

## Metsän uudistuminen Kivalon vanhoilla kaistalehakuualoilla

Eljas Pohtila

SUMMARY: FOREST REGENERATION OF OLD STRIP CUTTING AREAS IN KIVALO, NORTHERN FINLAND

Pohtila, E. 1990. Metsän uudistuminen Kivalon vanhoilla kaistalehakuualoilla. Summary: Forest regeneration of old strip cutting areas in Kivalo, Northern Finland. *Silva Fennica* 24(1): 105–122.

The results of regenerating 54 and 36–38-year-old strip cuttings were surveyed in the Kivalo Research Forest (N 66°20', E 26°40'). 15 measurement plots were placed on each strip. The most common forest site type was *Hylocomium myrtillus* type. Regeneration of the strips proved to be slow. Most of the spruces growing on the strips probably originated from the time before cutting. The average number of stems was 1 155 per hectare, of which one third consisted of broad leaf trees. The average volume increment of stem wood after cutting had been about 1 m<sup>3</sup> per hectare per year, but it was increasing at the time of the inventory. Both the reforestation of the strips and the development of the emergent stands were dependent on elevation and site fertility. Site fertility was indicated by the abundance of *Vaccinium myrtillus*.

Tutkimuksessa selvitettiin 54 ja 36–38 vuotta vanhojen kaistalehakkuiden tuloksia Metsäntutkimuslaitoksen Kivalon tutkimusalueella. Kaistaleilta mitattiin kaikkiaan 15 metsikkökoealaa. Yleisin metsätyyppi oli seinäsammalmustikkatyyppi. Kaistaleet olivat uudistuneet epätasaisesti. Suurin osa puista oli todennäköisesti syntynyt jo ennen hakkuuta. Hakkuun jälkeinen taimettuminen oli suhteellisen vähäistä. Keskimääräinen runkoluku hehtaarilla oli 1 155, josta kuitenkin noin kolmannes oli huonolaatuisia lehtipuita. Myös havupuiden laatu oli heikohko. Syntyneiden metsiköiden taksatorinen kehitys oli ollut nopeampaa kuin vastaavien "luonnonnormaalien" metsiköiden. Hakkuusta laskien runkopuun keskimääräinen tilavuuskasvu oli ollut noin 1 m<sup>3</sup>/ha/v. Kasvu oli kuitenkin mittauksen aikaan kohoamassa. Niin metsän uudistumisessa kuin syntyneiden metsiköiden kehityksessäkin oli havaittavissa maaston korkeuden ja maapohjan viljavuuserojen vaikutusta. Viljavuutta indikoi hyvin mustikan peittävyys.

Keywords: strip cutting, regeneration, spruce stands, *Picea abies*.  
ODC 221.22+232

Author's address: Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki, Finland.

Accepted November 30, 1989

### 1. Johdanto

Kaistalehakuuta on Suomessa käytetty kokeiluluonteisesti 1800-luvulta lähtien (Leikola 1986). Pohjois-Saksassa se tunnettiin metsänhoidon menetelmänä jo 1700-luvulla. Sen

alkuperäinen idea oli uudistaa metsä luontaisesti reunametsän siemennyksestä. Aloittamalla hakkuu metsän reunasta ja sijoittamalla uusi kaistale aina entisen taimettuneen vie-

reen on mahdollista saada aikaa myöten koko metsä uudistetuksi. Ottamalla kaistaleitten sijoittelussa huomioon ilmansuunnat voidaan vaikuttaa uudistusalan valaistus-, lämpö- ja kosteusoloihin.

Perusmallista on sittemmin kehitetty monenlaisia muunnoksia. Suomessa yleisimpiä ovat olleet ns. "kulissihakkuut", jossa kaistaleita hakattiin vuorotellen hakkaamattomien "kulissien" väliin. Kun hakatut välikaistat olivat taimettuneet, myös "kulissit" kaadettiin ja useimmiten viljeltiin. Heikinheimon (1931) erityisesti meikäläisiä oloja varten kehittämä kuusen uudistamismenetelmä, josta hän käytti nimeä "uudistamisrintama", oli lähellä alkuperäistä kaistalahakkuuta. Lähtökohtana siinä olivat joko uudistettavan metsän reunamat tai metsässä ennestään olevat kapeat, aukeat kaistaleet, joista uudistamisrintamaa voitiin sopivilla hakkuilla vyöryttää laajemmalle metsään. Tätä biologisesti onnistuneelta vaikuttavaa, mutta metsätalouden järjestelyn kannalta ongelmallista menetelmää ei kuitenkaan paljon käytetty.

"Kulissihakkuuta" tehtiin 1920-luvulla valtion metsissä eri puolilla Suomea ja varsinkin Raja-Karjalassa. Kaistaleiden leveys oli yleensä noin 40 metriä. Menetelmän katsottiin soveltuvan varsinkin korpikuusikoiden uudistamiseen.

1930-luvulla kaistalahakkuista luovuttiin lähes kokonaan. Kuusen luontaisessa uudistamisessa otettiin käyttöön keskitetty harsinta, josta sittemmin kehitettiin vieläkin käytössä oleva suojuuspuun menetelmä (Heikinheimo 1948b). Pohjois-Suomessa kaistalahakkuista kiinnostuttiin uudelleen 1960-luvulla, kun yleinen mielipide asettui vastustamaan suuria, yhtenäisiä avohakkauksia (Leikola 1987). Asiaan vaikuttivat myös metsänviljelyssä sattunut, suurta huomiota saaneet epäonnistumiset. Enimmillään, vuonna 1973 kaistaleita hakattiin metsähallinnon Perä-Pohjolan piirikunnassa yli 2000 hehtaaria. Paitsi kuusikoissa, kaistalahakkuuta tehtiin myös männiköissä, joissa kaistaleelle jätettiin usein myös siemenpuita. Yleensä kaistaleet muokattiin ja viljeltiin, jolloin reuna-metsästä ja siemenpuista odotettiin vain täydentävää siemennystä.

Myös uusia kaistalahakkuuta arvosteltiin kaavamaisuutensa vuoksi. Menetelmän käyttö ei muutoinkaan ollut ongelmantonta. Kaistaleet pyrittiin suuntaamaan suoraan vaaralli-

sinta tuulen suuntaa vastaan, mutta tuulenkaatoja sillä ei pystytty estämään. Siemennystä ei useinkaan saatu riittävästi. Lisäksi kaistaleille muodostuvat lumiolut suosivat lumikaristeita (*Phacidium infestans* Karst. ja *Lophophacidium hyperboreum* Lagerb.), jotka varsinkin auratuilla kaistoilla saattoivat aiheuttaa pahoja tuhoja jo hyvään alkuun päässeissä taimikoissa. Näiden kokemusten jälkeen kaistalahakkuista on oltu jälleen luopumassa. Metsänhoito-ohjeiden mukaan kaistalahakkuut ovat kuitenkin edelleen mahdollisia ja ne esitellään yhtenä metsänuudistamisvaihtoehtona myös uusissa metsänhoidon oppikirjoissa (Kellomäki 1988).

Kaistalahakkuumenetelmälle näyttää olevan tyypillistä, että se otetaan käyttöön aina silloin, kun metsien tavanomaisessa uudistamisessa kohdataan vaikeuksia. Siihen katsotaan, että menetelmä on vanha, järjestelmällisiä tutkimuksia sen käyttökelpoisuudesta Suomessa on vähän. Perusteellisimmat keolliset tutkimukset ovat Etelä- ja Keski-Suomen soilta. Lukkalan (1946) raportoinut tulokset vahvistivat kaistalahakkuun soveltuvan nimenomaan korpimetsien uudistamismenetelmäksi.

Kangasmaiden kaistalahakkuukokeet painottuvat pohjoiseen, sangen ääreviin oloihin. Metsäntutkimuslaitoksen Kivalon tutkimusalueella ensimmäiset kaistalahakkuut tehtiin vuonna 1925. Ne liittyivät paksusammalkuusikoiden uudistamiskokeisiin. Seurattuaan kaistojen taimettumista 12 vuotta Heikinheimo (1939) totesi sen jääneen epätydyttäväksi. Kaistaleilla oli tehty pelkkä hakkuu ilman minkäänlaista maankunnostusta. Heikinheimo arvioi laikutuksen parantavan taimettumista, mutta kysyi, "eikö siemennykselle valmistettuihin laikkuihin ole syytä kylvää siemen, sen sijaan että jätettäisiin niiden siementäminen epävarman luonnon siemennyksen varaan". Metsäntutkimuslaitoksen 1970-luvulla metsähallinnon Sodankylän hoitoalueeseen perustamiin kaistalahakkuukokeisiin sisältyi myös maan kunnostus. Odotusten mukaisesti maan kunnostus on parantanut kaistojen taimettumista (Manninen ja Lähde 1981, Mäkitalo 1987).

Yhtäkään kaistalahakkuukoetta ei ole seurattu taimettumisvaihetta pidemmälle puhumattakaan, että olisi tarkasteltu syntyvien metsiköiden taksatorista kehitystä ja myöhempää metsätaloudellista arvoa. Tämän tut-

distumista ja siihen vaikuttaneita tekijöitä vanhoilla kaistalahakkuualoilla Kivalon tutkimusalueessa.

Tutkimus tehtiin yhteistyönä Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualue toimiston ja Rovaniemen tutkimusaseman kesken. Mittausryhmien palkkaus

## 2. Aineisto ja tutkimusmenetelmät

### 21. Tutkimusalueen kuvaus

Tutkimusalueen luonnonoloja on kuvattu yksityiskohtaisesti Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueiden esittelyvihkosessa n:o 6, Kivalo. Vanhojen kuusimetsien keskelle hakatuille kaistaleille sijoitettiin kesällä 1979 kaikkiaan 15 metsikkökoealaa. Vanhin, vuonna 1925 hakattu kaistale kuului niihin, joilta Heikinheimo (1939) selvitti taimettumisen ensi vaiheet (taulukko 1). Kolme muuta tutkittua kaistaleta olivat vuosilta 1941–1943. Kaistaleet olivat pitkiä, suorja ja leveydeltään noin 100 metriä. Hakattujen, enempää kuin säästettyjenkin puiden määrää ei ole tarkasti dokumentoitu. Kantojen perusteella arvioituna vuoden 1925 kaistaleelta oli hakattu keskimäärin noin 52 m<sup>3</sup> hehtaarilta ja vuosien 1941–1943 kaistaleilta noin 87 m<sup>3</sup>. Hakkuissa oli säästetty taimet ja pieniä puita (Heikinheimo 1920). Hakkaamaton välimetsä oli yleensä jonkin verran kaistaleita leveämpi.

