

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET

ACTA
FORESTALIA FENNICA

75

ARBEITEN DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN
GESELLSCHAFT
IN FINNLAND

PUBLICATIONS OF THE
SOCIETY OF FORESTRY
IN FINLAND

PUBLICATIONS DE LA
SOCIÉTÉ FORESTIÈRE
DE FINLANDE

HELSINKI 1963

Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin niteinä, joista kukin yleensä käsittää useampia tutkimuksia.

SILVA FENNICA. Sisältää etupäässä Suomen metsätaloutta käsitteleviä kirjoitelmia ja pienehköjä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin.

Finska Forstsamfundets publikationsserier:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Innehåller vetenskapliga undersökningar rörande huvudsakligen skogshushållningen i Finland och dess grunder. Banden, vilka icke utkomma periodiskt, omfatta i allmänhet flere avhandlingar.

SILVA FENNICA. Omfattar uppsatser och mindre undersökningar rörande huvudsakligen skogshushållningen i Finland. Utkommer icke periodiskt.

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET

ACTA
FORESTALIA FENNICA

75

ARBEITEN DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN
GESELLSCHAFT
IN FINNLAND

PUBLICATIONS OF THE
SOCIETY OF FORESTRY
IN FINLAND

PUBLICATIONS DE LA
SOCIÉTÉ FORESTIÈRE
DE FINLANDE

HELSINKI 1963

Acta Forestalia Fennica 75.

1. Paavo Yli-Vakkuri: Kokeellisia tutkimuksia taimien syntymisestä ja ensi kehityksestä kuusikoissa ja männiköissä	1—110
Summary (Experimental Studies on the Emergence and Initial Development of Tree Seedlings in Spruce and Pine Stands)	111—122
2. Aarne Nyysönen ja Yrjö Vuokila: The Effect of Stratification on the Number of Sample Plots of Different Sizes	1—15
Selostus (Metsiköiden luokituksen vaikutus erisuuruisten koealojen lukumäärään)	16—17
3. Yrjö Roitto: Ison-Saimaan yhteisuito-ongelma	1—69
Summary (Problem of Co-operative Floating on the Iso-Saimaa in Eastern Finland)	70—87
Liite — Annex	88—91
4. Kullervo Kuusela and Pekka Kilkki: Multiple Regression of Increment Percentage on Other Characteristics in Scotch Pine Stands	1—35
Seloste (Kasvuprosentin ja muiden metsikkötunnusten välinen yhteiskorrelaatio männiköissä)	36—40
5. Päiviö Riihinen: Economic Models Underlying Forest Policy Programs. An Evaluation of Ends and Means	1—40
Selostus (Metsäpoliittisten ohjelmien perustana olevat taloudelliset mallit. Tutkimus päämääristä ja keinoista)	41
6. Päiviö Riihinen: Metsänhoidon tason vaihtelu Suomen maatilametsälöillä. Tutkimus metsänhoitolaetakunnittaisten erojen taloudellisista ja sosiaalisista tekijöistä	1—54
Summary (Variations in the Level of Silviculture on the Finnish Farm Woodlots. A Study of Economic and Social Factors Affecting the Regional Level of Silviculture)	55—71
Liitetaulukot	72—76

KOKEELLISIA TUTKIMUKSIA TAIMIEN
SYNTYMISESTÄ JA ENSI KEHITYKSESTÄ
KUUSIKOISSA JA MÄNNIKÖISSÄ

PAAVO YLI-VAKKURI

SUMMARY:

*EXPERIMENTAL STUDIES ON THE EMERGENCE AND INITIAL
DEVELOPMENT OF TREE SEEDLINGS IN SPRUCE
AND PINE STANDS*

HELSINKI 1961

Alkusanat

Tämä työ on syntynyt pääasiallisesti niiden apurahojen turvin, joita tämän kirjoittaja on saanut Suomen Luonnonvarain Tutkimussäätiöltä ja Valtion Luonnontieteelliseltä Toimikunnalta. Myös Keskusmetsäseura Tapio on asettanut aika-ajoin käytettäväkseni tutkimusapulaisia. Metsähallitus on avustanut tutkimusta sallimalla pitkäaikaisten kokeiden perustamisen Tuomarniemen ja Korkeakosken hoitoalueiden maille. Myös yksityiset metsänomistajat ovat auiliisti luovuttaneet sopivia metsiköitä tutkimuskohteiksi. Viisi kesäkautta kestäneet maastotyöt, joissa tutkija itse on voinut olla mukana, ovat vaatineet runsaasti apuhenkilöstöä. Lähimpinä apulaisinani ovat eri aikoina olleet metsänhoitajat PELLERVO ARPONEN, ERKKI JOKELA, MARTTI NENONEN, ILKKA PUKKILA, TOIVO RAUHALA, EERO RENKO ja JAAKKO YLÄNEN sekä kandidaatti TIMO LILJA. Heidän lisäksi on aineistojen keruussa tarvittu paikallista työvoimaa ja aineistojen käsittelyssä tilapäisiä apulaisia. Kaikesta saamastani avusta ja miellyttävästä yhteistyöstä pyydän esittää parhaimmat kiitokseni.

Tämän tutkimuksen lähtökohtana ovat olleet kotimaakuntani Pohjanmaan eräät metsälliset kysymykset, joiden selvittelyyn saatoin ryhtyä edellä mainittujen apurahojen turvin. Tutkimus on sittemmin irtautunut näistä maantieteellisistä puitteista ja laajentunut käsittelemään yleensä kuusikon ja männikön uudistumisen alkuvaiheen ongelmia.

Helsingissä heinäkuun 31 päivänä 1961

Paavo Yli-Vakkuri

Sisällysluettelo

	Sivu
Johdanto	5
Tutkimusmenetelmät	8
Koekylvöjen tuloksia erilaisissa kuusikoissa	20
Tutkimusmetsiköt 8, 9 ja 10	20
Tutkimusmetsiköt 14, 14 a, b ja 15	42
Tiivistelmä koetuloksista kuusikoissa	52
Koekylvöjen tuloksia erilaisissa männiköissä	53
Tutkimusmetsikkö 11	56
Tutkimusmetsiköt 12 ja 13	61
Tutkimusmetsikkö 16	67
Tutkimusmetsikkö 17	69
Tiivistelmä koetuloksista männiköissä	80
Siemenen tuhoutuminen maassa heikon taimettumisen syynä	82
Tulosten tarkastelua	96
Taimien syntyminen	96
Taimien ensi kehitys	100
Kirjallisuusluettelo — <i>References</i>	104
<i>Summary</i>	111

Johdanto

Metsien uudistamista koskevat kysymykset ovat tällä hetkellä maassamme hyvin ajankohtaisia ja tärkeitä, sillä metsien tila ja puun saannin jatkuvuuden turvaaminen vaativat uusien kasvukykyisten puusukupolvien aikaansaamista. Kehitettyjä uudistamismenetelmiä joudutaan nyt laajassa mitassa toteuttamaan. Samalla on tarkkaan pohdittava, mitkä ovat eri menetelmien mahdollisuudet ja rajoitukset. Koska metsätalouden voimaperäisyysaste on noussut, käyttökelpoisiksi hyväksytyjen menetelmien on nyt johdettava todella nopeasti ja varmasti tuloksiin. Tämä puolestaan vie siihen, että menetelmiä, niin luontaisia kuin keinollisiakin, on kehitettävä. Menetelmien kehittäminen ja niiden sovel-lutuslaajuuden nykyistä luotettavampi määrittelemine puolestaan käy päinsä vain sikäli kuin uudistumistapahtumasta hankitaan lisää tietoja. Tällainen aja-tuksen juoksu on ollut tutkimuksen yleisenä lähtökohtana.

Jotta saataisiin tarpeeksi avara näkökenttä tutkittavaan kysymykseen, tutkimukset on ulotettu kuusta ja mäntyä koskeviksi. Koivu on, tutkimusmetsiköihin siementyen, tunkeutunut jossain määrin mukaan kokeisiin. Samalla on aineisto laajentunut kaikkia pääpuulajejamme koskevaksi, mikä puolestaan on lisännyt johtopäätöskien tekomahdollisuuksia. Maantieteellisesti tutkimus on, kokeellisesta luonteestaan johtuen, toistaiseksi rajoitettu suppeahkolle alueelle Etelä-Suomen läntiseen puoliskoon. Uudistumisen monivaiheisesta tapahtumaketjusta, johon tavanomaisesti luetaan kuuluvaksi siementyminen, taimettuminen ja lopullinen metsittyminen, on tutkimuksen kohteeksi valittu taimettumisvaihe ja siitä nimenomaan taimien syntyminen ja ensi kehitys sekä eräät tähän vaikuttavat tekijät. Näin hahmoteltu tutkimuksen tavoite pirstoutuu moniin osakysymyksiin, joiden luonne selviää lähemmin tutkimusmenetelmää ja tuloksia esiteltäessä.

Tutkimusta hedelmöittäväinä taustana on ollut maassamme aikaisemmin suoritettu uudistumistapahtuman monipuolinen selvittely. Luontainen uudistumisenhan on vakavasti kiinnostanut tutkijoitamme jo BLOMQVISTIN (1881, 1883) päivistä lähtien. Koska siemenien syntyminen ja siementyminen muodostavat uudistumisen lähtökohdan, on luonnollista, että nimenomaan näihin seikkoihin on kiinnitetty paljon huomiota. Perustavaa laatua olevan selvittelyn on tällä alalla suorittanut HEIKINHEIMO (1915, 1931, 1932 b, 1937, 1948). Tätä työtä on sittemmin SARVAS (1944, 1948, 1949, 1952, 1957) jatkanut ja syventänyt

samalla tuoden myös kukkimisbiologian alalta runsaasti uutta tietoa. Näihin selvittelyihin liittyvät läheisesti KUJALAN (1927) tutkimukset siemenen rakenteesta sekä KANKAAN (1940), JUUTISEN (1953) ja RUMMUKAISEN (1960) tutkimukset siemen- ja käpytuhoista, jotka rasittavat erityisesti kuusta. Tiedot siemenen syntymisestä, siemensadon suuruudesta, siemenvuosien kertautumisesta, siemenen varisemisajoista ja sen itävyydestä eivät suinkaan ole aukottomat, mutta kuitenkin siksi runsaat, että niiden perusteella voidaan muodostaa jokseenkin täsmällinen kuva uudistumisen siementymisvaiheesta.

Myös taimettumisvaihetta, jota HEIKINHEIMO (1931) pitää, Pohjois-Suomea lukuunottamatta, luontaisen uudistumisen ratkaisevimpana kautena, on innokkaasti tutkittu. Näissä tutkimuksissa on huomio yleensä kiinnitetty metsissä jo olevaan taimiainekseen. Sitä tavallisesti kertainventoinnein selvittäen on siten tehty johtopäätöksiä taimien syntyyn ja kehitykseen vaikuttaneista tekijöistä (ENROTH 1915, HEIKINHEIMO 1915, 1922, AALTONEN 1919, HERTZ 1932, 1934, PERTTULA 1941, SARVAS 1937, 1944, 1948, 1949, 1950 b, 1951). Tätä tietä on muun ohella tutkittu erityisesti aluskasvillisuuden vaikutusta uudistumiseen. Siitä onkin sen vuoksi runsaasti tietoja olemassa. Määrittämällä taimien ikä ja tutkimalla metsikön vaiheita taaksepäin on myös yritetty saada selvyyttä siitä, minkälaisia metsiköt ja niissä vallinneet olosuhteet ovat olleet taimien syntyessä (SARVAS 1944). Huomattavasti vähemmän on suoritettu sellaisia tutkimuksia, joissa nimenomaan olisi siemenestä lähtien seurattu taimien syntymistä ja ensi kehitystä sekä tähän tapahtumasarjaan vaikuttavia tekijöitä luontaista uudistumista silmällä pitäen. Tällaisia kokeita kuitenkin sisältyy jo mm. CANNELININ (1900), HERLININ (1913), HEIKINHEIMON (1915) ja HERTZIN (1932, 1934) tutkimuksiin. Myöhemmin HEIKINHEIMO (1940) on kokeellisesti tutkinut erityisesti maanpinnan käsittelyn vaikutusta taimettumiseen. Myös HEIKINHEIMON (1931) luontaista uudistumista koskevien esitysten perustana ovat laajat puuston käsittelyä koskevat kokeet. LUKKALA (1946) on suorittanut samantapaisia kokeita tutkiessaan korpimetsien luontaista uudistumista. AALTONEN (1942) on kokeita käyttäen selvittänyt mm. lämpötilan ja juuristokilpailun, E. KALELA (1948) juuristokilpailun ja SARVAS (1950 a) valon vaikutusta. SIRÉN (1948) on kokeellisesti tutkinut taimien kilpailukykyä ja VAARTAJA (1950, 1954) siemeniä ja taimia tuhoavia tekijöitä. MULTAMÄKI (1942) on tehnyt havaintoja kuusen taimien paleltumisesta ja KANGAS (1952) maannouseman merkityksestä kuusen taimien kehitykseen. Tutkiessaan osittain kokeellisesti männyn luontaista uudistumista Etelä-Suomen kangasmailla LEHTO (1956) on monipuolisesti valaissut myös taimiaineksen syntyä ja alkukehitystä. OINONEN (1956 a, b) on selvittänyt muurahaisten osuutta kallioiden metsittymiseen Etelä-Suomessa sekä männyn luontaisen uudistumisen edellytyksiä Lapin kangasmailla. YLI-VAKKURI (1958, 1960 b, 1961 a) on esittänyt kokeisiin perustuvia tietoja pääpuulajiemme taimettumisesta kulotetuilla alueilla. Koska taimiaineksen synnyn ekologia koostuu hyvin monien eri tekijäin vuorovaikutuksesta, on aihepiiri suoritetusta tut-

kimuksesta huolimatta vielä puutteellisesti selvitetty, kuten mm. SARVAS (1949) ja VAARTAJA (1954) huomauttavat. Erityisesti siementymisen ja taimettumisen väliseen saumakohtaan liittyvät, uudistumisen kannalta tärkeät tapahtumat ovat saaneet niukasti huomiota osakseen. Tässä työssä joudutaan sen vuoksi monissa yhteyksissä turvautumaan muualla suoritetusta tutkimuksesta saatuihin viitteisiin, jotka meidän olosuhteitamme ajatellen voivat hyvinkin valaista joitakin taimiaineksen synnyn yksityiskohtia, mutta eivät niinkään kokonaisuutta tapahtumaa, koska siihen vaikuttava tekijäyhdistelmä saattaa muualla rakentua olosuhteistamme poikkeavalla tavalla. Erityisen varteenotettavia tässä mielessä ovat monet Ruotsissa (HESSELMAN 1917, 1927, TIRÉN 1934, 1945, FORSSLUND 1936, 1941, 1944, GAST 1937, ARNBORG 1943, 1947, BJÖRKMAN 1945, WIBECK 1959) ja Norjassa (MORK 1933, 1938, MESHECHOK 1956) suoritettut tutkimukset. Liittymäkohtia syntyy pakostakin myös muualla, niin hyvin Euroopassa kuin myös Amerikassa harjoitettuun laajaan uudistumisekologiseen tutkimukseen, johon kuitenkin viitataan lähemmin asianomaisissa yhteyksissä myöhemmässä käsittelyssä.

Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen tavoitteita pyrittiin saavuttamaan järjestämällä useana vuonna laajoja, toistuvasti inventoitavia koekylvöjä erilaisissa metsiköissä. Lisäksi tarvittiin erikoiskokeita tiettyjen osakysymysten selvittämiseen. Pyrkimyksenä oli tutkia taimien syntyä ja alkukehitystä monipuolisesti tietyissä metsiköissä ja laajentaa sitten näin saatua kokemuksen piiriä muutamain samankaltaisin kokein toisenlaisissa olosuhteissa. Koska koekylvöjen suorittamisessa käytettyä menetelmää on selostettu jo aikaisemmin (Yli-Vakkuri 1958, 1959 a, 1961 a), voidaan tässä rajoittua mainitsemaan vain eräitä yleisiä piirteitä.

Kylvökohdat, jotka olivat muodoltaan pyöreitä ja suuruudeltaan 0.25 m², merkittiin maastoon pysyvästi rautapuikoilla, joiden vahvuus oli 5/16" ja pituus 60 cm. Kylvökohdan toistuvaan rajoittamiseen käytettiin ympyränmuotoista siirrettävää kehikkoa, jonka keskipisteessä oli lovi kylvökohdan keskustaa osoittavaa puikkoa varten (kuva 1). Kylvökohdat, joita tässä nimitetään näyteympyröiksi tai vain ympyröiksi, milloin se sekaannusta tuottamatta on mahdollista, sijoitettiin tutkimusmetsikköihin mittanauhaa käyttäen tasaisin välimatkoin ja etäisyyksin. Tavallisin näteympyröiden keskipisteiden väli oli 2 tai 3 metriä. Jos näteympyrän paikalle sattui puu tai muu vastaavanlainen este, poikettiin näteympyrän paikasta ennakolta sovitun menetelmän mukaisesti keskuspuikon pituuden verran eteen, taakse tai sivuille. Näin menetellen tulivat ympyrät sijoitetuiksi maastoon umpimähkäisesti. Kutakin käsittelytapaa edusti koesarja, johon kuului 20 tai 10 toistoa. Järjestys, jota noudattaen eri koesarjoihin kuuluvat ympyrät vuorottelivat toistensa kanssa, arvottiin. Ympyrät merkittiin koesarjoittain levyillä, joissa oli juokseva numerointi.

Tämän jälkeen olivat näteympyrät valmiita kylvettäväksi, jos kokeet eivät edellyttäneet olosuhteiden muuttamista ympyröissä. Tavallisesti kuitenkin koesarjoista osa oli sellaisia, joissa näin tehtiin juuristokilpailun, aluskasvillisuuden, humuskerroksen tai muun tekijän merkityksen selvittämiseksi. Kylvämättömiin koesarjoihin tarkistettiin luontaisen uudistumisen mahdollista vaikutusta tuloksiin.

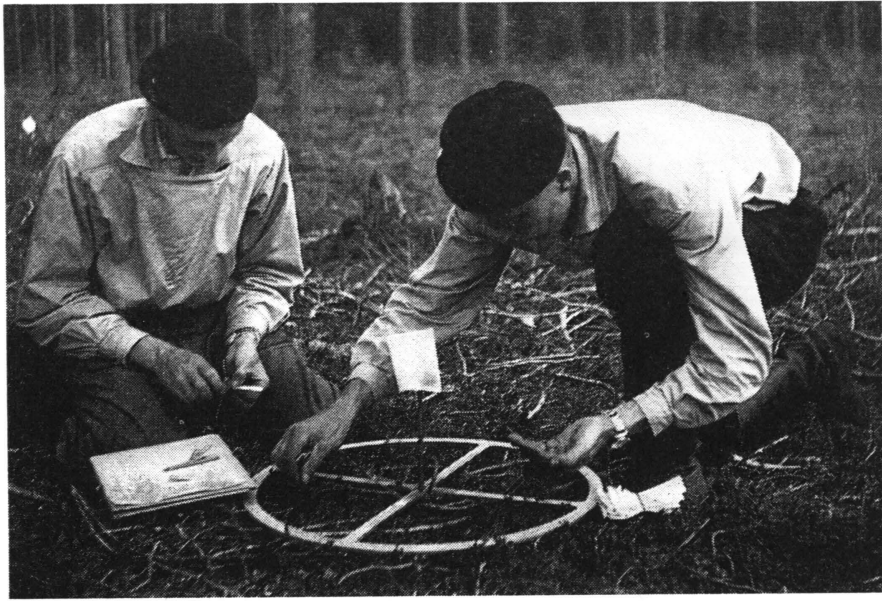
Näteympyröihin, joihin kylvö oli määrä suorittaa, tiputettiin kuhunkin 100 siementä (kuva 2). Siemenet oli tätä varten valmiiksi pussitettu 100 siemenen eriin jo ennen kenttätöiden alkua. Kylvökokeissa käytetty siemen saatiin Keskusmetsäseura Tapion varastosta Oitista. Siemenen alkuperä, keräys- ja karistusvuosi sekä laboratorioissa todettu itävyys oli eri vuosina seuraavanlainen:



Kuva 1. Kylvökohtien rajoittamisessa käytetty siirrettävä 0.25 m²:n suuruinen kehikko. Keskellä näkyy kylvökohtaa osoittava rautapuikko. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Fig. 1. A portable frame, 0.25 sq.m. in area, to delimit seeding spots. An iron stake marking a seeding spot can be seen in the center. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.

Kylvökokeiden vuosi Year of seeding experiments	Siemenen keräysalue Locality where seed was collected	Keräys- ja karistusvuosi Year of collection and extraction	Itävyys, % Percentage of germination
<i>Picea abies</i>			
1956	Satakunta	1955	78
1957	Satakunta	1955	80
1958	Pohjois-Häme	1955	93
1959	Uusimaa-Häme	1955	90
1960	Uusimaa-Häme	1955	85
<i>Pinus silvestris</i>			
1956	Itä-Häme	1954	96
1957	Itä-Häme	1953	85
1958	Heinolan hoitoalue	1958	96
1959	Itä-Häme	1956	92
1960	Etelä-Häme	1958	88



Kuva 2. Koekylvön suoritusta koskemattomaan kasvipeitteeseen. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.
Fig. 2. Seed being planted on intact ground vegetation. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.

Jotta siemen saataisiin mahdollisimman tasalaatuiseksi, se lajiteltiin voimakasta puhallusta käyttäen ennen idätyskokeita ja koekylvöjä. Kokeiden tulokset esitetään tuonnempana yleensä prosentteina kylvetystä siemenmäärästä, ei siis laboratoriossa itäneiden siementen määrästä. Näin on katsottu voitavan menettellä sen vuoksi, että tutkimuksen päätavoitteena on vertailla eri tavalla käsiteltyjen kylvökohtien taimettumista eikä niinkään eri vuosina saatuja tuloksia. Koko aineiston muuntamista suoraan vertailukelpoiseksi ei ole katsottu aiheelliseksi, koska sen tapaisilla vertailuilla on aineiston käsittelyssä vain toisarvoisen sija. Sitä paitsi tällaisen rinnastuksen käyttökelpoisuuteen täytyy suhtautua epäillen, sillä laboratoriossa todettu itävyys ei anna täyttä kuvaa siemen-erän kyvystä muodostaa taimia kenttäolosuhteissa.

Kylvökesänä määritettiin kustakin ympyrästä siinä esiintyvät kasvilajit sekä niiden peittävyys. Lisäksi tehtiin havainnot humuksen paksuudesta ja maan kivisyydestä. Nämä mittaukset suoritettiin kunkin ympyrän ulkopuolelta kehän kolmanneksien kohdalta siten, että ensimmäinen mittauskohta oli havainnontekijän tulosuunnassa. Humuksen paksuuden mittauksessa käytettiin apuna maakairaa. Kivisyyden määrittämiseksi käytettiin VIRON (1952) kehittämää painamismenetelmää, jossa työnnetään ohutta metallipuikkoa niin syväälle, että saavutetaan 30 cm tai tuntuma siitä, että tätä ennen on tullut esteeksi kivi. Saaduista mittaustuloksista on laskettu puikon keskimääräinen painuma 30 cm:n kerroksessa eli kivisyysindeksi, joksi VIRON saatua lukuarvoa nimittää. Lisäksi

Taulukko 1. Lämpötila ja sateen määrä Ähtärin ja Juupajoen Hyytiälän säähavaintoasemilla. Edellinen asema on 5 km:n päässä tutkimusmetsiköistä 8, 9, 10 ja 11 ja jälkimmäinen 1—10 km:n päässä tutkimusmetsiköistä 17, 68, 69, 72 ja 73.

Table 1. Temperature and precipitation in the Meteorological Stations of Ähtäri and Hyytiälä, Juupajoki. The former station is situated 5 kilometers from tree stands 8, 9, 10 and 11, the latter one 1—10 kilometers from tree stands 17, 68, 69, 72 and 73.

Kuu- kausi Month	Ähtäri					Juupajoki, Hyytiälä						
	Lämpötila, °C Temperature, °C		Sade, mm Precipitation, mm			Lämpötila, °C Temperature, °C		Sade, mm Precipitation, mm				
	1956	1957	1958	1959	1960	Normal value 1921— 1950	1956	1957	1958	1959	1960	
I January	11.7	4.8	11.8	8.6	11.0	39	39	4.1	11.3	7.4	10.9	41
II February	15.2	5.2	11.5	4.2	10.7	30	26	4.8	11.0	3.3	10.1	74
III March	5.2	8.3	9.3	1.0	4.4	32	5	7.7	8.6	0.8	4.2	34
IV April	1.6	0.5	0.4	2.2	1.3	39	9	0.6	0.2	2.4	1.1	28
V May	7.8	7.1	6.7	8.0	10.4	48	43	7.7	7.0	8.1	10.2	64
VI June	14.3	10.5	12.7	13.8	15.0	68	52	11.0	12.5	13.8	15.1	79
VII July	14.6	17.2	14.2	16.6	17.3	75	63	16.7	14.3	16.9	16.8	105
VIII August	11.2	13.9	13.6	14.8	14.2	79	87	13.8	13.0	14.9	13.8	124
IX September	7.3	7.9	8.9	7.1	9.0	72	47	7.7	9.0	7.6	8.6	56
X October	2.1	3.7	4.5	3.2	0.6	62	86	4.2	4.7	3.3	1.1	73
XI November	7.5	1.0	1.4	0.7	2.9	47	26	0.5	1.7	0.1	2.4	46
XII December	4.8	4.4	9.4	8.5	3.5	38	47	3.8	8.9	8.0	2.7	89
Vuosi — Year	0.9	3.1	1.6	3.6	2.9	627	529	3.4	1.8	4.0	3.0	811

Taulukko 2. Lämpötila ja sateen määrä Niinisalon ja Ilmajoen säähavaintoasemilla. Edellinen asema on 40 km:n päässä tutkimusmetsiköistä 12 ja 13 ja jälkimmäinen 10 km:n päässä tutkimusmetsiköistä 14, 14 a, 14 b, 15 ja 16.

Table 2. Temperature and precipitation in the Meteorological Stations of Niinisalo and Ilmajoki. The former station is situated 40 kilometers from tree stands 12 and 13 and the latter one 10 kilometers from tree stands 14, 14 a, 14 b, 15 and 16.

Kuukausi Month	K a n k a a n p ä ä , Niinisalo				I l m a j o k i											
	Lämpötila, °C Temperature, °C		Sade, mm Precipitation, mm		Lämpötila, °C Temperature, °C		Sade, mm Precipitation, mm									
	Nor- maali- arvo Normal value 1921— 1950	1956	1957	1958	Nor- maali- arvo Normal value 1921— 1950	1955	1956	1957	1958							
I January	-7.4	-9.9	-3.5	-9.6	42	32	22	-7.8	-7.2	-11.2	-3.1	-10.4	37	52	43	18
II February	-8.0	-13.6	-4.4	-10.8	28	51	18	-8.3	-10.4	-14.4	-4.6	-11.6	25	16	36	16
III March	-4.2	-2.1	-6.7	-7.6	5	35	26	-4.7	-6.7	-4.4	-7.2	-8.9	27	9	1	20
IV April	1.4	-0.2	1.0	0.6	13	22	19	1.7	-2.7	-1.0	1.2	0.5	35	10	12	17
V May	8.4	8.2	7.7	7.4	27	41	68	8.3	5.0	8.5	7.7	7.4	43	33	20	43
VI June	13.1	14.3	10.9	12.8	45	92	33	12.9	11.1	14.1	11.3	13.1	61	48	47	84
VII July	16.6	15.0	16.6	14.6	60	108	55	16.3	16.6	15.0	17.0	14.7	73	45	58	105
VIII August	14.3	11.5	13.7	14.0	94	125	59	14.0	16.0	11.4	14.3	14.1	72	27	66	76
IX September	8.9	8.3	8.0	9.7	38	60	11	8.8	11.3	8.1	8.5	9.4	66	93	31	37
X October	3.1	3.0	4.1	5.2	64	86	40	3.1	3.0	2.8	4.3	5.3	55	72	47	77
XI November	-1.0	-6.3	-0.4	2.0	25	48	48	-1.1	-3.4	-7.1	0.0	2.5	43	66	..	43
XII December	-4.6	-4.2	-3.4	-7.8	48	53	42	-4.4	-12.7	-4.0	-3.6	-8.7	36	52	..	66
Vuosi — Year	3.4	2.0	3.6	2.5	489	753	441	3.2	1.7	1.5	3.8	2.3	571	523	..	620

tehtiin näyteympyröittäin merkintä siitä, minkä laikkuosakasvuston (vrt. A. KALELA 1949) piiriin ympyrä kuului, samoin hakkaustähteiden esiintymisestä sekä karikkeiden, kuten neulasten, pienien oksien ja kuoren peittävydestä.

Kokeiden perustamisvaiheeseen kuului myös tutkimusmetsikköä kuvaavien tunnusten määrittäminen (taulukot 3 ja 11). Maalajien nimeämisessä käytettiin eräiden maan tutkijoiden yhteisesti esittämää suositusta (Maaperäsanaston ja maalajien luokituksen tarkistus v. 1949). Jos aluskasvillisuus oli selvästi laikuttaista, nimettiin nämä laikkuosakasvustot kenttä- ja pohjakerroksen valtalajien mukaan ja määritettiin silmävaraisesti laikkuosakasvustojen peittävyys. Määrittäystä voitiin tarkistaa niiden tietojen perusteella, joita saatiin näyteympyröistä ja niiden kuulumisesta eri laikkuosakasvustojen piiriin.

Mikäli tutkimusmetsiköissä oli puustoa, sijoitettiin metsikköön näyteala, jonka suuruus oli tavallisesti 0.20 ha. Puustoa koskevissa mittauksissa käytettiin tavanomaisia metsänarvioimisen menetelmiä. Metsikön ikää määritettäessä pyrittiin saamaan kairausten avulla selvyys metsikön biologisesta iästä. Puulajisuhteet, jotka tarkoittavat runkopuun suhteellista jakaantumista, on saatu laskennallista tietä. Puuston peittävydellä tarkoitetaan maanpintaan projisoidun latvusalan suhteellista osuutta kokonaisalasta. Sen määrittämiseen on käytetty Cajanuksen putkea ja siihen perustuvaa SARVAKSEN (1953) kehittämää pistemennetelmää. Metsikön syntytavasta, siinä suoritetuista toimenpiteistä, metsänhoidollisesta tilasta ja tarpeellisista metsänhoidollisista toimenpiteistä on tehty myös merkintä. Hakkuumäärien määrittäminen perustuu kantojen mittauksiin (vrt. NYSSÖNEN 1955).

Kylvökokeet tarkastettiin pääasiallisesti kasvukauden lopulla, mutta osittain myös kasvukauden alkupuolella. Eräiden erikoiskokeiden yhteydessä tarkastuksia suoritettiin lyhyin väliajoin pitkin kasvukautta. Taimia inventoitaessa käytettiin seuraavaa luokitusta:

Pinus silvestris

a. Normaalisti kehittyneet taimet.

a. *Normally developed seedlings.*

aa. Taimet, joissa on sirkkajuuri, -varsi ja -lehdet sekä sirkkasilmu tai juuri aukeamassa oleva sirkkasilmu.

aa. *Seedlings with a radicle, hypocotyl, cotyledons and plumule (even when just starting to unfold).*

ab. Taimet, joissa on sirkkalehtien lisäksi selvästi puhjennut ruusuke yksittäisiä varhaisneulasia.

ab. *Seedlings bearing, in addition to cotyledons, a clearly unfolded whorl of single primary needles.*

ac. Taimet, joissa on jo selvästi näkyvä, plumulasta puhjennut pääverso yksittäisine varhaisneulasineen.

ac. *Seedlings having a clearly visible shoot with single primary needles.*

ad. Taimet, joissa varhaisneulasten lisäksi on versoa kääpiöversoineen ja kaksittain olevine neulasineen.

