—15.
- SARVAS, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsitty-  
misestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suori-  
tettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Über die  
natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine  
waldbiologische Untersuchung auf den trockenen  
Heideböden Nord-Finlands. Acta For. Fenn.  
46:1—146.
- 1950. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakat-  
tujen yksityismetsien luontaisesta uudistumisesta.  
Summary: Investigations into the natural regenera-  
tion of selectively cut private forests in northern  
Finland. Commun. Inst. For. Fenn. 38 (1):1—95.
- SEPPONEN, P. 1978. Eräitä Cajanderin metsätyyppi-  
teorian sovellutusongelmia Pohjois-Suomessa.  
Metsä ja Puu 6—7:1—15.
- 1980. Kangasmetsien kasvupaikkaluokituksen  
vaihtoehdoista Pohjois-Suomessa. Metsä ja Puu  
4:24—28.
- SIRÉN, G. 1973. Markberedning — ett nödvändigt  
ont? Sveriges Natur, Årsbok 1973:97—106.
- TRESHOW, M. & ALLAN, J. 1979. Annual variation  
in the dynamics of a woodland plant community.  
Environmental Conservation 6 (3):231—236.
- YLI-VAKKURI, P. 1961. Emergence and initial  
development of tree seedlings on burnt over forest  
land. Seloste: Taimien syntymisestä ja alkukehi-  
tyksestä kulotetuilla alueilla. Acta For. Fenn.  
74:1—51.

## SUMMARY

The outcome of reforestation on ploughed forest areas in northern Finland has been studied to a considerable extent. On the other hand, very little research has been done on the effects of ploughing on the forest ecosystem as a whole. This study examined succession on six ploughed areas in northern Finland in the ten years following ploughing (areas shown in Figure 1). In these areas, measurements were taken of the levelling of ploughed tracks, the growth of vegetation, and the number of naturally germinated seedlings on different subsections of the furrows. The height differences on the subsections were measured by taking the level. In measuring the vegetation cover as in counting seedlings a rectangular frame of 35 × 143 cm was employed. In each year, measurements were taken at 960 such frames. The study areas varied as to site type from dry to moist heath. The climatological conditions for the areas are presented in Figure 2.

With the exception of one area, the levelling between the top of the tilt and the bottom (see Figure 3) was ascertained as being statistically significant during the period of study (Table 3). In areas with the finest-textured soils, erosion of the bottom occurred which resulted in a deepening of the furrow to a level greater than the original one. The annual rate of levelling in the height difference slowed down distinctly as the ploughed tracks aged: already 5 to 10 years after ploughing, the annual rate of levelling was on average 53 % slower than that recorded during

the first measurement period. All in all, the levelling amounted to 20 % of the original height difference.

Examination of the vegetation cover revealed secondary succession on unbroken surfaces (on level grounds, Figure 3) and primary succession on exposed mineral soil. The aggregate vegetation cover did not reach the theoretical level of that in forest at climatic development on a single subsection in the ten years. On level grounds, a reduction in the vegetation cover occurred at first, a development due primarily to a decrease in the quantity of mosses (Figure 5). Mosses grew most vigorously on the shoulders and on the bottoms. On the tilt, the succession of all species was slow. Areal differences in the growth of vegetation were also recorded. The growth of the vegetation cover on exposed mineral soil was particularly slow in experimental area 2 Inari (Figure 6). The average dominance for the most common species on different subsections is detailed in Table 5. Seedlings of *Betula pubescens* occurred with a density of over 30 000 per ha on the best study areas (Table 6). There were noticeably fewer seedlings of *Betula pendula*: at best 14 000, but generally fewer than 1 000. Seedlings germinated best on the bottoms and the shoulders (Figure 7). In the northernmost study areas, the proportion of *Betula pendula* among all birch seedlings was clearly smaller than in more southerly areas.

The bottoms and the shoulders were also the best germination bases for pine and spruce (Figure 9). By contrast, there were very few coniferous tree seedlings



which germinated naturally on tilts and level grounds. The number of coniferous tree seedlings remained distinctly lower than that of *Betula pubescens* seedlings; however, even the number of pine seedlings rose as high as 12 000/ha.