Kaistaleet oli sijoitettu yleensä rinteiden päälaskusuuntaan. Korkeus merenpinnasta vaihteli 195:stä 292 metriin. Yleisin metsätyyppi kaistaleilla oli seinäsammal-mustikkatyypin (HMT). Pohjoista mustikkatyypin (p.MT) samoin kuin variksenmarja-mustikkatyypin (EMT) tavattiin muutamalla koealalla. Metsätyyppi määritettiin lähinnä Kujalan (1979) mukaan kasvipeiteanalyysillä, jossa koeneliön koko oli 0,5 m x 0,5 m ja koeneliöiden lukumäärä 50 kpl kutakin tutkittavaa metsikkökoealaa kohti (25 kpl kummallekin koealan lävistäjälle). Peittävyys arvioitiin erikseen kenttä- ja pohjakerrokselle. Kasvipeitteessä (liite 1) oli huomiota herättävää heinien peittävyys lisääntyminen maaston korkeuden kasvaessa ( $r=0,66^{**}$ ) ja

saatiin valtion työvoimaministeriön työllisyysvaaroista. Tutkimuksen toteuttamiseen osallistivat merkittävällä panoksella silloinen metsänhoitaja Ari Ferm ja metsät. yo Markku Pesu, joka laati aineistosta kirjoittajan ohjaamana metsänhoitotieteen laudaturtyön.

mustikan peittävyys vastaava väheneminen ( $r=-0,60^{*}$ ). Mustikan ja variksenmarjan peittävyys korreloivat keskenään negatiivisesti ( $r=-0,68^{**}$ ).

Humuksen keskipaksuus, joka mitattiin metsikkökoealan kulmien ja keskipisteen puoliväleista (yhteensä neljästä pisteestä), vaihteli metsikkökoealoittain 2,5:stä 7,3 cm:iin. Selvää maaston korkeuden tai metsätyypin vaikutusta siinä ei havaittu. Sen sijaan maannostumiskerroksen paksuudessa, joka mitattiin samoista pisteistä kuin humuskin, ilmeni huomionarvoisia eroja. A-horisontin paksuus väheni maaston korkeuden kasvaessa ( $r=-0,70^{**}$ ). A-horisontin kasvaessa heinien peittävyys väheni ( $r=-0,65^{**}$ ). Pohjoisella mustikkatyypillä A-horisontti näytti myös olevan paksumpi kuin seinäsammal-mustikkatyypillä.

Kivisyys, joka mitattiin rassaamalla kivisyysrassilla metsikkökoealan lävistäjiltä 50 pisteestä, vaihteli kivisyysluokkina (Viro 1952) ilmaisten vähäkivisestä erittäin kiviseen. Korkeuden tai metsätyyppien välisiä eroja ei havaittu.

Soran (20–2 mm) osuus kivennäismaan lajitekoostumuksessa vaihteli 0–10 cm:n syvyydessä metsikkökoealoittain 4:stä 29 %:iin ja hienojen lajitteiden (<2 mm) osuus 63:sta 94 %:iin (liite 2). Maanäytteet otettiin samoista kuopista, joista mitattiin maannostumiskerroksen paksuus. Karkeat lajitteet erotettiin seulomalla, hienot pipetoimilla. Samassa yhteydessä määritettiin myös kivennäismaan kosteus- ja humuspitoisuudet. Maan lajitekoostumuksessa ei havaittu metsätyyppien välisiä eroja eikä myöskään korkeussijainnilla näyttänyt olevan vaikutusta. Suuri kaltevuus näytti kuitenkin vähentävän hienojen lajitteiden osuutta ja pohjoinen eks-

Taulukko 1. Yleistiedot kaistaleilta mitatuista metsikkökoealoista.  
Table 1. General information concerning the plots.

Hakkuu- vuosi	Koe- alan numero	Korkeus mpy, m	Kalte- vuuden suunta	Kalte- vuus %	Metsä- tyyppi	Kenttä- kerroksen peittä- vyys, %	Pohja- kerroksen peittä- vyys, %	Humus- kerros, cm	A-hori- sontti, cm	B-hori- sontti, cm	Kivisyysrassin painuma, cm ja-luokka	
Cutting year	Plot number	Elevation, m	Aspect	Inclina- tion, %	Forest site type	Field layer coverage, %	Ground layer coverage, %	Humus layer, cm	A- horizon, cm	B- horizon, cm	Sounding rod depth, cm and stoniness class	
1925	1	195	W	10	p.MT	58.5	58.8	6.3	17.8	18.0	9.4	III
"	2	230	W	4	p.MT	79.5	20.5	5.8	12.0	7.0	18.9	II
"	3	262	NW	5	HMT	48.5	66.8	7.3	12.5	19.5	20.2	II
"	4	274	W	7	HMT	52.4	52.0	4.5	12.3	18.3	24.6	I
"	5	292	W	10	HMT	57.0	68.0	5.3	9.8	10.5	20.8	II
1941-	6	218	NW	10	HMT	41.0	72.7	4.5	12.5	13.5	22.6	I
1943	7	235	N	2	HMT	54.0	87.0	3.3	9.5	8.0	25.3	I
"	8	240	N	16	HMT	52.4	71.7	4.0	13.5	15.0	8.6	III
"	9	240	W	10	HMT	45.3	65.4	6.3	12.3	16.5	12.2	II
"	10	240	SW	12	HMT	47.5	62.5	6.3	14.8	13.5	21.7	I
"	11	260	W	5	EMT	59.8	76.8	4.0	10.5	13.0	7.6	III
"	12	262	S	23	HMT (EMT)	56.0	61.7	2.5	12.0	9.0	12.8	II
"	13	270	NW	7	HMT	60.5	66.3	5.0	10.8	11.7	14.9	II
"	14	272	W	3	HMT	38.9	59.0	5.8	6.5	12.5	8.6	III
"	15	278	W	4	HMT	41.2	86.6	5.8	8.5	11.8	17.5	II

Metsätyypit:  
Forest site types

p.MT = pohjoinen mustikkatyyppi  
northern myrtillus-type

HMT = *Hylocomium-myrtillus*-tyyppi  
*Hylocomium-myrtillus*-type

EMH = *Empetrum-myrtillus*-tyyppi  
*Empetrum-myrtillus*-type

Kivisyysluokat:  
Classes of stoniness

I = vähäkivinen  
stoneless

II = kivinen  
stony

III = erittäin kivinen  
very stony

positio sitä lisäävän.

Maanäytteistä, jotka otettiin elokuun puolivälissä, tehdyt ravinneanalyytit osoittivat kokonaistypen määrän liukoisien typen määrään verrattuna moninkertaiseksi. Metsätyyppistä tai korkeussijainnista johtuvia eroja ei havaittu enempää tyyppimäärissä kuin muissaakaan ravinnetunnuksissa. Kokonaistypen määrä korreloi positiivisesti maan vesi- ja humuspitoisuuden kanssa ( $r=0,78^{***}$  ja  $0,77^{**}$ ). Vastaavasti liukoisien typen määrää korreloi johtolukuun, joka kuvaa maassa olevien vesiliukoisten suolojen määrää ( $r=0,92^{***}$ ). Kalsiumin määrä korreloi positiivisesti maaston kaltevuuden kanssa ( $r=0,63^*$ ).

## 22. Metsikkökoealojen mittaus

Metsikkökoealat sijoitettiin subjektiivisesti pyrkien saamaan edustava näyte Kivalon tutkimusalueen vanhimmista kaistalehakkua-aloista. Silmällä pidettiin ennen kaikkea maaston korkeutta ja ekspositiota. Koealalle pyrittiin saamaan vähintään 200 puuta, mikä johti verrattain suuriin (0,12–0,25 ha) koealoihin. Ne rajattiin neliön tai suorakaiteen muotoisiksi prisman ja mittanauhan avulla.

Metsikkökoealoilta luettiin kaikki puut, kannot ja osa taimista ja selvitettiin lisäksi niiden keskinäistä sijaintia. Luetuista puista mitattiin rinnankorkeusläpimitta ja luetuista

kannoista kantoläpimitta 1 cm:n tasaavaa luokitusta käyttäen. Kunkin puulajin kustakin läpimittaluokasta otettiin joka kolmas puu koepuiksi, josta mitattiin lisäksi kantoläpimitta ja yläläpimitta joko 6 m:n tai 3,5 m:n korkeudelta sekä pituus metrin tasaavalla luokituksella. Koepuista kairattiin ikä ja samalla sädekasvu rinnankorkeudelta. Pienimillä puilla se tehtiin kuitenkin juurenniskasta. Kairanlastut tutkittiin lustomikroskoopilla.

Männyn, kuusen ja koivun taimet (alle 1,3 metriset puut) luettiin viiden metrin kaistoilta

käyttäen 20 cm:n pituusluokkia. Taimien ikä arvioitiin oksakiehkuroiden perusteella.

Tilajärjestystä selvitettiin mittaamalla kul-takin metsikkökoealalta 200:sta systemaattisesti tasavälein sijoitetusta pisteestä etäisyydet lähimpään puuhun, kantoon ja taimeen. Menettely oli sama kuin Pohtilan (1980) taimikoiden ja nuorten metsien tilajärjestystä koskeneessa tutkimuksessa.

Metsikkökoealoilta mitattiin myös aiemmin (luku 2) selostetut kasvupaikatunnukset.