- ad. Seedlings having, in addition to primary needles, a main shoot with dwarf shoots and needles in pairs.
- ae. Taimet, joissa pääverson lisäksi esiintyy ensi asteen sivuhaaroja.
- ae. Seedlings with primary branches in addition to the main shoot.
- af. Taimet, joissa esiintyy jo toisen asteen sivuhaaroja.
- af. Seedlings with secondary branches.
- b. Vaurioituneet ja sairaat taimet.
- b. Injured and diseased seedlings.
- ba. Neulastosta poissa vähemmän kuin puolet.
- ba. Less than one half of the needles lost.
- bb. Neulastosta poissa enemmän kuin puolet.
- bb. More than one half of the needles lost.
- bc. Muuten sairaat taimet.
- bc. Otherwise diseased seedlings.
- c. Kuolleet taimet.
- c. Dead seedlings.
- ca. Tyngät eli kehityskelvottomiksi vaurioituneet taimet, joiden maanpäällisistä osista on pystyssä pelkkä sirkkavarsi ilman sirkkasilmua.
- ca. Stubs, that is, seedlings incapable of development because of injury; only the hypocotyl without any plumule remains above the ground surface.
- cb. Muuten kuolleet taimet.
- cb. Seedlings died some other way.

Picea abies

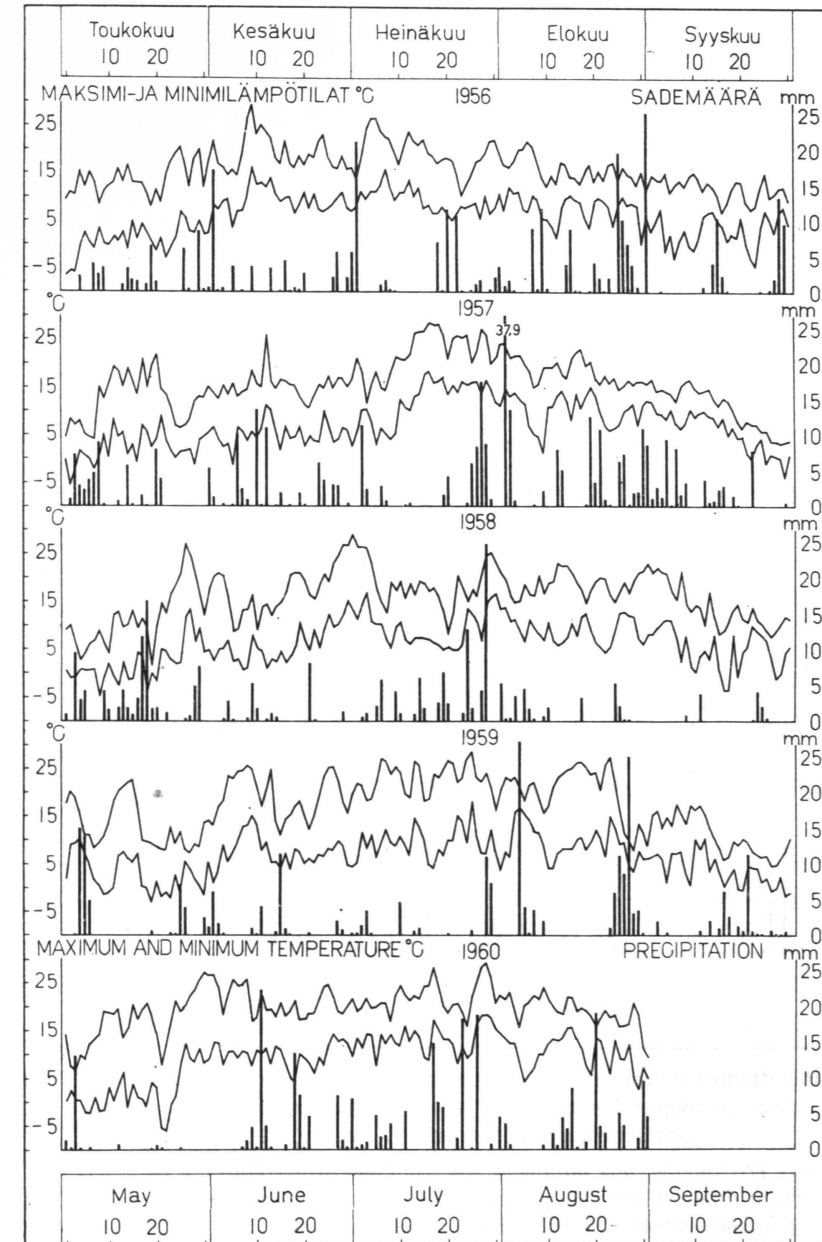
- a. Normaalisti kehittyneet taimet.
- a. Normally developed seedlings.
- aa. Kuten männyllä.
- aa. As with pine.
- ab. Kuten männyllä.
- ab. As with pine.
- ac. Taimet, joissa on haaratonta pääversoa sirkkalehtien yläpuolella.
- ac. Seedlings with a branchless shoot above cotyledon.
- ad. Taimet, joissa pääverson lisäksi esiintyy ensi asteen sivuhaaroja.
- ad. Seedlings with primary branches in addition to a shoot.
- ae. Taimet, joissa esiintyy jo toisen asteen sivuhaaroja.
- ae. Seedlings with secondary branches.
- af. Taimet, joissa esiintyy jo kolmannen asteen sivuhaaroja.
- af. Seedlings with branches of the third degree.

Muu luokitus kuten männyllä.

Other classification as with pine.

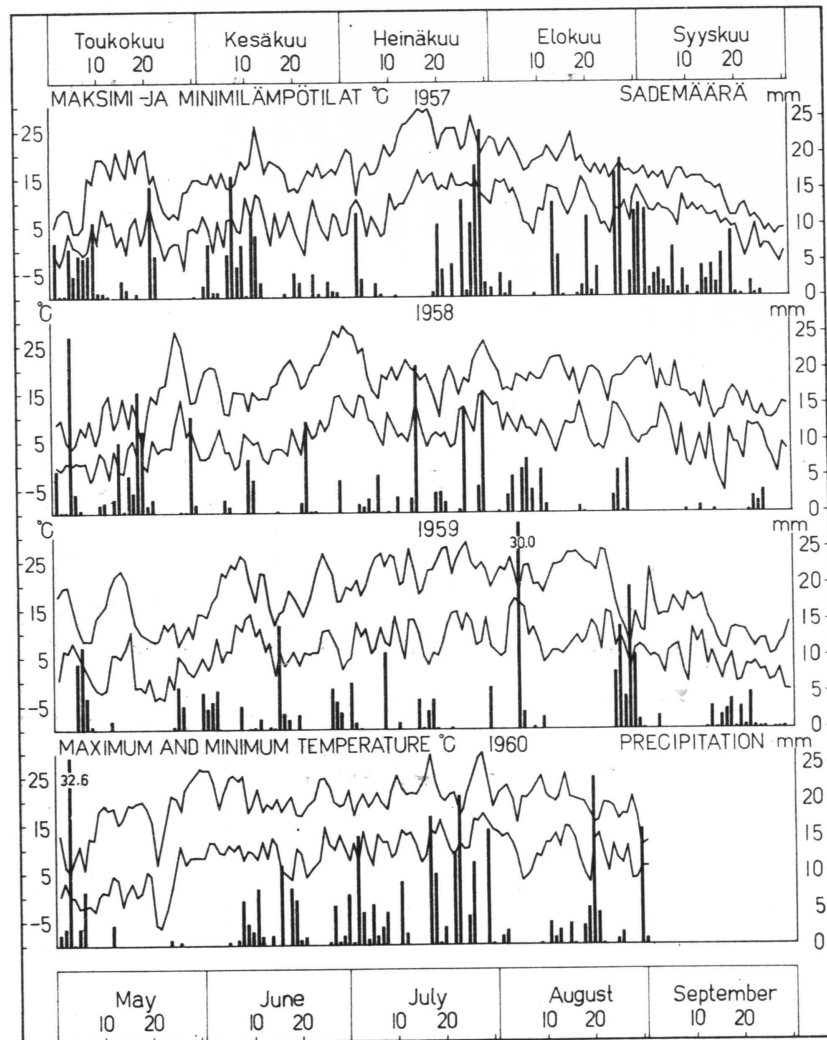
Aluskasvillisuudessa tapahtuvia muutoksia seurattiin toistuvien inventoinnein pääasiallisesti vain sellaisten näytepyräin osalta, joissa alkuperäisiä olosuhteita oli muutettu joko puiden juuria katkomalla tai kasvipeitettä poistamalla.

Erikoiskokein pyrittiin selvittämään mm. kastelun vaikutusta taimien syntymiseen sekä siementen ja niiden itämiskyvyn häviämistä. Viimeksimainituissa kokeissa siroteltiin sadan siemenen erää humuskerroksen pinnalle sammalen



Kuva 3. Päivittäinen sademäärä sekä lämpötilan alin ja ylin arvo 2 m:n korkeudella maasta eri kasvukausina Ähtärin säähavaintoaseman mukaan, joka sijaitsee 5 km:n päässä tutkimusmetsäkoista 8, 9 ja 10.

Fig. 3. Daily precipitation and minimum and maximum temperatures 2 meters above ground in different growing seasons. According to the Meteorological Station of Ähtäri, situated 5 kilometers from tree stands 8, 9 and 10.

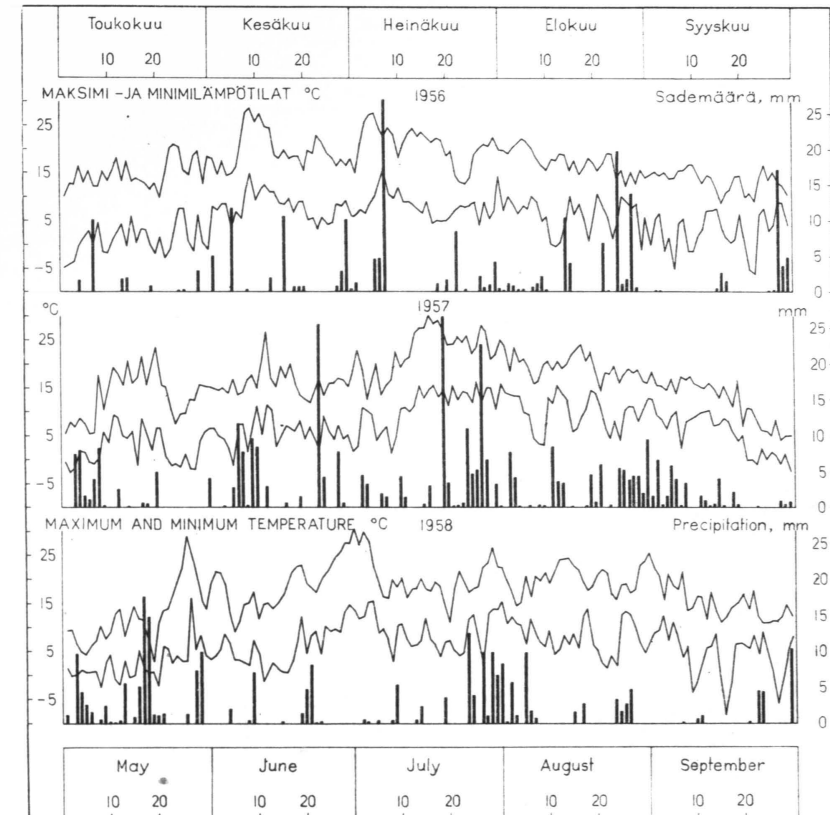


Kuva 4. Päivittäinen sademäärä sekä lämpötilan alin ja ylin arvo 2 m:n korkeudella maasta eri kasvukausina Juupajoen Hyytiälän säähavaintoaseman mukaan, joka sijaitsee 1–10 km:n päässä tutkimusmetsiköistä 17, 68, 69, 72 ja 73.

Fig. 4. Daily precipitation and minimum and maximum temperatures at the height of 2 meters above ground in different growing seasons according to the Meteorological Station of Hyytiälä, Juupajoki, situated 1–10 kilometers from tree stands 17, 68, 69, 72 and 73.

alle, josta ne otettiin tarkastettaviksi joidenkin viikkojen, kuukausien tai vuoden päästä.

Ähtärissä sijaitsevilla tutkimusmetsiköissä 8 ja 9 suoritettiin kahden kasvukauden ajan ilman ja maan lämpötilan mittauksia. Koska nämä havainnot muodostavat oman kokonaisuutensa, ne tullaan julkaisemaan erikseen, joten



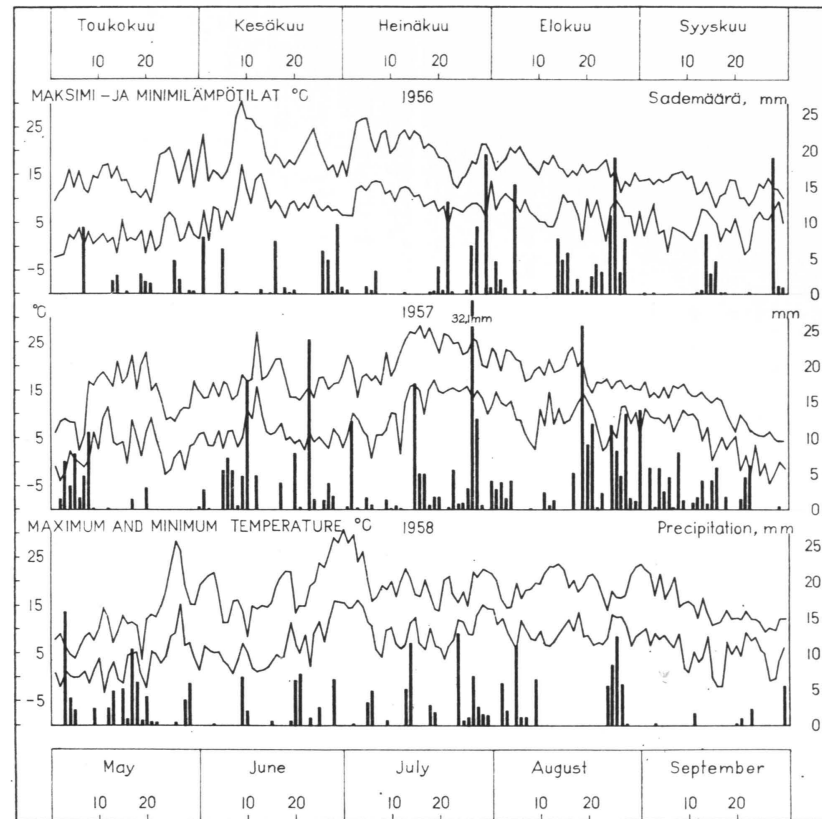
Kuva 5. Päivittäinen sademäärä sekä lämpötilan alin ja ylin arvo 2 m:n korkeudella maasta eri kasvukausina Ilmajoen säähavaintoaseman mukaan, joka sijaitti 10 km:n päässä tutkimusmetsiköistä 14, 14 a, b, 15 ja 16.

Fig. 5. Daily precipitation and minimum and maximum temperatures at the height of 2 meters above ground in different growing seasons according to the Meteorological Station of Ilmajoki, situated 10 kilometers from tree stands 14, 14 a, b, 15 and 16.

niistä esitetään tässä vain muutamia tämän tutkimuksen kannalta tarpeellisia ennakkotietoja. Mainituissa tutkimusmetsiköissä suoritettiin lisäksi havainnot lumipeitteen muodostumisesta ja sen häviämisestä sekä roudan sulamisesta. Tulokset näistä havainnoista on julkaistu erikseen (YLI-VAKKURI 1960 a). Tutkimusalueilla vallinneista sääoloista saatiin tiedot paikallisilta sääasemilta (vrt. taulukot 1 ja 2 ja kuvat 3, 4, 5 ja 6).

Näyteympyräverkot merkkeineen ovat yleensä hyvin säilyneet. Vain kahdesta tutkimusmetsiköstä, joista toinen sijaitti kansakoulun, toinen yleisen huvipaikan läheisyydessä, on muutamia merkkejä ilkeästi poistettu.

Eräessä tapauksessa voitiin todeta, että ympyrään kylvettyjä siemeniä oli kulkeutunut sen ulkopuolelle. Tällaista näytti sateen vaikutuksesta sattuneen

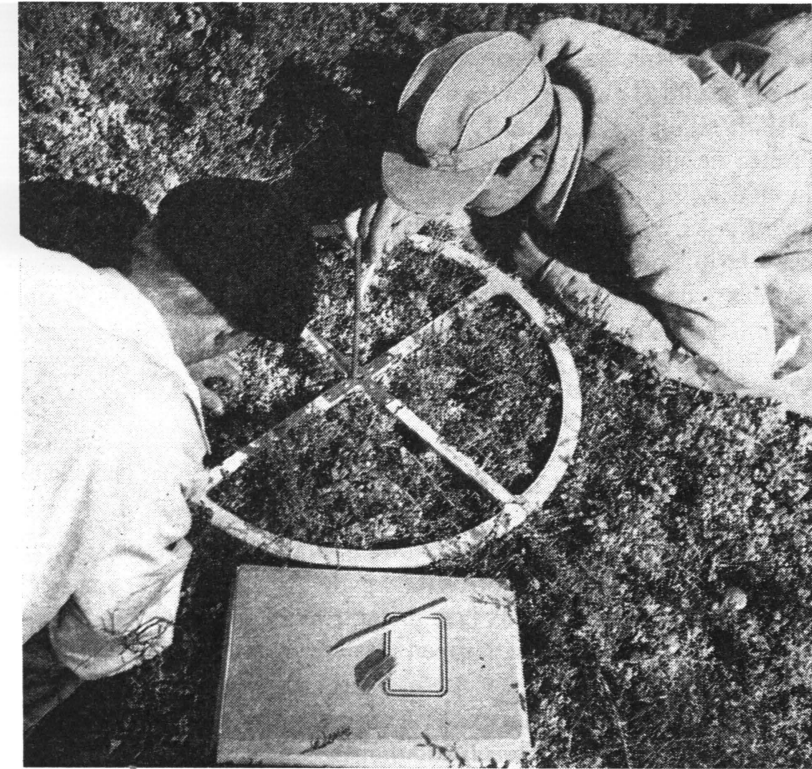


Kuva 6. Päivittäinen sademäärä sekä lämpötilan alin ja ylin arvo 2 m:n korkeudella maasta eri kasvukausina Kankaanpään Niinisalon säähavaintoaseman mukaan, joka sijaitsee noin 40 km:n päässä tutkimusmetsiköistä 12 ja 13.

Fig. 6. Daily precipitation and minimum and maximum temperatures at the height of 2 meters above ground in different growing seasons according to the Meteorological Station of Niinisalo, Kankaanpää, situated about 40 kilometers from tree stands 12 and 13.

näyteympyröissä, joista sammal tai humus oli poistettu. Inventointeja suoritettaessa voitiin taimien esiintymistavan, kehitysasteen sekä kontrolliympyröiden taimettumisen perusteella jokseenkin luotettavasti määrittellä, olivatko välittömästi näyteympyrän ulkopuolella esiintyvät taimet kylvöstä peräisin.

Pienien taimien havaitseminen oli helpointa sellaisista näyteympyröistä, joista kasvipeite oli kokonaan tai osittain poistettu, vaikeinta sellaisista, joissa kasvipeite oli koskematon. Tottunut havainnoitsija kuitenkin näytti pääsevän taimien luvussa myöskin tässä jälkimmäisessä tapauksessa suureen tarkkuuteen. Se todettiin annettaessa eri henkilöiden suorittamia inventointeja samoista ympyröistä. Se, että taimien inventointeja yleensä suoritti kaksi henkilöä yhtäaikaan samasta ympyrästä (kuva 7), varmisti havaintojen tekoa. Näin menetellen tuli



Kuva 7. Koekylvön tulosten inventointia tutkimusmetsikössä 12. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Fig. 7. A survey of a seeding trial in tree stand 12. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.

tarkastelu tapahtumaan usealta eri suunnalta. Koska havaintojen teko oli helpompaa sellaisista näyteympyröistä, joista kasvipeitettä oli poistettu, on ilmeistä, että sellaiset taimet, jotka olivat juuri itämässä tai kuolleet itämisenä alkuvaiheessa, tulivat ensimmäisenä kasvukautena, jolloin niitä saattoi esiintyä, tarkemmin havainnoiduiksi näillä näytealoilla kuin sellaisilla, joissa kasvipeite oli koskematon. Tämä täytyy ottaa huomioon tuloksia tarkasteltaessa.

Kylvökokeiden tulosten vertailu suoritetaan myöhemmin yleensä elävien taimien esiintymisen perusteella. Tuloksia esittävässä taulukoissa on elävistä taimista esitetty sen vuoksi keskiarvojen lisäksi keskiarvon keskivirhe. Johtopäätösten tekoa varten on keskiarvojen erotusten merkitsevyys testattu t-testiä käyttäen (vrt. JEFFERS 1960, MATTILA 1960). Tekijä on täysin tietoinen siitä, että tavanomaisten kaavojen käyttö tapauksissa, joissa aineisto on saatu tässä tutkimuksessa käytetyn menetelmän tapaisesti, on keskustelun alaisena (vrt. HASENKAMP 1954). Keskiarvojen erojen merkitsevyysasteista on käytetty nimityksiä: merkitsevä ($t_{0.05}$) ja erittäin merkitsevä ($t_{0.01}$).

Koekylvöjen tuloksia erilaisissa kuusikoissa

Kokeita suoritettiin kaikkiaan seitsemässä eri metsikössä, joiden laatua kuvaamaan on sivulla 21 olevaan taulukkoon 3 kerätty eräitä tietoja. Niistä ilmenee, että metsiköt sijaitsivat suppeahkolla alueella Etelä-Suomen läntisessä puoliskossa ja että ne olivat tuoreisiin kangasmetsiin kuuluvia kuusikoita tai kuusivaltaisia metsiköitä, joissa sekapuuna esiintyi mäntyä tai vähän koivua. Puusto oli luonnontilassa, kasvatushakkauksin käsiteltyä tai suojuspuuasennossa. Maa oli kaikissa koepaikoissa moreenia, mutta sen laadussa esiintyi vaihtelua. Aluskasvillisuudesta on kerätty yksityiskohtaisia tietoja taulukkoon 4. Vallitsevien lajien ryhmittymisen perusteella erotetuista laikkuosakasvustoista mainitaan kunkin metsikön yhteydessä. Kokeiden aikana vallinneet sade- ja lämpöolot selviävät taulukoista 1 ja 2 sekä kuvista 3 ja 5.

Tutkimusmetsiköt 8, 9 ja 10

Tutkimusmetsikkö 8 oli luonnontilainen tiheä 65-vuotias kuusikko. Metsikkö (kuva 8) sijaitsi kuusivaltaisten metsien alueella Ähtärissä Tuomariemen hoitoalueessa. Lähimmän jyrkän metsikkörajan muodosti näytealalta, johon kokeet keskitettiin, 40 m länteen sijaitseva avoin kulotettu alue, jossa suoritetuista kokeista on esitetty tietoja toisessa yhteydessä (YLI-VAKKURI 1961). Muistitiedon mukaan kuusikko oli syntynyt alikasvoksena kaskialueelle nousseeseen lepikköön. Metsikkö oli luonnontilassa ja näin ollen kasvatushakkauksen tarpeessa. Aluskasvillisuudesta kuului kesällä 1956 suoritettujen havaintojen mukaan 45 % sammal-varpulaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Hylocomium splendens* — *Vaccinium myrtillus* + *Vaccinium vitis-idaea*) ja 55 % sammallaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Hylocomium splendens*).

Metsikköön perustettiin 13. 6. 1956 120, 19. 6. 1957 100 ja eri ajankohtina vuonna 1958 100 sekä 12. 5. 1959 20 näyteympyrää käsittävät koesarjat. Vuosina 1956 ja 1957 järjestetyt kokeet olivat sisäkkäin, joten niissä olosuhteet olivat yhdenmukaiset. Seuraavina vuosina kokeet järjestettiin aikaisemman näyteympyräverkoston viereen ja osittain näytealan ulkopuolelle samaan metsikköön, jossa puusto oli hieman harvempaa ja vastaavasti valoa vaativa aluskasvillisuus kehittyneempää kuin näytealalla. Kuusen koekylvön suoritustapa ja tulokset ilmenevät taulukosta 5. Tutkimusmetsikön routa- ja lumisuhteita on selostettu jo aikaisemmin (YLI-VAKKURI 1960 a).

Koskemattomaan kasvipeitteeseen suoritettujen kuusen kylvöt vuonna 1956 antoivat niukan tuloksen. Taimiksi asti varttui kylvetystä siemenmäärästä vähemmän kuin yksi sadannes syksyyn mennessä. Puitten juurten eristäminen kylvökohdista ei lisännyt taimimäärää. Syntynyt vähäinen taimiaines hävisi lopullisesti toisena talvehtimiskautenaan.

Taulukko 3. Tietoja kuusikoista, joissa suoritettiin koekylvöjä ja muita tutkimuksia.

Table 3. Data on spruce stands, in which trial seedings and other studies were carried out.

Havainnon laatu Type of observation	Metsikön n:o — Number of tree stand								
	8	9	10	14	14 a	14 b	15	72	73
	Sijainti — Locality								
	Ähtäri	Ähtäri	Ähtäri	Ilmajoki	Ilmajoki	Ilmajoki	Ilmajoki	Juupajoki	Juupajoki
Korkeus merenpinnasta, m Elevation above sea level, m	200	200	200	64	64	64	64	165	165
Maalaji ¹ Soil class ¹	HtMr	HtMr	HtMr	HtMr	HkMr	HkMr	HkMr	HtMr	HtMr
Kivisyysluokka ² Class of stoniness ²	I	I	I	II	II	II	I	I	..
Kivisyysindeksi Depth index (Viro 1952)	23.3	26.7	23.6	18.8	18.8	18.8	24.1	22.3	..
Humus A ₀ , cm	2.5	2.8	2.1	2.6	4.3	2.6	3.0	4.8	3.5
Humus A ₀ , cm									
Valkomaa A ₂ , cm	9	9	7	7	8	9	14	6	11
Leached layer A ₂ , cm									
Rikastumiskerros B ₁ , cm	12	11	10	12	16	16	16	10	31
Illuvial horizon B ₁ , cm									
Metsätyyppi Forest site (Cajander 1949) ³	MT — OMT	MT — OMT	MT	MT	MT	MT	MT	OMT	MT
Puusto Growing stock									
Ikä, v Age, years	65	80	75	90	125	125	90	95	85
Valtapituus, m Dominant height, m	22	23	22	18	18	18	22	24	22
Runkoluku, kpl/ha Number of trees/hectare	1 160	320	590	770	240	120	450	400	780
Kuutiomäärä, m ³ /ha Volume, cu.m./hectare	262	173	223	178	77	46	199	340	310
Pohjapinta-ala, m ² /ha Basal area, sq.m./hectare	31.8	17.0	27.4	20.6	8.6	5.0	20.1	32.0	32.0
Latvuston peittävyys, % Canopy cover, %	75	46	66	56	16	11	54	84	83
Hakkuut Cuttings									
Hakkuuvuosi Cutting year	—	1946 1955	1954	1953	1946 1955	1946 1955	1950	1954	—
Hakkuumäärä, m ³ /ha Cutting quantity, cu.m./hectare	—	125 65	65	50	35 45	25 95	95	50	—

¹ HtMr — hietainen moreeni — *fine sand morainic soil*, HkMr — hiekkainen moreeni — *sand morainic soil*

² I — vähäkivinen — *almost stoneless*, II — kivinen — *stony*

³ MT — *Myrtillus*-type, OMT — *Oxalis-Myrtillus*-type

Taulukko 4. Tutkimusmetsiköiden aluskasvillisuuden lajit sekä niiden esiintymisrunsauk ja peittävyys. Kuusikot ja kuusivaltaiset metsiköt.

Table 4. Species of the ground vegetation, their frequency and cover, in the tree stands studied. Spruce stands and spruce-dominated stands.

Kasvilaji Species of plant	Tutkimusmetsikön n:o — Tree stand						
	8	9	10	14	14 a	14 b	15
	Frekvenssi : peittävyys — Frequency : cover						
<i>Dicranum undulatum</i>	59: 2	68: 8	78: 5	48: 3	100: 14	80: 7	37: 3
<i>Dicranum spp.</i>	43: 2	44: 3	14: 0	46: 5	50: 1	40: 1	16: 1
<i>Rhodobryum roseum</i>					25: 0	10: 0	
<i>Mnium spp.</i>				2: 0		5: 0	
<i>Brachythecium spp.</i>		15: 2					
<i>Plagiothecium denticulatum</i>					25: 0	15: 0	
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	5: 0	4: 0	5: 0	18: 2		5: 0	4: 0
<i>Pleurozium Schreberi</i>	100: 63	90: 33	98: 49	96: 33	95: 19	95: 11	99: 43
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	1: 0	3: 1	3: 1			5: 0	3: 1
<i>Hylocomium splendens</i>	60: 8	16: 2	58: 10	94: 30	90: 23	90: 8	74: 29
<i>Catharinaea tenella</i>					25: 0	15: 0	
<i>Polytrichum commune</i>	24: 1	14: 0	4: 0				6: 1
Peittävyys yht. — Total cover	76	49	65	73	57	27	78
<i>Luzula pilosa</i>	3: 0	40: 2	25: 0	68: 4	70: 2	30: 1	59: 3
<i>Deschampsia flexuosa</i>	50: 4	55: 15	78: 16	88: 19	95: 26	90: 21	46: 11
<i>Calamagrostis epigeios</i>			1: 0	6: 0	15: 0		1: 0
Peittävyys yht. — Total cover	4	17	16	23	28	22	14
<i>Lastrea dryopteris</i>			1: 0	2: 0			
<i>Maianthemum bifolium</i>	54: 2	56: 2	48: 1	70: 4	45: 1	10: 0	39: 2
<i>Rubus saxatilis</i>	1: 0			10: 1			
<i>Oxalis acetosella</i>	14: 1	24: 2	11: 0		15: 0		
<i>Trientalis europaea</i>	8: 0	18: 0	8: 0	22: 0	40: 0	30: 0	16: 0
<i>Melampyrum pratense</i>	9: 0	13: 0	46: 3	2: 0	25: 0	15: 0	31: 0
Peittävyys yht. — Total cover	3	4	4	5	1	0	2
<i>Lycopodium annotinum</i>	16: 1	9: 2	1: 0				
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	45: 5	66: 5	75: 5	100: 36	100: 31	100: 46	100: 43
<i>Vaccinium myrtillus</i>	69: 6	99: 42	66: 4	82: 20	95: 10	45: 3	81: 13
<i>Calluna vulgaris</i>		1: 0			5: 0		
<i>Linnaea borealis</i>	10: 0	3: 0	1: 0	68: 6	10: 0	20: 0	
Peittävyys yht. — Total cover	12	49	9	62	41	49	56

Muita lajeja — Other species: *Barbilophozia lycopodioides* (14 a; 10: 0), *Pohlia nutans* (9; 1: 0), *Aulacomnium palustre* (14; 4: 0), *Polytrichum piliferum* (10; 4: 0), *Sphagnum spp.* (14; 2: 0), *Deschampsia caespitosa* (14 a; 5: 0), *Calamagrostis arundinacea* (15; 3: 0), *Dryopteris spinulosa* (9; 1: 0), *Solidago virgaurea* (14; 2: 0), *Ramischia secunda* (14; 2: 0).