An examination of the correlation between the dominance of certain species of plants and the number of seedlings (Table 7) showed the *Ceratodon purpureus* does not appear to hinder germination of pine and spruce seedlings. There was an unmistakable positive correlation between *Betula pubescens* and *Polytrichum* spp. as well. This was interpreted as being due to the

fact that the species of moss in question are most abundant on the types of growth bases on which seedlings in fact most often germinate.

The small average height of coniferous tree seedlings obtained at every measurement (Figure 10) indicates that the naturally occurring seedling stock in the experimental areas is relatively variable and that only a small proportion of the seedlings which germinate survives to develop further. A central topic in research would indeed be the development of the seedling stock from germination all the way up to the established sapling stage.



ODC 232.216:231.33:(480.99)  
ISBN 951-40-0544-9  
ISSN 0015-5543

FERM, A. & 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 For. 493:1—19.

The study examined development on six ploughed reforestation areas. During the period under study the height difference between the top of the tilt and the bottom of the furrow levelled out 20 % on average, but the development showed clear retardation. Succession of the vegetation was slowest on the tilt and most vigorous on unbroken surfaces. The seedlings of both coniferous and deciduous trees germinated naturally most readily on the bottoms and on the shoulders. Most abundant were natural seedlings of *Betula pubescens*, there being over 30 000 per ha in some areas.

Authors' address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

Tilaan kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

*Please, send me following publications (add numbers of the publications on the backside of the card).*

Nimi  
Name \_\_\_\_\_

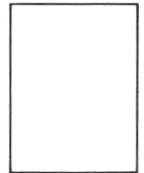
\_\_\_\_\_

Osoite  
Address \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



Metsäntutkimuslaitos  
Kirjasto/Library  
Unioninkatu 40 A  
SF-00170 Helsinki 17  
FINLAND



# METSÄNTUTKIMUSLAITOS

## THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

### Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto  
*Department of Soil Science*

Suontutkimusosasto  
*Department of Peatland Forestry*

Metsänhoidon tutkimusosasto  
*Department of Silviculture*

Metsänjalostuksen tutkimusosasto  
*Department of Forest Genetics*

Metsänsuojelun tutkimusosasto  
*Department of Forest Protection*

Metsäteknologian tutkimusosasto  
*Department of Forest Technology*

Metsänarvioimisen tutkimusosasto  
*Department of Forest Inventory and Yield*

Metsäekonomian tutkimusosasto  
*Department of Forest Economics*

Matemaattinen osasto  
*Department of Mathematics*

### Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema  
*Parkano Research Station*  
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland  
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema  
*Muhos Research Station*  
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland  
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema  
*Suonenjoki Research Station*  
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland  
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoegasema  
*Punkaharju Tree Breeding Station*  
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland  
Puh. — *Phone:* (957) 314 142

Ojajoen koeasema  
*Ojajoki Experimental Station*  
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland  
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema  
*Kolari Research Station*  
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland  
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema  
*Rovaniemi Research Station*  
Os. — *Address:* Eteläranta 55  
96300 Rovaniemi 30, Finland  
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema  
*Joensuu Research Station*  
Os. — *Address:* PL 68  
80101 Joensuu 10, Finland  
Puh. — *Phone:* (973) 28 311

Ruotsinkylän jalostuskoegasema  
*Ruotsinkylä Tree Breeding Station*  
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland  
Puh. — *Phone:* (90) 824 420