## 3. Tulokset

### 31. Kaistaleiden uudistuminen

#### 31.1. Puiden ja taimien lukumäärä

Metsikkökoealoilta luettujen puiden (pituus yli 1,3 m) keskimääräksi saatiin 1 155 kpl/ha. Runkoluku kuitenkin vaihteli koealoittain suuresti (taulukko 2). Sen koko aineistosta laskettu keskihajonta oli 426 kpl/ha. Myös eri puulajien osuudet runkoluvusta vaihtelivat paljon. Kuusivaltaisuus oli luonnollisesti yleisintä. Lehtipuiden osuus kokonaishunkoluvusta oli keskimäärin noin kolmannes. Koivusekoitus oli suurin "pohjoiseksi mustikkatyyppiä" luokitelluilla koealoilla. Männyn osuus runkoluvusta vaihteli 1:stä 26 %:iin.

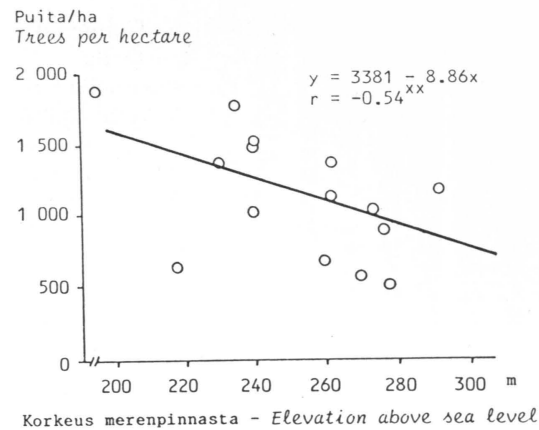
Taimia (pituus alle 1,3 m) tavattiin epätasaisesti kaikilla koealoilla. Eniten oli hieskoivun taimia, joiden määrä vaihteli koealoittain 20:stä 3 205 kappaleeseen hehtaarilla keskiarvon ollessa 868 kpl/ha. Rauduskoivun taimia oli useimmilla koealoilla, mutta keskimäärin niitä oli vain 32 kpl/ha. Kuusen taimien määrä vaihteli koealoittain 100:sta 919 kappaleeseen hehtaarilla keskiarvon ollessa 360 kpl/ha. Männyn taimia oli vähiten, keskimäärin vain 27 kpl/ha.

Mitä korkeammalla metsikkökoeala oli merenpinnasta, sitä pienempi oli puiden runkoluku (kuva 1). Runkoluku korreloi positiivisesti A-horisontin paksuuden kanssa, mutta viimeksimainittu korreloi taas negatiivisesti maaston korkeuden kanssa, joten taustalla oli ilmeisesti sama syyntuuttaja.

Taulukko 2. Puiden hehtaarikohtaiset lukumäärät.  
Table 2. Number of stems per hectare.

Koealan numero Plot number	Kokonais- runkoluku Total number of stems	Kuusi Spruce	Mänty Pine	Koivu Birch
1	1 913	588	—	1 200
2	1 381	525	43	663
3	1 153	867	99	187
4	1 044	506	256	150
5	1 180	504	56	392
6	656	340	—	248
7	1 787	1 560	—	—
8	1 048	960	—	—
9	1 513	688	—	350
10	1 519	645	369	70
11	705	490	180	—
12	1 362	750	250	42
13	620	510	—	—
14	910	635	235	120
15	535	405	—	—

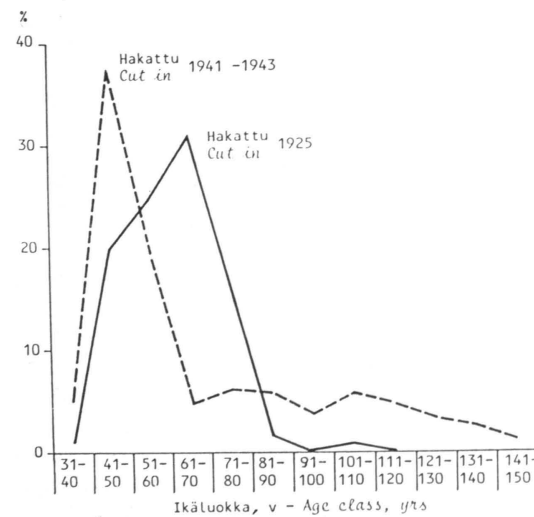
Korrelaatioanalyysin tulokset viittasivat myös siihen, että männyn osuus runkoluvusta olisi riippuvainen liukoisien typen määrästä kivennäismaassa ( $r=0,51^*$ ). Männyn taimien lukumäärä näytti riippuvan hyvin selvästi liukoisien typen määrästä ( $r=0,82^{***}$ ).



Kuva 1. Metsiköiden runkoluvun riippuvuus maaston korkeudesta.  
Figure 1. Dependence of the stands' stem number on elevation.

Jokseenkin samanlainen tulos saatiin laskettaessa vastaavat korrelaatiot johtolukuun.

Kasvipeitteessä heijastuivat puulajisuhteet ennestään tunnetulla tavalla. Mitä enemmän oli seinäsammalta ja mitä suurempi oli pohjakerroksen peittävyys, sitä kuusivaltaisempi oli metsikkö. Kuusen taimia oli sitä enemmän, mitä enemmän oli mustikkaa ja mitä peittävämpi oli kenttäkerros. Vanhimmalla



Kuva 2. Kuusen ikäluokkajakaumat. Rinnankorkeusi-  
kään on lisätty 30 vuotta.  
Figure 2. Age class distributions of spruce. 30 years  
have been added to the breast height age.

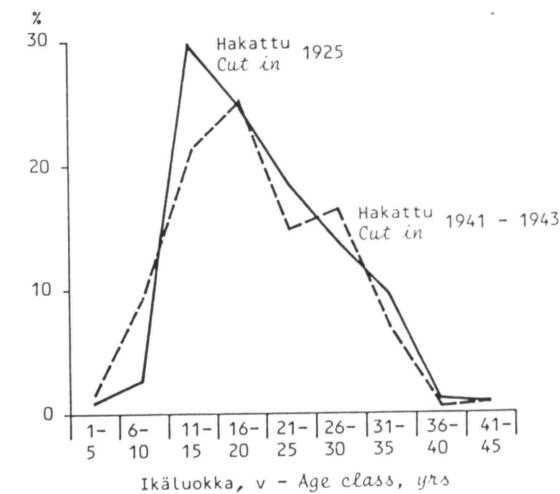
kaistaleella taimimäärien ja kivisyysrassin painuman välillä havaittiin suuntaa-antava negatiivinen korrelaatio ( $r = -0,88^*$ ) ja kivi-koissa oli taimia muutoinkin keskimääräistä enemmän.

### 312. Puiden taimien syntyajankohta

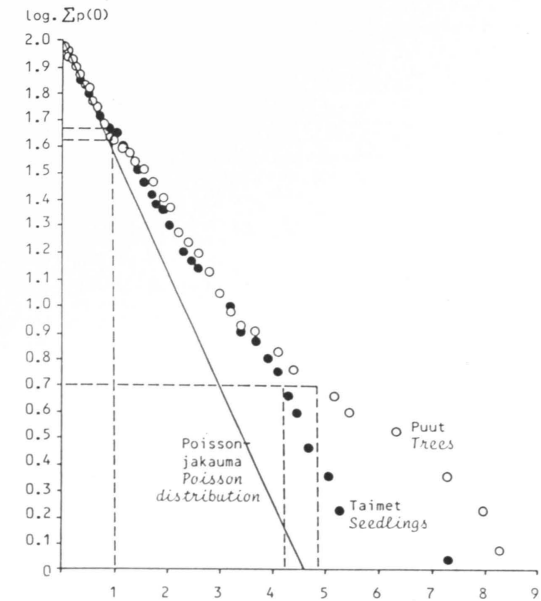
Puiden rinnankorkeusiässä oli kymmenien vuosien eroja. Männyt ja koivut olivat keskimäärin noin puolet nuorempia kuin kuuset, joiden rinnankorkeusiän aritmeettinen keskiarvo oli vuonna 1925 hakatulla kaistaleella 31 vuotta ja vuosina 1941-1943 hakatuilla kaistaleilla 38 vuotta. Pohjapinta-alalla painotetut keski-iat olivat kuusella vastaavasti 44 ja 50 vuotta.

Korrelaatioanalyysin tulosten mukaan, mitä enemmän maassa oli hienoja (<2 mm) lajitteita, sitä nuorempia olivat kuuset ( $r = -0,70^*$ ). Samansuuntainen oli kuusten iän ja pohjoisen eksposition suhde ( $r = -0,68^*$ ). Ikä ja maaston kaltevuus taas korreloivat positiivisesti ( $r = 0,60^*$ ). Riippuvuuksille on tuskin aitoa syy- ja seuraussuhdetta.

Puiden todellisiin ikäjakaumiin pyrittiin lisäämällä rinnankorkeusikään 30 vuotta. Ikäjakauman huippu osui silloin vanhimmalla kaistaleella 61-70 vuoden luokkaan ja nuoremmissa 41-50 vuoden luokkaan (kuva 2).



Kuva 3. Kuusen taimien ikäluokkajakaumat.  
Figure 3. Age class distributions of the spruce seedlings.



Kuva 4. Koecalan 1 vähenevät nollaruutudiagrammat puille ja taimille.  $p(0)$  = nollaruutuprosentti,  $m = r^2 \pi \lambda$ , jossa  $r$  = etäisyys tasavälein valitusta pisteestä lähimpään puuyksilöön ja  $\lambda$  = puuyksilöitä kpl/pinta-alayksikkö. Ryhmittymisindeksit:  $I_c$  puille =  $4,950 \times 0,423 \times 0,907 = 1,899$ ,  $I_c$  taimille =  $4,250 \times 0,463 \times 0,907 = 1,785$ .