Kuva 8. Tutkimusmetsikkö 8, tiheä luonnontilainen 65-vuotias kuusikko. Ähtäri, Tuomarniemen hoitoalue. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Fig. 8. Tree stand 8, a dense natural 65-year-old spruce stand. Ähtäri, Forest District of Tuomarniemi. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.

Humusalustalle suoritetuista kylvöistä ilmestyi taimia tilastollisesti erittäin merkittävästi enemmän kuin koskemattomaan kasvipeitteeseen tehdystä. Tosin syntyneiden taimien määrä oli tällöinkin niukka eli vain 2—3 % kylvetystä siemenmäärästä. Puiden juurten eristäminen kylvökohdista paransi taimettumista. Ero puiden juurista eristettyjen ja eristämättömien koesarjojen välillä oli nimittäin erittäin merkittävä. Koska koesarjoihin syntyi vuonna 1957 jonkin verran luontaista taimiainesta, kuten myöhemmin osoitetaan, eivät perättäiset inventoinnit ilmaise tarkkaan kylvetyn taimiaineksen määrän kehittymistä. Koska sarjat ovat alenevia, on alkuperäinen taimiaines vähentynyt varsin jyrkästi erityisesti ensimmäisenä talvehtimiskautena. Taimien kehittyminen oli humusalustalla selvästi nopeampaa kuin koskemattomassa kasvipeitteessä. Ne olivat kuitenkin vielä kolmannenkin kasvukauden lopulla varsin hentoja, koska niissä ei esiintynyt sivuversoja. Humusalustalla tarkoitetaan tässä kuten myöhemminkin sammalista ja jäkälistä vapautettua kohtaa, josta tosin mahdollisesti esiintyviä varpuja ei poistettu.

Vuonna 1956 kivennäismaalle suoritettujen kylvöjen antoivat suunnilleen samanlaisen tai vähän heikomman tuloksen kuin humukselle tehdyt. Juurten eristä-

Taulukko 5. Tuloksia kuusen koekylvöistä luonnontilaisessa tiheässä 65-vuotiaassa kuusikossa. Vuosina 1956 ja 1959 perustettuihin koesarjoihin sisältyi 20, muihin 10 toistoa à 100 siementä. Tutkimusmetsikkö 8, Ähtäri, Tuomarniemen hoitoalue.

Table 5. Results of trial seedings of spruce in a natural, dense 65-year-old spruce stand. The series of trials started in 1956 and 1959 consisted of 20, others of 10 replications of a batch of 100 seeds. Study stand 8, Ähtäri, Forest District of Tuomarniemi.

Havaintojen ajankohta Date of observations, day, month, year	Normaalisti kehittyneet Normally developed		Vaurioituneet ja sairaat Damaged and diseased	Elävät Living	Kuolleet Dead	Kaikkiaan Total	Taimellisia näyteympyröitä, % Sample circles carrying living seedlings, %
	Kehitystasteet Stages of development	Yhteensä Total					
	aa ab ac	aa-ac	b	aa-b	c	aa-c	
13. 6. 1956 perustetut koesarjat — Series of trials started on June 13, 1956							
Koskematon kasvipeite — Intact ground vegetation							
10. 9. 1956	0.65	—	0.65	—	0.65 ± 0.21	—	50
20. 8. 1957	0.30	—	0.30	0.05	0.35 ± 0.13	—	25
12. 6. 1958	—	—	—	—	—	—	—
14. 8. 1958	—	—	—	—	—	—	—
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty — Intact ground vegetation, tree roots cut							
10. 9. 1956	0.35	—	0.35	—	0.35 ± 0.15	—	25
19. 8. 1957	0.35	0.05	0.40	—	0.40 ± 0.13	—	35
12. 6. 1958	—	—	—	—	—	—	—
14. 8. 1958	—	—	—	—	—	—	—
Sammal poistettu — Moss removed							
10. 9. 1956	1.55	—	1.55	0.10	1.65 ± 0.36	0.15	75
19. 8. 1957	0.45	0.10	0.55	0.05	0.60 ± 0.20	0.20	40
12. 6. 1958	0.05	0.15	0.25	—	0.25 ± 0.12	—	20
14. 8. 1958	0.05	0.10	0.15	—	0.15 ± 0.08	—	15
Sammal poistettu, puiden juuret eristetty — Moss removed, tree roots cut							
10. 9. 1956	2.70	—	2.70	0.10	2.80 ± 0.46	0.20	85
20. 8. 1957	1.60	0.55	2.15	0.15	2.30 ± 0.45	0.45	80
12. 6. 1958	0.60	0.10	0.95	—	0.95 ± 0.45	—	40
14. 8. 1958	0.10	0.05	0.90	—	0.90 ± 0.19	0.25	65
Kivennäismaa paljastettu — Mineral soil exposed							
10. 9. 1956	1.30	—	1.30	0.25	1.55 ± 0.31	0.20	65
17. 8. 1957	4.40	0.65	5.15	0.10	5.25 ± 1.04	0.50	90
12. 6. 1958	0.50	1.30	1.90	0.05	1.95 ± 0.68	0.10	60
14. 8. 1958	—	1.50	1.50	—	1.50 ± 0.30	0.05	65
Kivennäismaa paljastettu, puiden juuret eristetty — Mineral soil exposed, tree roots cut							
10. 9. 1956	1.20	—	1.20	0.50	1.70 ± 0.28	0.85	45
19. 8. 1957	4.20	0.40	4.80	0.10	4.90 ± 0.83	0.30	90
12. 6. 1958	1.20	1.20	2.55	0.05	2.60 ± 0.53	0.05	85
14. 8. 1958	0.05	0.10	1.75	—	1.75 ± 0.37	0.20	75

Taulukko 5 jatk. Table 5 cont.

16. 6. 1957 perustetut koesarjat — Series of trials started on June 16, 1957									
Koskematon kasvipeite — Intact ground vegetation									
15. 8. 1957	6.40	0.10	—	6.50	—	6.50 ± 2.41	—	6.50	90
13. 6. 1958	1.90	0.20	—	2.10	—	2.10 ± 1.05	0.20	2.30	70
15. 8. 1958	—	—	—	—	—	—	0.40	0.40	—
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty — Intact ground vegetation, tree roots cut									
16. 8. 1957	17.20	—	—	17.20	0.70	17.90 ± 4.16	0.40	18.30	100
13. 6. 1958	2.10	1.10	—	3.20	—	3.20 ± 1.53	0.50	3.70	60
15. 8. 1958	—	—	0.80	0.80	—	0.80 ± 0.36	1.70	2.50	40
Sammal poistettu — Moss removed									
16. 8. 1957	11.50	—	—	11.50	0.90	12.40 ± 4.52	2.50	14.90	80
13. 6. 1958	2.50	0.80	—	3.30	0.10	3.40 ± 1.25	2.40	5.80	60
15. 8. 1958	0.10	0.20	0.20	0.50	—	0.50 ± 0.27	3.50	4.00	30
Sammal poistettu, puiden juuret eristetty — Moss removed, tree roots cut									
15. 8. 1957	9.30	—	—	9.30	0.60	9.90 ± 1.84	0.70	10.60	90
13. 6. 1958	2.10	1.90	—	4.00	0.40	4.40 ± 1.05	1.10	5.50	80
15. 8. 1958	—	—	1.90	1.90	—	1.90 ± 0.60	1.50	3.40	60
Kivennäismaa paljastettu — Mineral soil exposed									
16. 8. 1957	3.70	—	—	3.70	0.90	4.60 ± 1.46	0.10	4.70	80
13. 6. 1958	0.60	0.60	—	1.20	—	1.20 ± 0.42	0.30	1.50	60
15. 8. 1958	0.10	—	0.50	0.60	—	0.60 ± 0.32	0.10	0.70	40
1958 perustetut koesarjat — Series of trials started in 1958									
Koskematon kasvipeite, kylvetty 15. 5. — Intact ground vegetation, seeded on May 15									
22. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9. 8. 1958	2.10	—	—	2.10	—	2.10 ± 0.91	0.30	2.40	60
20. 8. 1958	1.90	0.10	—	2.00	0.10	2.10 ± 0.77	—	2.10	70
16. 9. 1958	1.00	—	—	1.00	—	1.00 ± 0.63	—	1.00	30
2. 10. 1958	0.70	0.10	—	0.80	—	0.80 ± 0.59	—	0.80	30
9. 7. 1959	0.10	—	—	0.10	—	0.10 ± 0.03	—	0.10	10
Koskematon kasvipeite, kylvetty 1. 6. — Intact ground vegetation, seeded on June 1									
8. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22. 7. 1958	0.10	—	—	0.10	—	0.10 ± 0.10	—	0.10	10
9. 8. 1958	2.40	—	—	2.40	—	2.40 ± 1.80	—	2.40	30
20. 8. 1958	1.40	—	—	1.40	0.30	1.70 ± 1.70	0.10	1.80	10
16. 9. 1958	1.30	—	—	1.30	—	1.30 ± 1.19	0.20	1.50	20
2. 10. 1958	1.10	0.10	—	1.20	—	1.20 ± 1.09	—	1.20	20
9. 7. 1959	0.20	0.10	—	0.30	—	0.30 ± 0.30	0.10	0.40	10
Koskematon kasvipeite, kasteltiin viikoittain, kylvetty 1. 6. — Intact ground vegetation, watered weekly, seeded on June 1									
8. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22. 7. 1958	0.80	—	—	0.80	—	0.80 ± 0.70	—	0.80	20
9. 8. 1958	7.70	—	—	7.70	0.60	8.30 ± 2.96	0.80	9.10	70
20. 8. 1958	5.20	0.20	—	5.40	0.70	6.10 ± 2.46	—	6.10	50
16. 9. 1958	4.40	—	—	4.40	0.20	4.60 ± 1.86	0.60	5.20	70
2. 10. 1958	2.40	0.30	—	2.70	0.80	3.50 ± 1.34	0.20	3.70	50
9. 7. 1959	—	—	—	—	—	—	0.10	0.10	—

Taulukko 5 jatk. Table 5 cont.

Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty, kasteltiin viikoittain, kylvetty 1. 6. — <i>Intact ground vegetation, tree roots cut, watered weekly, seeded on June 1</i>									
8. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22. 7. 1958	1.40	—	—	1.40	—	1.40 ± 1.11	—	1.40	20
9. 8. 1958	4.60	—	—	4.60	—	4.60 ± 2.15	0.10	4.70	60
26. 8. 1958	3.00	0.50	—	3.50	0.10	3.60 ± 2.03	—	3.60	50
16. 9. 1958	1.80	0.40	—	2.20	—	2.20 ± 1.89	—	2.20	20
2. 10. 1958	1.70	0.50	—	2.20	0.10	2.30 ± 1.79	0.10	2.40	30
9. 7. 1959	—	0.10	1.10	1.20	—	1.20 ± 1.09	0.50	1.70	20
Sammal poistettu, puiden juuret eristetty, kasteltiin viikoittain, kylvetty 1. 6. — <i>Moss removed, tree roots cut, watered weekly, seeded on June 1</i>									
8. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22. 7. 1958	2.10	—	—	2.10	—	2.10 ± 0.84	—	2.10	60
9. 8. 1958	11.20	—	—	11.20	0.80	12.00 ± 1.33	0.50	12.50	100
26. 8. 1958	9.50	1.40	—	10.90	0.10	11.00 ± 2.14	0.40	11.40	100
16. 9. 1958	9.90	0.40	—	10.40	—	10.40 ± 2.22	0.50	10.90	100
2. 10. 1958	7.10	2.40	—	9.50	0.50	10.00 ± 1.84	0.60	10.60	100
9. 7. 1959	0.30	0.30	0.90	1.50	0.30	1.80 ± 0.46	3.80	5.60	80
Koskematon kasvipeite, kylvetty 15. 6. — <i>Intact ground vegetation, seeded on June 15</i>									
22. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9. 8. 1958	0.50	—	—	0.50	0.10	0.60 ± 0.27	—	0.60	40
26. 8. 1958	0.40	—	—	0.40	—	0.40 ± 0.25	0.20	0.60	30
16. 9. 1958	0.20	—	—	0.20	—	0.20 ± 0.13	—	0.20	20
2. 10. 1958	0.20	—	—	0.20	—	0.20 ± 0.20	—	0.20	10
9. 7. 1959	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Koskematon kasvipeite, kylvetty 1. 7. — <i>Intact ground vegetation, seeded on July 1</i>									
22. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9. 8. 1958	5.70	—	—	5.70	0.10	5.80 ± 2.91	—	5.80	50
26. 8. 1958	4.20	—	—	4.20	0.10	4.30 ± 1.86	0.50	4.80	60
16. 9. 1958	3.10	—	—	3.10	0.10	3.20 ± 1.69	—	3.20	50
2. 10. 1958	1.70	0.60	—	2.30	0.30	2.60 ± 1.65	0.20	2.80	50
9. 7. 1959	—	—	—	—	—	—	0.20	0.20	—
12. 5. 1959 perustettu koesarja — <i>Series of trials established on May 12, 1959</i>									
Koskematon kasvipeite — <i>Intact ground vegetation</i>									
11. 9. 1959	0.05	—	—	0.05	—	0.05 ± 0.05	—	0.05	5

minen ei vaikuttanut tilastollisesti merkitsevästi taimien syntyyn. Seuraavana kasvukautena syntyi näihin koesarjoihin varsin runsaasti uusia taimia; ilmeisesti luontaisesti kylväytyneestä siemenestä.

Kasvukausi 1956, jonka aikana edellä mainitut kokeet perustettiin, oli sateista elokuuta lukuunottamatta vain hieman normaalia vähäsateisempi. Lämpötila oli alkupuolella kasvukautta normaali tai sitä korkeampi. Kasvukauden jälkipuoliskolla sen sijaan vallitsi viileä sää. Seuraava kasvukausi 1957 oli sademäärän puolesta normaali lukuunottamatta runsassateista elokuuta. Kasvu-

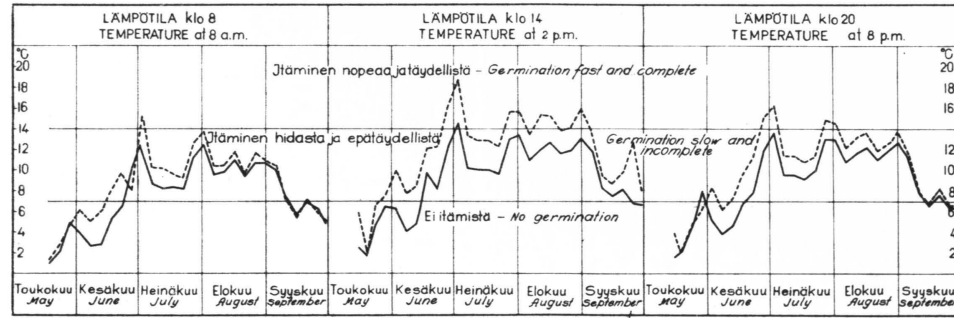
kaudelle oli edelleen ominaista toukokuun lopulta heinäkuun alkupuolelle kestänyt yhtenäinen viileä kausi ja sen jälkeen alkanut ja elokuun alkupäiviin asti ulottunut normaalia lämpimämpi vaihe. Routa säilyi tutkimusmetsikössä keväällä 1957 myöhään, sillä se sulii lopullisesti vasta kesäkuun puolivälissä (vrt. YLI-VAKKURI 1960 a).

Vuonna 1957 suoritettavat kylvöt osoittivat, että tällöin olosuhteet olivat taimien syntymiselle huomattavasti suotuisimmat kuin edellisenä vuonna. Koskemattoman kasvipeitteen koesarjassa, josta puiden juuria ei eristetty, havaittiin ensimmäisen kasvukauden lopulla noin kymmenkertainen määrä taimia edellisen vuoden tuloksiin verrattuna. Koesarjassa, josta puiden juuret oli eristetty, todettiin yli 50 kertaa parempi tulos kuin edellisenä vuonna. Koska siemen mainittuna vuonna ei ollut samaa, eivät kylvötulokset ole täysin toisiinsa rinnastettavia, mutta ne osoittavat kuitenkin, miten suuresti poikkeavia taimimisen kannalta mainitut perättäiset vuodet olivat. Taimien määrä väheni voimakkaasti ensimmäisen talvehtimisen aikana. Seuraavana kasvukautena taimet kuolivat kokonaan koskemattoman kasvipeitteen koesarjasta, josta puiden juuria ei eristetty, ja vähenivät tuntuvasti vastaavasta koesarjasta, josta puiden juuret eristettiin.

Vuonna 1957 suoritettavat kylvöt osoittivat, että sammalen poisto näyteympyröistä, joista puiden juuria ei eristetty, lisäsi taimettumistulosta tilastollisesti erittäin merkitsevässä määrässä. Koesarjassa, josta puiden juuret oli katkottu, oli tulos päinvastainen. Puiden juurten eristäminen paransi taimettumistulosta koskemattomassa kasvipeitteessä tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Humus-alustalla tulos oli päinvastainen. Kivennäisalustalle syntyi taimia niukemmin kuin koskemattomaan kasvipeitteeseen ja humus-alustalle. Ero oli edelliseen verrattuna tilastollisesti merkitsevä, jälkimmäiseen verrattuna erittäin merkitsevä. Erilaisille alustoille syntyneiden taimien määrä väheni voimakkaasti ensimmäisen talvehtimisen aikana. Toisen kasvukauden kuluessa taimimäärän supistuminen jatkui. Kaikki taimet olivat toisen kasvukauden lopulla vielä ilman sivuversoja.

Kasvukausi 1958 oli vähäsateinen lukuunottamatta touko- ja heinäkuuta, jolloin satoi normaalia runsaammin. Lämpötila oli normaalia alempi sateisina kuukausina, muulloin jokseenkin normaali. Lumi hävisi tutkimusmetsiköstä 12. 5. ja routa 9. 6.

Vuonna 1958 oli taimien syntyminen koskemattomaan kasvipeitteeseen perustettujen koesarjojen tulosten mukaan kutakuinkin samanlainen kuin vuonna 1956, jos vertailu suoritetaan koesarjojen perusteella, joiden kylvö on tapahtunut jokseenkin samoihin aikoihin kesäkuussa. Eri aikoina 15. 5. — 1. 7. 1958 suoritettavat kylvöt osoittivat, että parhaan tuloksen antoi ensimmäisen kasvukauden lopulla havaittujen tulosten mukaan arvostellen myöhäinen eli 1. 7. suoritettu kylvö ja huonoimman 15. 6. suoritettu kylvö. Taimimäärissä havaittu ero oli pitkin kasvukautta tilastollisesti erittäin merkitsevä. Toukokuun puoli-



Kuva 9. Lämpötila Ähtärissä kasvukautena 1958 vuorokauden eri ajankohtina 1 cm:n syvyydellä humuskerroksessa aluskasvillisuuden peittämässä kohdassa luonnontilaisessa tiheässä 65-vuotiaassa kuusikossa tutkimusmetsikössä 8 (murtoviiva) ja väljennetyssä 80-vuotiaassa kuusivaltaisessa tutkimusmetsikössä 9 (katkoviiva). Kuusen nopean ja hitaan itämisen raja (14 °C) ja itämisen mahdollistava alin lämpötila (7 °C) on otettu Morkin (1933) tutkimuksesta.

Fig. 9. Temperature at different times of day in 1958 1 cm deep in the humus layer covered by ground vegetation. A 65-year-old natural, dense spruce stand, tree stand 8 (angular line) and an opened up 80-year-old spruce-dominated stand, tree stand 9 (broken line). The line representing fast and slow germination of spruce (14 °C) and the lowest temperature in which germination occurs (7 °C) have been taken from a work by Mork (1933).

välissä ja kesäkuun alussa suoritettujen kylvöjen tuloksien välillä ei ollut eroa, mutta jälkimmäisessä oli tilastollisesti merkitsevässä, edellisessä erittäin merkitsevässä määrin vähemmän taimia kuin heinäkuun alussa perustetussa koesarjassa. Kylvöajasta riippumatta taimet ilmestyivät näkyviin heinä-elokuun vaihteessa. Toukokuun puolivälissä suoritettua kylvöstä kului taimien ilmestymiseen näin ollen 12 viikkoa. Tässä yhteydessä on mielenkiintoista havaita, että metsänviljelyäkin koskeissa kokeissa on myöhäisistä kylvöistä saatettu saada parempia tuloksia kuin aikaisista (NYBLOM 1923, ARNBORG 1947, 1950).

Koska kastelu ei jouduttanut taimien ilmestymistä, on maan kylmyys ilmeisesti ollut kehityksen esteenä. Tähän viittaavat myöskin maan lämpötilaa koskevat havainnot (kuva 9). Jokaviikkoinen 4 mm:n kastelu, jonka määrä kasvukauden kuluessa kohosi 60 mm:iin, lisäsi tilastollisesti erittäin merkitsevässä määrässä taimia. Kastellussa koesarjassa, josta sammal oli poistettu, oli tilastollisesti erittäin merkitsevässä määrin enemmän taimia kuin koskemattomassa kasvipeitteessä. Koskemattoman kasvipeitteen kastellussa koesarjassa, josta juuret oli eristetty, oli vähemmän taimia kuin koesarjassa, josta juuria ei eristetty. Ero ei kuitenkaan ollut merkitsevä.

Taimimäärä väheni näissä kaikissa koesarjoissa jo ensimmäisen kasvukauden kuluessa. Tynkiä ja neulasrikkaisia taimia tosin havaittiin jonkin verran, mutta pääasiassa taimet tuhoutuivat ilman tällaisia vaurioita. Seuraavan talvehtimisen aikana taimiaines joko hävisi tai väheni tuntuvasti. Koesarjoissa, joista

puiden juuret oli eristetty, säilyivät taimet parhaiten. Niissä havaittiin myös taimien etenevää kehitystä toisena kasvukautena.

Kasvukausi 1959 oli toukokuun puolivälistä lähtien vähäsateinen. Vain elokuussa satoi normaalia runsaammin. Lämpötila pysytteli normaalia korkeampana kesäkuun alkupuolelta elokuun lopulle saakka. Näiden olosuhteiden valitessa koskemattomaan kasvipeitteeseen suoritettua kylvöstä ei kehittynyt taimia juuri ensinkään.

Kokeita aloitettaessa 1956 ei järjestetty luontaista taimettumista valaisevia koesarjoja, koska alue oli taimeton eikä puissa näkynyt käpyjä. Seuraavana vuonna kokeita jatkettaessa tällaisia koesarjoja sen sijaan perustettiin. Koskemattoman kasvipeitteen osalta nämä antoivat viitteitä myös vuonna 1956 tapahtuneesta luontaisesta taimettumisesta. Humus- ja kivennäismaa-alustan osalta tällaista tarkistusta ei vuoden 1956 osalta saada. Tehdyt havainnot viittaavat siihen, että vuonna 1956 humus- ja kivennäisalustalle perustetut kylvökset saivat seuraavana vuonna luontaisesti syntyneistä taimista tuntuvan lisän. Tähän viittaa se, että mainittuna vuonna syntyi koskemattomaankin kasvipeitteeseen luontaisesti taimia ja erityisesti se, että humukselle ja kivennäismaalle vuonna 1956 perustettuihin koesarjoihin ilmestyi vuonna 1957 runsaasti kehityksensä alkuvaiheessa olevia taimia, kuten taulukosta 5 ilmenee. Erityisesti kivennäismaalla tämä lisäys oli ilmeisesti 4–5 tainta ympyrää kohden. Osa taimista on tietenkin voinut syntyä myös kylvetyin siemenen jälki-itämisestä. Vuonna 1957 perustettujen luontaista uudistumista valaisevien koesarjojen mukaan oli taimien ilmestyminen seuraavanlaista:

	Luontaisesti syntyneitä taimia keskimäärin näyteympyrää kohden, kpl					Näyte- ympyröitä, kpl
	28.6. 1957	16. 8. 1957	13. 6. 1958	15. 8. 1958	11. 9. 1959	
Koskematon kasvipeite	0.05	0.40	—	—	—	20
Humuslusta	.	0.25	0.10	0.20	..	20
Kivennäismaa	.	0.20	0.20	0.30	..	10

Asetelmasta nähdään, että vain vuonna 1957 luontainen taimettuminen aiheutti vähäistä lisäystä koskemattoman kasvipeitteen taimilukuun. Humuslualustalle ja kivennäismaalle vuonna 1957 perustettuihin koesarjoihin ilmestyi vuosina 1957, 1958 ja 1959 luontaisesti niukasti taimia.

Tähän metsikköön sekä läheisiin tutkimusmetsikköihin 9 ja 10 syntyi myös koivun taimia varjostuksesta huolimatta. Yleensä taimia tavattiin vasta toisena kasvukautena kokeiden perustamisesta lukien. Niiden määrä väheni tuntuvasti talvehtimisen aikana, mutta nousi entistä suuremmaksi kolmantena kasvukautena (vrt. taulukko 6). Koskemattomassa kasvipeitteessä taimia esiintyi niukasti. Sammalen poisto ja etenkin kivennäismaan paljastaminen lisäsivät niiden määrää. Kivennäismaalla puiden juurien eristäminen näyteympyröistä paransi koivun taimimisedellytyksiä tuntuvasti. Koskemattomassa kasvipeit-

Taulukko 6. Koivun taimien esiintyminen kuusikoissa kolmannen kasvukauden lopulla kokeiden perustamisesta lukien, mikä tapahtui kesäkuun puolivälissä 1956. Ähtäri, Tuomarniemen hoitoalue.

Table 6. The occurrence of birch seedlings in spruce stands at the end of the third growing season after the establishment of trials in the middle of June 1956. Ähtäri, Forest District of Tuomarniemi.

Kasvualustan laatu Type of site	Tutkimusmetsikkö 8 Latvusala 75 % Tree stand 8 Crown cover 75 %			Tutkimusmetsikkö 9 Latvusala 46 % Tree stand 9 Crown cover 46 %			Tutkimusmetsikkö 10 Latvusala 66 % Tree stand 10 Crown cover 66 %		
	Taimia kpl/m ² Number of seedlings per sq.m.	Suh- teelli- nen taimi- määrä Relative number of seed- lings	Tai- melli- sia ym- pyröi- tä, % Per- centage of cir- cles carry- ing seed- lings	Taimia kpl/m ² Number of seedlings per sq.m.	Suh- teelli- nen taimi- määrä Relative number of seed- lings	Tai- melli- sia ym- pyröi- tä, % Per- centage of cir- cles carry- ing seed- lings	Taimia kpl/m ² Number of seedlings per sq.m.	Suh- teelli- nen taimi- määrä Relative number of seed- lings	Tai- melli- sia ym- pyröi- tä, % Per- centage of cir- cles carry- ing seed- lings
Puiden juuret eristämättä — Tree roots intact									
Koskematon kasvipeite Intact ground vegetation	1	7	5	0	0	5	2	7	10
Sammal poistettu Moss removed	8	57	50	30	144	60	47	174	80
Kivennäismaa Mineral soil	119	884	90	88	423	90	153	567	90
Puiden juuret eristetty — Tree roots cut									
Koskematon kasvipeite Intact ground vegetation	2	14	15	1	5	15	6	22	25
Sammal poistettu Moss removed	23	163	75	21	101	70	23	85	55
Kivennäismaa Mineral soil	141	1 000	100	208	1 000	100	270	1 000	100

teessä ilmeni samanlaista vaikutusta. Sammalesta poistetulla alueella toimenpiteen vaikutus sen sijaan oli suunnaltaan epäyhtenäinen.

Suoritettujen kokeiden perusteella voidaan todeta, että koskemattomassa kasvipeitteessä syntyi taimia yleensä niukasti ja että syntyneet taimet hävisivät nopeasti. Taimia kuoli runsaasti varsinkin ensimmäisenä ja toisena kasvukautena ja etenkin ensimmäisen talvehtimisen aikana. Viikoittain toistettu vähäinen kastelu lisäsi selvästi taimien määrää. Kesän sateisuus paransi samoin taimettumista. Kuivuus on siis ilmeisesti tällaisissa olosuhteissa taimettumisen paha este. Juurien eristäminen kylvökohdista lisäsi taimettumista runsasteisena kesänä. Kuivahkoina kesinä ja kasteltaessa ei tätä vaikutusta esiintynyt. Ilmeisesti siis muut syyt kuin juuristikilpailu ratkaisevasti estivät tai-

mien syntymistä ja säilymistä. Eräänä syynä taimien vähäiseen määrään ja niiden myöhäiseen ilmestymiseen oli maan kylmyys. Taiminen tapahtui vuonna 1958 myöhään eli vasta heinäkuun lopussa tai elokuun alussa. Koska heinäkuun alussa suoritettu kylvö antoi paremman tuloksen kuin aikaisemmat, varhain maahan pantuja siemeniä ilmeisesti tuhoutui ennen kuin olosuhteet tulivat taimimiselle suotuisiksi.

Jos sammal poistettiin, syntyi näin paljastuneelle humusalustalle taimia runsaammin kuin koskemattomaan kasvipeitteeseen ja saman verran tai enemmän kuin paljastetulle kivennäismaalle. Kasvipeitteen rikkominen myös edisti taimien säilymistä.

Kylvökohtiin, joista poistettiin sammal ja eristettiin puiden juuret ja jotka lisäksi kasteltiin, syntyi taimia vuonna 1958 suoritetuissa kokeissa eniten. Koska muissakin kokeissa sammalen poisto vaikutti edullisesti, on sen osuus taimimisessä huomionarvoinen. Koska sammal sitoo suuren määrän sadevettä (STÅLFELT 1937, 1960, MÄGDEFRAU ja WUTZ 1951) ja estää alustansa lämpenemistä (SÖDERSTRÖM 1959), perustuneen sammalen poiston suotuisa vaikutus taimimiseen osittain siihen, että itämisalustan kosteus ja lämpöolot paranevat. Samalla myös poistuu sammalen muodostama mekaaninen este ja varjostava vaikutus.

Koska osa taimista metsikössä sentään säilyi, jopa edelleen kehittyi, ei valon niukkuus ollut runsaasta varjostuksesta huolimatta ainakaan taimettumisen välitön este. Heikolla valaistuksella voi kuitenkin olla osuutta syntyneiden taimien huonoon vastustuskykyyn. Valon ja muiden tekijäin vaikutusta taimettumiseen on kuitenkin aihetta lähemmin pohtia vasta sitten, kun on tutustuttu toisenlaisista metsiköistä saatuihin tuloksiin ja näin kerätty lisää tosiasioita käytettäväksi.

Tutkimusmetsikkö 9 oli väljennetty 80-vuotias kuusivaltainen metsikkö (kuva 10), joka sijaitsi samalla seudulla Ähtärissä kuin tutkimusmetsikkö 8. Metsikkö oli näytealan lähiympäristössä samanlaista kuin näytealalla, johon kokeet keskitettiin. Näytealalta 50 m länteen kulki maantie, mutta metsikkö jatkui sen takana samanlaisena. Lähin jyrkkä metsikköraja oli 180 m:n päässä sijaitsevan avoimen kulotetun alueen reunassa. Aluskasvillisuudesta kuului kesällä 1956 suoritettujen havaintojen mukaan 80 % sammalvarpulaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Dicranum spp.* + *Hylocomium splendens* — *Vaccinium myrtillus* + *Vaccinium vitis-idaea*) ja 20 % niukkavarpuiseen sammal-heinälaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Dicranum spp.* + *Hylocomium splendens* — *Deschampsia flexuosa*).