- No 472 Nisula, Pentti: Herbisidilaitteilla varustettu raivaussaha voimajohtojen johtoaukeiden raivauksessa.  
Use of a clearing saw equipped with a herbicide device in the clearing of power grid lines.
- No 473 Saastamoinen, Olli & Sievänen, Tuija: Keravan ja Rovaniemen lähimetsien ulkoilukäytön ajallinen vaihtelu.  
Time patterns of recreation in urban forests in two Finnish towns.
- No 474 Sirén, Matti: Puuston vaurioituminen harvennuspuun korjuussa.  
Stand damage in thinning operations.
- No 475 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1980.  
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1980.
- No 476 Jalkanen, Risto: Harmaakariste männyllä. Kirjallisuuskatsaus.  
*Lophodermella sulcigena* on pines. A literature review.
- No 477 Veijalainen, Heikki: Hivenlannoituksen vaikutus istutusmännikön kehitykseen turvemaalla.  
Long-term responses of Scots pine to micronutrient fertilization on acid peat soil.
- No 478 Kellomäki, Seppo & Tuimala, Aili: Puuston tiheyden vaikutus puiden oksikkuuteen taimikko- ja riukuvaiheen männiköissä.  
Effect of stand density on branchiness of young Scots pines.
- No 479 Saramäki, Jussi & Valtanen, Eila: Toistuvan typpilannoituksen vaikutus nuoren metsikön rakenteeseen ja kehitykseen.  
The effect of repeated nitrogen fertilization on the structure and development of the young pine and spruce stands.
- No 480 Hovila, Pekka: TT 1000 TU ja TT 1000 TS kokopuuhaakurit.  
TT 1000 TU and TT 1000 TS whole-tree chippers.
- No 481 Moilanen, Mikko & Issakainen, Jorma: Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus kuusen ja koivun uudistumiseen erällä Kainuun vaara-alueen paksuturpeilla soilla.  
Effect of fertilization and soil preparation on the regeneration of birch and spruce on thick peat soils in Kainuu.
- No 482 Lipas, Erkki: Faktoriaalisen lannoituskokeen tulosten tulkinta.  
Interpretation of the results from factorial fertilization experiments.
- No 483 Salminen, Sakari: Vuosien 1971—75 valtakunnallisia metsävaratietoja karttamuodossa.  
A cartographic presentation of forest resources in Finland 1971—75.
- No 484 Aarne, Martti: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät ja kulkuvirrat 1979.  
Removals and flows of commercial roundwood in Finland in 1979 by districts.
- No 485 Kurkela, Timo: Versosyöpä (*Gremmeniella abietina*) riukuasteen männiköissä.  
Canker and die-back of Scots pine at precommercial stage caused by *Gremmeniella abietina*.
- No 486 Oikarinen, Matti & Pyykkönen, Juhani: Harvennuksen ja lannoituksen vaikutus turvekankaan hieskoivikon kehitykseen Pohjanmaalla.  
The effect of thinning and fertilization on the growth of pubescent birch (*Betula pubescens*) on drained Myrtilus spruce swamp in Ostrobothnia.
- No 487 Löyttyniemi, Kari: Typpilannoituksen ja neulasten ravinnepitoisuuden vaikutus hirven mäntyraivon valintaan.  
Nitrogen fertilization and nutrient contents in Scots pine in relation to the browsing preference by moose (*Alces alces*).
- No 488 Juslin, Heikki, Leinonen, Matti & Lonkila, Markku: Omat myyntikonttorit mekaanisen metsäteollisuuden vientimarkkinointikanavien kehitysvaihtohtona.  
Sales offices as an alternative of developing the export marketing channels of Finnish mechanical wood industry.
- No 489 Kellomäki, Seppo: Mäntysahatukkien laadun ja sydänpuuosuuden yhteys tukin ulkoisiin tunnuksiin.  
Quality of pine logs and proportion of heartwood as related to properties of the logs.
- No 490 Hyppönen, Mikko: Kantohintojen alueittaiset muutokset Pohjois-Suomessa.  
Stumpage price changes in northern Finland by districts.
- No 491 Salo, Esko & Vuorivirta, Juhani: Yksityismetsien raakapuun hakkuu-, luovutusmittaus- ja toimitustavat vuosina 1974—76.  
Cutting, delivery and measurement methods of roundwood in private forests in Finland in 1974—76.
- No 492 Teivainen, Terttu, Kananen, Aino & Kuhlman, Eeva: Vesimyrän aiheuttamat tuhot männyn siemenviljelmillä Keski-Suomessa vuonna 1979/80.  
Water vole (*Arvicola terrestris*) damage in Scots pine seed orchards in Central Finland during 1979/80.
- No 493 Ferm, Ari & Sepponen, Pentti: Aurasjäljen muuttuminen ja kasvillisuuden kehittyminen metsänuudistusaloilla Lapissa 10 vuoden aikana.  
Development of ploughed tracks and vegetation on reforestation areas in Finnish Lapland during a period of 10 years.
- No 494 Vanhanen, Heidi & Pajunen, Leevi: Metsurin työvälinekustannukset 1980.  
Forest workers' equipment costs in Finland in 1980.
- No 495 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1979—81.  
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1979—81.

---

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communicationes Instituti Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomisteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.  
Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.