Figure 4. Decreasing zero-plot diagrams for the trees and seedlings of plot number 1.  $p(0)$  = zero-plot percentage,  $m = r^2 \pi \lambda$ , where  $r$  = the distance from points chosen systematically at even intervals to the nearest tree individual, and  $\lambda$  = the number of tree individuals per unit area. Cluster indexes:  $I_c$  for the trees =  $4,950 \times 0,423 \times 0,907 = 1,899$ .  $I_c$  for the seedlings =  $4,250 \times 0,463 \times 0,907 = 1,785$ .

Kaistaleitten hakkuista oli mittauksen aikaan (1979) vastaavasti kulunut 54 ja 36-38 vuotta. Sen mukaan valtaosa puista olisi syntynyt jo ennen hakkuuta.

Myös taimien ikäjakauman laajuus oli kymmeniä vuosia (kuva 3). Kaikilla kaistaleilla suurin osa taimista oli syntynyt 10-30 vuotta ennen mittausta eli selvästi hakkuun jälkeen.

### 313. Puiden ja taimien ryhmittäisyys

Syntyneille metsiköille oli luonteenomaista ryhmittäinen tilajärjestys. Coxin (1971) in-

Taulukko 3. Metsiköiden sisäinen tilajärjestys Coxin (1971) indeksillä mitattuna. Suluissa hehtaarikohtaiset kappalemäärät.

Table 2. Spatial distributions in the stands expressed in Cox's (1971) indexes. The number per hectare are in parenthesis.

Koecalan numero Plot number	Puut Trees	Taimet Seedlings	Puut ja taimet Trees and seedlings	Kannot Stumps
1	2.906 (1913)	7.029 (3582)	2.780 (5495)	0.652 (1190)
2	0.934 (1381)	2.189 (1788)	0.982 (3169)	0.653 (720)
3	1.736 (1153)	1.805 (654)	1.734 (1807)	0.372 (180)
4	2.335 (1044)	1.481 (1194)	1.644 (2238)	0.401 (410)
5	1.508 (1180)	2.320 (1696)	1.079 (2876)	0.164 (200)
6	1.386 (656)	3.179 (908)	2.300 (1564)	0.418 (200)
7	2.463 (1787)	0.808 (300)	1.733 (2087)	0.973 (360)
8	1.181 (1088)	1.850 (624)	0.941 (1672)	0.478 (340)
9	1.232 (1513)	2.474 (1288)	2.025 (2801)	0.576 (530)
10	1.356 (1519)	1.558 (577)	1.364 (2076)	0.256 (430)
11	1.384 (705)	1.981 (565)	1.651 (1270)	0.513 (380)
12	1.457 (1362)	4.636 (1288)	2.414 (2650)	0.569 (430)
13	1.036 (620)	1.737 (515)	1.290 (1135)	0.932 (360)
14	1.452 (910)	3.679 (3350)	2.126 (4260)	0.611 (400)
15	0.783 (535)	2.096 (1010)	1.584 (1545)	0.401 (510)

deksi (kuva 4), jota käytettiin ryhmittäisyyden mittana, viittasi satunnaisjakaumaa (Poisson-jak.) homogeenisempaan tilajärjestykseen vain parissa tapauksessa (taulukko 3). Kun ko. indeksi satunnaisjakaumassa saa



arvon 1, oli se vuonna 1925 hakatun kaistaleen puilla keskimäärin 1,92 ja vuosien 1941–1943 kaistaleiden puilla 1,38. Vastavat keskiarvot taimille olivat 2,96 ja 2,40. Taimien tilajärjestys oli siis selvästi puiden tilajärjestystä ryhmittäisempi.

Kantojen keskinäinen tilajärjestys näytti sangen homogeeniselta. Ryhmitysindeksin keskiarvot olivat 0,48 ja 0,57. Yhtään selvästi heterogeenista tilajärjestystä kannoista ei havaittu.

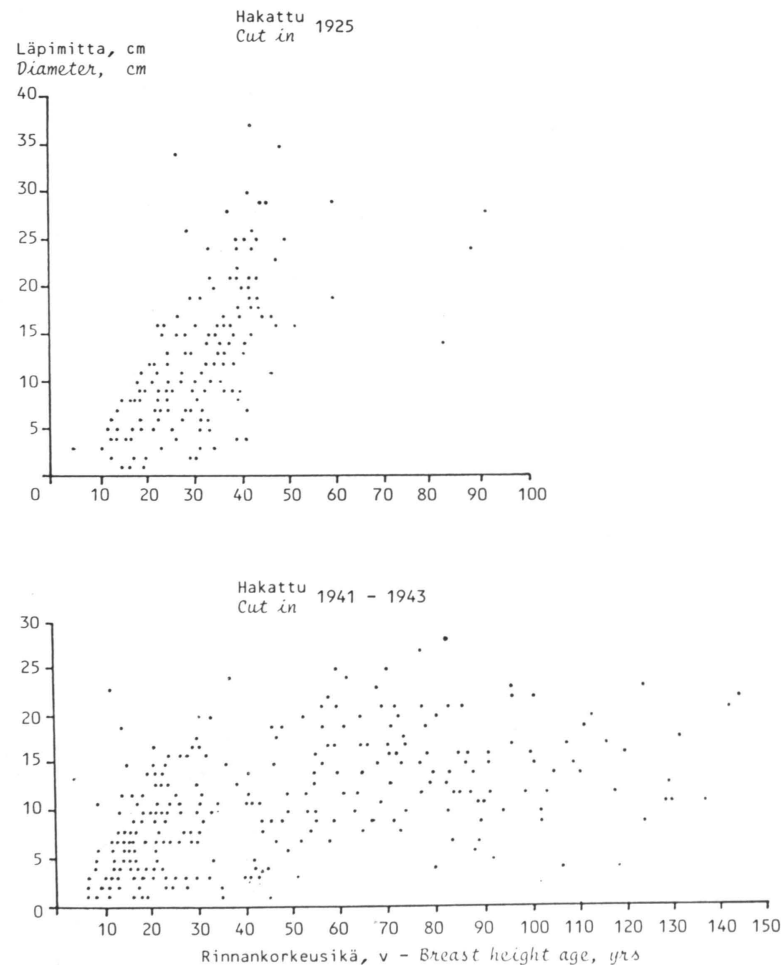
### 314. Puiden ja taimien elinvoimaisuus

Päällepäin havaittavia vikoja puissa ja taimis-

sa oli suhteellisen vähän. Selvästi sairaita tai vioittuneita puista oli vain 3,3 %. Yleisin vika havupuilla oli monilatvaisuus. Lahoja havupuilla tavattiin vain vanhimmissa hakkuulta säästyneissä kuusissa. Sen sijaan useimmat vanhemmista koivuista olivat ytimeään lahoja, samoin lähes kaikki haavat.

Kun metsiköt olivat varsin aukkoisia, olivat varsinkin männyt usein oksikkaita ja huonorunkoisia. Kuuset olivat yleensä pylväsmäisiä, mutta oksat olivat niilläkin suhteellisen paksuja.

Taimet olivat usein kitukasvuisia, mutta muuten terveen näköisiä. Niiden lopullista metsittämisarvoa oli kaistaleiden erikoisolosuhteissa vaikea arvioida silmävaraisesti.



Kuva 5. Kuusen pituuskehityksen riippuvuus rinnankorkeusiästä.  
Figure 5. Dependence of the height development of spruce on breast height age.

## 32. Syntyneiden metsiköiden taksatorinen kehitys

### 321. Pituus

Puiden pituuskasvu oli vuonna 1925 hakatulla kaistaleella keskimäärin nopeampaa kuin vuosina 1941–1943 hakatuilla kaistaleilla, joilla koepuiden ikävaihtelu oli suurempi (kuva 5). Asiaan ilmeisesti vaikuttivat erot kasvupaikan viljavuudessa. Puiden pituutta kuvaavat tunnusluvut korreloivat positiivisesti mm. mustikan peittävyuden ( $r=0,80-0,83^{**}$ ) ja A-horisontin paksuuden ( $r=0,58^{*}$ ) kanssa. Männy ja koivun pituuskasvu oli ollut selvästi nopeampaa kuin kuusen. Vanhimmalla kaistaleella puiden pohjapinta-alalla painotettujen keskipituusien keskiarvo oli vuonna 1979 10,3 m ja nuoremmilla kaistaleilla 7,5 m (taulukko 4). Valtapituusien

vastaavat keskiarvot olivat 12,2 m ja 8,9 m. Kuusille oli ominaista suuri pystyporrastus, mikä ilmeni puiden jakautumisena moneen eri pituusluokkaan (kuva 6).

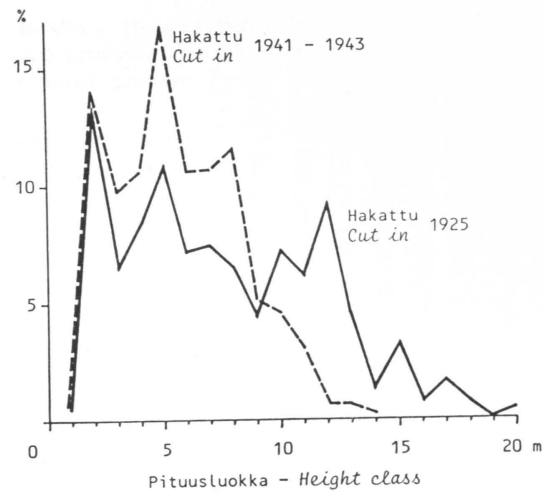
Kaikista inventoiduista taimista noin puolet oli alle 0,5 metrin mittaisia.

### 322. Rinnankorkeusläpimitta

Puiden läpimitan kehityksessä havaittiin samansuuntaisia, ilmeisesti kasvupaikan viljavuuseroihin perustuvia eroja kuin pituudenkin kehityksessä (kuva 7). Kaikkien puiden pohjapinta-alalla painotettu keskimääräinen rinnankorkeusläpimitta oli vuonna 1979 vanhimmalla kaistaleella 18,3 cm ja nuoremmilla kaistaleilla 15,1 cm (taulukko 5). Suurin osa kuusen rungoista kuului 15 cm:ä pienempien läpimittaluokkiin (kuva 8).