Metsikössä oli suoritettu harvennushakkaus vuonna 1946, jolloin oli poistettu sahapuita ja pinotavaraa. Poistettu puumäärä oli 125 k-m³/ha, josta mäntyä oli 40 %, kuusta 35 % ja koivua 25 %. Tämän lisäksi oli vuonna 1955 suoritettu väljennyshakkaus, jossa poistettiin lähinnä kuusisahatukkeja ja pinotavaraa. Poistettu puumäärä oli tässä hakkauksessa 65 k-m³/ha, josta oli 85 % kuusta, koivua 10 % ja mäntyä 5 %. Samana vuonna hakkausala raivattiin.



Kuva 10. Tutkimusmetsikkö 9, väljennetty 80-vuotias kuusivaltainen metsikkö. Ähtäri, Tuomarniemen hoitoalue. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Fig. 10. Tree stand 9, an opened up 80-year-old spruce-dominated stand. Ähtäri, Forest District of Tuomarniemi. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.

Metsikössä suoritettiin samanlaiset kuusen koekylvöt kuin tutkimusmetsikössä 8. Kokeiden lähempi järjestely ja tulokset ilmenevät taulukosta 7. Metsikön routa- ja lumisuhteista on esitetty tietoja jo aikaisemmin (YLI-VAKKURI 1960 a). Niiden mukaan routa hävisi metsiköstä keväällä 1957 vasta kesäkuun alkupuolella. Seuraavana keväänä sulii lumi 16. 5. ja routa 1. 6. Maan lämpötilamittauksien joitakin tuloksia on esitetty kuvassa 9. Eri kasvukausien yleistä luonnetta on selostettu edellisen metsikön yhteydessä.

Vuonna 1956 koskemattomaan kasvipeitteeseen suoritettujen kuusen koekylvöjen antoivat erittäin huonon tuloksen, sillä vain 0.2 % kylvetystä siemenmäärästä kehittyi taimiksi. Tämäkin taimimäärä hävisi vuoden kuluessa. Jälki-itäminen ei tuottanut uusia taimia. Koskemattoman kasvipeitteen koesarjassa, josta puiden juuret eristettiin, oli taimimisprosentti jokseenkin yhtä alhainen eli 0.45 %. Syntynyt taimiaines väheni tuntuvasti seuraavina kasvukausina, mutta ei hävinnyt kokonaan.

Koesarjassa, josta sammal oli poistettu, oli taimimisprosentti ensimmäisen kasvukauden lopulla 1.75 %. Sammalen poisto lisäsi taimimista näin ollen tilastollisesti erittäin merkitsevässä määrin. Syntynyt taimiaines väheni jyrkästi varsinkin toisena talvehtimiskautena. Samat piirteet voitiin havaita koesarjassa, josta puiden juuret oli eristetty. Taimia tosin syntyi vain hieman run-

saammin, mutta ero oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevä. Myös taimien säilymiseen puiden juurten eristäminen vaikutti suotuisasti. Molempiin humusaluksiin koesarjoihin tuli toisena ja kolmantena kasvukautena hieman lisää taimia ilmeisesti luontaisen siementymisen tuloksena.

Kivennäismaan koesarjassa, josta puiden juuria ei eristetty, oli taimimisprosentti 4.0 % ja koesarjassa, josta puiden juuristot oli eristetty, 5.9 %. Juurien eristäminen vaikutti tässäkin tapauksessa edullisesti, sillä ero oli tilastollisesti erittäin merkitsevä. Molemmissa koesarjoissa oli erittäin merkitsevässä määrin enemmän taimia kuin vastaavissa koesarjoissa humusaluksella ja koskemattomassa kasvipeitteessä. Myös kivennäismaan koesarjoihin lienee toisena ja kolmantena kasvukautena tullut hieman lisää taimia luontaisesti. Alunperin syntynyt taimiaines säilyi melko hyvin, etenkin koesarjassa, josta puiden juuret eristettiin.

Vuoden 1956 kylvöksissä havaittiin neulasrikkooisia ja tynkätaimia vain humus- ja kivennäisaluksella ja näilläkin ainoastaan ensimmäisenä ja toisena kasvukautena.

Vuonna 1956 suoritetuista kylvöistä syntyneiden taimien kehitys oli nopeinta humus- ja kivennäisaluksella. Näilläkin taimet kehittyivät ensimmäisenä kasvukautena yleensä vain sirkkataimiasteelle. Toisena ja varsinkin kolmantena kasvukautena oli taimissa yleisesti jo kappale varsinaista pääversoa, mutta vain poikkeuksellisesti esiintyi taimia, joissa oli tämän lisäksi ensiasteen sivuhaaroja. Tutkimusmetsikössä 8 taimet eivät kehittyneet näin pitkälle.

Seuraavana vuonna koskemattomaan kasvipeitteeseen suoritettua kylvöksestä saatiin taimia 1.9 % kylvetystä siemenmäärästä. Syntyneet taimet hävisivät kuitenkin jo ensimmäisen talvehtimisen aikana. Juurten eristäminen ei parantanut tulosta.

Sammalen poisto paransi olosuhteita taimien syntymisen ja säilymisen kannalta, sillä taimettumisprosentti oli koesarjassa, josta puiden juuria ei eristetty, 4.3 % ja koesarjassa, josta puiden juuristot eristettiin, 6.5 %. Tilastollisesti ero oli erittäin merkitsevä. Taimimäärä laski huomattavasti varsinkin ensimmäisessä koesarjassa etenkin ensimmäisen talvehtimisen aikana, mutta ei sen sijaan toisen kasvukauden kuluessa. Koska luontainen taimettuminen oli vähäistä, on viimeksi mainittu tulos olosuhteista eikä uusien taimien synnystä johtuva.

Kivennäismaalle suoritettua kylvöstä saatiin taimia yhtä niukasti kuin koskemattomalle kasvipeitteelle tehdystä. Se, että kivennäismaa tänä vuonna antoi kaikkein huonoimpia tuloksia ja edellisenä vuonna parhaimman, tähdentää olosuhteiden vaihtelun merkitystä.

Vuonna 1957 suoritetuista kylvöistä syntyneet taimet kehittyivät samantapaisesti kuin edellisenä vuonna syntyneet taimet päästen toisen kasvukauden lopulla yleensä kehitysvaiheeseen, jolloin taimissa havaittiin kappale varsinaista pääversoa, mutta ensiasteen sivuhaaroja ei vielä esiintynyt. Tynkätaimia ei

Taulukko 7. Tuloksia kuusen koekylvöistä väljennetyssä 80-vuotiaassa kuusivaltaisessa metsikössä. Vuonna 1956 ja 1959 perustetuissa koesarjoissa oli 20 toistoa à 100 siementä, vuosina 1957 ja 1958 perustetuissa vastaavasti 10 toistoa. Tutkimusmetsikkö 9, Ähtäri, Tuomarniemen hoitoalue.

Table 7. Results of trial seedings of spruce in an opened up, 80-year-old, spruce-dominated stand. The series of trials started in 1956 and 1959 consisted of 20 replications of a batch of 100 seeds, those started in 1957 and 1958 consisted of 10 such replications. Tree stand 9, Ähtäri, Forest District of Tuomarniemi.

Havaintojen ajankohta Date of observations, day, month, year	Normaalisti kehittyneet Normally developed				Vaurioituneet ja sairaat Damaged and diseased	Elävät Living	Kuolleet Dead	Kaikkiaan Total	Taimellisia näyteympyröitä, % Sample circles carrying living seedlings, %	
	Kehitysasteet Stages of development									
	aa	ab	ac	ad						aa-ad
15. 6. 1956 perustetut koesarjat — Series of experiments started on June 15, 1956										
Koskematon kasvipeite — Intact ground vegetation										
10. 9. 1956	—	0.20	—	—	0.20	—	—	0.20 ± 0.09	—	20
1957—1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty — Intact ground vegetation, tree roots cut										
10. 9. 1956	0.45	—	—	—	0.45	—	—	0.45 ± 0.21	—	30
21. 8. 1957	0.15	0.05	0.05	—	0.25	—	—	0.25 ± 0.12	—	20
19. 6. 1958	—	—	0.05	—	0.05	—	—	0.05 ± 0.05	—	5
16. 8. 1958	—	—	0.05	—	0.05	—	—	0.05 ± 0.05	—	5
Sammal poistettu — Moss removed										
10. 9. 1956	1.70	—	—	—	1.70	0.05	—	1.75 ± 0.45	0.10	55
19. 8. 1957	0.55	0.15	0.40	—	1.10	0.20	—	1.30 ± 0.39	0.20	60
17. 6. 1958	—	0.10	0.25	0.20	0.55	—	—	0.55 ± 0.30	—	20
16. 8. 1958	0.10	—	0.60	0.10	0.80	—	—	0.80 ± 0.30	0.15	40
Sammal poistettu, puiden juuret eristetty — Moss removed, tree roots cut										
10. 9. 1956	1.85	0.30	—	—	2.15	—	—	2.15 ± 0.51	0.05	70
19. 8. 1957	1.20	0.80	0.50	—	2.50	0.20	—	2.70 ± 0.37	0.05	80
17. 6. 1958	—	0.15	0.55	0.50	1.20	—	—	1.20 ± 0.29	0.10	65
16. 8. 1958	0.25	—	1.25	0.15	1.65	0.05	—	1.70 ± 0.32	0.15	70
Kivennäismaa paljastettu — Mineral soil exposed										
10. 9. 1956	3.20	0.10	—	—	3.30	0.70	—	4.00 ± 0.77	0.60	90
21. 8. 1957	0.85	1.45	2.25	—	4.55	0.15	—	4.70 ± 0.80	0.45	95
17. 6. 1958	—	0.50	1.75	0.35	2.60	—	—	2.60 ± 0.66	0.30	70
16. 8. 1958	0.20	0.10	2.65	0.10	3.05	—	—	3.05 ± 0.64	0.55	80
Kivennäismaa paljastettu, puiden juuret eristetty — Mineral soil exposed, tree roots cut										
10. 9. 1956	5.25	0.05	—	—	5.30	0.55	—	5.85 ± 0.83	0.60	90
21. 8. 1957	0.25	1.55	3.60	—	5.40	0.05	—	5.45 ± 0.71	0.15	100
19. 6. 1958	—	0.40	3.75	0.60	4.75	—	—	4.75 ± 0.72	0.30	90
14. 8. 1958	0.20	0.15	4.50	0.35	5.20	—	—	5.20 ± 0.81	0.35	90

Taulukko 7 jatk. Table 7 cont.

19. 6. 1957 perustetut koesarjat — Series of experiments started on June 19, 1957										
Koskematon kasvipeite — Intact ground vegetation										
17. 8. 1957	1.90	—	—	—	1.90	—	—	1.90 ± 1.40	—	30
23. 6. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18. 8. 1958	0.10	—	—	—	0.10	—	—	0.10 ± 0.10	0.10	10
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty — Intact ground vegetation, tree roots cut										
16. 8. 1957	2.90	—	—	—	2.90	—	—	2.90 ± 1.10	—	60
20. 6. 1958	0.10	0.50	—	—	0.60	—	—	0.60 ± 0.50	—	20
18. 8. 1958	—	—	0.20	—	0.20	—	—	0.20 ± 0.13	0.10	20
Sammal poistettu — Moss removed										
16. 8. 1957	4.00	—	—	—	4.00	0.30	—	4.30 ± 0.65	0.40	100
20. 6. 1958	0.10	0.90	—	—	1.00	0.10	—	1.10 ± 0.41	0.10	60
18. 8. 1958	0.10	—	0.90	—	1.00	—	—	1.00 ± 0.30	0.20	70
Sammal poistettu, puiden juuret eristetty — Moss removed, tree roots cut										
16. 8. 1957	6.10	0.20	0.10	—	6.40	0.10	—	6.50 ± 1.32	0.10	100
23. 6. 1958	0.30	3.10	0.10	—	3.50	0.20	—	3.70 ± 0.93	0.30	90
18. 8. 1958	—	—	2.40	—	2.40	—	—	2.40 ± 0.67	1.70	70
Kivennäismaa paljastettu — Mineral soil exposed										
17. 8. 1957	0.90	—	—	—	0.90	—	—	0.90 ± 0.69	0.10	30
23. 6. 1958	—	0.60	0.10	—	0.70	0.10	—	0.80 ± 0.55	0.10	20
18. 8. 1958	—	0.10	0.60	—	0.70	—	—	0.70 ± 0.34	0.10	40
1958 perustetut koesarjat — Series of experiments started in 1958										
Koskematon kasvipeite, kylvetty 15. 5. — Intact ground vegetation, seeded on May 15										
4. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26. 7. 1958	1.90	—	—	—	1.90	—	—	1.90 ± 0.66	—	60
13. 8. 1958	1.40	—	—	—	1.40	—	—	1.40 ± 0.93	—	30
28. 8. 1958	0.70	0.10	—	—	0.80	—	—	0.80 ± 0.51	—	30
14. 9. 1958	0.40	0.40	—	—	0.80	—	—	0.80 ± 0.51	—	30
30. 9. 1958	0.20	0.30	—	—	0.50	—	—	0.50 ± 0.27	—	30
10. 7. 1959	—	0.10	—	—	0.10	—	—	0.10 ± 0.10	—	10
Koskematon kasvipeite, kylvetty 1. 6. — Intact ground vegetation, seeded on June 1										
4. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23. 7. 1958	1.30	—	—	—	1.30	—	—	1.30 ± 0.16	—	40
13. 8. 1958	0.90	—	—	—	0.90	—	—	0.90 ± 0.51	—	40
28. 8. 1958	0.40	—	—	—	0.40	—	—	0.40 ± 0.22	—	30
14. 9. 1958	0.50	0.10	—	—	0.60	—	—	0.60 ± 0.27	—	40
30. 9. 1958	0.40	—	—	—	0.40	0.10	—	0.50 ± 0.27	—	30
10. 7. 1959	—	0.10	—	—	0.10	—	—	0.10 ± 0.10	—	10
Koskematon kasvipeite, kasteltiin viikoittain, kylvetty 1. 6. — Intact ground vegetation, watered weekly, seeded on June 1										
4. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26. 7. 1958	2.00	—	—	—	2.00	—	—	2.00 ± 0.60	—	70
13. 8. 1958	0.40	—	—	—	0.40	—	—	0.40 ± 0.22	—	30
28. 8. 1958	0.50	—	—	—	0.50	—	—	0.50 ± 0.31	—	30
14. 9. 1958	0.40	0.10	—	—	0.50	—	—	0.50 ± 0.31	—	30
30. 9. 1958	0.10	0.10	—	—	0.20	—	—	0.20 ± 0.13	0.10	20
10. 7. 1959	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10	0.10

Taulukko 7 jatk. Table 7 cont.

Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty, kasteltiin viikoittain, kylvetty 1. 6. — Intact ground vegetation, tree roots cut, watered weekly, seeded on June 1									
4. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23. 7. 1958	4.7	—	—	4.70	—	4.70 ± 2.94	—	4.70	40
13. 8. 1958	2.00	—	—	2.00	—	2.00 ± 1.56	0.40	2.40	50
28. 8. 1958	0.80	0.30	—	1.10	0.20	1.30 ± 0.88	0.20	1.50	40
14. 9. 1958	0.20	1.20	—	1.40	0.40	1.80 ± 1.59	0.10	1.90	30
30. 9. 1958	0.50	0.80	—	1.30	0.30	1.60 ± 1.39	0.30	1.90	30
10. 7. 1959	0.10	—	0.40	0.50	—	0.50 ± 0.50	0.10	0.60	10
Sammal poistettu, puiden juuret eristetty, kasteltiin viikoittain, kylvetty 1. 6. — Moss removed, tree roots cut, watered weekly, seeded on June 1									
4. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26. 7. 1958	24.20	—	—	24.20	—	24.20 ± 6.92	—	24.20	100
13. 8. 1958	15.60	1.90	—	17.50	0.30	17.80 ± 6.50	1.10	18.90	100
28. 8. 1958	8.20	8.80	—	17.00	0.50	17.50 ± 6.16	0.50	18.00	100
14. 9. 1958	2.30	14.70	—	16.50	0.80	17.30 ± 6.09	0.30	17.60	100
30. 9. 1958	1.30	14.60	—	15.90	1.00	16.90 ± 6.24	0.50	17.40	100
10. 7. 1959	0.10	—	12.00	12.10	0.70	12.80 ± 5.44	2.00	14.80	80
Koskematon kasvipeite, kylvetty 15. 6. — Intact ground vegetation, seeded on June 15									
26. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. 8. 1958	0.70	—	—	0.70	—	0.70 ± 0.34	—	0.70	40
28. 8. 1958	0.10	0.10	—	0.20	—	0.20 ± 0.13	0.10	0.30	20
14. 9. 1958	0.10	0.10	—	0.20	—	0.20 ± 0.13	—	0.20	20
30. 9. 1958	0.10	0.10	—	0.20	0.10	0.30 ± 0.21	0.20	0.50	20
10. 7. 1959	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Koskematon kasvipeite, kylvetty 1. 7. — Intact ground vegetation, seeded on July 1									
23. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. 8. 1958	0.90	—	—	0.90	0.10	1.00 ± 0.33	0.10	1.10	50
28. 8. 1958	0.20	—	—	0.20	—	0.20 ± 0.17	—	0.20	20
14. 9. 1958	0.10	—	—	0.10	—	0.10 ± 0.10	—	0.10	10
30. 9. 1958	0.30	—	—	0.30	—	0.30 ± 0.15	—	0.30	30
10. 7. 1959	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12. 5. 1959 perustettu koesarja — Series of experiments started on May 12, 1959									
Koskematon kasvipeite — Intact ground vegetation									
11. 9. 1959	—	—	—	—	—	—	—	—	—

tavattu laisinkaan ja neulasrikkaisia taimia esiintyi vain humusalustalla. Muuten sairaita ja kuolleita taimia tavattiin kaikista koesarjoista.

Vuonna 1958 eri ajankohtina 15. 5.—1. 7. suoritettavat kylvöt koskemattomaan kasvipeitteeseen antoivat hyvin yhdenmukaisia tuloksia, sillä myöhäisyyksyllä havaittu elävä taimimäärä oli kutakuinkin sama, 0.3—0.5 % kylvetystä siemenmäärästä, kylvöajankohdasta riippumatta. Toukokuun puolivälissä ja kesäkuun alussa kylvetyt siemenet alkoivat itää heinäkuun loppupuoliskolla, kesäkuun puolivälissä ja heinäkuun alussa kylvetyt vasta elokuun puolivälissä. Taimista hävisi tuntuva määrä jo kasvukauden kuluessa.

Koskemattoman kasvipeitteen kastelu, joka toimitettiin viikoittain ja joka kohosi 60 mm:iin kasvukauden aikana, ei parantanut tulosta. Kun kastelun lisäksi eristettiin puiden juuret kylvökohdista, saatiin tulos, joka oli tilastollisesti erittäin merkitsevässä määrin parempi kuin ilman näitä toimenpiteitä. Jos tämän lisäksi poistettiin vielä sammal, saatiin taimia erittäin runsaasti. Ero muiden koesarjojen antamiin tuloksiin verrattuna oli erittäin merkitsevä. Tällaisilla alueilla todettiin alkuinventoinnissa 24.2 % taimia kylvetystä siemenmäärästä ja syksylläkin eläviä taimia oli vielä 16.9 % kylvetystä siemenmäärästä.

Vertailun vuoksi kylvettiin 1. 6. 1958 myös mäntyä koskemattomaan kasvipeitteeseen. Toista koesarjaa kasteltiin viikoittain. Kummassakin koesarjassa tavattiin heinäkuun lopulla yhtä niukasti taimia kuin vastaavissa kuusta koskeissa kokeissa. Syksyyn mennessä syntyneet taimet kuolivat.

Vuonna 1959 suoraan kasvipeitteeseen suoritettua kuusen koekylvöstä ei syntynyt taimia ensinkään.

Kuusen luonnonvarainen taimiminen oli tutkimusmetsikössä varsin vähäistä, kuten selviää seuraavasta asetelmasta:

Koskematon kasvipeite	Luontaisesti syntyneitä taimia keskimäärin näyteympyrässä, kpl				
	28. 6. 1957	16—17. 8. 1957	28. 8. 1958	18. 8. 1958	11. 9. 1959
Koskematon kasvipeite	—	—	0.1	—	—
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty	0.1	—	—	0.1	..
Humusalusta	..	0.1	—	—	..
Humusalusta, puiden juuret eristetty	..	0.6	—	—	..
Kivennäismaa	.	—	—	0.1	..
	Vuonna 1958 perustettu 10 ympyrää käsittävä tarkistuskoesarja				
	14. 9. 1958	11. 9. 1959			
Koskematon kasvipeite	0.1	—			

Kivennäismaalle syntyi runsaasti koivun taimia (vrt. taulukko 6). Samanlaisissa kohdissa niitä esiintyi niukemmin ja hyvin vähän koskemattomassa kasvipeitteessä.

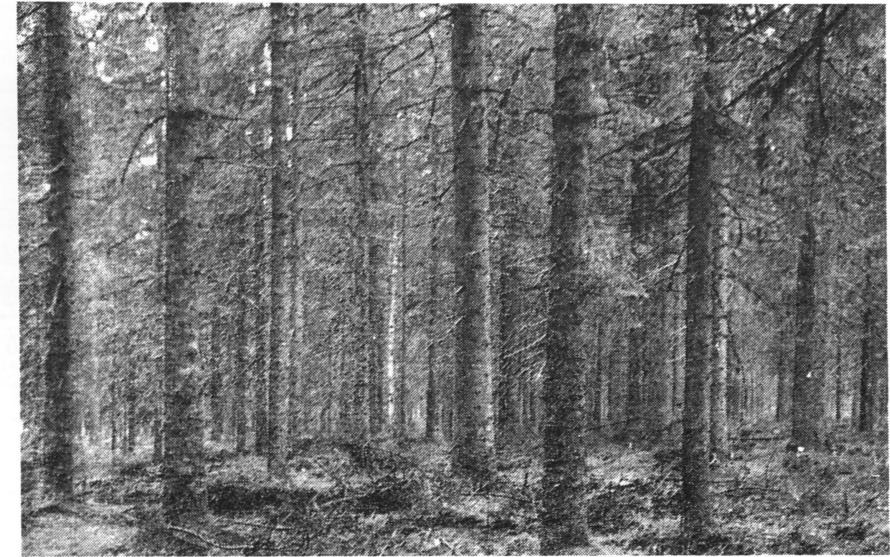
Yhdistelmän luontoisesti voidaan todeta, että tässäkin metsikössä taimiminen koskemattomassa kasvipeitteessä oli vähäistä, yhtä niukkaa tai niukempaa kuin läheisessä, tuntuvasti tiheämmässä kuusikossa, tutkimusmetsikössä 8. Vähäinen taimimäärä sitä paitsi hävisi herkästi. Metsikössä oli siis edelleen taimimiselle vakavia esteitä huolimatta siitä, että maahan väljemmän latvuskatoksen lävitse tunkeutui enemmän säteilyä ja vettä. Itämisalustan lämpötilakin oli sen vuoksi suotuisampi, joskin edelleen varsin alhainen (kuva 9). Sammalkerros oli metsikössä epäyhtenäisempi kuin tiheässä kuusikossa (taulukko 4),

varvusto, pääasiallisesti mustikan muodostama, sen sijaan tuuheampi. Myös heinää, erityisesti metsälauhaa (*Deschampsia flexuosa*) esiintyi runsaammin. Mahdollisesti nämä kasvillisuudessa tavatut erot, jotka johtuivat puuston harvemmasta asennosta tutkimusmetsikössä 9, ainakin osittain tarjoavat selityserustetta heikkoon taimimiseen huolimatta puuston harvahkosta asennosta. Käytännöllistä toimintaa silmällä pitäen on edellä todetun perusteella aihetta tähdentää, ettei puuston harva asento yksistään ole nopean uudistumisen onnistumisen tae.

Kastelukokeista saatiin jokseenkin samanluontoinen tulos kuin tutkimusmetsikössä 8. Vähäinen kastelu aiheutti taimien lisäystä kuitenkin vasta, jos puiden juuret eristettiin kylvökohdista. Puiden juuristoja tuntuvammin kilpaili vähäisestä kastelusta kuitenkin sammalpeite, sillä sen poistaminen ja kastelu vasta johtivat runsaaseen taimimiseen ja taimien nopeaan kehittymiseen. Kasvukauden 1957 jälkipuoliskolle sattunut sateinen ja lämmin kausi edisti taimimista; ei kuitenkaan niin paljon kuin tiheässä kuusikossa. Kaikki havainnot näyttävät viittaavan jälleen siihen, että metsikössä kuivuus ilmeisesti oli paha este uudistumiselle. Pelkästään sammalen poisto paransi tässäkin metsikössä taimimista. Kivennäismaan paljastamisella saatiin kuivahkona kesänä vain jonkin verran tätä parempi tulos, kosteana huonompi. Kaikissa tapauksissa kasvipeitteen rikkomisen vaikutus taimimiseen jäi vaatimattomaksi. Juurten eristäminen kylvökohdista edisti yleensä jonkin verran taimien syntymistä ja säilymistä. Humus- ja kivennäisalustalla säilyivät taimet paremmin kuin koskemattomassa kasvipeitteessä. Taimien säilyminen oli tässä metsikössä kuitenkin yleensä yhtä heikkoa tai vain vähän varmempaa kuin tiheässä kuusikossa. Taimet ilmestyivät metsikköön myöhään, mutta kuitenkin hieman nopeammin kuin tiheään kuusikkoon, mikä ilmeisesti ainakin osittain johtui suotuisammista lämpöoloista tutkimusmetsikössä 9. Myös taimien kehitys oli harvassa metsässä jonkin verran nopeampaa kuin tiheässä. Yhdistelevästi voidaan kuitenkin todeta, että tutkittu väljennetty kuusikko ei ollut mikään suotuisa paikka taimien syntymiselle ja ensi kehitykselle.

Tutkimusmetsikkö 10 oli harvennettu 75-vuotias kuusikko (kuva 11), joka sijaitsi samalla seudulla Ähtärissä kuin metsiköt 8 ja 9. Metsikkö oli näytealan lähiympäristössä samankaltaista kuin näytealalla, johon kokeet keskitettiin. Lähimmän selvän metsikkörajan muodosti näytealalta 80 m kaakkoon sijaitseva tiheä sekametsikkö. Aluskasvillisuudesta kuului 60 % sammal-varpulaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Hylocomium splendens* — *Vaccinium myrtillus* + *Vaccinium vitis-idaea*), 40 % sammal-heinälaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Hylocomium splendens* — *Deschampsia flexuosa*).

Metsikköön perustettiin 16. 6. 1956 120, 21. 6. 1957 100 ja 11. 5. 1959 20 ympyrää käsittävät kuusen koekylvöt. Niiden lähempi järjestely ja tulokset ilmevät taulukosta 8.



Kuva 11. Tutkimusmetsikkö 10, harvennettu 75-vuotias kuusikko. Ähtäri, Tuomarniemen hoitoalue. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Fig. 11. Tree stand 10, a thinned 75-year-old spruce stand. Ähtäri, Forest District of Tuomarniemi. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.

Vuonna 1956 ei koskemattomaan kasvipeitteeseen syntynyt kylvöstä taimia juuri ensinkään. Humuksen ja kivennäismaan paljastaminen lisäsi tuntuvasti taimimista. Ero koskemattoman kasvipeitteen taimimäärään verrattuna oli erittäin merkitsevä. Eniten syntyi taimia kivennäismaalle, josta puiden juuret oli eristetty. Ero puiden juurista eristettyjen ja eristämättömien kohtien taimimäärissä oli erittäin merkitsevä. Humusalustalla puiden juurten eristäminen ei parantanut taimimista, koskemattomassa kasvipeitteessä sen sijaan jonkin verran.

Kaikissa koesarjoissa väheni syntynyt taimiaines parin seuraavan vuoden aikana, ei tosin aina erityisen jyrkästi. Syksyllä 1957 ja jälleen seuraavana keväänä suoritettut inventoinnit osoittivat, että kaksivuotistenkin taimien tuhoutuminen talvehtimisen aikana oli osittain melko tuntuva.

Taimet jäivät ensimmäisenä kasvukautena yleensä sirkkataimiasteelle. Seuraavana vuonna puhkesi sirkkasilmu, ja saman tien syntyi useimmiten kappale pääversoakin. Kolmantena vuotena taimet tosin edelleen kehittivät, mutta sivuversoja ei niihin kasvanut.

Vuonna 1957 saatiin koskemattomaan kasvipeitteeseen suoritetuista kylvökivistä huomattavasti parempi tulos kuin edellisena vuonna. Ensikesäisten taimien kehitys oli tällöin myös hieman ripeämpää. Ensimmäisen talvehtimisen aikana taimien määrä laski romahdusmaisesti, yleensä jyrkemmin kuin koesar-

joissa, joissa kasvipeitettä oli rikottu. Vuonna 1959 suoritusta kylvöstä koskemattomaan kasvipeitteeseen ei syntynyt taimia juuri ollenkaan.

Humusalustalla havaittiin vuonna 1957 vain hieman parempia kylvötuloksia kuin edellisenä vuonna. Puiden juurten eristäminen lisäsi taimimista. Ero kontrolliin verrattuna oli erittäin merkitsevä. Koskemattomassa kasvipeitteessä juurten eristämisen vaikutus oli päinvastainen. Paljastettu kivennäismaa antoi heikoimman tuloksen ja koskemattomaan kasvipeitteeseen kylvö parhaimman. Molempien ero muihin kylvötuloksiin verrattuna oli erittäin merkitsevä. Kivennäismaan koesarjat osoittivat vuosina 1956 ja 1957 jokseenkin samanlaisia tuloksia. Näyttää siltä, että kosteussuhteiden vaikutus käy sitä vähäisemmäksi mitä enemmän kasvialustaa on muokattu.

Luontaista uudistumista valaisevia näyteympyröitä ei tutkimusmetsikköön asetettu vuonna 1956. Tähän vaikutti se, ettei metsiköissä havaittu juuri lainkaan siemensatoon viittaavia käpyjä. Seuraavana vuonna alueelle perustettiin luontaista uudistumista selvittäviä koesarjoja. Koska humuksen ja kivennäismaan paljastaminen osittain tai kokonaan hävittää maahan aikaisemmin varisseen siemenen, eivät nämä näyteympyrät valaise 1956 perustettujen koesarjojen luontaista taimettumista tällaisilla alustoilla. Mainittuihin kylvöksiin lienee kuitenkin 1957 tullut hieman luontaista lisää. Yleensä kuusen luontainen taimiminen tutkimusmetsikössä oli kuitenkin vähäistä, kuten seuraava asetelma osoittaa:

	Luontaisesti syntyneitä taimia keskimäärin näyteympyrässä, kpl		Näyte- ympyröitä, kpl
	17. 8. 1957	20. 8. 1958	
Koskematon kasvipeite	0.05	—	20
Humusalusta	0.15	0.15	20
Kivennäismaa	—	0.10	10

Koivun taimia sen sijaan esiintyi kivennäismaalla runsaasti ja jonkin verran myös sammalettomissa kohdissa (vrt. taulukko 6). Koskemattomassa kasvipeitteessä niitä sen sijaan oli hyvin niukasti.

Taimien synnyssä ja alkukehityksessä havaittiin tässä metsikössä samat yleiset piirteet kuin tutkimusmetsiköissä 8 ja 9. Taimiminen oli metsikössä yleensä joko kutakuinkin yhtä runsasta tai runsaampaa kuin metsikössä 9. Vuonna 1956 vallitsi sama suhde myös verrattaessa tuloksia tutkimusmetsikössä 8 saatuihin. Seuraavana vuonna viimeksimainitussa metsikössä sen sijaan esiintyi humusalustalla ja koskemattomassa kasvipeitteessä enemmän taimia, kivennäisalus-
talla vähemmän. Kasvipeitteen rikkominen vaikutti vuonna 1956 edullisesti taimimiseen; seuraavana vuonna sillä ei ollut tätä vaikutusta. Vuosi 1957 osoit-
tautui tässäkin metsikössä taimimisen kannalta edulliseksi. Silloin syntyi kos-
kemattomaankin kasvipeitteeseen, joka yleensä taimettui heikosti, melkoisesti tai-

Taulukko 8. Tuloksia kuusen koekylvöistä tiheässä 75-vuotiaassa kuusikossa. Vuosina 1956 ja 1959 perustetuissa koesarjoissa oli 20 toistoa à 100 siementä, vuonna 1957 perustetuissa vastaavasti 10 toistoa. Tutkimusmetsikkö 10, Ähtäri, Tuomarniemen hoitoalue.

Table 8. Results of trial seedings of spruce in a dense 75-year-old spruce stand. The series of experiments started in 1956 and 1959 consisted of 20 replications of a batch of 100 seeds, those started in 1957 consisted of 10 such replications. Tree stand 10, Ähtäri, Forest District of Tuomarniemi.

Havaintojen ajankohta <i>Date of observations, day, month, year</i>	Normaalisti kehittyneet <i>Normally developed</i>					Vaurioi- tuneet ja sairaat <i>Damaged and diseased</i>	Elävät <i>Living</i>	Kuol- leet <i>Dead</i>	Kaik- kiaan <i>Total</i>	Taimel- lisia näyte- ympy- röitä, % <i>Sample circles carrying living seed- lings, %</i>
	Kehitysstadiot <i>Stages of development</i>				Yh- teensä <i>Total</i>					
	aa	ab	ac	ad	aa—ad					
Taimia näyteympyrää kohden keskimäärin, kpl <i>Average number of seedlings per sample circle</i>										
16. 6. 1956 perustetut koesarjat — <i>Series of trials started on June 16, 1956</i>										
Koskematon kasvipeite — <i>Intact ground vegetation</i>										
10. 9. 1956	0.15	—	—	—	0.15	—	0.15 ± 0.08	—	0.15	15
21. 8. 1957	0.05	—	0.10	—	0.15	—	0.15 ± 0.08	—	0.15	15
25. 6. 1958	0.05	0.05	0.05	—	0.15	—	0.15 ± 0.08	—	0.15	15
20. 8. 1958	—	—	0.10	—	0.10	—	0.10 ± 0.10	—	0.10	5
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty — <i>Intact ground vegetation, tree roots cut</i>										
10. 9. 1956	0.30	—	—	—	0.30	0.05	0.35 ± 0.13	0.05	0.40	30
21. 8. 1957	0.10	0.10	0.05	—	0.25	—	0.25 ± 0.14	—	0.25	15
24. 6. 1958	—	0.05	—	—	0.05	—	0.05 ± 0.05	—	0.05	5
20. 8. 1958	—	—	0.05	—	0.05	—	0.05 ± 0.05	—	0.05	5
Sammal poistettu — <i>Moss removed</i>										
10. 9. 1956	2.45	—	—	—	2.45	0.20	2.65 ± 0.53	0.30	2.95	80
21. 8. 1957	0.55	0.30	0.70	—	1.65	—	1.65 ± 0.36	0.20	1.85	65
25. 6. 1958	—	0.35	0.20	—	0.55	0.10	0.65 ± 0.21	0.35	1.00	40
20. 8. 1958	0.05	—	0.55	—	0.60	—	0.60 ± 0.15	0.05	0.65	40
Sammal poistettu, puiden juuret eristetty — <i>Moss removed, tree roots cut</i>										
10. 9. 1956	2.65	0.05	—	—	2.70	—	2.70 ± 0.57	0.15	2.85	75
20. 8. 1957	0.25	0.40	0.85	—	1.50	0.05	1.55 ± 0.35	0.20	1.75	65
24. 6. 1958	0.10	0.30	0.45	—	0.85	—	0.85 ± 0.28	0.10	0.95	50
20. 8. 1958	—	—	0.95	—	0.95	—	0.95 ± 0.22	0.10	1.05	55
Kivennäismaa paljastettu — <i>Mineral soil exposed</i>										
10. 9. 1956	2.15	0.05	—	—	2.20	0.05	2.25 ± 0.41	0.25	2.50	85
20. 8. 1957	0.75	1.25	0.75	—	2.75	0.10	2.85 ± 0.50	—	2.85	85
25. 6. 1958	0.05	1.25	0.40	—	1.70	0.25	1.95 ± 0.37	—	1.95	25
20. 8. 1958	0.15	0.10	1.50	—	1.75	0.10	1.85 ± 0.36	0.10	1.95	80
Kivennäismaa paljastettu, puiden juuret eristetty — <i>Mineral soil exposed, tree roots cut</i>										
10. 9. 1956	4.30	0.05	—	—	4.35	0.35	4.70 ± 0.81	0.25	4.95	90
20. 8. 1957	0.40	1.90	2.55	—	4.85	0.70	5.55 ± 0.56	0.65	6.20	100
25. 6. 1958	0.05	2.10	1.85	—	4.00	0.15	4.15 ± 0.58	0.10	4.25	100
20. 8. 1958	0.05	—	3.90	0.15	4.10	0.05	4.15 ± 0.51	—	4.15	95

Taulukko 8 jatk. Table 8 cont.

21. 6. 1957 perustetut koesarjat — Series of trials started on June 21, 1957										
Koskematon kasvipeite — Intact ground vegetation										
19. 8. 1957	7.70	1.10	—	—	8.80	0.20	9.00 ± 2.69	0.10	9.10	90
26. 6. 1958	0.20	0.10	—	—	0.30	—	0.30 ± 0.30	0.20	0.50	10
20. 8. 1958	—	0.30	0.10	—	0.40	—	0.40 ± 0.22	0.10	0.50	30
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty — Intact ground vegetation, tree roots cut										
17. 8. 1957	5.00	0.30	—	—	5.30	—	5.30 ± 1.41	—	5.30	90
26. 6. 1958	—	0.30	0.10	—	0.40	—	0.40 ± 0.22	—	0.40	30
20. 8. 1958	0.10	0.20	0.70	—	1.00	—	1.00 ± 0.49	—	1.00	50
Sammal poistettu — Moss removed										
17. 8. 1957	3.80	0.10	—	—	3.90	0.10	4.00 ± 1.23	—	4.00	100
26. 6. 1958	0.30	1.40	—	—	1.70	—	1.70 ± 0.97	0.30	2.00	60
20. 8. 1958	—	0.60	0.80	—	1.40	—	1.40 ± 0.79	0.70	2.10	50
Sammal poistettu, puiden juuret eristetty — Moss removed, tree roots cut										
19. 8. 1957	5.30	0.80	—	—	6.10	0.40	6.50 ± 1.41	0.10	6.60	100
26. 6. 1958	0.20	2.40	0.40	—	3.00	—	3.00 ± 0.93	0.20	3.20	90
20. 8. 1958	—	0.70	2.20	—	2.90	—	2.90 ± 0.88	0.60	3.50	90
Kivennäismaa paljastettu — Mineral soil exposed										
19. 8. 1957	1.80	0.50	—	—	2.30	0.10	2.40 ± 0.83	—	2.40	70
26. 6. 1958	—	0.80	—	—	0.80	—	0.80 ± 0.33	0.50	1.30	50
20. 8. 1958	0.10	0.30	0.50	—	0.90	—	0.90 ± 0.31	0.10	1.00	60
11. 5. 1959 perustettu koesarja — Series of trials started on May 11, 1959										
Koskematon kasvipeite — Intact ground vegetation										
11. 9. 1959	0.05	—	—	—	0.05	—	0.05 ± 0.02	—	0.05	5

nia. Sen sijaan kivennäismaalle nousi mainittuna vuonna tässäkin metsikössä taimia niukasti. Myös läheisellä kulotetulla alueella saatiin paljastetulle kivennäismaalle suoritetuista koekylvöistä heikkoja tuloksia (YLI-VAKKURI 1960 a); syynä niihin olivat todennäköisesti ainakin osittain rankkasateet. Mahdollisesti ne olivat aiheuttaneet samanlaista tuhoa myös puuston suojassa, tai sitten alueella esiintyi jokin muu yleinen tuho tuona kasvukautena. Vaikkakin taimet yleensä herkästi tuhoutuivat, osa niistä pysyi hengissä ja kehittyi edelleen. Vuonna 1956 oli etenevä kehitys selvintä koesarjassa, jossa ulkopuolista kilpailua oli vähennetty poistamalla kasvipeite ja humus sekä eristämällä puiden juuret kylvökohdista.

Tutkimusmetsiköt 14, 14 a, b ja 15

Tutkimusmetsikkö 14 oli väljennetty 90-vuotias kuusikko (kuva 12), joka sijaitsi Ilmajoella Tolppaharjun tilan kotipalstalla. Kokeet keskitettiin 20 aarin suuruiselle näytealalle. Metsikkö oli näytealan lähiympäristössä suunnilleen samanlaista kuin näytealalla. Lähimmän metsikkörajan muodosti



Kuva 12. Tutkimusmetsikkö 14, väljennetty 90-vuotias kuusikko. Ilmajoki, Tolppaharjun tila. Valok. Pellervo Arponen.

Fig. 12. Tree stand 14, an opened up 90-year-old spruce stand. Ilmajoki, Tolppaharju farm. Photo: Pellervo Arponen.

näytealalta 25 m etelään sijaitseva 125-vuotias, harvaan suojuspuuasentoon hakattu kuusikko, tutkimusmetsikkö 14 b. Tutkimusmetsikkö 14 a rajoittui molempiin edellä mainittuihin metsikköihin.

Puusto oli kauttaaltaan entistä alikasvosta. Metsikössä oli suoritettu vuonna 1953 väljennyshakkaus ja hakkausalan raivaus. Aluskasvillisuudesta kuului 70 % sammal-varpulaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Hylocomium splendens* — *Vaccinium vitis-idaea* + *Vaccinium myrtillus*) ja 30 % niukkavarpuiseen sammal-heinälaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Hylocomium splendens* — *Deschampsia flexuosa*).

Näytealalle perustettiin 29. 6. 1956 yhteensä 140 näyteympyrää käsittävät kuusen koekylvöt, joiden laatu ja tulokset ilmenevät taulukosta 9.

Taimia syntyi tässäkin väljennetyssä kuusikossa koskemattomaan kasvipeitteeseen niukasti. Ensimmäisenä syksynä suoritettu inventointi osoitti, että pääosa koskemattoman kasvipeitteen näyteympyröistä oli taimettomia ja että taimia yleensäkin koskemattomassa kasvipeitteessä esiintyi vähän, keskimäärin alle 1 % kylvetystä siemenmäärästä. Syntynyt taimiaines ei vakiintunut, vaan väheni seuraavina kasvukausina. Puiden juurten katkomisella ei näyttänyt olevan vaikutusta taimien syntymiseen eikä säilymiseen. Vuoden 1955 runsaasta

Taulukko 9. Tuloksia kuusen koekylvöistä väljennetyssä 90-vuotiaassa kuusikossa. Kokeet perustettu 29. 6. 1956. Kukin koesarja käsitti 20 toistoa à 100 siementä. Tutkimusmetsikkö 14, Ilmajoki, Tolppaharju.

Table 9. Results of trial seedings of spruce in an opened up, 90-year-old spruce stand. The trials were started on June 29, 1956. Each series of experiments consisted of 20 replications of a batch of 100 seeds. Tree stand 14, Ilmajoki, Tolppaharju.

Havaintojen ajankohta <i>Date of observations, day, month, year</i>	Normaalisti kehittyneet <i>Normally developed</i>				Vaurioi- tuneet ja sairaat <i>Damaged and diseased</i>	Elävät <i>Living</i>	Kuolleet <i>Dead</i>	Kaik- kiaan <i>Total</i>	Taimellisia näyteym- pyröitä, % <i>Sample circles car- rying living seedlings, %</i>	
	Kehitysasteet <i>Stages of development</i>		Yhteensä <i>Total</i>	b						aa-b	c	aa-c
	aa	ab	ac		ad	aa-ad				
Taimia näyteympyrää kohden keskimäärin, kpl <i>Average number of seedlings per sample circle</i>										
Koskematon kasvipeite — <i>Intact ground vegetation</i>										
4. 9. 1956	0.55	—	—	—	0.55	0.10	0.65 ± 0.26	—	0.65	30
9. 9. 1957	—	0.05	0.50	—	0.55	—	0.55 ± 0.23	0.10	0.65	30
16. 9. 1958	—	—	0.20	—	0.20	—	0.20 ± 0.12	—	0.20	15
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty — <i>Intact ground vegetation, tree roots cut</i>										
4. 9. 1956	0.75	—	—	—	0.75	0.05	0.80 ± 0.37	—	0.80	40
9. 9. 1957	0.20	—	0.35	—	0.55	0.05	0.60 ± 0.32	—	0.60	20
16. 9. 1958	—	—	0.15	—	0.15	—	0.15 ± 0.11	—	0.15	10
Sammal poistettu — <i>Moss removed</i>										
4. 9. 1956	8.35	—	—	—	8.35	0.55	8.90 ± 1.47	0.55	9.45	100
9. 9. 1957	0.15	0.35	2.20	0.25	2.95	0.10	3.05 ± 0.53	0.35	3.40	85
16. 9. 1958	—	—	1.60	0.20	1.80	0.05	1.85 ± 0.40	—	1.85	75
Sammal poistettu, puiden juuret eristetty — <i>Moss removed, tree roots cut</i>										
4. 9. 1956	8.20	0.05	—	—	8.25	0.30	8.55 ± 1.17	0.20	8.75	100
9. 9. 1957	0.20	—	3.95	—	4.15	0.05	4.20 ± 0.71	0.25	4.45	85
16. 9. 1958	—	—	2.70	—	2.70	—	2.70 ± 0.59	—	2.70	80
Kivennäismaa paljastettu — <i>Mineral soil exposed</i>										
4. 9. 1956	2.30	—	—	—	2.30	0.15	2.45 ± 0.46	0.05	2.50	80
10. 9. 1957	0.15	0.50	1.65	—	2.30	0.20	2.50 ± 0.46	0.15	2.65	90
16. 9. 1958	0.05	0.10	2.05	0.05	2.25	—	2.25 ± 0.43	—	2.25	85
Kivennäismaa paljastettu, puiden juuret eristetty — <i>Mineral soil exposed, tree roots cut</i>										
4. 9. 1956	2.30	0.10	—	—	2.40	0.05	2.45 ± 0.39	0.10	2.55	85
10. 9. 1957	0.20	0.40	1.60	—	2.20	—	2.20 ± 0.46	—	2.20	80
16. 9. 1958	0.10	0.40	1.85	0.10	2.45	0.05	2.50 ± 0.44	0.05	2.55	85

siemensadosta peräisin olevia 2-vuotiaita kuusen taimia tavattiin syksyllä 1956 niukasti keskimäärin 0.6 tainta näyteympyrässä. Pääosasta ympyröitä, 86 %:sta, ne puuttuivat.

Humusalustalle syntyi taimia huomattavasti runsaammin kuin koskematto-
maan kasvipeitteeseen eli lähes 9 % kylvetystä siemenmäärästä. Taimimää-

rissä havaittu ero oli erittäin merkitsevä. Syntynyt taimiaines väheni kuitenkin nopeasti seuraavina vuosina. Näissä olosuhteissa havaittiin jonkin verran sairaita ja kuolleita taimia, niiden joukossa myöskin tynkiä ja neulasrikkaisia. Puiden juurien eristämällä ei ollut taimien syntymiseen eikä niiden säilymiseen ja kehittymiseen selvää vaikutusta.

Kivennäisalustalla havaittiin taimia ensimmäisen kasvukauden lopussa varsin niukasti eli 2.5 % kylvetystä siemenmäärästä, siis vähemmän kuin humus-
alustalla, mutta enemmän kuin koskemattomassa kasvipeitteessä. Nämä taimimäärissä havaitut erot olivat erittäin merkitseviä. Puiden juurien eristäminen ei lisännyt kivennäismaallakaan taimien määrää. Taimet näyttivät säilyneen molemmissa koesarjoissa hyvin. Tähän tulokseen vaikutti vähäiseltä osalta myös luontainen taimettuminen, sillä näyteympyröissä esiintyi ensimmäisenä kasvukautena keskimäärin 0.1 luontaisesti syntyntä kuusen tainta sekä toisena ja kolmantena kasvukautena 0.4 tainta. Toisena ja etenkin kolmantena kasvukautena esiintyi kivennäismaalla lisäksi hieman koivun taimia, vuonna 1958 0.7 näyteympyrää kohden, sekä muutamia männyn taimia.

Taimien kehitys oli ensimmäisenä kasvukautena kaikissa näyteympyröissä hidasta, mikä ilmeni siitä, että sirkkasilmu jäi yleensä puhkeamatta. Seuraavan kasvukauden lopulla oli pääverso jo selvästi kehittynyt. Kolmannen kasvukauden inventointi osoitti, että taimet olivat hentoja, koska niihin ei ollut yleensä kehittynyt sivuversoja. Olosuhteet kuitenkin tekivät mahdolliseksi säilyneiden taimien etenevän kehityksen.

Taimien niukka syntyminen ja se, ettei jälki-itämistä havaittu ainakaan merkittävästi tapahtuneen, osoittaa, että tuhoutuminen ennen taimien ilmestymistä oli lopullista.

T u t k i m u s m e t s i k k ö 14 a oli laikutettu, suojuspuuasentoon hakattu 125-vuotias kuusivaltainen metsikkö (kuva 13), joka sijaitsi edellisen metsikön välittömässä läheisyydessä Ilmajoella ja poikkesi tästä pääasiallisesti puustonsa puolesta. Aluskasvillisuudesta kuului 11. 9. 1957 tehtyjen havaintojen mukaan 55 % sammal-heinälaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Hylocomium splendens* — *Deschampsia flexuosa*) ja 45 % sammal-varpulaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Hylocomium splendens* — *Vaccinium vitis-idaea* + *Vaccinium myrtillus*). Kokeiden sijaintipaikasta 20 m koilliseen kasvoi 90-vuotias väljennetty kuusikko, 70 m luoteeseen oli maantie ja sen takana avohakkausala. Metsikössä oli suoritettu harvennushakkausia vuosina 1925, 1932 ja 1945—1946 sekä suojuspuuhakkaus hakkuukautena 1954—1955. Viimeisessä hakkuussa poistettiin 45 k-m³/ha ja sitä edellisessä 35 k-m³/ha eli yhteensä 80 k-m³/ha. Lisäksi metsikössä suoritettiin maanpinnan laikutus syksyllä 1954 ja hakkausalan raivaus seuraavana vuonna. Raivauksen yhteydessä kerättiin latvusten järeimpiä osia polttopuiksi ja kasattiin oksia. Metsikkö tuotti siementä erittäin runsaasti keväällä 1955. Sen jälkeinen kasvukausi oli vähäsateinen, alkupuoleltaan viileä ja loppuosaltaan normaalia lämpimämpi (taulukko 2).



Kuva 13. Tutkimusmetsikkö 14 a, laikutettu, suojuspuuasentoon hakattu 125-vuotias kuusivaltainen metsikkö, jossa laikkujen tarkastus parhaillaan käynnissä. Ilmajoki, Tolppaharjun tila. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Fig. 13. Tree stand 14 a, a spruce-dominated stand, age 125 years, scarified in patches, cut under the shelterwood system. Survey of the scarified patches in progress. Ilmajoki, Tolppaharju farm. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.

Metsikköön merkittiin vuonna 1956 umpimähkäisesti 60 laikkuja käsittävä alue, jonka taimettumista lähemmin tutkittiin. Syksyllä 7. 9. 1956 suoritettu inventointi antoi seuraavan tuloksen:

	Kuusi	Mänty	Koivu	Taimellisia laikkuja, %
Eläviä taimia keskimäärin laikussa, kpl	7.03	0.03	0.05	95
Eläviä taimia, kpl/m ²	53.9	0.3	0.4	

Kaikki kuusen taimet olivat sirkkataimiasteella kuuluen kehitysluokkaan aa. Sairaita taimia ei laikuissa havaittu, kuolleita esiintyi kahdessa laikuissa, kuitenkin vain yksi kummassakin. Laikuista oli 22 % uusien hakkutähteiden peitossa.

Vuoden kuluttua, syksyllä 1957 suoritettussa tarkastuksessa, jossa laikuista sekä erikseen niiden viereen nurin käännetyistä turpeista laskettiin 3-vuotiaat kuusen taimet, oli taimellisia laikkuja 97 % ja taimia edelleen yhtä runsaasti kuin edellisenä vuonna eli keskimäärin 7.03 tainta laikussa. Taimet olivat tällöin virkeitä ja niihin oli yleensä kehittynyt sirkkavarren jatkeeksi pääversoa (kehitysluokkaa ac). Suotuisan kehityksen havaittiin jatkuneen edelleen seuraavana-

kin kasvukautena. Sairaita ja kuolleita taimia esiintyi edelleen niukasti. Laikkujen viereen nurin käännetyissä turpeissa oli 8.6 kuusen tainta neliometriä kohden. Laikkujen välialueella koskemattoman pintakasvillisuuden seasta löydettiin seuraavana syksynä 1958 0.4 kuusen tainta neliometriä kohden. Edellisenä syksynä niitä oli havaittu vieläkin vähemmän. Näytekohdista, jotka olivat yhden neliometrin suuruisia, oli vuonna 1958 70 % tyhjiä. Edellä olevan perusteella on taimettuminen ollut erilaisilla alustoilla seuraavanlaisten suhdelukujen mukaista:

Kivennäismaa	1000
Nurinkäännetty kangasturve . .	160
Koskematon kasvipeite	7

Vallinneissa olosuhteissa johti runsas siemensato tyydyttävään taimettumiseen siis vain sillä edellytyksellä, että maanpintaa oli rikottu.

Tutkimusmetsikkö 14 b oli kevyesti äestetty, suojuspuuasentoon hakattu 125-vuotias kuusivaltainen metsikkö (kuva 14), joka sijaitsi kahden edellisen metsikön välittömässä naapurisuudessa ja erosi näistä pääasiallisesti vain puuston harvemman asennon puolesta. Kokeiden sijaintipaikasta 15 metriä pohjoiseen kasvoi edellä mainittu 90-vuotias kuusikko. Aluskasvillisuudesta



Kuva 14. Tutkimusmetsikkö 14 b, kevyesti äestetty, suojuspuuasentoon hakattu 125-vuotias kuusivaltainen metsikkö kolmantena kasvukautena hakkuusta. Deschampsia flexuosa on rehevöitynyt hakkuun vaikutuksesta. Ilmajoki, Tolppaharjun tila. Valok. Pellervo Arponen.

Fig. 14. Tree stand 14 b, a 125-year-old spruce-dominated stand, cut under the shelterwood system three years previously; the ground harrowed slightly. Deschampsia flexuosa has become luxuriant because of the felling. Ilmajoki, Tolppaharju farm. Photo: Pellervo Arponen.

kuului 10. 9. 1957 suoritettujen havaintojen mukaan 65 % sammal-varpulaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Hylocomium splendens* — *Vaccinium vitis-idaea* + *Vaccinium myrtillus*) ja 35 % sammal-heinälaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Hylocomium splendens* — *Deschampsia flexuosa*).

Metsikössä oli suoritettu samanlaisia hakkuita kuin metsikössä 14 a, mutta poistettu kahdessa viimeisessä puita enemmän kuin siinä eli vuonna 1945—1946 25 k-m³/ha ja 1954—1955 95 k-m³/ha siis yhteensä 120 k-m³/ha. Lisäksi metsikössä oli suoritettu syksyllä 1954 maanpinnan muokkaus äestämällä alue kevyesti jousiäkeellä. Hakkausalan raivaus, jonka yhteydessä kerättiin polttopuiksi latvuksia ja kasattiin oksia, suoritettiin vuonna 1955. Metsikköön asetettiin syksyllä 1956 20 näyteympyrää käsittävä sarja luonnonsiemennyksestä syntyneiden taimien määrän selvittämiseksi. Siementä varisi runsaasti keväällä 1955.

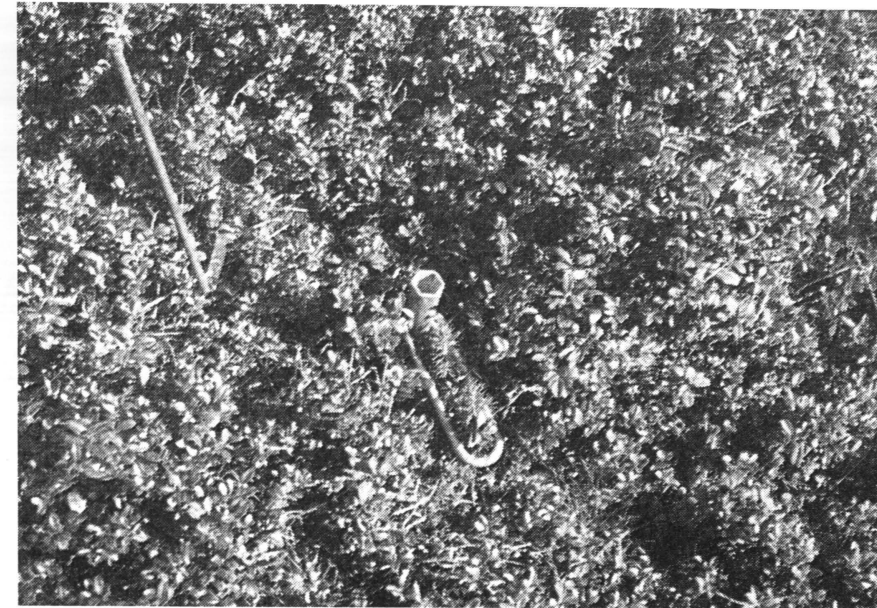
Äestetyt alueen luonnonvaraista taimettumista valaisee seuraava asetelma:

Havainnon ajankohta	Eläviä taimia, kpl/m ²	Taimellisia näyteympyröitä, %	Kuolleita taimia, kpl/m ²
7. 9. 1956	4.6	55	0.2
10. 9. 1957	7.4	65	0.6
16. 9. 1958	5.7	60	—

Taimien kehitys oli koko havaintokauden aikana etenevää. Syksyllä 1958 esiintyi monissa taimissa jo ensiasteen, muutamissa toisen asteen sivuhaaroja. Pääosa taimista oli kuitenkin tähän mennessä kasvanut vain haaratonta pääversoa.

Metsänomistaja kertoi olleensa äestykseen tyytymätön, koska maan pinta oli vain vähän rikkoutunut. Havaintoja tehtäessä äestys voitiin havaita vasta, kun sen suorittamisesta oli nimenomaan mainittu. Kuitenkin näinkin vaatimatonta maan pinnan rikkominen oli johtanut riittävään taimettumiseen. Taimettuminen oli todella äestyksen ansiota, mikä voitiin todeta siitä, että taimet olivat keskittyneet äkeen piikkien vetämiin kapeisiin viiruihin (kuva 15). Tässä ja edellisessä metsikössä saatiin suotuisa tulos siis siten, että maata muokattiin ennen siemenvuotta ja puusto hakattiin siemenen varisemista edeltäneenä talvikautena harvaan asentoon.

Tutkimusmetsikkö 15 oli väljennetty 90-vuotias kuusivaltainen metsikkö, joka sijaitsi kuusivaltaisella metsäalueella seurakunnan omistamalla maalla Ilmajoella. Kokeet keskitettiin 15 aarin suuruiselle näytealalle. Metsikkö oli koepaikan välittömässä läheisyydessä samanlaista kuin näytealalla. Aluskasvillisuudesta kuului 90 % sammal-varpulaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Hylocomium splendens* — *Vaccinium vitis-idaea* + *Vaccinium myrtillus*) ja 10% niukkavarpuiseen sammal-heinälaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Hylocomium splendens* — *Deschampsia flexuosa*). Metsikössä



Kuva 15. Keskellä kuvaa on metallilinkin rajoittamana kevyen äestyksen aikaansaamaan viiruun syntyneitä 3-vuotiaita kuusen taimia. Tutkimusmetsikkö 14 b, Ilmajoki, Tolppaharjun tila. Valok. Pellervo Arponen.

Fig. 15. 3-year-old spruce seedlings surrounded by a metal link in the center of the photo. The seedlings had emerged in a strip formed by slight harrowing. Tree stand 14 b, Ilmajoki, Tolppaharju farm. Photo: Pellervo Arponen.

oli suoritettu väljennyshakkaus vuonna 1950, jolloin oli saatu koivutukkeja ja pinotavaraa. Poistettu puumäärä oli ollut kaikkiaan 95 k-m³/ha, josta koivua 82 % ja kuusta 18 %. Lisäksi metsiköstä oli poistettu alikasvos vuonna 1955 suoritettussa hakkausalan raivauksessa.

Metsikköön perustettiin 4. 7. 1956 yhteensä 160 näyteympyrää käsittävät kuusen koekylvöt. Kokeiden laatu ja niiden antamat tulokset selviävät taulukosta 10.

Tutkimusmetsikössä havaittiin kokeita perustettaessa taimiainesta, joka näytti syntyneen kevään 1955 runsaan siemensadon tuloksena. Syksyllä 1956, jolloin nämä taimet inventoitiin ja samalla poistettiin, oli niiden määrä koskemattomassa kasvipeitteessä 70 näyteympyrän perusteella laskien 2.0 ympyrää kohden. Taimellisia ympyröitä oli 53 %. Tarkkailuympyrät osoittivat, että metsikköön ilmestyi koeaikanaakin uusia taimia seuraavasti:

	Koeaikana luontaisesti syntyneitä taimia keskimäärin näyteympyrää kohden, kpl			Näyteympyröitä, kpl
	5. 9. 1956	6. 9. 1957	9. 9. 1958	
Koskematon kasvipeite	0.1	0.9	0.6	30
Kivennäismaa	—	0.4	0.8	10

Myöskin humusalustaisiin näyteympyröihin lienee ainakin toisena ja kolmantena kasvukautena syntynyt jonkin verran luontaisesta siementymisestä peräisin olevia taimia. Tähän viittaavat ympyröistä tavatut aivan kehityksensä alkuvaiheessa olleet taimet. Niitä esiintyi kuitenkin vähän, kuten taulukosta 10 ilmenee. Osa niistä on sitä paitsi saattanut syntyä kylvetyn siemenen jälki-itäessä.