Taulukko 4. Puiden pohjapinta-alalla painotetut keskipituudet ja valtapiuudet.  
Table 4. Mean heights weighted by basal area, and dominant heights of the trees.

Koe- alan numero Plot number	Kaikki puu- lajit All tree species	Kuusi	Mänty	Koivu	Kaikki	Kuusi	Mänty	Koivu
		Spruce	Pine	Birch	All tree species	Spruce	Pine	Birch
		Keskipituus, m Mean height, m			Valtapiuus, m Dominant height, m			
1	12.3	12.8	—	10.5	14.6	14.6	—	10.5
2	12.6	13.1	—	11.5	14.7	14.7	—	11.9
3	8.4	8.6	—	7.9	10.5	10.5	—	7.9
4	9.2	9.8	8.8	7.4	10.4	11.6	9.6	8.6
5	8.9	9.3	7.8	7.5	10.8	10.8	9.9	7.9
6	8.9	9.3	—	8.0	10.3	10.2	—	—
7	7.3	7.3	—	—	9.1	9.0	—	—
8	7.1	7.1	—	—	8.8	8.7	8.9	—
9	7.8	8.1	—	6.0	9.8	9.6	—	—
10	8.0	8.3	7.6	—	9.8	9.7	—	—
11	7.4	7.5	7.2	—	8.6	8.4	—	—
12	6.5	6.3	6.6	—	7.8	7.5	—	—
13	7.5	7.5	—	—	8.8	8.7	—	—
14	7.2	7.3	6.7	—	8.1	8.3	—	—
15	7.5	7.5	—	—	8.2	8.2	—	—



Kuva 6. Kuusen pituusluokkajakaumat.  
Figure 6. Height class distributions of spruce.

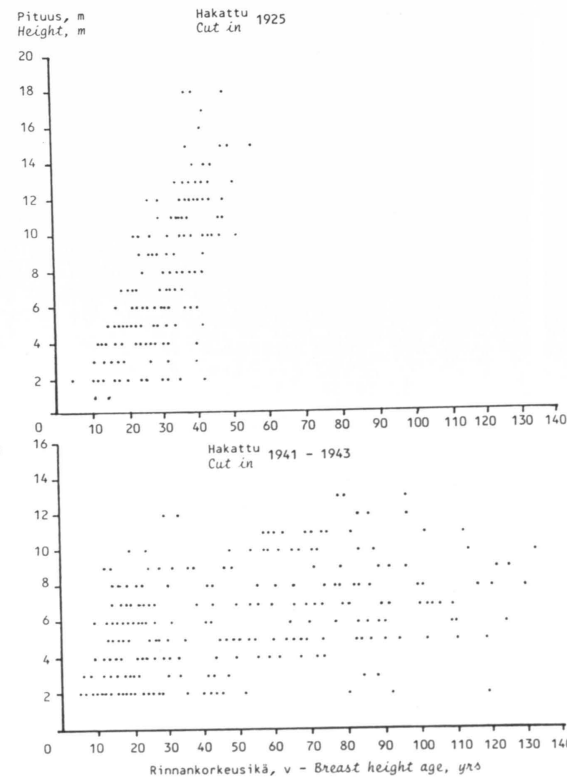
### 323. Pohjapinta-ala

Puiden keskimääräinen pohjapinta oli vuonna 1925 hakatulla kaistaleella 12,6 m<sup>2</sup> ja vuosina 1941–1943 hakatuilla kaistaleilla 8,1 m<sup>2</sup> (taulukko 6). Pohjapinta-ala oli sitä suurempi, mitä suurempi oli mustikan peittävyys ( $r=0,72^{**}$ ) ja mitä pienempi sammalten ja yleensä pohjakerroksen peittävyys ( $r=-0,70^{**}$ ).

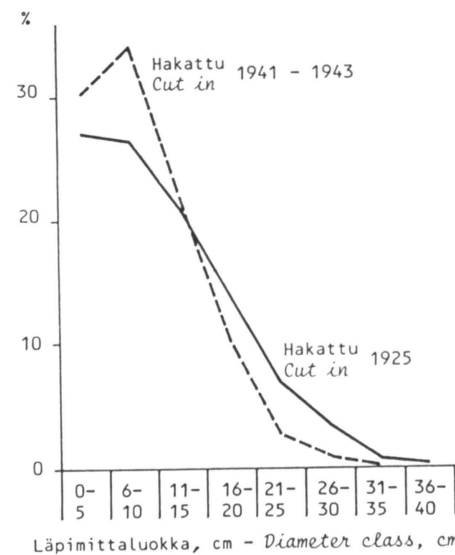
### 324. Tilavuus ja -kasvu

Runkopuun keskimääräinen kuutiosisältö oli vanhimmalla kaistaleella 58 m<sup>3</sup>/ha ja nuoremilla kaistaleilla 32 m<sup>3</sup>/ha (taulukko 7). Kuusen osuus siitä oli keskimäärin noin 70 % ja männyn ja koivun kummankin noin 15 %. Tukkipuuosuus kokonaistilavuudesta vaihteli metsikkökoealoittain 3:sta 38 %:iin ja oli keskimäärin 17 %. Tilavuuskasvu oli ollut alhainen, keskimäärin vain noin 1 m<sup>3</sup>/ha/v, mutta oli mittauksen aikaan selvästi kohoamassa. Juokseva vuotuinen tilavuuskasvu vaihteli koealoittain 1,4:stä 4,2 m<sup>3</sup>:iin hehtaarilla. Kun puustopääoma oli pieni, muodostuivat tilavuuskasvuprosentit suhteellisen korkeiksi vaihdellen koealoittain 4,6:sta 8,6 %:iin.

Runkopuun tilavuuseroihin todennäköisesti vaikuttivat niin maaston korkeuserot kuin maapohjan viljavuuserotkin (kuvat 9 ja 10). alhaisimmat runkopuun tilavuudet mi-



Kuva 7. Kuusen rinnankorkeusläpimitan kehityksen riippuvuus rinnankorkeusiästä.  
Figure 7. Dependence of the breast height diameter development of spruce on breast height age.



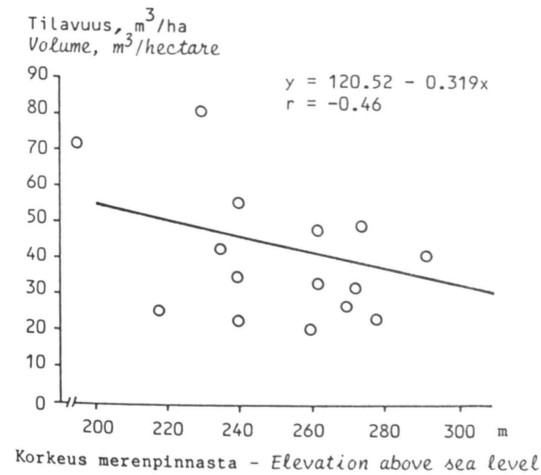
Kuva 8. Kuusen rinnankorkeusläpimittajakaumat.  
Figure 8. Breast height diameter distributions of spruce.

Taulukko 5. Puiden pohjapinta-alalla painotetut keskimääräiset rinnankorkeusläpimitat.  
Table 5. Mean breast height diameters weighted by basal area.

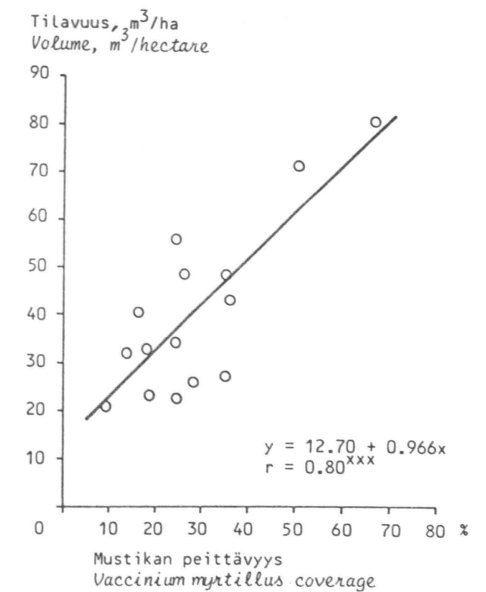
Koealan numero Plot number	Kaikki puulajit All tree species	Kuusi Spruce	Mänty Pine	Koivu Birch
1	19.9	21.3	—	14.5
2	19.0	19.7	—	16.9
3	15.4	15.9	—	12.6
4	19.9	21.9	18.8	11.9
5	17.3	18.4	14.6	16.0
6	17.3	18.4	—	11.7
7	12.7	12.4	—	—
8	13.9	13.8	15.8	—
9	13.6	14.4	—	7.8
10	15.8	16.5	14.6	—
11	14.8	14.4	16.2	—
12	14.4	13.5	13.4	—
13	17.4	17.3	—	—
14	15.3	15.1	16.3	—
15	15.6	15.3	—	—

Taulukko 6. Puuston pohjapinta-alat.  
Table 6. Basal areas of the growing stock.

Koealan numero Plot number	Kaikki puulajit All tree species	Kuusi Spruce	Mänty Pine	Koivu Birch
1	14.4	10.4	—	2.8
2	16.3	8.2	—	4.1
3	11.3	9.1	—	1.5
4	11.4	5.9	4.7	0.6
5	9.9	7.0	0.5	1.5
6	6.3	4.8	—	0.9
7	10.5	9.2	—	—
8	6.0	5.4	—	—
9	8.9	6.2	—	0.5
10	13.6	8.3	4.3	—
11	5.3	3.7	1.5	—
12	9.4	6.1	2.2	—
13	7.2	6.6	—	—
14	8.1	6.4	1.7	—
15	5.6	4.9	—	—



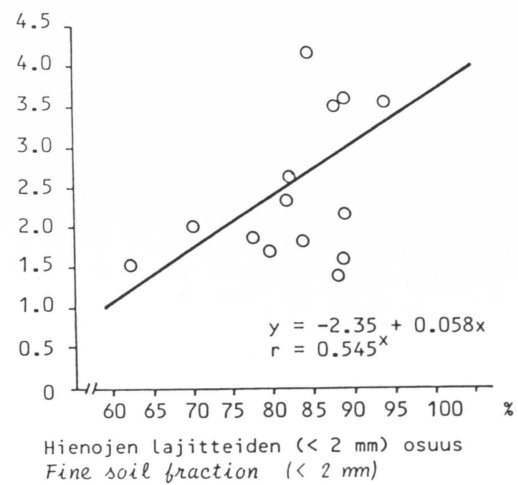
Kuva 9. Runkopuun tilavuuden riippuvuus maaston korkeudesta.  
Figure 9. Dependence of the stem wood volume on elevation.