Luontaista taimettumista valaisevat luvut osoittavat, että tässä metsikössä olivat olosuhteet uudistumiseen suotuisimmat kuin eräissä muissa tutkituissa kuusikoissa. Tämä johtui ehkä siitä, että metsikössä kosteusolot olivat tavallista edullisemmat, mikä ilmeni aluskasvillisuudestakin, jossa esiintyi mm. joitakin karhunsammallaikkuja. Siitä päätellen, että tutkimusmetsikössä syntyi koivun taimia runsaasti humusalustaisiin näyteympyröihin, humuksen täytyi olla kosteussuhteiltaan suotuisaa. Myös koivun lehtikariketta oli alueelle pudonnut aikaisemmin runsaanlaisesti. Sekin lienee lisännyt koskemattoman kasvipeitteen taimettumisedellytyksiä. Koivun taimien esiintyminen erilaisilla alustoilla ilmenee lähemmin seuraavasta asetelmasta:

	Inventointi 6. 9. 1957			Inventointi 9. 9. 1958		
	Taimia kpl/m ²	Suhteellisen taimien tai- mimäärä	Taimellisia ympyröitä, %	Taimia kpl/m ²	Suhteellisen taimien määrä	Taimellisia näyte- ympyröitä
Puiden juuret eristämättä						
Koskematon kasvipeite	—	—	—	0	0	5
Humus	9	86	75	22	50	60
Kivennäismaa	73	695	90	334	764	100
Puiden juuret eristetty						
Koskematon kasvipeite	—	—	—	0	0	5
Humus	16	152	55	54	124	90
Kivennäismaa	105	1000	100	437	1000	100

Koekylvöistä syntyi koskemattomaan kasvipeitteeseen ensimmäisenä kasvukautena taimia 4—5 % kylvetystä siemenmäärästä eli siis hieman runsaammin kuin muissa aikaisemmin mainituissa kuusikoissa. Tähän lienevät vaikuttaneet ne syyt, jotka mainittiin luontaisen uudistumisen yhteydessä. Puiden juurten eristäminen ympyröistä ei vaikuttanut koskemattoman kasvipeitteen taimien syntyyn, mutta ilmeisesti jossain määrin vähensi taimien häviämistä seuraavina kasvukausina.

Humusalustalle, josta puiden juuria ei eristetty, syntyi taimia saman verran kuin koskemattomaan kasvipeitteeseen. Humusalustaiseen koesarjaan, josta puiden juuret oli eristetty, syntyi sen sijaan jonkin verran, tilastollisesti kuitenkin erittäin merkittävästi enemmän taimia kuin vastaavaan koskemattoman kasvipeitteen koesarjaan. Humusalustaisiin ympyröihin näytti lisäksi vakiintuvan suhteellisesti hieman runsaampi taimiainekas kuin koskemattoman kasvipeitteen ympyröihin.

Taulukko 10. Tuloksia kuusen koekylvöistä väljennetyssä kuusivaltaisessa 90-vuotiaassa metsikössä. Kokeet perustettu 4. 7. 1956. Kukin koesarja käsitti 20 toistoa à 100 siementä. Tutkimusmetsikkö 15, Ilmajoki, seurakunnan metsä.

Table 10. Results of trial seedings of spruce in an opened up, spruce-dominated, 90-year-old tree stand. The trials were started on July 4, 1956. Each series of experiments consisted of 20 replications of a batch of 100 seeds. Tree stand 15, Ilmajoki, parochial forest.

Havaintojen ajankohta <i>Date of observations, day, month, year</i>	Normaalisti kehittyneet <i>Normally developed</i>				Yhteensä <i>Total</i>	Vaurioituneet ja sairaat <i>Damaged and diseased</i>	Elävät <i>Living</i>	Kuolleet <i>Dead</i>	Kaikkiaan <i>Total</i>	Taimellisia näyteympyröitä, % <i>Sample circles carrying living seedlings, %</i>
	Kehitystasot <i>Stages of developement</i>		aa—ad							
	aa	ab	ac	ad	aa—ad	b	aa—b	c	aa—c	
Taimia näyteympyrää kohden keskimäärin, kpl <i>Average number of seedlings per sample circle</i>										
Koskematon kasvipeite — <i>Intact ground vegetation</i>										
5. 9. 1956	4.10	—	—	—	4.10	0.40	4.50 ± 1.03	—	4.50	90
6. 9. 1957	0.05	0.20	1.35	0.05	1.65	—	1.65 ± 0.49	0.15	1.80	50
9. 9. 1958	0.05	—	1.45	0.10	1.60	—	1.60 ± 0.47	0.05	1.65	60
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty — <i>Intact ground vegetation, tree roots cut</i>										
5. 9. 1956	3.50	—	—	—	3.50	0.55	4.05 ± 0.93	0.05	4.10	75
7. 9. 1957	0.60	0.25	2.80	—	3.65	0.05	3.70 ± 0.89	0.15	3.85	85
9. 9. 1958	—	—	2.00	0.20	2.20	—	2.20 ± 0.72	0.05	2.25	50
Sammal poistettu — <i>Moss removed</i>										
5. 9. 1956	3.40	—	—	—	3.40	0.50	3.90 ± 0.85	0.20	4.10	95
6. 9. 1957	0.70	1.30	1.00	—	3.00	0.05	3.05 ± 0.55	0.10	3.15	95
10. 9. 1958	0.15	0.15	1.85	0.05	2.20	0.20	2.40 ± 0.40	0.20	2.60	85
Sammal poistettu, puiden juuret eristetty — <i>Moss removed, tree roots cut</i>										
5. 9. 1956	5.05	—	—	—	5.05	0.25	5.30 ± 1.36	0.40	5.70	95
6. 9. 1957	0.70	0.70	2.50	—	3.90	0.15	4.05 ± 0.80	0.25	4.30	90
9. 9. 1958	0.15	0.05	3.85	0.15	4.20	0.05	4.25 ± 0.79	0.05	4.30	90
Kivennäismaa paljastettu — <i>Mineral soil exposed</i>										
5. 9. 1956	3.75	—	—	—	3.75	0.60	4.35 ± 0.73	0.35	4.70	85
6. 9. 1957	0.40	1.30	2.30	—	4.00	0.15	4.15 ± 0.81	0.20	4.35	90
10. 9. 1958	0.20	0.50	3.15	—	3.85	0.15	4.00 ± 0.85	0.35	4.35	80
Kivennäismaa paljastettu, puiden juuret eristetty — <i>Mineral soil exposed, tree roots cut</i>										
5. 9. 1956	6.75	—	—	—	6.75	0.85	7.60 ± 0.72	0.60	8.20	100
6. 9. 1957	0.40	0.75	5.35	—	6.50	0.05	6.55 ± 0.56	0.15	6.70	95
10. 9. 1958	0.35	0.65	4.55	0.55	6.10	0.15	6.25 ± 0.62	0.15	6.40	95

Kivennäismaalla puiden juurien eristäminen näyteympyröistä lisäsi taimia tilastollisesti erittäin merkittävässä määrin. Ilman tällaista toimenpidettä näihin näyteympyröihin syntyi sama määrä taimia kuin muihin vastaaviin koesarjoihin. Taimet säilyivät kivennäismaassa hyvin.

Tuhoja havaittiin jonkin verran kaikissa koesarjoissa, eniten kivennäismaalla ja vähiten koskemattomassa kasvipeitteessä. Myös tynkiä ja neulasrikkaisia tai-

mia esiintyi erityisesti ensimmäisenä kasvukautena. Taimet eivät kehittyneet ensimmäisenä kasvukautena sirkkataimiastetta pitemmälle. Toisena kasvukautena sirkkasilmu puhkesi ja pääverso kehittyi, mutta sivuversoja syntyi tänä, kuten seuraavanakin vuonna, vain poikkeuksellisesti. Vallinneissa olosuhteissa oli taimien etenevä kehitys kuitenkin mahdollista. Erityisesti on syytä panna merkille, että taimet ensimmäisenä kasvukautena ehtivät kehittyä varsin kestäviksi talvehtijoiksi vaikka kylvö suoritettiin myöhään. Suotuisat kosteusolot näyttävät siis varmistavan taimien säilymistä.

Tiivistelmä koetuloksista kuusikoissa

Kuusen taimien syntyä ja alkukehitystä tutkittiin kokeellisia menetelmiä käyttäen ja luontaista taimettumista havainnoiden seitsemässä kuusikossa tai kuusivaltaisessa metsikössä vuosien 1956—1959 välisenä aikana. Tutkimusmetsiköiden laatu käy selville taulukoista 3 ja 4 sekä sade- ja lämpöolot taulukoista 1 ja 2 ja kuvista 3 ja 5. Kokeiden laatu ja metsiköittäiset tulokset ilmenevät taulukoista 5—10. Kokeiden ja havaintojen päätulokset ovat seuraavat:

1. Koskemattomaan kasvipeitteeseen syntyi taimia yleensä niukasti ja syntyneet taimet hävisivät nopeasti. Taimia menehtyi etenkin ensimmäisenä ja toisena kasvukautena ja niiden välisenä talvehtimisaikana.

2. Sammalen poisto vaikutti edullisesti taimien syntymiseen ja säilymiseen.

3. Myös kivennäismaan paljastaminen lisäsi yleensä, joskaan ei aina, taimimista ja varmensi syntyneiden taimien säilymistä. Humusalustan taimettumiseen verrattuna tulos oli eräissä tapauksissa hieman parempi, usein samanlainen tai heikompi. Epäedullisina kasvukausina oli kivennäismaan paljastamisen vaikutus suhteellisesti tuntuvinta.

4. Taimien syntyminen ja säilyminen oli, joitakin poikkeuksia lukuunottamatta, yhtäläistä tai varmempaa sellaisissa koesarjoissa, joista puiden juuret eristettiin, kuin niissä, joista ei juuria eristetty. Tämä vaikutus tuntui yleensä selvimpänä kylvökohdissa, joista maan pintaa oli rikottu. Puiden juurten eristämisen vaikutus taimien syntymiseen ja säilymiseen ei kuitenkaan ollut erityisen tuntuva.

5. Viikoittain toistettu 4 mm:n kastelu, sammalen poisto ja puiden juurten eristäminen paransivat taimimista kuivahkona kesänä huomattavasti. Kastelun vaikutus oli tuntuvasti vähäisempää, jos sammal jätettiin poistamatta. Koskemattoman kasvipeitteen koesarjoissa, joista puiden juuria ei eristetty, ei kastelu lisännyt ensinkään taimimäärää.

6. Taimimisessa esiintyi huomattavaa vuosittaista vaihtelua. Kasvukautena, jonka kuluessa esiintyi pitkäkö sateinen ja lämmin kausi, syntyi taimia enemmän kuin vähäsateisempina kasvukausina. Milloin maa oli luontaisesti tavallista tuoreempaa, syntyi taimia vastaavasti runsaammin. Lisäksi ne säilyivät ja kehittyivät tavallista paremmin.

7. Taimia ilmestyi metsikköihin myöhään kylvöajankohdasta kutakuinkin riippumatta vasta heinäkuun lopussa elokuun alussa, väljennetyssä metsikössä hieman nopeammin kuin tiheässä. Taimien kehitys oli harvassa metsikössä jonkin verran nopeampaa kuin tiheässä ja aukealla (kulotetulla) alueella (vrt. YLI-VAKKURI 1961 a) nopeampaa kuin puuston suojassa. Ensimmäisenä kasvukautena taimet eivät yleensä kehittyneet puustoisilla alueilla sirkkataimiastetta pitemmälle. Seuraavana kasvukautena sirkkasilmu puhkesi ja siitä kehittyi kappale pääversoa. Sivuversoja syntyi tänä ja seuraavana vuonna vain poikkeuksellisesti, pääverso sen sijaan saattoi kyllä pidentyä.

8. Myöhäinen, heinäkuun alussa suoritettu kylvö johti puustoisella alueella yhtä hyvään tai parempaan tulokseen kuin aikaisemmin 15. 5., 1. 6. ja 15. 6. suoritettut.

9. Maanpinta oli tiheässä kuusikossa ja väljennetyssä kuusivaltaisessa metsikössä, varsinkin kasvukauden alkupuolella, liian kylmää, jotta siemen olisi voinut itää nopeasti.

10. Neulasrikkoisia ja tynkätaimia, jotka oli katkaistu sirkkasilmun alapuolelta ja jotka siis olivat kehityskelvottomia, tavattiin jonkin verran, mutta ei runsaasti. Eniten niitä havaittiin kohdissa, missä maanpintaa oli rikottu.

11. Vuonna 1955 sattunut runsas siemensato ei johtanut koskemattoman kasvipeitteen tydyttävään taimettumiseen, vaikka puustoa vähennettiin hyvin huomattavasti. Taimia syntyi sen sijaan runsaasti niihin kohtiin, joissa maanpintaa oli siemenvuotta edeltäneenä syksynä rikottu laikuttaen tai äestäen. Maanpinnan rikkomisen osoittautui siis tutkituissa tapauksissa uudistumisen onnistumisen kannalta välttämättömäksi toimenpiteeksi.

12. Kylvökohtiin, joissa maanpintaa oli rikottu, syntyi kaikissa metsiköissä, tiheissä kuusikoissakin, koivun taimia; kivennäisalustalle enemmän kuin humusalustalle. Koskemattomaan kasvipeitteeseen ilmestyi koivun taimia sen sijaan hyvin niukasti. Erityisesti kivennäismaalla puiden juurten eristäminen paransi koivun taimimista.

Suoritettut koekylvöt, jotka varsin suotuisissakin oloissa saattoivat johtaa heikonlaiseen tulokseen, antoivat aiheen otaksua, että osa maahan pannuista siemenistä mahdollisesti tuhoutuksi itämisvaiheessa tai ennen sitä. Tämän oletuksen aiheuttamien kokeiden tuloksia kuusikoista ja männiköistä selostetaan tuonnempana.

Koekylvöjen tuloksia erilaisissa männiköissä

Kokeita suoritettiin viidessä eri metsikössä, joiden laatua sivulla 54 oleva taulukko 11 lähemmin valaisee. Kaikki metsiköt olivat puhtaita männiköitä ja sijaittivat tasaisilla kivettömällä tai vähäkivisillä kankailla. Tutkimusmetsikössä 13 oli 40 cm:n paksuisen hienojakoisen maakerroksen alla kivikkoista soramaata. Ennen asetelmassa mainittuja hakkuita oli vain tutkimusmetsikössä 11 esiin-

Taulukko 11. Tietoja männiköistä, joissa suoritettiin koekylvöjä ja muita tutkimuksia.
Table 11. Data on pine stands, in which trial seedings and other studies were carried out.

Havainnon laatu Type of observation	Metsikön n:o — Number of tree stand						
	11	12	13	16	17	68	69
	Sijainti — Locality						
	Ahtani	Kauhajoki	Kauhajoki	Ilmajoki	Orivesi	Orivesi	Juupajoki
Korkeus merenpinnasta, m Elevation above sea level, m	200	135	140	64	160	160	143
Maalaji ¹ Soil class ¹	KHt	HHk	KHt	HHk	HHk	HHk	HHk
Kivisyysluokka ² Class of stoniness ²	I	I	I	I	I	I	I
Kivisyysindeksi Depth index (Viro 1952)	29.1	29.8	21.6	29.8	29.4	30.0	30.0
Humus A ₀ , cm Humus A ₀ , cm	2.5	1.9	2.4	2.5	2.3	2.6	2.5
Valkomaa A ₂ , cm Leached layer A ₂ , cm	11	7	11	5	6	2	2
Rikastumiskerros B ₁ , cm Illuvial horizon B ₁ , cm	10	21	7	13	32	17	15
Metsätyyppi Forest site (Cajander 1949) ³	VT	CT	CT	VT	VT	VT	VT
Puusto Growing stock							
Ikä, v Age, years	105	95	100	40	85	—	100
Valtapituus, m Dominant height, m	21	19	19	13	20	—	22
Runkoluku, kpl/ha Number of trees/hectare	50	245	38	2 110	640	—	200
Kuutiomäärä, m ³ /ha Volume, cu.m./hectare	40	78	19	158	200	—	165
Pohjapinta-ala, m ² /ha Basal area, sq.m./hectare	4.3	..	2.0	24.9	21.7	—	..
Latvuston peittävyys, % Canopy cover, %	7	28	5	75	50	—	51
Hakkuut Cuttings							
Hakkuuvuosi Cutting year	1948	1947	1952	1947	1952	1953	1955
Hakkuumäärä, m ³ /ha Cutting quantity, cu.m./hectare	170	55	..	20	35	..	60

¹ KHt — karkea hieta — *fineland*, HHk — hieno hiekka — *sand*

² I — vähäkivinen — *almost stoneless*

³ VT — *Vaccinium-type*, CT — *Calluna-type*

Taulukko 12. Tutkimusmetsiköiden aluskasvillisuuden kasvilajit sekä niiden esiintymisrunsaus ja peittävyys. Männiköt.

Table 12. Species of the ground vegetation, their frequency and cover, in the tree stands studied. Pine stands.

Kasvilaji Species of plant	Tutkimusmetsikön n:o — Tree stand				
	11	12	13	16	17
	Frekvenssi: peittävyys — Frequency: cover				
<i>Cladonia rangiferina</i>	24: 2	73: 16	35: 4		45: 1
<i>Cladonia silvatica</i>	23: 1	80: 10	57: 8		12: 0
<i>Cladonia alpestris</i>	1: 0	2: 0		3: 0	
<i>Cladonia spp.</i>	13: 0		20: 0		
<i>Cetraria islandica</i>			7: 1		
Peittävyys yht. — Total cover	3	26	13	0	1
<i>Ceratodon purpureus</i>	11: 1				
<i>Dicranum undulatum</i>	55: 5	77: 9	88: 23	68: 8	83: 5
<i>Dicranum spp.</i>	56: 7	10: 1	8: 3	20: 0	42: 0
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	1: 0			10: 0	
<i>Pleurozium Schreberi</i>	100: 52	95: 53	93: 35	95: 37	100: 78
<i>Hylocomium splendens</i>	10: 1		2: 0	73: 19	12: 1
<i>Polytrichum commune</i>	1: 0	2: 0	2: 0	3: 0	
Peittävyys yht. — Total cover	66	63	61	64	84
<i>Deschampsia flexuosa</i>	11: 1				
Peittävyys yht. — Total cover	1				
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	100: 32	100: 26	95: 15	100: 28	100: 20
<i>Vaccinium myrtillus</i>	1: 0	23: 1	2: 0	23: 3	
<i>Calluna vulgaris</i>	1: 0	48: 9	92: 32	8: 1	93: 18
<i>Empetrum nigrum</i>		13: 2		13: 0	65: 8
Peittävyys yht. — Total cover	32	38	47	32	46

Muita lajeja — Other species: *Peltigera aphthosa* (11; 9:0), *Luzula pilosa* (11; 3:0), *Chamaenerion angustifolium* (11; 9:0), *Melampyrum pratense* (11; 1:0), *Rubus idaeus* (11; 1:0), *Linnaea borealis* (11; 1:0).

tynyt jonkin verran kuusta sekapuuna. Muissa metsiköissä oli tällöin vain joi-takin matalia alikasvoskuusia.

Puolukkatyyppin männiköissä kasvoi pohjakerroksessa jotakuinkin yhtenäinen *Pleurozium Schreberi* + *Dicranum*-matto. Kenttäkerroksen varvusto oli myös jotakuinkin tasaisesti jakaantunut, vain jonkin verran esiintyi niukkavarpuisia alueita ja vain vähän kokonaan varvuttomia laikkuja. Kanervatyyppin männiköissä oli vallitsevana *Pleurozium Schreberi* + *Dicranum* — *Vaccinium vitis-idaea* + *Calluna vulgaris*-laikkuosakasvusto, mutta sen ohella esiintyi huomattavan runsaana laikkuosakasvusto, jossa pohjakerroksessa oli *Cladonia* ja kent-

täkerroksessa edellämainittuja varpuja. Lähemmin selviävät kasvilajit, niiden yleisyys ja peittävyys sivulla 55 olevasta taulukosta 12. Koeaikana vallinneita sade- ja lämpöoloja valaisevat kuvat 3, 4, 5 ja 6 sekä taulukot 1 ja 2.

Tutkimusmetsikkö 11

Tutkimusmetsikkö 11 oli pienehkö siemenpuuala (kuva 16), joka sijaitsi Ähtärissä Tuomarniemen hoitoalueessa rajoittuen vanhaan luonnontilaiseen aarnimetsäalueeseen ja nuoriin metsänviljelyksiin. Lähimmän jyrkän metsikkörajan muodosti aarnimetsä, jossa kasvoi 200-vuotiaitten mäntyjen seassa runsaasti vanhoja hidaskasvuisia kuusia. Alueella, jossa vuoden 1956 ja 1957 kokeet sijaitsivat, kuului aluskasvillisuudesta 95 % sammal-varpu-laikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Dicranum spp.* — *Vaccinium vitis-idaea*) ja 5 % sammallaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* — *Dicranum spp.*). Vuoden 1958 koepaikalla aluskasvillisuudesta kuului 70 % edelliseen ja 10 % jälkimmäiseen laikkuosakasvustoon; heinittynyt (*Deschampsia flexuosa*) sammallaikkuosakasvusto käsitti loput eli 20 %.

Metsikköön perustettiin 19. 6. 1956 yhteensä 60 näyteympyrää käsittävät männyn ja kuusen koekylvöt. Seuraavana vuonna 26. 9. 1957 kylvettiin lisäksi 60 näyteympyrää käsittävät männyn koesarjat. Kylvöajankohdan ja kastelun vaikutuksen selvittämiseksi perustettiin vuonna 1958 60 näyteympyrää käsittävät männyn kokeet, jotka inventoitiin aluksi kahden viikon väliajoin. Kastelun vaikutusta kokeiltiin 1. 6. kylvettyyn koesarjaan. Näyteympyrät kasteltiin kerran viikossa 1. 6. alkaen käyttäen kulloinkin litra vettä näyteympyrää kohden. Kastelukertoja kertyi kesän mittaan 15, joten jokainen ympyrä sai kastelun ansiosta 15 litraa vettä, mikä vastaa 60 mm:n sademäärää. Kasteluvesi saatiin läheisen suon reunassa olevasta kuopasta. Kuoppaa pidettiin peitettyinä, jottei vesi pääsisi lämpenemään. Mittauksin todettiin veden pysyvän maanlämpöisenä. Eri ajankohtina järjestettyjen kokeiden laatu ja tulokset ilmenevät taulukosta 13.

Järjestettäessä koekylvöjä poistettiin kylvökohdista luontaisesti syntyneet taimet. Tällöin saatiin muutamia tietoja siemenpuualan siihenastisesta luonnovaraisesta taimettumisesta. Kesällä 1956 perustetut näyteympyrät, joita oli 60, osoittivat, että taimia, joiksi tässä on luettu kaikki 30 cm:n pituiset ja sitä pienemmät männyn taimet, esiintyi keskimäärin 0.28 tainta ympyrää kohden ja että taimellisten ympyröiden määrä oli 20 %. Kesällä 1957 tehtiin vastaavat havainnot 20 näyteympyrästä. Tällöin todettiin, että männyn taimia esiintyi näyteympyrää kohden 0.15 ja että taimellisia näyteympyröitä oli 15 %. Seuraavana vuonna perustetussa 60 näyteympyrässä oli keskimäärin 0.13 tainta ympyrää kohden. Taimellisia ympyröitä oli tällöin 13 %. Taimien määrä oli hehtaaria kohden laskien eri vuosina perustettujen koesarjojen mukaan 11 300, 6 000, 5 300. Vaikka taimiaines oli näinkin runsas, se tarjosi kuitenkin jossain



Kuva 16. Tutkimusmetsikkö 11, siemenpuuala, jossa on käynnissä puiden juurten eristäminen näyteympyröistä. Ähtäri, Tuomarniemen hoitoalue. Valok. Paavo Yli-Vakkuri.

Fig. 16. Tree stand 11, a seed-tree area. Tree roots are being cut by surrounding the sample circles with trenches. Ähtäri, Forest District of Tuomarniemi. Photo: Paavo Yli-Vakkuri.

määrin vajavaisen lähtökohdan uudelle metsäsukupolvelle, sillä taimisto oli aukkoinen ja koostunut kehitysasteensa puolesta kovin epätasaisista, vaikeasti yhteen sovitettavista aineksista, nimittäin etukasvuisista kookkaista yksilöistä ja toisaalta aivan pienistä taimista. Yksinään eivät mainitut ryhmät taas muodostaneet riittävää taimiainesta. Havainnot vuonna 1958 tehtäessä täytyi siis todeta, että alue oli jossain määrin epätydyttävästi taimettunut, vaikka se oli väljennetty kymmenen vuotta sitten ja hakattu siemenpuuasentoon kuusi vuotta sitten. Tarkkailukoesarjojen perättäiset inventoinnit osoittivat, että kysymyksessä olevalla siemenpuualueella luonnovarainen taimettuminen koskemattomassa kasvipeitteessä ja humusalustalla oli jokseenkin olematonta. Humusalustalle ei nimittäin syntynyt kahden kasvukauden aikana mitään, koskemattomaan kasvipeitteeseen nousi 1—2 tainta kymmentä näyteympyrää kohden 1—3 vuoden kuluessa. Kivennäismaan paljastaminen paransi taimettumista ratkaisevasti, sillä näin valmistetuista näyteympyröistä, jotka perustettiin 26. 6.

1957, oli 15. 8. 1958 suoritettuna tarkastuksen mukaan 90 % taimettunut, tosin ympyröissä oli keskimäärin vain kaksi männyn tainta. Vuonna 1957 ei puissa havaittu juuri nimeksikään vanhoja käpyjä, vihreitä seuraavaksi kevääksi kypsyviä sen sijaan jonkin verran.

Koekylvöt osoittavat (taulukko 13), että vuosina 1956 ja 1958 taimien syntyminen oli koskemattomassa kasvipeitteessä vähäistä, sillä eläviä taimia havaittiin ensimmäisen kasvukauden lopulla näinä vuosina 2—5 % kylvetystä siemenmäärästä. Myös kuusen koekylvö vuonna 1956 johti niukkaan tulokseen. Lisäksi muutamat alkuun päässeet kuusen taimet pian kaikki kuolivat. Vuonna 1957 olivat olosuhteet uudistumisen kannalta paremmat kuin sitä edellisenä ja sen jälkeisenä vuotena. Tämä johtui ilmeisesti kesän 1957 jälkipuoliskon suotuisista lämpö- ja kosteusoloista. Vuonna 1957 humuskerroksen paljastaminen kaksinkertaisti ja kivennäismaan paljastaminen nelinkertaisti taimimäärän. Eri koesarjojen taimimäärissä havaitut erot olivat erittäin merkitseviä. Talvehtimisen aikana taimimäärä väheni varsinkin koskemattomassa kasvipeitteessä ja kivennäismaalla. Parhaiten taimet säilyivät humusalustalla ja heikoimmin koskemattomassa kasvipeitteessä. Myös muina vuosina perustetuissa koskemattoman kasvipeitteen koesarjoissa havaittiin tuntuvia talvehtimistuhvoja. Alunperin niukkataimisisa koesarjoissa merkittiin taimien kokonaismäärän jyrkkä lasku samalla sitä, että taimet hävisivät lähes tyystin. Kaikkina tutkimuskesinä havaittiin vain niukasti neulasrikkoisia ja tynkätaimia. Olosuhteet eivät siis tällä paikalla olleet tämänlaatuista tuhoa aiheuttaville eliöille suotuisat. Taimia syksyllä 1956 inventoitaessa tavattiin runsaasti sellaisia sairaita ja kuolleita taimia, jotka olivat mahdollisesti vaurioituneet 6.9. tai myöhemmin syyskuussa sattuneissa halleissa, jolloin lämpötila mm. Ähtärin sääasemalla laski alle -5°C .

Taimien kehitys ensimmäisen kasvukauden aikana näytti vaihtelevan vuodesta toiseen. Vuonna 1956 niihin kehittyi vain sirkkalehdet; sirkkasilmu jäi puhkeamatta. Seuraavana vuonna taimien luku suoritettiin siksi varhain, ettei vielä saatu kuvaa niiden syksyisestä kehityksestä. Seuraavana keväänä suoritettu inventointi, joka osoitti taimien voimakasta kehittymistä edelliseen tarkasteluun verrattuna, kieli siitä, että taimiin jo syksyllä olisi puhjennut ainakin jossain määrin varhaisneulasia. Vuonna 1958 suoritettavat kylvöt, joita seurattiin lokakuun alkuun saakka, osoittivat, että koskemattomaan kasvipeitteeseenkin syntyneet taimet aivan yleisesti kehittyivät niin pitkälle, että niihin puhkesi sirkkasilmu ja syntyi ruusuke varhaisneulasia sirkkaneulasten lisäksi. Varsinaisen pääverson kehittyminen hypokotylin jatkeeksi siirtyi kaikissa tapauksissa toiseen kasvukauteen. Ensimmäiset kääpiöversot ilmestyivät vuonna 1956 syntyneisiin taimiin vasta kolmantena kasvukautena, vuonna 1957 syntyneisiin taimiin yleisesti jo toisena kasvukautena. Mainittuina ajankohtina molemmissa koesarjoissa oli jo joitakin taimia, joissa esiintyi sivuversoja. Vuonna 1958 suoritettavat perättäiset inventoinnit osoittivat, että taimien kehitys jatkui voimakkaana aina syyskuun puolelle asti, mutta että kehitys syyskuun puolivälin jäl-

Taulukko 13. Tuloksia koekylvöistä männyn siemenpuualalla. Vuonna 1956 perustettavat koesarjat käsittivät 20 toistoa à 100 siementä, myöhemmin perustettavat kukin 10 toistoa. Tutkimusmetsikkö 11, Ähtäri, Tuomarniemen hoitoalue.

Table 13. Results of trial seedings in a pine seed-tree area. Trial series started in 1956 consisted of 20 replications of a batch of 100 seeds; in later trials 10 replications were used. Tree stand 11, Ähtäri, Forest District of Tuomarniemi

Havaintojen ajankohta Date of observations, day, month, year	Normaalisti kehittyneet Normally developed					Vaurioituneet ja sairaat Damaged and diseased	Elävät Living	Kuolleet Dead	Kaikkiaan Total	Taimellisiä näyteympyröitä, % Sample circles carrying living seedlings, %	
	Kehitystasot Stages of development										
	aa	ab	ac	ad	ae	Yhteensä Total aa-ae	b	aa-b	c		aa-c
Taimia näyteympyrää kohden keskimäärin, kpl Average number of seedlings per sample circle											
19. 6. 1956 perustettavat koesarjat — Trial series started on June 19, 1956											
Koskematon kasvipeite — Intact ground vegetation											
12. 9. 1956	1.25	0.10	—	—	—	1.35	1.40	2.75 ± 0.66	1.35	4.10	70
13. 8. 1957	0.35	0.05	—	—	—	0.40	—	0.40 ± 0.17	0.10	0.50	30
18. 6. 1958	—	—	0.25	—	—	0.25	—	0.25 ± 0.16	0.05	0.30	15
15. 8. 1958	0.15	—	—	0.35	0.15	0.65	—	0.65 ± 0.24	—	0.65	30
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty — Intact ground vegetation, tree roots cut											
12. 9. 1956	1.05	0.30	—	—	—	1.35	0.80	2.15 ± 0.48	1.20	3.35	55
13. 8. 1957	0.35	—	—	—	—	0.35	—	0.35 ± 0.13	0.10	0.45	20
18. 6. 1958	—	0.05	0.60	—	0.10	0.75	—	0.75 ± 0.26	—	0.75	40
15. 8. 1958	0.05	—	—	0.50	0.30	0.85	—	0.85 ± 0.22	0.05	0.90	55
25. 6. 1957 perustettavat koesarjat — Trial series started on June 25, 1957											
Koskematon kasvipeite — Intact ground vegetation											
12. 8. 1957	9.80	—	—	—	—	9.80	—	9.80 ± 2.34	—	9.8	100
18. 6. 1958	0.20	4.00	0.10	—	—	4.30	0.10	4.40 ± 0.67	3.10	7.50	100
15. 8. 1958	0.20	—	2.50	0.50	0.30	3.50	—	3.50 ± 0.85	1.10	4.60	95
Sammal ja jäkälä poistettu — Moss and lichen removed											
12. 8. 1957	18.20	0.30	—	—	—	18.50	—	18.50 ± 3.66	—	18.50	100
18. 6. 1958	0.50	13.30	2.30	—	—	16.10	1.60	17.70 ± 3.08	4.80	22.50	100
15. 8. 1958	0.30	0.30	6.40	9.80	0.10	16.90	0.20	17.10 ± 3.33	3.40	20.50	100
Kivennäismaa paljastettu — Mineral soil exposed											
12. 8. 1957	32.20	3.20	—	—	—	35.40	0.10	35.50 ± 3.04	7.00	42.50	100
18. 6. 1958	0.30	16.00	2.30	—	—	18.60	3.00	21.60 ± 2.73	12.00	33.60	100
15. 8. 1958	1.60	0.30	9.00	9.30	—	20.20	—	20.20 ± 2.70	4.20	24.40	100
1958 perustettavat koesarjat — Trial series started in 1958											
Koskematon kasvipeite, kylvetty 15. 5. — Intact ground vegetation, seeded on May 15											
5. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26. 7. 1958	0.80	—	—	—	—	0.80	—	0.80 ± 0.49	—	0.80	40
15. 8. 1958	3.00	—	—	—	—	3.00	0.10	3.10 ± 0.77	—	3.10	80
29. 8. 1958	1.10	1.20	—	—	—	2.30	—	2.30 ± 0.76	0.30	2.60	70
18. 9. 1958	—	1.90	—	—	—	1.90	0.30	2.20 ± 0.68	0.40	2.60	70
2. 10. 1958	—	2.00	—	—	—	2.00	—	2.00 ± 0.72	0.50	2.50	50
7. 7. 1959	0.10	0.20	—	—	—	0.30	—	0.30 ± 0.21	1.30	1.60	20

Taulukko 13 jatk. Table. 13 cont.

Koskematon kasvipeite, kylvetty 1. 6. — <i>Intact ground vegetation, seeded on June 1</i>										
5. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26. 7. 1958	0.50	—	—	—	—	0.50	—	0.50 ± 0.34	—	0.50
15. 8. 1958	7.20	0.10	—	—	—	7.30	0.10	7.40 ± 2.15	—	7.40
29. 8. 1958	2.20	2.10	—	—	—	4.30	0.10	4.40 ± 1.03	0.50	4.90
18. 9. 1958	0.50	3.70	—	—	—	4.20	0.80	5.00 ± 1.53	0.30	5.30
2. 10. 1958	0.40	4.10	—	—	—	4.50	0.10	4.60 ± 1.36	0.60	5.20
7. 7. 1959	0.10	0.10	—	—	—	0.20	0.10	0.30 ± 0.15	2.90	3.20
Koskematon kasvipeite, kylvetty 15. 6. — <i>Intact ground vegetation, seeded on June 15</i>										
5. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26. 7. 1958	0.50	—	—	—	—	0.50	—	0.50 ± 0.34	—	0.50
15. 8. 1958	5.50	0.10	—	—	—	5.60	—	5.60 ± 2.23	—	5.60
29. 8. 1958	2.10	2.60	—	—	—	4.70	0.10	4.80 ± 1.85	—	4.80
18. 9. 1958	0.20	4.00	—	—	—	4.20	0.30	4.50 ± 1.65	0.40	4.90
2. 10. 1958	0.30	4.00	—	—	—	4.30	—	4.30 ± 1.64	0.70	5.00
7. 7. 1959	—	0.50	—	—	—	0.50	—	0.50 ± 0.27	2.60	3.10
Koskematon kasvipeite, kylvetty 1. 7. — <i>Intact ground vegetation, seeded on July 1</i>										
26. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15. 8. 1958	4.30	—	—	—	—	4.30	—	4.30 ± 0.80	0.10	4.40
29. 8. 1958	0.40	1.00	—	—	—	1.40	0.20	1.60 ± 0.64	0.20	1.80
18. 9. 1958	0.10	1.40	—	—	—	1.50	0.10	1.60 ± 0.64	0.20	1.80
2. 10. 1958	0.10	1.50	—	—	—	1.60	0.10	1.70 ± 0.58	0.10	1.80
7. 7. 1959	—	0.30	—	—	—	0.30	—	0.30 ± 0.15	1.40	1.70
Koskematon kasvipeite, kasteltiin viikoittain, kylvetty 1. 6. — <i>Intact ground vegetation, watered weekly, seeded on June 1</i>										
5. 7. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26. 7. 1958	1.70	—	—	—	—	1.70	—	1.70 ± 0.84	—	1.70
15. 8. 1958	6.10	0.10	—	—	—	6.20	0.90	7.10 ± 1.48	0.10	7.20
29. 8. 1958	2.20	1.90	—	—	—	4.10	0.30	4.40 ± 1.07	0.50	4.90
18. 9. 1958	0.50	3.80	—	—	—	4.30	0.40	4.70 ± 0.94	0.50	5.20
2. 10. 1958	0.30	4.10	—	—	—	4.40	—	4.40 ± 0.84	0.50	4.90
7. 7. 1959	0.10	0.60	0.30	0.10	—	1.10	0.10	1.20 ± 0.44	3.10	4.20

keen selvästi pysähtyi vaiheeseen, jossa taimiin oli puhjennut sirkkalehtien lisäksi yleisesti ruusuke varhaisneulasia. Vuonna 1957 suoritettut kylvöt osoittivat, että taimien alkukehitys oli jossain määrin nopeampaa kivennäismaalla ja humusalustalla kuin koskemattomassa kasvipeitteessä. Toisena kasvukautena havaitut, varhaisen kehitysasteen taimet kivennäis- ja humusmaalla lievästi syntyneet luontaisen siementymisen tuloksena.

Koetuloksista ilmeni edelleen, että vuonna 1958 antoi toukokuun puolivälissä suoritettu koekylvö 15. 8. tapahtuneen tarkastuksen mukaan hieman huonomman tuloksen kuin myöhemmät kylvöt, joista suurimpiin taimimääriin johtivat kesäkuussa tehdyt. Edellä todetut erot olivat erittäin merkitseviä. Kesäkuun alussa perustettu, kasvukautena viikoittain kasteltu sarja ei antanut kastelema-

tonta parempaa tulosta, mutta johti hieman tasaisempaan taimettumiseen. Kastelu paransi lisäksi taimien talvenkestävyyttä ja edisti seuraavana kasvukautena tapahtuvaa kehitystä. Vuonna 1958 ensimmäiset taimet varhaisistakin koekylvöistä ilmestyivät näkyviin heinäkuun lopulla eli vasta sitten, kun kylvöstä oli kulunut 6—10 viikkoa.

Kokeiden ja havaintojen yhdistelmänä voidaan todeta, että tutkittu siemenpuuala ei ollut aivan tyydyttävästi taimettunut, vaikka metsikkö oli ollut väljennettynä neljä vuotta ja siemenpuuasennossa kuusi vuotta. Laikuttaminen paransi ratkaisevasti taimettumista. Koekylvöt osoittivat, että taimiminen vuosina 1956 ja 1958 oli koskemattomassa kasvipeitteessä vähäistä. Vuonna 1957 olivat olosuhteet uudistumisen kannalta paremmat, mikä ilmeisesti johtui kesän jälkipuoliskolle sattuneesta sateisesta ja lämpimästä kaudesta. Maanpinnan rikkomisen lisäsi taimien määrää, paransi niiden säilymistä ja nopeutti kehitystä. Neulasrikkoisia taimia ja taimien tynkiä havaittiin niukasti. Kesäkuussa suoritettu kylvö koskemattomaan kasvipeitteeseen antoi vuonna 1958 hieman paremman tuloksen kuin sitä aikaisemmat ja myöhemmät koekylvöt. Koskemattoman kasvipeitteen viikoittainen kastelu ei lisännyt taimien määrää, mutta sen sijaan taimien esiintymisen tasaisuutta, niiden talvenkestävyyttä ja seuraavana kesänä tapahtunutta kasvua.

Tutkimusmetsiköt 12 ja 13

Tutkimusmetsikkö 12 oli väljennetty, 95-vuotias männikkö (kuva 17), joka sijaitsi yhtenäisellä mäntyä kasvavalla alueella Kauhajoen pitäjän Hyypän kylässä Yli-Vakkurin tilan metsässä. Metsikköön rajoitettiin 20 aarin suuruinen näyteala, johon kokeet keskitettiin. Metsikkö oli näytealan lähiympäristössä samanlaista kuin näytealalla. Lähimmän jyrkän metsikkörajan muodosti näytealalta 75 m itään sijaitseva, matalahkoa männikköä kasvava räme. Aluskasvillisuudesta kuului 65 % sammal-varpulaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Dicranum spp.* — *Vaccinium vitis-idaea* + *Calluna vulgaris*) ja loput 35 % jäkälä-varpuosakasvustoon (*Cladonia spp.* — *Vaccinium vitis-idaea*). Metsikön metsänhoidollinen tila oli hyvä.

Metsikköön perustettiin 21. 6. 1956 yhteensä 140 näyteympyrää käsittävät männyn koekylvösarjat, joilla pyrittiin selvittämään taimettumista väljennetyssä männikössä. Kokeiden suoritustapa ja saadut tulokset ilmenevät taulukosta 14.

Luontaisen taimettumisen selvittämiseksi näyteympyräverkostoon kuului 20 kylvämätöntä kontrolliympyrää. Ne osoittivat, että tutkimusmetsikköön syntyi luontaisen siementymisen tuloksena koeaikana taimia perin niukasti, kuten lähemmin ilmenee alempana olevasta asetelmasta. Ainakin vuosina 1956 ja 1957 oli siemensatokin pieni, sillä vuonna 1957 pantiin merkille, että tutkimusmetsikössä oli hyvin vähän vanhoja käpyjä. Aivan uusia sekä vihreitä käpyjä esiintyi



Kuva 17. Tutkimusmetsikkö 12, 95-vuotias väljennetty männikkö. Kauhajoki, Yli-Vakkurin tila. Valok. 30. 3. 1959 Paavo Yli-Vakkuri.

Fig. 17. Tree stand 12, a 95-year-old opened up pine stand. Kauhajoki, Yli-Vakkuri's farm. Photographed on March 30, 1959 by Paavo Yli-Vakkuri.

sen sijaan runsaanlaisesti. Koska siemensato on joka tapauksessa kohdistunut, ensimmäistä kasvukautta lukuunottamatta, saman suuruisena kaikkiin koesarjoihin, ei se ole muuttanut niiden keskinäisiä suhteita.

	Luontaisesti syntyneitä taimia keskimäärin näyteympyrässä, kpl			Taimellisia näyteympyröitä, %		
	29. 8. 1956	29. 7. 1957	29. 9. 1958	29. 8. 1956	29. 7. 1957	29. 9. 1958
Koskematon kasvipeite	—	—	0.3	—	—	30
Koskematon kasvipeite, juuret eristetty	0.1	0.1	0.2	10	10	20

Koskemattomassa kasvipeitteessä kehittyi taimiksi 4.65 % kylvetystä siemenmäärästä. Seuraavan kasvukauden loppuun mennessä väheni taimimäärä murtoosaansa ja hävisi sitten kokonaan, kuten kolmannen kasvukauden inventointi osoittaa. Puiden juurten katkominen paransi olosuhteita taimien syntymiselle

Taulukko 14. Tuloksia kockylvöistä väljennetyssä 95-vuotiaassa männikössä. Kokeet perustettiin 21. 6. 1956. Kuhunkin koesarjaan sisältyi 20 toistoa à 100 siementä. Tutkimusmetsikkö 12, Kauhajoki.

Table 14. Results of trial seedings in an opened up, 95-year-old pine stand. The trials were started on June 21, 1956. Each trial series consisted of 20 replications of a batch of 100 seeds. Tree stand 12, Kauhajoki.

Havaintojen ajankohta Date of observations, day, month, year	Normaalisti kehittyneet Normally developed					Vaurioituneet ja sairastuneet Damaged and diseased	Elävät Living	Kuolleet Dead	Kaikkiaan Total	Taimellisia näyteympyröitä, % Sample circles carrying living seedlings, %	
	Kehitysasteet Stages of development										
	aa	ab	ac	ad	ae	Yhteensä Total aa-ae	b	aa-b	c		aa-c
Taimia näyteympyrää kohden keskimäärin, kpl Average number of seedlings per sample circle											
Koskematon kasvipeite — Intact ground vegetation											
29. 8. 1956	4.20	—	—	—	—	4.20	0.40	4.60 ± 0.92	0.05	4.65	75
29. 7. 1957	0.05	0.10	—	—	—	0.15	—	0.15 ± 0.08	0.30	0.45	15
29. 9. 1958	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty — Intact ground vegetation, tree roots cut											
29. 8. 1956	5.90	—	—	—	—	5.90	0.75	6.65 ± 1.80	0.20	6.85	95
29. 7. 1957	0.05	0.60	0.20	—	—	0.85	0.05	0.90 ± 0.34	0.20	1.10	40
29. 9. 1958	—	—	—	0.55	0.05	0.60	0.15	0.75 ± 0.36	0.05	0.80	35
Sammal ja jäkälä poistettu — Moss and lichen removed											
29. 8. 1956	15.95	0.15	—	—	—	16.10	1.00	17.10 ± 2.32	2.70	19.80	100
29. 7. 1957	0.10	1.85	0.20	—	—	2.15	—	2.15 ± 0.51	5.15	7.30	70
29. 9. 1958	0.20	0.90	0.05	1.25	—	2.40	0.30	2.70 ± 0.62	1.50	4.20	75
Sammal ja jäkälä poistettu, puiden juuret eristetty — Moss and lichen removed, tree roots cut											
29. 8. 1956	14.45	0.20	—	—	—	14.65	1.50	16.15 ± 1.85	1.60	17.75	100
29. 7. 1957	0.10	1.30	0.50	—	—	1.90	0.10	2.00 ± 0.45	3.60	5.60	65
29. 9. 1958	0.10	0.90	0.05	1.15	0.15	2.35	0.30	2.65 ± 0.48	1.15	3.80	80
Kivennäismaa paljastettu — Mineral soil exposed											
28. 8. 1956	11.05	0.25	—	—	—	11.30	2.00	13.30 ± 1.54	8.40	21.70	100
29. 7. 1957	0.45	1.45	0.45	—	—	2.35	—	2.35 ± 0.41	3.85	6.20	90
29. 9. 1958	—	1.35	0.15	1.10	—	2.60	0.15	2.75 ± 0.45	0.25	3.00	85
Kivennäismaa paljastettu, puiden juuret eristetty — Mineral soil exposed, tree roots cut											
28. 8. 1956	18.25	2.00	—	—	—	20.25	1.75	22.00 ± 2.15	12.30	34.30	100
29. 7. 1957	0.15	5.25	1.25	—	—	6.65	—	6.65 ± 0.80	6.05	12.70	100
29. 9. 1958	—	1.95	0.05	3.95	0.20	6.15	0.15	6.30 ± 0.81	0.40	6.70	95

ja säilymiselle. Ensimmäisen kasvukauden lopulla taimimäärissä ilmennyt ero juurista eristetyn ja eristämättömän koesarjan välillä oli tilastollisesti erittäin merkitsevä.

Humuskerroksen paljastaminen paransi taimien syntymismahdollisuuksia ja säilymistä tuntuvasti, kuten taulukosta 14 ilmenee. Taimimäärissä havaittu ero

kontrolliin verrattuna oli erittäin merkitsevä. Lisäksi suoritettu puiden juurten eristäminen ei sen sijaan vaikuttanut asiaan.

Kivennäisalustalle syntyi taimia runsaimmin. Näyteympyröistä, joista puiden juuria ei eristetty, kuoli taimia kuitenkin niin runsaasti, että toisena ja kolmantena kasvukautena ei eroa enää ollut humuslustoisiin verrattuna. Kylvökohtiin, joista puiden juuret eristettiin, syntyi taimia eniten ja lopullisesti myös vakiintui suurin taimimäärä. Kivennäismaalla oli taimimäärien ero puiden juurista eristetyn ja eristämättömän koesarjan välillä erittäin merkitsevä.

Neulasrikkoisia ja tynkätaimia havaittiin niukasti ja pääasiallisesti vain ensimmäisenä kasvukautena, tosin jokseenkin kaikissa koesarjoissa. Ensimmäisenä kasvukautena inventointeja suoritettaessa näytti siltä, että sade olisi pieksänyt irti taimia, ja että ne sen jälkeen olisivat kuivuneet. Toisena kasvukautena havaittiin runsaasti kuolleita, ruskettuneita taimia. Niistä lienee suurin osa tuhoutunut talvehtimisen aikana.

Ensimmäisenä kasvukautena taimien kehitys edistyi pääasiallisesti sirkkataimiasteelle. Vain humuslustoilla ja kivennäismaalla muutamat taimet pääsivät kehityksessään hieman pitemmälle. Seuraavana kasvukautena puhkesi sirkkasilmu ja muutamiin taimiin ilmestyi sirkkavarren jatkoksi versoa varhaisneulasineen. Kolmantena kasvukautena esiintyi taimissa varsin yleisesti kääpiöversoja kaksittain olevine neulasineen sekä jonkin verran taimia, joissa oli jo ensimmäisenä sivuhaaroja. Huomattava osa taimista jäi kitumaan kehitysasteeseen, jossa esiintyi vain sirkkasilmun puhjetessa syntynyt ruusuke varhaisneulasia, mutta ei selvää versoa sirkkavarren jatkeena.

Taimien syntymisessä ja alkukehityksessä havaittiin monia muista metsiköistä tuttuja piirteitä. Niinpä voitiin todeta, että luontainen taimettuminen oli vähäistä. Koekylvöt osoittivat, että taimia saattoi syntyä koskemattomaan kasvipeitteeseenkin jonkin verran, mutta ne hävisivät nopeasti. Taimia kuoli runsaasti nimenomaan ensimmäisenä talvehtimisen aikana. Maanpinnan rikkominen edisti taimien syntymistä ja säilymistä. Puiden juurien eristäminen kylvökohdista paransi taimien syntymistä ja säilymistä koskemattomassa kasvipeitteessä ja kivennäismaalla.

Tutkimusmetsikkö 13 oli siemenpuuala, joka sijaitsi yhtenäisellä mäntyä kasvavalla alueella Kauhajoen Hyypän kylässä Hietakankaan tilalla 2 km:n päässä tutkimusmetsiköstä 12. Metsikköön rajoitettiin 50 aarin suuruinen näyteala, johon kokeet keskitettiin. Metsikkö oli näytealan ympäristössä samanlaista kuin näytealalla. Lähimmän jyrkän metsikkörajan muodosti näytealasta 200 m itään sijaitseva 100-vuotias männikkö. Aluskasvillisuudesta kuului 75 % sammal-varpulaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Dicranum spp.* — *Calluna vulgaris* + *Vaccinium vitis-idaea*), 15 % jäkälä-varpulaikkuosakasvustoon (*Cladonia spp.* — *Vaccinium vitis-idaea* + *Calluna vulgaris*) ja 10 % lähes varvuttomaan sammal-jäkälälaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* — *Cladonia spp.*)

Taulukko 15. Tuloksia männyn koekylvöistä siemenpuualalla. Kokeet perustettu 27. 6. 1956. Kukin koesarja käsitti 20 toistoa à 100 siementä. Tutkimusmetsikkö 13, Kauhajoki.

Table 15. Results of trial seedings of pine in a seed tree area set up on June 27, 1956. Each trial series consisted of 20 replications of a batch of 100 seeds. Tree stand 13, Kauhajoki.

Havaintojen ajankohta Date of observations, day, month, year	Normaalisti kehittyneet Normally developed					Vaurioituneet ja sairaaat Damaged and diseased	Elävät Living	Kuolleet Dead	Kaikkiaan Total	Taimellisia näyteympyröitä, % Sample circles carrying living seedlings, %	
	Kehitysasteet Stages of development				Yhteensä Total						
	aa	ab	ac	ad	ae	aa-ae	b	aa-b	c		aa-c
Taimia näyteympyrää kohden keskimäärin, kpl Average number of seedlings per sample circle											
Koskematon kasvipeite — Intact ground vegetation											
30. 8. 1956	6.25	—	—	—	—	6.25	0.60	6.85 ± 1.61	0.45	7.30	80
30. 7. 1957	—	0.05	—	—	—	0.05	—	0.05 ± 0.05	0.15	0.20	5
30. 9. 1958	—	—	—	0.05	—	0.05	0.05	0.10 ± 0.07	—	0.10	5
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty — Intact ground vegetation, tree roots cut											
30. 8. 1956	8.20	0.15	—	—	—	8.35	0.55	8.90 ± 2.29	0.35	9.25	90
30. 7. 1957	0.05	0.35	—	—	—	0.40	—	0.40 ± 0.21	0.35	0.75	20
30. 9. 1958	—	0.05	0.05	0.30	—	0.40	—	0.40 ± 0.22	0.15	0.55	20
Sammal ja jäkälä poistettu — Moss and lichen removed											
30. 8. 1956	11.85	—	—	—	—	11.85	0.80	12.65 ± 1.94	2.05	14.70	95
30. 7. 1957	—	0.50	0.05	—	—	0.55	—	0.55 ± 0.37	0.95	1.50	15
29. 9. 1958	—	0.15	—	0.25	0.15	0.55	0.05	0.60 ± 0.25	0.25	0.85	30
Sammal ja jäkälä poistettu, puiden juuret eristetty — Moss and lichen removed, tree roots cut											
30. 8. 1956	12.84	—	—	—	—	12.84	0.53	13.38 ± 1.89	2.37	15.74	100
30. 7. 1957	—	0.89	—	—	—	0.89	—	0.89 ± 0.55	1.96	2.15	16
29. 9. 1958	—	0.16	—	0.79	—	0.95	0.05	1.00 ± 0.53	—	1.00	32
Kivennäismaa paljastettu — Mineral soil exposed											
30. 8. 1956	22.45	0.45	—	—	—	22.90	1.45	24.35 ± 1.59	31.20	55.55	100
30. 8. 1957	0.10	1.95	0.20	—	—	2.25	0.05	2.30 ± 0.55	3.70	6.00	80
29. 9. 1958	—	0.35	0.15	0.85	0.60	1.95	0.05	2.00 ± 0.44	0.50	2.50	85
Kivennäismaa paljastettu, puiden juuret eristetty — Mineral soil exposed, tree roots cut											
30. 8. 1956	28.45	0.75	—	—	—	29.20	4.00	33.20 ± 2.48	28.40	61.60	100
30. 7. 1957	0.10	2.00	0.10	—	—	2.20	—	2.20 ± 0.59	5.95	8.15	65
29. 9. 1958	—	0.45	0.15	0.10	0.20	1.90	0.05	1.95 ± 0.47	0.35	2.30	75

Metsikköön perustettiin 27. 6. 1956 yhteensä 140 näyteympyrää käsittävät männyn koekylvöt. Kokeiden suoritustapa ja saadut tulokset ilmenevät taulukosta 15.

Kylvämättä jätettyjen kontrolliypyröiden mukaan luontainen taimettuminen tutkimusmetsikössä oli vähäistä, kuten selviää seuraavasta asetelmasta:

	Luontaisesti syntyneitä taimia keskimäärin näyteympyrässä, kpl			Taimellisia näyteympyröitä, %		
	30. 8. 1956	30. 7. 1957	30. 9. 1958	30. 8. 1956	30. 7. 1957	30. 9. 1958
Koskematon kasvipeite	—	0.1	0.3	—	10	10
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty	—	—	0.1	—	—	10

Vuonna 1957 todettiin vanhoja käpyjä puissa hyvin vähän. Vihreitä käpyjä oli sen sijaan runsaasti, niin että keväällä 1958 oli odotettavissa siementä.

Tässä tutkimusmetsikössä syntyi koekylvöistä taimia koskemattomaan kasvipeitteeseen vähän enemmän kuin tutkimusmetsikössä 12, kivennäismaalle sen sijaan huomattavasti runsaammin, humusalustalle vähemmän. Eri käsittelytapojen väliset erot olivat samansuuntaiset kuin tutkimusmetsikössä 12. Vähiten oli eläviä taimia ensimmäisen kasvukauden lopussa koskemattomassa kasvipeitteessä, eniten kivennäismaalla. Koesarjojen kylvöalustan laadusta, muokausasteesta, aiheutuneet taimimäärien erot olivat tilastollisesti erittäin merkitseviä. Puiden juurten eristäminen kylvökohdista lisäsi taimien määrää tilastollisesti erittäin merkitsevässä määrin koskemattomassa kasvipeitteessä ja kivennäismaalla, kuten edellisessäkin metsikössä. Juurten eristäminen ei ainkaan selvästi vaikuttanut taimien myöhempään säilymiseen.

Koskemattomaan kasvipeitteeseen syntyneestä taimiaineksesta oli toisen kasvukauden lopulla jäljellä enää pieni murto-osa. On varsin mahdollista, että tälläkin alueella 1956 sattuneet syyshallat tekivät tuhojaan. Yleensä lienee tuhoutuminen tapahtunut talvehtimisen aikana siihen mukaan luettuna syksy ja kevät. Toisen talvehtimisen vähäinen taimiaines jo läpäisi hyvin.

Humusalustalle syntyneillä taimilla oli samanlainen kohtalo. Näissä taimissa havaittiin jo tuntuja tuhoja ensimmäisen kasvukauden kuluessa. Myös kivennäismaalle syntyneet taimet kärsivät suuria vaurioita jo ensimmäisen kasvukauden kuluessa. Inventointeja suoritettaessa näytti siltä, että rankkasade olisi pieksänyt taimia maasta irti tai melkein irti ja näin vaurioituneet taimet olisivat sitten kuolleet auringon paahteessa. Myös sienituhoja on saattanut jo tällöin esiintyä. Ensimmäinen talvehtiminen lienee kuitenkin ollut taimille kohtalokas.

Neulasrikkaisia ja tynkätaimia havaittiin jonkin verran ensimmäisen kasvukauden kuluessa kaikissa koesarjoissa. Myöhemmin niitä ei esiintynyt. Taimien tuhoutuminen oli tässä tutkimusmetsikössä selvästi runsaampaa kuin tutkimusmetsikössä 12, jossa oli puustoa enemmän. Huomion arvoista on, että maa oli jo pinnasta jonkin verran kivistä ja että siinä 40 cm syvyydessä tuli näkyviin kivikkoista soramaata, jossa kivien läpimitta oli 6—7 cm. Maa oli siis pinta-maan laadusta huolimatta hyvin vettä läpäisevää ja altista kuivumaan.

Kokeiden ja havaintojen päätuloksina voidaan todeta, että luontainen taimettuminen oli metsikössä vähäistä. Koekylvöt osoittivat, että maanpinnan rikkominen lisäsi taimimista. Erityisesti kivennäismaalla kuoli taimia paljon jo

ensimmäisenä kasvukautena. Kaikenlaisilla kylvöalustoilla taimiaines väheni hyvin huomattavasti ensimmäisen talvehtimisen aikana. Toisen kasvukauden lopulla oli muokatuissa kylvökohdissa kuitenkin enemmän taimia kuin koskemattomassa kasvipeitteessä. Puiden juurten eristäminen kylvökohdista vaikutti taimia lisäävästi koskemattomassa kasvipeitteessä ja kivennäismaalla.

Tutkimusmetsikkö 16

Tutkimusmetsikkö 16 oli 40-vuotias männikkö (kuva 18), joka sijaitsi yhtenäisellä mäntyä kasvavalla alueella Ilmajoen Koskenkorvan Västiharjulla. Metsikköön rajoitettiin 7.5 aarin suuruinen näyteala ja keskitettiin kokeet siihen. Metsikkö oli näytealan välittömässä läheisyydessä samanlaista kuin näytealalla. Aluskasvillisuus oli yhtenäistä matalavarpuista seinäsammalikkaa (taulukko 12). Lähimmän jyrkän metsikkörajan muodosti näytealalta 35 m pohjoiseen sijaitseva siemenpuuala. Metsikön metsänhoidollinen tila oli hyvä.

Metsikköön perustettiin 5. 7. 1956 80 näyteympyrää käsittävät kuusen koesarjat, joilla pyrittiin selvittämään kuusen iskeytymistä kasvatusvaiheessa oleviin männikköihin. Koekylvöjen suoritustapa ja saadut tulokset ilmenevät taulukosta 16.

Tiheään nuoreen männikköön myöhään kesällä kylvetyt kuusen siemenet tuottivat runsaasti taimia sekä koskemattomassa kasvipeitteessä että humusalustalla. Koskemattomassa kasvipeitteessä puiden juurten ollessa eristämättä, oli eläviä taimia ensimmäisen kasvukauden lopulla saman verran kuin humusalustalla. Puiden juurista eristetyissä kohdissa oli koskemattomassa kasvipeitteessä enemmän taimia kuin humusalustalla. Ero taimimäärissä oli tällöin tilastollisesti merkitsevä. Runsa taimiaines väheni tuntuvasti toisen kasvukauden loppuun mennessä. Oliko syyskuun alussa 1956 sattuneilla haloilla, joista aikaisemmin mainittiin ja jotka Ilmajoella merkitsivät lämpötilan äkillistä laskua niin alas kuin -8.1°C maan pinnasta 5 cm:n korkeudessa, vaikutusta tähän ilmiöön, ei ole mahdollista varmasti päätellä, mutta taimien tuhoutumisen syytä arvosteltaessa on tämä kuitenkin otettava huomioon. Neulasrikkaisia taimia esiintyi vain niukasti ensimmäisenä ja toisena kasvukautena, taimien tynkiä ainoastaan ensimmäisenä. Puiden juurten eristäminen näyteympyröistä varmisti taimien säilymistä. Koskemattoman kasvipeitteen näyteympyröissä, joista juuristokilpailua ei poistettu, kuusen taimien määrä kävi kolmen kasvukauden kuluessa hyvin vähäiseksi.

Taimet kehittyivät ensimmäisenä kasvukautena hitaasti, sillä sirkkasilmu ei niissä puhjennut. Seuraavan kasvukauden lopulla pääverso oli selvästi edelleen kehittynyt. Kolmantena kasvukautena pääverso kasvoi, mutta hentona, sillä siihen ei yleensä kehittynyt sivuversoja.

Jos verrataan männikön alle syntyneitä taimimäärää läheisten kuusikkojen alle syntyneisiin taimimääriin (taulukko 9 ja 10), havaitaan, että uudistumisolosuhteet männikön alla olivat kuuselle selvästi edullisemmat kuin kuusikoiden alla.



Kuva 18. Tutkimusmetsikkö 16, nuori 40-vuotias männikkö. Ilmajoki, Västinharju. Valok. Pellervo Arponen.

Fig. 18. Tree stand 16, a young 40-year-old pine stand. Ilmajoki, Västinharju. Photo: Pellervo Arponen.