Kuva 10. Runkopuun tilavuuden riippuvuus mustikan peittävydestä.  
Figure 10. Dependence of the stem wood volume on Vaccinium myrtillus coverage.

tattiin koelaloilta, joilla esiintyi runsaasti kynsisammalia ( $r = -0,55^{**}$ ), seinäsammalia ( $r = -0,59^*$ ) ja yleensä vain sammalia ( $r = -0,70^{***}$ ) ja joilla pohjakerroksen peittävyys oli ylisummaan suuri ( $r = -0,72^{**}$ ). Kenttäkerroksen peittävyys taas korreloi positiivisesti runkopuun tilavuuden kanssa ( $r = 0,56^*$ ). Huomiota herättävää oli myös juoksevan vuotuisen tilavuuskasvun ja kivennäismaan hienojen lajitteiden (< 2 mm) välillä vallitseva positiivinen korrelaatio (kuva 11). Aiemmin todettiin maan hienojen lajitteiden korreloivan negatiivisesti puiden iän kanssa, joten kysymys saattaa olla satunnaisesta kiertokorrelaatiosta.

Juokseva vuotuinen tilavuuskasvu,  $m^3/ha$   
Current annual volume increment,  $m^3/hectare$



Kuva 11. Vuotuisen tilavuuskasvun riippuvuus maan hienojen lajitteiden osuudesta.  
Figure 11. Dependence of the annual volume increment on the fine soil fraction.

Taulukko 7. Runkopuun tilavuus ja juokseva vuotuinen tilavuuskasvu.  
Table 7. Stemwood volume and current annual volume increment.

Koecaln numero Plot number	Kaikki puulajit All tree species				Kaikki puulajit All tree species			
	Kuusi Spruce	Mänty Pine	Koivu Birch	Kuusi Spruce	Mänty Pine	Koivu Birch	Kuusi Spruce	Mänty Pine
	Tilavuus, $m^3/ha$ Volume, $m^3/hectare$				Juokseva vuotuinen tilavuuskasvu, $m^3/ha$ Current annual volume increment, $m^3/hectare$			
1	72.0	52.7	—	13.5	3.5	2.5	—	0.7
2	80.8	39.9	—	18.7	4.2	2.0	—	0.9
3	48.2	39.2	—	5.8	2.6	2.1	—	0.3
4	48.4	24.4	21.3	2.4	3.6	1.8	1.6	0.2
5	40.4	29.4	2.1	5.6	1.8	1.2	0.2	0.2
6	26.0	20.3	—	3.4	1.7	1.3	—	0.2
7	42.7	37.2	—	—	3.6	3.2	—	—
8	22.5	20.2	2.0	—	1.4	1.2	0.2	—
9	34.5	23.8	—	1.6	2.0	1.5	—	0.1
10	55.3	33.5	17.9	—	3.6	1.8	1.5	—
11	20.7	14.4	6.1	—	1.6	1.0	0.5	—
12	32.6	20.1	8.2	—	2.6	1.3	0.8	—
13	27.3	25.2	—	—	1.7	1.6	—	—
14	31.7	25.1	6.5	—	2.3	1.7	0.6	—
15	22.7	19.8	—	—	1.6	1.4	—	—

#### 4. Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää vanhimpien kaistalehakkuiden tuloksia ja niihin vaikuttaneita tekijöitä Metsäntutkimuslaitoksen Kivalon tutkimusalueella. Sitä varten kaistaleilta mitattiin kaikkiaan 15 subjektiivisesti valittua metsikkökoelaa. Erillisiä kaistaleita oli kaikkiaan neljä, joista vanhin oli hakattu vuonna 1925 ja muut vuosina 1941–1943. Mittauksen aikaan kesällä 1979 hakkuista oli siis kulunut aikaa vastaavasti 54 ja 36–38 vuotta.

Subjektiivisesti koostetun aineiston edustavuus voidaan aina kyseenalaistaa, mutta pyrittäessä vain suuntaa-antaviin tuloksiin subjektiivisuudesta ei liene tämälapsissa tutkimuksissa suurta haittaa. Hakkuista kulunut aika oli varmaankin riittävän pitkä oikeutettujen johtopäätösten tekemiseen.

Metsätaloudellisessa mielessä kaistalehakuilla saatuja tuloksia voidaan pitää vaatimattomina. Kaistaleitten uudistuminen oli vajavaista ja tilajärjestykseltään ryhmittäistä. Kaistaleilta mitattujen metsikkökoelajien runkoluvut jäivät jälkeen Ilvessalon (1937) esittämistä "luonnonnormaalien" seinäsamal-mustikkatyyppin kuusikoiden runkoluvuista. Myös Sirénin (1955) ko. metsätyypiltä mitaamat runkoluvut ovat korkeampia.

Havainnot puiden ja taimien ryhmittäisyydestä vastasivat hyvin Pohtilan (1980) aiemmin saamia tuloksia. Huomiota herättävää oli kantojen harvinaisen homogeeninen tilajärjestys. Hakkuu oli kohdistunut vanhaan metsään ja perusteellisimmin sen vallitseviin puihin, joiden tilajärjestys on todella voinut olla satunnaista homogeenisempi (vrt. Pohtila 1980). Kun hakkuusta oli kulunut pitkä aika, on mahdollista, että osa kannoista oli myös hävinnyt. Kantoja oli metsikkökoelalla kaiken kaikkiaan suhteellisen vähän, minkä vuoksi saatujen tulosten harhattomuudesta ei voi olla varma. Tilajärjestyksen mittaamisessa käytettiin systemaattista otantaa.

Tärkeä kysymys uudistumisen ajoittumisesta, so. puiden ja taimien syntyajankohdasta jäi vaille varmaa vastausta. Puiden ikä kairattiin rinnankorkeudelta, mihin tehtiin arviovarainen 30 vuoden lisäys puiden todelliseen ikään pääsemiseksi. Kun taimienkin (alle 1,3

m) ikäjakauksen huiput osuivat 10–20 vuoden luokkiin, tehtyä lisäystä voitaneen pitää perusteltuna. Sitä voidaan pitää jopa varovaisena (ks. Heikinheimo 1920).

Valtaosa metsää muodostavista puista oli ilmeisesti syntynyt jo ennen kaistaleiden hakkuuta. Kysymys kaistaleiden leveydestä ja reunametsän siementämiskyvystä menettää silloin merkitystään. Kaistaleet olivat leveitä, noin 100 metriä, mutta varsinkin kuusen siemen pystynee hankea pitkin helposti leviämään sellaisellekin alalle. Vuosien 1926 ja 1932 kuusen hyvät siemensadot (Heikinheimo 1932, 1937, 1948a, Moisio 1969) ovat todennäköisesti vaikuttaneet nuorempien kaistaleiden uudistumiseen, mutta vanhimman kaistaleen puut lienevät jo 1900-luvun alun siemensadoista.

Välímetsiköiden puusto on jo hakkuiden aikaan ollut iäkstä, keskimäärin lähes 200-vuotiaista. Heikinheimon (1939) mukaan eniten siemeniä saadaan keskikokoisista ja sitä pienemmistä kuusista, joita jätettiin kaistaleilla tarkoituksella hakkaamatta.

Reunametsän vaikutus voi olla luultua pienempi myös taimien syntymisessä. Näyttää siltä, että Perä-Pohjolan seinäsammal-mustikkatyyppin kuusikoissa on aina likimain sama määrä kuusen taimia. Heikinheimon (1939) mukaan niitä on "heikosti sammaleisissa metsissä" 326 kpl/ha, "runsaasti sammaleisissa metsissä" 48 kpl/ha ja keskimäärin 211 kpl/ha. Tässä tutkimuksessa kuusen taimien keskiarvoksi saatiin 360 kpl/ha.

Heikinheimon (1939) mukaan taimet syntyvät yleensä poikkeuksellisiin kohtiin: lahoaville kannoille ja lieoille, kivien palteisiin ja kaatuneiden juurakoiden paljastamalle kivennäismaalle. Tässä tutkimuksessa taimia tavattiin suhteellisen paljon kivikoista, mihin saattaa olla yhtenä syynä niissä vallitsevat keskimääräistä edullisemmat lämpöolot.

Eniten vaihtelua kokonaistaimimäärissä aiheutti hieskoivun taimien runsaus joillakin koelaloilla. Rauduskoivujen tasainen joskin niukka esiintyminen lienee muisto kulon vierailusta Kivalovaaroilla. Mäntyjen esiintyminen näytti kytkeytyvän mielenkiintoisella tavalla kivennäismaan liukoisen typen mää-

rään. Havainto pitäisi varmistaa ennen kuin mahdollista suysuhdetta kannattaa ryhtyä lähemmin pohtimaan.

Mitä suysuhteisiin muutoin tulee, maaston korkeus- ja maapohjan viljavuuseroilla oli ilmeinen vaikutuksensa niin kaistaleiden uudistumisessa kuin syntyneiden metsiköiden myöhemmässä kehityksessäkin havaittuihin eroihin. Havaitun kaltainen korkeuden vaikutus on tullut ilmi myös vastaavissa olosuhteissa tehdyissä viljelykokeissa (Pohtila ja Pohjola 1983). Mustikan peittävyuden käytökelpoisuus tuloseiden selittäjänä, tukee käsitystä, että seinäsammal-mustikkatyypistä olisi erotettava sitä viljavampi "pohjoinen mustikkatyypin" omaksi tyyppikseen (vrt. Sirén 1955, Keltikangas 1959).

Varsinaisella seinäsammal-mustikkatyypillä puustotunnusten kehitys näyttää kuta-kuinkin seuraavan Sirénin (1955) määrittämää ns. sekundäärikuusikoiden kehitystä. Ilvessalon (1937) mukaan "luonnonnormaalinen" seinäsammal-mustikkatyypin kuusikon runkopuun tilavuus on 80 vuoden iällä vain hieman yli 20 m<sup>3</sup>/ha, mikä on selvästi tässä tutkimuksessa mitattuja alhaisempi – kuitenkin edellä kerrotuin koemetsiköiden ikää koskevin varauksin. Pienin puuston tilavuus mitattiin tässä tutkimuksessa variksenmarjamustikkatyypiksi luokitellulta koealalta.

Tuloksia arvioitaessa on syytä ottaa huomioon, että Kivalon tutkimusalueessa vuosina 1930 ja 1934 kaistaleiden läheisyyteen tehdyt kuusen istutukset eivät ole tuottaneet olennaisesti parempia tuloksia. Runkopuun kokonaistilavuus oli niissä vuonna 1971 keskimäärin 20–40 m<sup>3</sup>/ha (Pohtila 1972). Istutuskuusikot olivat mittausten aikaan biologiselta iältään nuorempia kuin kaistaleille syntyneet kuusikot, mutta niiden taloudellinen ikä oli likimain sama kuin vuosien 1941–1943 kaistaleilla. Tunnettua on, että männyn viljelystä Kivalon tutkimusalueella on saatu

ajoittain erinomaisia tuloksia myös ongelmallisella seinäsammal-mustikkatyypillä. Siinä on kuitenkin sattunut myös pahoja epäonnistumisia, mikä on pakottanut tutkimaan kuusen käyttömahdollisuudet entistä tarkemmin.

Jos puulajivalinnassa päädytään kuuseen, kasvuodotukset ovat seinäsammal-mustikkatyypillä niin pienet, että miltei kaikkien rahoituspanosten kannattavuus on liiketaloudellisesti kyseenalainen. Pitäisi päästä "kustannuksettomaan" metsänhoitoon. Kaistalehakkuit eivät sitä ole, vaan kaistaleiden välimetsien seisottaminen ja siitä aiheutuvat metsätalouden järjestelyn ongelmat sisältävät huomattavia piilokustannuksia. Tutkituissa tapauksissa kaistaleitten muodostamisella ei oltu kuitenkaan voitu sanottavasti auttaa metsän uudistumista, joka mitä ilmeisimmin oli tapahtunut alikasvospuista ja metsässä jo valmiina olleesta taimiaineksesta.

Kaistalehakkuiden tehokkuutta on yritetty parantaa kaistaleiden maanmuokkauksella. Heikinheimon (1939) kysymys, "eikö siemennykselle valmistettuihin laikkuihin ole syytä kylvää siemen, sen sijaan, että jätettäisiin niiden siementäminen epävarman luonnon siemennyksen varaan", on edelleen aiheellinen. Kunnolliset siemensadot ovat kuusella pohjoisessa harvinaisia, samoin männillä, jota luontaisesti esiintyy seinäsammal-mustikkatyypillä vähän, eikä koivunkaan saamisesta muokatulle alalle voi olla noissa oloissa varma. Muokatun maan taimettumiskunnon on pohjoisessakin havaittu huononvan odottamattoman nopeasti (Pohtila ja Pohjola 1985). "Paksusammalkuusikoiden" käsittely on edelleen ongelmallista.

Edellä on tarkasteltu kaistalehakkuita yksinomaan puuntuotantoon tähtäävän metsänhoidon näkökulmasta. Menetelmään liittyvät ympäristön suojelun ja metsien moninaiskäytön kysymykset on sivuutettu.

## Kirjallisuus

- Cox, F. 1971. Dichtebestimmung und Strukturanalyse von Pflanzenpopulationen mit Hilfe von Abstandsmessungen. Mitt. Bundesforsch. Anst. Forst- und Holzwirtsch., Reinbek b. Hamburg 87. 184 s.
- Heikinheimo, O. 1920. Kuusen iän määrittämisestä ja kuusen myöhäisjuurista. Referat: Über die Bestimmung des Alters der Fichte und ihre Adventivwurzeln. Commun. Inst. Quaest. For. Finl. 30 s.
- 1922. Pohjois-Suomen kuusimetsien hoito. Referat: Über die Bewirtschaftung der Fichtenwälder Nordfinlands. Commun. Inst. Quaest. For. Finl. 132 s.
- 1931. Metsien luontainen uudistaminen. 95. KMS Tapio. Helsinki.
- 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä. I. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. I. Commun. Inst. For. Fenn. 17(3): 56–61.
- 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä. II. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. II. Commun. Inst. For. Fenn. 24(4). 53 s.
- 1939. Kokemuksia paksusammal-typin metsien käsittelystä. Referat: Erfahrungen betreffend die Behandlung der Wälder vom Dickmoostyp. Silva Fenn. 52: 121–139, 292.
- 1948a. Metsäpuiden siementämiskyvystä. III. Summary: On the seeding capacity of forest trees. III. Commun. Inst. For. Fenn. 35(3). 15 s.
- 1948b. Suomen oloihin sopivat uudistushakkausmenetelmät. Metsätal. aikakausl. 65: 317–319.
- Ilvessalo, Y. 1937. Perä-Pohjolan luonnonnormaalien metsiköiden kasvu ja kehitys. Summary: Growth of natural normal stands in central North-Suomi (Finland). Commun. Inst. For. Fenn. 24(2). 168 s.
- Kellomäki, S. 1988. Metsänhoito. Silva Carelica 8. 403 s. Joensuun yliopisto. Metsätieteellinen tiedekunta.
- Keltikangas, V. 1959. Suomalaisista seinäsammal-typistä ja niiden asemasta Cajanderin luokitusjärjestelmässä. Summary: Finnish feather-moss types and their position in Cajander's forest site classification. Acta For. Fenn. 69(2). 266 s.
- Kujala, V. 1979. Suomen metsätyypit. (Toim. Laine, L.) Abstract: Forest types of Finland. Commun. Inst. for. Fenn. 92(8). 45 s.
- Leikola, M. 1986. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa. I. Harsintahakkuiden ajasta harsintajulkilausumaan (1830–1948). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 57. 202 s.
- 1987. Metsien luontainen uudistaminen Suomessa. II. Harsintajulkilausumasta nykyhetkeen (1948–1986). Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 60. 198 s.
- Lukkala, O. J. 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen. Referat: Die natürliche Verjüngung der Bruchwälder. Commun. Inst. For. Fenn. 34(3). 150 s.
- Manninen, S. & Lähde, E. 1981. Paksusammalkuusikoiden uudistamisvaihtoehtoja ja luettelo paksusammalkuusikoita käsittelevistä julkaisuista. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 23. 32 s.
- Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueita 6. Kivalo. Valtioneuvoston Kirjapaino. 24 s.
- Moisio, H. 1969. Havupuiden kukkimis-, käpy- ja siemenvuosien esiintyminen vv. 1924–67 metsähallituksen toimesta kerätyn aineiston valossa. Laudaturtyö. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos. 52 s.
- Mäkitalo, K. 1987. Kuusen luontaisesta uudistumisesta korkealla paksusammal-typin maalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 278: 32–46.
- 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 For. 156. 12 s.
- 1980. Havaintoja taimikoiden ja nuorten metsien tilajärjestyksen kehityksestä Lapissa. Summary: Spatial distribution development in young tree stands in Lapland. Commun. Inst. For. Fenn. 98(1). 35 s.
- & Pohjola, T. 1983. Vuosina 1970–1972 Lappiin perustetun aurattujen alueiden viljelykokeen tulokset. Summary: Results from the reforestation experiment on ploughed sites established in Finnish Lapland during 1970–1972. Silva Fenn. 17(3): 201–224.
- 1985. Maan kunnostus männyn viljelyssä Lapissa. Summary: Soil preparation in reforestation of Scots pine in Lapland. Silva Fenn. 19(3): 245–270.
- Sirén, G. 1955. The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. Lyhennelmä: Pohjois-Suomen paksusammalkaiden kuusimetsien kehityksestä ja sen ekologiasta. Acta For. Fenn. 62(4). 408 s.
- Viro, P.J. 1952. Kivisyyden määrittämisestä. Summary: On the determination of stoniness. Commun. Inst. For. Fenn. 40(3). 23 s.

Total of 26 references



## Summary

### Forest regeneration of old strip cutting areas in Kivalo, Northern Finland

Strip felling is an old method for regenerating a forest. It has been periodically used in Finland since the 19th century. Its applicability has been demonstrated especially for the regeneration of spruce-dominated peat lands. On heaths, its usefulness has been uncertain because of the lack of investigations. Strip felling has been repeatedly employed when conventional regeneration methods have brought poor results.

The aim of this investigation was to examine the results of the oldest strip cutting experiments established by the Finnish Forest Research Institute in the Kivalo research forest (N 66°20', E 26°40'). Fifteen plots (0.12–0.25 hectares) were measured on four separate strips. The oldest strip was from the year 1925 and three others from the years 1941–1943 (Table 1). The width of the strips was about 100 m. The average cut, consisting mainly of Norway spruce, had been 52–87 m<sup>3</sup> per hectare. Seedlings and small trees had been saved. The inventory was made in the summer 1979. In addition to the inventory of trees and seedlings, some analysis had been made of the cover vegetation and soil nutrients (App. 1–2).

Regeneration of the strips proved to be slow. The average number of stems was 1 155 per hectare, of which one third consisted of broad leaf trees (Table 2). The number of stems depended on elevation (Fig. 1). In addition to trees, there were seedlings (height < 1.3 m) on every plot. In particular, seedlings of pubescent birch were prevalent, 868 stems per hectare on average. The corresponding number of silver birch seedlings was only 32 per hectare. The average number of spruce seedlings

was 360 per hectare, while that of pine seedlings was 27 per hectare. Both the trees and the seedlings had a clearly clustered spacing (Fig. 4, Table 3).

There were great differences in the breast height ages of the trees. Most of the trees probably originated before the cutting of the strips (Fig. 2). There were also great differences in the ages of the seedlings (Fig. 3).

The height increment of trees was faster on the oldest strip than on the younger ones. This was probably caused by differences in site fertility (Fig. 5, Table 4). Large height variation was evident, especially for spruce (Fig. 6). A corresponding variation was observed in the breast height diameter (Fig. 7–8, Table 5). Differences in basal areas were also large (Table 6).

The average volume of stem wood was 58 m<sup>3</sup> per hectare on the oldest strip, and 32 m<sup>3</sup> on the younger ones (Table 7). The average volume increment had been about 1 m<sup>3</sup> per hectare per year, but it was clearly increasing at the time of the inventory. The volume and volume increment was dependent on elevation and site fertility (Fig. 7–9). Site fertility was indicated by the coverage of *Vaccinium myrtillus*.

From the forestry point of view, the results of the strip cuttings were rather poor, but not necessarily poorer than the results of spruce plantings under the same conditions. Artificial regeneration with pine has, under similar conditions, produced mixed results. The regeneration of old spruce stands on raw humus sites continues to be problematic.

Liite 1. Kasvilajien esiintymisfrekvenssi (1–10) ja peittävyys (%).  
Appendix 1. Frequency (1–10) and coverage (%) of plant species.

Laaji - Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Picea abies</i>	-	2:2.0	2:6.5	2:5.6	2:6.8	1:1.8	3:11.3	1:1.5	3:8.4	2:15.8	1:0.7	1:0.1	2:7.5	2:6.0	1:2.0
<i>Pinus sylvestris</i>	-	-	-	1:2.0	-	-	1:4.0	1:0.8	-	1:2.3	1:0.5	1:3.5	-	1:5.0	-
<i>Juniperus communis</i>	1:1.3	-	-	1:0.6	-	1:0.5	1:	-	3:4.6	2:3.3	1:	3:5.0	1:2.3	2:4.4	1:1.2
<i>Betula pubescens</i>	2:5.5	1:3.0	-	1:2.5	1:	2:1.0	-	-	1:2.5	1:0.8	-	1:4.5	-	1:1.4	-
<i>Populus tremula</i>	-	1:0.2	-	-	3:3.9	-	-	1:0.2	-	1:0.3	-	1:0.5	-	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i>	1:0.5	1:0.2	-	-	1:	1:2.3	2:2.3	1:0.5	-	1:0.3	-	1:0.5	-	1:0.1	-
<i>Vaccinium myrtillus</i>	10:50.8	10:67.3	10:35.3	10:26.4	9:16.4	10:28.5	10:36.0	10:24.9	10:24.8	10:24.3	9:9.8	9:17.9	10:35.3	10:13.9	10:18.3
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	10:5.4	9:6.1	8:4.1	10:5.1	10:10.7	10:3.8	9:6.1	10:9.4	10:5.1	10:7.0	10:7.0	9:8.4	10:7.0	10:8.0	10:7.7
<i>Vaccinium uliginosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1:2.3	1:2.0	-	-	-
<i>Empetrum nigrum</i> coll.	1:0.2	-	1:0.2	1:7.0	7:18.7	-	-	4:10.1	7:11.8	5:11.9	10:34.5	8:19.0	2:4.3	6:9.5	2:4.3
<i>Diphysium complanatum</i>	2:0.5	1:	-	1:1.3	1:	1:0.8	1:	1:	1:	1:0.1	1:	1:1.0	1:	-	2:0.7
<i>Lycopodium annotinum</i>	1:	1:	-	2:0.3	3:1.1	1:	-	1:	3:0.6	1:0.1	1:	1:	2:0.1	-	2:0.7
<i>Linnaea borealis</i>	1:	1:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trientalis europaea</i>	1:	1:	-	3:0.2	2:	3:0.7	3:0.3	1:	2:0.2	1:	-	1:	1:	1:0.1	2:0.1
<i>Matanthemum bifolium</i>	-	-	-	2:0.3	2:0.1	-	6:1.4	3:0.5	2:0.2	5:0.5	1:	3:0.1	4:0.5	-	2:0.7
<i>Solidago virgaurea</i>	2:0.1	-	-	7:5.2	5:1.6	3:1.6	6:4.1	1:0.7	1:	2:0.4	1:0.6	4:1.1	4:2.4	3:1.4	4:0.5
<i>Melampyrum</i> sp.	2:	1:	1:0.6	2:0.2	5:1.2	6:1.2	6:0.3	4:0.2	5:0.2	5:0.4	1:	5:0.5	2:0.1	2:0.1	-
<i>Ehlobium angustifolium</i>	4:0.4	1:	1:0.1	2:0.2	-	1:0.1	1:	-	1:	1:	-	1:	-	1:	-
<i>Geranium sylvaticum</i>	-	1:	1:0.2	1:	3:0.9	2:	2:	1:	3:0.2	1:	1:	1:	1:	1:	2:0.2
<i>Luzula pilosa</i>	8:0.8	9:5.9	8:3.4	10:6.2	9:6.3	9:4.3	10:5.8	10:6.6	8:1.0	8:1.7	10:5.7	8:4.4	10:9.9	10:5.9	10:6.2
<i>Deschampsia flexuosa</i>	-	-	1:2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1:0.8	-
<i>Sphagnum</i> sp.	10:34.7	5:6.8	10:36.9	10:33.3	8:24.8	10:56.0	10:57.0	10:39.3	10:19.2	9:32.5	10:45.5	8:32.7	10:40.2	10:39.1	10:51.9
<i>Pleurozium schreberi</i>	9:22.2	7:10.3	9:8.6	6:4.8	8:12.0	9:8.6	8:17.8	10:23.4	10:32.8	8:21.1	9:10.8	5:6.9	7:14.8	3:1.6	8:10.7
<i>Hylacomium splendens</i>	5:1.3	5:2.3	8:10.7	4:2.7	1:0.6	4:3.3	8:10.8	1:1.2	3:1.6	2:0.5	1:0.1	1:	4:2.8	6:4.0	4:5.3
<i>Polytrichum commune</i>	-	-	2:0.4	1:0.2	2:4.0	1:0.2	1:0.1	-	-	-	1:0.1	2:2.2	-	1:3.0	1:1.0
<i>Polytrichum</i> sp.	2:0.5	3:0.5	3:3.0	6:4.6	4:1.9	4:3.0	3:1.1	5:3.9	3:0.5	4:5.2	8:7.10	7:7.7	5:4.3	3:3.0	7:6.5
<i>Dicranum</i> sp.	-	2:0.3	2:3.9	4:5.9	6:21.5	1:	1:	2:3.3	5:9.0	1:0.2	9:10.7	4:6.4	3:3.9	5:2.8	6:9.8
<i>Barbilophozia lycopod.</i>	-	-	1:0.5	-	-	-	-	1:0.4	1:1.3	1:	3:1.4	1:0.5	1:0.3	-	1:
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	1:	1:	1:0.5	2:0.5	2:0.2	-	-	1:	1:	1:	2:0.8	1:	-	1:0.1	1:
<i>Cladonia</i>	1:0.1	-	-	3:0.3	4:2.3	3:1.6	-	1:	1:1.0	4:2.6	3:1.1	4:4.5	1:	4:2.3	5:1.2

**Liite 2. Kivennäismaan lajitteet ja ravinteet.**  
**Appendix 1. Size fractions and nutrients of the mineral soil.**

Koe- alan numero Plot	Sora 20-2 mm, % Gravel fraction, %	Hieno maa 2-0.002 mm, % Fine soil fraction, %	Humus- pitoisuus, % Humus content, %	Kosteus- pitoisuus, % Moisture content, %	pH (vesi) (water)	pH (CaCl <sub>2</sub> )	N		P, mg/100 g	K, mg/100 g	Ca, mg/100 g	Mg, mg/100 g	Johtoluku, C/cm Conduc- tivity, C/cm
							Liukoi- nen, % Soluble, %	Koko- nais, % Total, %					
1	11.7	88.3	0.9	12.4	5.20	3.55	0	0.03	2.93	16.25	12.00	11.00	0.04
2	11.9	85.0	0.7	12.7	4.88	3.80	0	0.02	1.69	17.50	16.50	18.00	0.03
3	6.7	82.9	2.3	21.1	4.69	3.55	0.0002	0.05	1.58	15.00	12.00	6.00	0.06
4	5.6	94.4	0.7	9.6	5.40	4.20	0.0013	0.04	7.54	23.80	15.00	23.00	0.18
5	8.8	78.4	1.7	16.5	5.30	3.85	0	0.04	21.94	21.30	25.50	38.00	0.04
6	8.2	84.6	0.4	7.7	4.95	3.75	0.0002	0.02	4.50	18.80	19.50	280.00	0.03
7	4.0	96.0	0.9	15.6	5.15	3.95	0	0.04	2.03	16.30	18.00	14.50	0.04
8	13.1	86.9	0.6	7.8	5.09	3.75	0	0.02	2.59	18.80	21.00	29.00	0.03
9	29.0	71.0	1.2	11.3	5.00	3.85	0	0.02	5.29	31.30	21.00	90.00	0.04
10	10.6	89.4	1.0	7.8	5.20	3.82	0.0002	0.02	3.15	78.80	24.00	25.00	0.04
11	26.3	63.2	1.6	13.6	4.75	3.55	0.0001	0.04	6.75	18.80	18.00	40.00	0.04
12	16.1	83.9	1.4	11.4	5.29	4.10	0.00007	0.03	7.65	20.00	24.00	49.00	0.03
13	6.9	80.2	0.9	12.0	4.86	3.75	0	0.03	1.80	25.00	15.00	26.50	0.02
14	16.8	83.2	4.2	21.8	5.09	3.85	0.0002	0.06	10.01	15.00	10.50	59.50	0.05
15	8.9	89.1	1.5	15.7	4.85	3.95	0.0004	0.02	5.18	21.30	16.50	27.50	0.03