Luontaisesti syntyneitä männyn taimia ei näyteympyröissä ensimmäisen kasvukauden lopulla tavattu. Tämä johtui ilmeisesti siitä, että alueelle ei ollut edellisen kevään kuluessa varissut siementä, sillä siemensatoon viittaavia käpyjä ei havaittu puissa eikä myöskään maahan varisseina. Vuosina 1957 ja 1958 männyn taimia sen sijaan jo tavattiin, kuten seuraavasta käy ilmi:

	5. 9. 1957		17. 9. 1958	
	Taimia näyteympyrässä keskimäärin, kpl	Taimellisia näyteympyröitä, %	Taimia näyteympyrässä keskimäärin, kpl	Taimellisia näyteympyröitä, %
Koskematon kasvipeite	0.05	5	0.20	15
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty	—	—	0.20	20
Humusalusta	0.70	40	1.55	75
Humusalusta, puiden juuret eristetty	0.15	15	2.00	70

Taulukko 16. Tuloksia kuusen koekylvöistä tiheässä nuoressa 40-vuotiaassa männikössä. Kokeet perustettu 5. 7. 1956. Kukin koesarja käsitti 20 toistoa à 100 siementä. Tutkimusmetsikkö 16, Ilmajoki, Koskenkorva, Västinharju.

Table 16. Results of trial seedings of spruce in a dense, young 40-year-old pine stand. Trials were started on July 5, 1956. Each trial series consisted of 20 replications of a batch of 100 seeds. Tree stand 16, Ilmajoki, Koskenkorva, Västinharju.

Havaintojen ajankohta Date of observations, day, month, year	Normaalisti kehittyneet Normally developed				Vaurioituneet ja sairaa Damaged and diseased b	Elävät Living aa-b	Kuolleet Dead c	Kaikkiaan Total aa-c	Taimellisia näyteympyröitä, % Sample circles carrying living seedlings, %	
	Kehitysstadiot Stages of development									
	aa	ab	ac	ad						aa-ad
Taimia näyteympyrää kohden keskimäärin, kpl Average number of seedlings per sample circle										
Koskematon kasvipeite — Intact ground vegetation										
6. 9. 1956	13.40	—	—	—	13.40	1.80	15.20 ± 1.79	0.50	15.70	100
5. 9. 1957	0.10	0.25	2.95	—	3.30	0.15	3.45 ± 0.71	2.20	5.65	90
17. 9. 1958	—	—	0.90	—	0.90	0.10	1.00 ± 0.35	0.05	1.05	45
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty — Intact ground vegetation, tree roots cut										
6. 9. 1956	17.75	—	—	—	17.75	1.40	19.15 ± 2.52	0.80	19.95	100
5. 9. 1957	—	0.25	5.25	—	5.50	0.10	5.60 ± 0.93	0.10	5.70	90
17. 9. 1958	—	—	3.90	0.20	4.10	—	4.10 ± 0.82	—	4.10	80
Sammal poistettu — Moss removed										
6. 9. 1956	14.65	—	—	—	14.65	0.60	15.25 ± 2.43	1.40	16.65	100
5. 9. 1957	0.20	2.35	3.30	—	5.85	—	5.85 ± 1.26	1.05	6.90	90
17. 9. 1958	—	—	3.55	—	3.55	0.15	3.70 ± 0.91	0.05	3.75	75
Sammal poistettu, puiden juuret eristetty — Moss removed, tree roots cut										
6. 9. 1956	10.85	—	—	—	10.85	1.80	12.65 ± 1.79	1.20	13.85	100
5. 9. 1957	—	0.95	7.75	—	8.70	—	8.70 ± 1.32	1.05	9.75	95
17. 9. 1958	—	—	6.50	0.40	6.90	—	6.90 ± 1.18	0.20	7.10	95

Tulokset osoittivat, että siemenvuoden sattuessa syntyi täystiheän nuoren männikön alle männyn taimiainesta jonkin verran koskemattomaan kasvipeiteeseen ja huomattavasti runsaammin paikkoihin, joista sammal oli poistettu. Myös kuusen taimia syntyi herkästi nuoreen puolukkatyyppin männikköön. Syntynyt taimiainainen väheni tuntuvasti vuoden kuluessa. Männikön juuristokilpailu vaikeutti kuusen taimiaineksen kehitystä.

Tutkimusmetsikkö 17

Tutkimusmetsikkö 17 oli väljennettävä 85-vuotias männikkö (kuva 19), joka sijaitti yhtenäisellä mäntyä kasvavalla alueella Orivedellä Korkeakosken hoitoalueen maalla Metsä-Saramäessä. Metsikkö oli näytealan lähiympäristössä samanlaista kuin näytealalla, johon kokeet keskitettiin. Lähimmän



Kuva 19. Tutkimusmetsikkö 17, väljennettävä 85-vuotias männikkö. Orivesi, Metsä-Saramäki, Korkeakosken hoitoalue. Valok. O. Heiskanen.

Fig. 19. Tree stand 17, an 85-year-old pine stand. Orivesi, Metsä-Saramäki, Forest District of Korkeakoski. Photo: O. Heiskanen.

jyrkän metsikkörajan muodosti näytealalta 70 m etelään sijaitseva männyn taimisto. Aluskasvillisuudesta kuului 85 % runsasvarpuiseen sammal-varpulaikkuosakasvustoon (*Pleurozium Schreberi* + *Dicranum spp.* — *Vaccinium vitis-idaea* + *Calluna vulgaris*) ja 15 % samanluontoiseen niukkavarpuiiseen sammal-varpulaikkuosakasvustoon.

Metsikköön perustettiin 24. 5. 1957 yhteensä 180 näyteympyrää käsittävät männyn ja kuusen koesarjat. Kokeita perustettaessa esiintyi maassa vielä aivan yleisesti routaa. Koekylvöjen suoritustapa ja saadut tulokset ilmenevät taulukosta 17. Käyttäen männyn siemeniä perustettiin 13. 7. 1957 vielä 60 näyteympyrää käsittävät lisäkokeet. Osa näyteympyröistä peitettiin 13. 7.—1. 9. 1957 väliseksi ajaksi muovikalvolla (kuva 20). Myöhään perustetut kokeet inventoitiin siemenien itämisvaiheessa moneen kertaan parin päivän väliajoin. Syntyneiden taimien kokonaismäärän selvittämiseksi merkittiin kuolleiden taimien

paikat nuppineuloilla ensimmäisissä inventoinneissa aina 7. 8. 1957 asti. Ilman ja maan lämpötiloista muovikalvon alla ja sen ulkopuolella tehtiin päivittäisiä mittauksia 13. 7.—3. 8. 1957 välisenä aikana. Vuosina 1959 ja 1960 metsikössä seurattiin sammalen alle humuksen pintaan pannun siemenen ja sen itämiskyvyn säilymistä yhteensä 11 000 siementä käsittävän 100 siemenen toistoin tehdyin kokein. Kokeiden järjestely ja niiden antamat tulokset selvitetään myöhemmin yhdessä muiden samantapaisten kokeiden kanssa. Kylvämättömien tarkkailuymyröiden taimettumista valaisee seuraava asetelma:

Koesarjojen laatu	Taimia keskimäärin näyteympyrässä, kpl	
	1. 9. 1957	18. 7. 1958
<i>Puiden juuria ei eristetty</i>		
Koskematon kasvipeite ..	—	0.1
Humusalusta	—	—
Kivennäismaa	0.1	0.5
<i>Puiden juuret eristetty</i>		
Koskematon kasvipeite ..	—	0.1
Humusalusta	0.2	0.2
Kivennäismaa	—	2.6

Ensimmäisenä kasvukautena ei taimia juuri syntynyt luontaisen siementymisen tuloksena. Koekylvöjen tuloksia arvesteltaessa niiden merkitys voidaan jättää huomiota vaille. Näin voidaan menetellä koskemattoman kasvipeitteen ja humusalustan osalta vielä toisenakin kasvukautena. Tätä käsitystä vahvistaa se, että metsikössä ei tavattu 60 muulla käsittelynsä puolesta vastaavanlaisella kylvetyllä näytealalla lainkaan toisena kasvukautena syntyneitä taimia. Paljastetulle kivennäismaalle sen sijaan syntyi toisena kasvukautena tarkkailuymyröiden mukaan jonkin verran taimia. Samanlaiseen tulokseen viittasivat vastaaviin kylvettyihin koesarjoihin toisena kasvukautena syntyneet taimet. Näyteympyröihin, joista oli eristetty puiden juuret, syntyi nimittäin toisena kasvukautena ilmeisesti juuri puiden siementämänä keskimäärin 2.08 tainta, näyteympyröihin, joista ei puiden juuria eristetty, vastaavasti 0.33 tainta.

Mäntyä koskevat kokeet (taulukko 17) osoittivat, että ensimmäisen kasvukauden loppuun mennessä syntyi taimia varsin vaatimaton määrä, noin 2—7 %, kylvöalustasta riippuen. Eniten oli taimia humusalustalla, vähiten koskemattomassa kasvipeitteessä. Erot humusalustalla ja toisaalta kivennäismaalla ja koskemattomassa kasvipeitteessä olivat erittäin merkitseviä, kivennäismaa-alustan ja koskemattoman kasvipeitteen koesarjojen välillä sen sijaan vain tapauksissa, joissa puiden juuret kylvökohdista oli eristetty. Näyteympyröissä, joista puiden juuret oli eristetty, esiintyi ensimmäisenä ja varsinkin toisena kasvukautena enemmän taimia kuin sellaisissa, joiden ympäriltä puiden juuria ei katkottu. Erot olivat kivennäismaalla erittäin merkitseviä molempina kasvukausina;

Taulukko 17. Tuloksia männyn ja kuusen koekylvöistä tiheässä 85-vuotiaassa männikössä. Kokeet perustettiin 24. 5. 1957. Kukin koesarja käsitti 10 toistoa à 100 siementä. Tutkimusmetsikkö 17, Orivesi, Korkeakosken hoitoalue, Metsä-Saramäki.

Table 17. Results of trial seedings of pine and spruce in a dense 85-year-old pine stand. The experiments were started on May 24, 1957. Each series of experiments consisted of 10 replications of a batch of 100 seeds. Tree stand 17, Forest District of Korkeakoski, Metsä-Saramäki.

Havaintojen ajankohta Date of observations, day, month, year	Normaalisti kehittyneet Normally developed					Yhteensä Total	Vaurioituneet ja sairaaat Damaged and diseased	Elävät Living	Kuolleet Dead	Kaikkiaan Total	Taimellisiä näyteympyröitä, % Sample circles carrying living seedlings, %
	Kehitysasteet Stages of development										
	aa	ab	ac	ad	ae	aa-ae	b	aa-b	c	aa-c	
Taimia näyteympyrää kohden keskimäärin, kpl Average number of seedlings per sample circle											
Pinus silvestris											
Koskematon kasvipeite — Intact ground vegetation											
1. 9. 1957	1.10	0.50	—	—	—	1.60	0.20	1.80 ± 0.52	—	1.80	70
14. 7. 1958	—	0.20	0.20	—	—	0.40	—	0.40 ± 0.22	0.50	0.90	30
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty — Intact ground vegetation, tree roots cut											
1. 9. 1957	0.70	1.20	—	—	—	1.90	0.20	2.10 ± 0.41	0.30	2.40	90
15. 7. 1958	—	—	—	0.70	0.10	0.80	—	0.80 ± 0.29	0.10	0.90	50
Sammal ja jäkälä poistettu — Moss and lichen removed											
1. 9. 1957	2.10	3.30	—	—	—	5.40	0.60	6.00 ± 0.82	0.30	6.30	100
15. 7. 1958	—	0.10	1.00	1.90	—	3.00	—	3.00 ± 0.42	0.40	3.40	100
Sammal ja jäkälä poistettu, puiden juuret eristetty — Moss and lichen removed, tree roots cut											
31. 8. 1957	1.50	5.00	—	—	—	6.50	0.50	7.00 ± 0.83	0.10	7.10	100
14. 7. 1958	—	—	1.00	4.10	—	5.10	—	5.10 ± 0.74	0.50	5.60	100
Kivennäismaa paljastettu — Mineral soil exposed											
31. 8. 1957	0.30	1.70	—	—	—	2.00	0.10	2.10 ± 0.57	0.10	2.20	80
14. 7. 1958	—	0.30	0.20	1.10	—	1.60	—	1.60 ± 0.52	0.10	1.70	60
Kivennäismaa paljastettu, puiden juuret eristetty — Mineral soil exposed, tree roots cut											
1. 9. 1957	0.40	3.50	—	—	—	3.90	0.10	4.00 ± 1.00	0.10	4.10	100
16. 7. 1958	0.60	2.20	—	2.60	—	5.40	0.20	5.60 ± 1.10	0.60	6.20	100
Picea abies											
Koskematon kasvipeite — Intact ground vegetation											
1. 9. 1957	3.70	1.10	—	—	—	4.80	0.10	4.90 ± 1.32	—	4.90	100
18. 7. 1958	—	—	—	1.10	—	1.10	—	1.10 ± 0.46	1.10	2.20	50
Koskematon kasvipeite, puiden juuret eristetty — Intact ground vegetation, tree roots cut											
1. 9. 1957	2.90	2.10	—	—	—	5.00	0.20	5.20 ± 0.80	0.20	5.40	100
18. 7. 1958	—	—	—	1.70	—	1.70	0.20	1.90 ± 0.51	0.80	2.70	70
Sammal ja jäkälä poistettu — Moss and lichen removed											
31. 8. 1957	1.40	4.70	—	—	—	6.10	0.20	6.30 ± 1.17	—	6.30	100
17. 7. 1958	—	0.20	3.00	—	—	3.20	—	3.20 ± 0.93	1.80	5.00	80

Taulukko 17 jatk. Table 17 cont.

Sammal ja jäkälä poistettu, puiden juuret eristetty — Moss and lichen removed, tree roots cut											
1. 9. 1957	2.20	4.10	—	—	—	6.30	—	6.30 ± 0.75	0.60	6.90	100
18. 7. 1958	—	—	0.10	4.60	—	4.70	—	4.70 ± 1.04	0.40	5.10	100
Kivennäismaa paljastettu — Mineral soil exposed											
1. 9. 1957	0.30	1.70	—	—	—	2.00	0.20	2.20 ± 0.65	0.20	2.40	80
18. 7. 1958	—	—	—	1.90	—	1.90	—	1.90 ± 0.68	0.10	2.00	70
Kivennäismaa paljastettu, puiden juuret eristetty — Mineral soil exposed, tree roots cut											
31. 8. 1957	0.70	3.20	—	—	—	3.90	—	3.90 ± 0.75	—	3.90	90
17. 7. 1958	—	—	—	3.40	—	3.40	—	3.40 ± 0.72	—	3.40	90

humusalustalla ero oli ensimmäisenä kasvukautena merkitsevä ja toisena erittäin merkitsevä ja koskemattomassa kasvipeitteessä merkitsevä vain toisena kasvukautena.

On mielenkiintoista todeta, että myöhemmin samana kesänä, 13. 7. 1957, suoritusta kylvöstä (taulukko 18) syntyi moninkertaisesti runsaampi taimiaines kuin keväällä tehdystä. Koska keväiset kylvökset itivät sääolosuhteista johtuen suunnilleen samoihin aikoihin kuin myöhemmin suoritettut, joutuivat molemmat kylvökset olemaan taimina kutakuinkin yhtä pitkän ajan tuhoille alttiina. Kun vielä todetaan, että kevään kylvökset osoittautuivat syksyn inventoinnissa melko terveiksi, ei taimien niukkuus ilmeisestikään johtunut siitä, että niitä olisi runsaasti tuhoutunut ja hävinnyt näkymättömiin, vaan siitä, että taimia syntyi niukasti. Kaiken todennäköisyyden mukaan keväisten kylvösten siemeniä tuhoutui ennen kuin tuli suotuisat itämisolosuhteet. Seuraava asetelma antaa lähemmän kuvan taimimäärissä havaituista eroista:

Itämisalusta	Myöhäinen, 13. 7. 1957	Aikainen, 25. 5. 1957	Taimimissa- dannesten erotus, myö- häinen-ai- kainen kylvö
	suoritettu kylvö	suoritettu kylvö	
	Taimimissadannes 1. 9. 1957		
Koskematon kasvipeite	28	2	26
Humusalusta	24	7	17
Kivennäismaa	12	3	9

Koska maamme eteläpuoliskossa männyn siemen varisee pääasiallisesti toukokuussa ja kuusen siemen huhti-toukokuussa (vrt. HEIKINHEIMO 1932 b, 1937), joutuu näiden puiden siemen olemaan tuholle alttiina pitkän aikaa. Edellä saatu tulos antoi sen vuoksi aiheen maahan varisseen siemenen tuhoutumisen yksityiskohtaiseen selvittelyyn, josta tuloksia esitetään tuonnempana.

Toisena kasvukautena havaitut taimimäärät olivat yleensä pienempiä kuin ensimmäisen kasvukauden lopulla havaitut. Vain näyteympyröissä, joissa oli paljastettu kivennäismaa ja puiden juuret eristetty, oli toisena kasvukautena

Taulukko 18. Taimien syntyminen ja kehitys vapaana ja muovikalvon suojassa tiheässä väljennettävässä 85-vuotiaassa männikössä. Koesarjoihin, jotka perustettiin 13. 7. 1957, kuului kuhunkin 10 toistoa à 100 siementä. Tutkimusmetsikkö 17, Orivesi, Metsä-Saramäki, Korkeakosken hoitoalue.

Table 18. The emergence and development of seedlings with and without cover in a dense, 85-year-old pine stand. Polyethylene sheets were used for cover. Trial series which were started on July 13, 1957, consisted of 10 replications of a batch of 100 seeds. Tree stand 17, Orivesi, Metsä-Saramäki, Forest District of Korkeakoski.

Havainnon ajankohta Date of observations, day, month, year	Taimia keskimäärin näyteympyrässä, kpl Average number of seedlings per sample circle		Erialaisten taimien osuus, % Proportion of different seedlings, per cent				
	Elävät Living	Elävät ja kuolleet Living and dead	Normaalit Normally developed	Vaurioituneet ja sairaaat Damaged and diseased	Kuolleet Dead		
					Tyngät Stubs	Muut Others	Yhteensä Total
Koskematon kasvipeite, ei muovipeitettä — Intact ground vegetation, no polyethylene cover							
31. 7. 1957	—	—	—	—	—	—	—
4. 8. 1957	22.10	22.30	99	—	0	0	1
1. 9. 1957	27.10	27.80	95	5	0	—	0
16. 7. 1958	4.20	7.80	54	—	..	..	46
Kasvipeite koskematon, muovipeite — Intact ground vegetation, polyethylene cover							
31. 7. 1957	—	—	—	—	—	—	—
4. 8. 1957	0.30	0.30	100	—	—	—	—
1. 9. 1957	1.20	1.20	100	—	—	—	—
16. 8. 1958	—	0.20	—	—	..	..	100
Sammal ja jäkälä poistettu, ei muovipeitettä — Moss and lichen removed, no polyethylene cover							
27. 7. 1957	—	—	—	—	—	—	—
29. 7. 1957	..	9.80	..	..	..	—	..
31. 7. 1957	..	20.50	..	..	..	6	..
2—3. 8. 1957	15.40	34.40	24	21	21	34	55
1. 9. 1957	20.60	24.10	42	43	11	4	15
16. 7. 1958	9.00	11.20	76	4	..	..	20
Sammal ja jäkälä poistettu, muovipeite — Moss and lichen removed, polyethylene cover							
2—3. 8. 1957	—	—	—	—	—	—	—
1. 9. 1957	1.10	1.10	100	—	—	—	—
16. 7. 1958	0.50	0.70	57	14	..	..	29
Kivennäismaa paljastettu, ei muovipeitettä — Mineral soil exposed, no polyethylene cover							
27. 7. 1957	—	—	—	—	—	—	—
29. 7. 1957	..	2.80	..	..	..	—	..
31. 7. 1957	..	10.30	..	..	..	15	..
2—3. 8. 1957	2.60	21.10	4	8	57	31	88
1. 9. 1957	5.30	11.50	19	27	50	4	54
16. 7. 1958	3.60	3.60	89	11	—	—	—

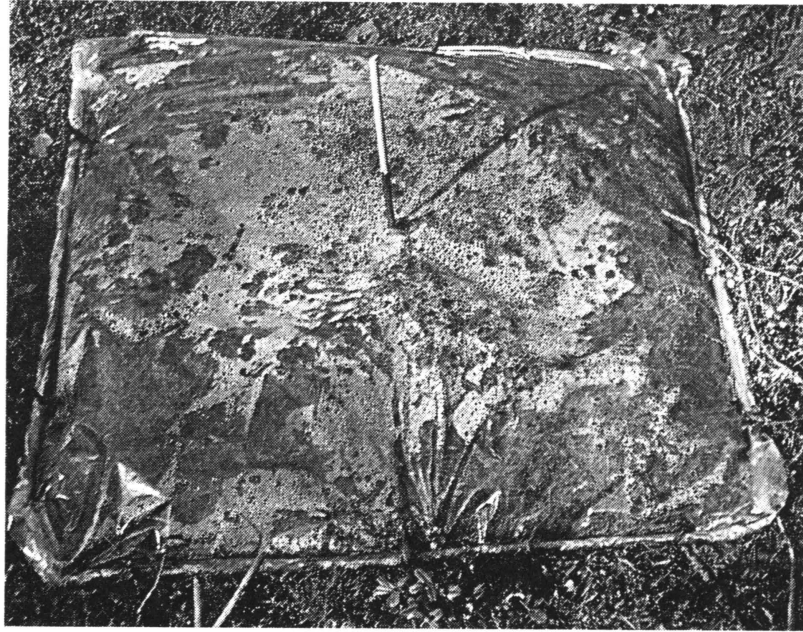
Taulukko 18 jatk. Table 18 cont.

Kivennäismaa paljastettu, muovipeite — Mineral soil exposed, polyethylene cover							
27. 7. 1957	..	3.00	..	..	..	—	..
29. 7. 1957	..	10.10	..	..	..	—	..
31. 7. 1957	..	22.30	..	..	..	3	..
2—3. 8. 1957	25.70	28.50	90	—	—	10	10
1. 9. 1957	43.30	51.00	82	3	2	13	15
16. 7. 1958	24.40	27.90	85	2	..	..	13

runsaammin taimia kuin ensimmäisenä. Tämä johtui kuitenkin siitä, että näyteympyröihin oli luontaisesta siementymisestä syntynyt toisen kasvukauden aikana taimia, kontrolliympyröiden mukaan 2.6 kappaletta ympyrää kohden. Jos tämä otetaan huomioon, voidaan todeta alunperin syntyneiden taimien vähentyneen myös kivennäismaalla. Tuntuvin taimien tuhoutuminen oli koskemattomassa kasvipeitteessä. Kokeita ei varsinaisesti inventoitu toisen kasvukauden keväällä, mutta tarkastettiin muuten useaan otteeseen. Näiden havaintojen perusteella näytti siltä, että taimet olivat pääasiassa tuhoutuneet talvehtimisen aikana.

Ensimmäisenä kasvukautena oli tainten kehitys hitainta koskemattomassa kasvipeitteessä ja nopeinta kivennäismaalla. Taimien sirkkasilmut puhkesivat yleensä syksyyn mennessä, mutta päverso ei jatkunut. Varhaisneulasia ei kuitenkaan kehittynyt ensimmäisenä kasvukautena kaikkiin taimiin. Tällaiset taimet olivat suorastaan enemmistönä näyteympyröissä, joissa kasvipeite ja puiden juuristot oli säilytetty koskemattomina. Huolimatta tiheästä puustosta olivat eloon jääneet taimet kehittyneet toisena kasvukautena edelleen ja pääsivät yleensä kehitysvaiheeseen, jossa taimissa esiintyi kääpiöversoja kaksittaisine neulasineen. Koska taimien kehitys näin oli etenevää, taimet näissä olosuhteissa siis pystyivät yhteyttämään enemmän kuin hengityksessä kuluttivat. Elintoiminnan kokonaisbilanssi oli siis, runsaasta varjostuksesta huolimatta, positiivinen.

Myöhään 13. 7. 1957 perustettujen koesarjojen yksityiskohtainen seuraaminen toi esiin vielä eräitä mielenkiintoisia lisäpiirteitä, jotka osittain johtuivat sään muuttumisesta itämisen kannalta poikkeuksellisen suotuisaksi heti kylvön jälkeen (vrt. kuva 4). Jotta saataisiin tietoja olosuhteista nimenomaan koe-paikalla, seurattiin kokeiden alkuvaiheissa 13. 7.—3. 8. 1957 välisenä aikana muutamia mittauksia metsikössä maan ja maanläheisen ilmakerroksen päivitystä lämpötilaa muovisuojuksen alla sekä siitä vapaassa kohdassa. Maan lämpötilaa mitattiin kaksoismetallimittareilla ja ilman lämpötilaa elohopealämpömittareilla, joissa oli säteilysuojus. Koska säätila pysyi havaintoajana hyvin yhtenäisenä, valaisevat sivulla 76 olevassa asetelmassa esiintyvät keskiarvot päivälämpötilaa taimien kehityksen alkuvaiheessa. Todennäköistä mittaustarkkuutta vastaten kaikki lämpötilat on pyöristetty puolille asteille.



Kuva 20. Kylvökohdan päälle asetettu muovipeite. Tutkimusmetsikkö 17, Orivesi, Metsä-Saramäki, Korkeakosken hoitoalue. Valok. O. Heiskanen.

Fig. 20. A seeding spot with a polyethylene cover. Tree stand 17, Orivesi, Metsä-Saramäki, Forest District of Korkeakoski. Photo: O. Heiskanen.

Mittarin asema	Päivittäisten havaintojen ajankohta			Havaittujen lämpötilojen keskiarvo
	klo 8	klo 14	klo 20	
Korkeus, cm	Lämpötila maan pinnalla ilman muovisuojusta, °C			
5	19.0	24.0	18.5	20.5
	Lämpötila maan pinnalla muovisuojuksen alla, °C			
5	22.5	31.0	19.5	24.5
Syvyys, cm	Lämpötila maassa ilman muovisuojusta, °C			
2.5	16.0	18.0	17.0	17.0
7.5	15.0	16.0	16.0	15.5
12.5	14.0	14.5	15.0	14.5
17.5	14.0	14.0	14.5	14.0
	Lämpötila maassa muovisuojuksen alla, °C			
2.5	16.5	20.5	18.5	18.5
7.5	15.5	18.0	18.0	17.5
12.5	15.0	16.5	17.0	16.0
17.5	15.0	15.0	16.0	15.5

Lämpötila oli varsin korkea koko koeajan. Päiväsaikaan vaihteli maanläheisen ilmakerroksen lämpötila vain vähän 20° C tason vaiheilla, humuksen lämpötila 2.5 cm:n syvyydessä oli tällöin muutaman asteen alempana. Lämpötilaero oli klo 8 3.0° C, klo 14 6.0° C ja klo 20 1.5° C. Humuskerroksen lämpötila seurasi herkästi läheisen ilmakerroksen päivittäisiä lämpötilanvaihteluita, tosin hieman hidastellen. Syvemmälle mentäessä tämä hidastuminen asteittain lisääntyi. Vuorokautinen lämpötilan vaihtelu tuntui vielä syvimmässäkin mittauskohdassa eli 17.5 cm:n syvyydessä, tosin suuresti vaimentuneena.

Muovipeite kohotti maanpinnan läheisen ilmakerroksen päivälämpötilaa muutaman asteen. Tuntuvin oli peitteen aiheuttama nousu keskipäivällä. Humuksen lämpötilaa muovisuojus kohotti samana ajankohtana 2.5° C. Muovisuojuksen vaikutus ilmeni vielä syvimmässä mittauskohdassa eli 17.5 cm:n syvyydessä.

Lämmin ja kostea sää nopeutti siementen itämistä ja taimien kehittymistä. Kylvösten päivittäinen seuraaminen (taulukko 18) osoitti, että ensimmäiset taimet ilmestyivät, kun kylvöstä oli kulunut 2—3 viikkoa. Nopeinta oli itäminen muutamien muovikalvojen alla, jonne oli päässyt valumaan hieman vettä. Hitaimmin tulivat taimet näkyviin koskemattomasta kasvipeitteestä.

Koeolosuhteissa ei puiden juurien eristäminen kylvökohdista vaikuttanut tulokseen ainakaan ensimmäisenä kasvukautena. Tämä on hyvin ymmärrettävää, koska kosteutta oli yltäkylin. Seuraava asetelma valaisee lähemmin esitettyjä seikkoja:

Paljastettu kivennäismaa, kylvetty 13. 7. 1957

Havainnon ajankohta	Puiden juuret eristetty			Puiden juuria ei eristetty		
	Taimia todettu viidestä sadan siemenen toistosta yhteensä, kpl					
	Eläviä	Kuolleita	Yhteensä	Eläviä	Kuolleita	Yhteensä
27. 7. 1957	—	—	—	—	—	—
29. 7. 1957	..	..	27	..	..	1
31. 7. 1957	..	..	52	..	..	51
2—3. 8. 1957	16	87	103	10	98	108
1. 9. 1957	27	29	56	26	33	59
16. 7. 1958	24	—	24	12	—	12

Koska tulos oli samantapainen myös kylvöistä, jotka suoritettiin koskemattomaan kasvipeitteeseen tai humuspinnalle, on puiden juurista eristetyt ja eristämättömät ruudut voitu laskelmissa yhdistää.

Kokeiden perättäiset inventoinnit osoittivat, että syntyneiden taimien kokonaisuutta on vaikea selvittää, koska taimia samanaikaisesti syntyy ja häviää. Tätä sekavaa vyyhteä pyrittiin tutkimaan siten, että merkittiin nuppineuloilla kuolleiden taimien paikat. Näin tarkasti seurattiin taimien kehitystä kuitenkin vain 7. 8. 1957 asti eli kolme viikkoa. Myöhemmin todettiin ainoastaan inventointiajankohtana havaittujen taimien määrä ja jakaantuminen eri ryhmiin. Koesarjoissa, joissa tuhoja esiintyi niukasti, antoi vielä ensimmäisen kasvukau-

den lopulla 1. 9. 1957 suoritettu inventointi hyvän kuvan syntyneiden taimien kokonaismäärästä.

Erilaisilla kasvualustoilla kehittyi siemenistä kaikkiaan taimiksi, myöhemmin tuhoutuneet mukaan lukien, ensimmäisenä kasvukautena seuraavat sadannekset:

Koskematon kasvipeite	28 %
Humusalusta	34 %
Kivennäismaa	21 %

Koska siementen häviäminen ennen itämistä on saattanut vaikuttaa tuloksiin, eivät suhdeluvut todennäköisesti tarkkaan kuvaa erilaisten itämisalustojen kelpoisuutta pelkästään itämisen kannalta. Voitaneen kuitenkin päätellä, että suotuisissa lämpö- ja kosteusoloissa itämisalustan merkitys käy vähäiseksi ja että muunlaisissa olosuhteissa havaitut itämisalustojen kelpoisuuserot perustuisivat useinkin lähinnä kosteus- ja lämpöeroihin.

Peittämällä eräät koesarjat muovikalvolla saatiin esiin kosteuden vaikutus. Vain koesarjat, joissa kasvipeite oli koskematon tai joista sammal oli poistettu, voitiin kutakuinkin tarkkaan suojella sateelta, koska muovikalvo asettui kupe-raksi varpujen varassa. Taulukosta 18 ilmenee, että näin peitettyihin kohtiin ilmestyi taimia perin niukasti. Pääosa näyteympyröistä oli aivan tyhjiä ja taimia syntyi vain sellaisiin, joihin tavalla tai toisella oli päässyt hieman sateen tuomaa kosteutta. Humuksen alkuperäinen, ennen koetta sattuneiden sateiden aiheut-tama melkoinen kosteus oli siis itämiseen riittämätön. Maan lämpötila ei ollut heikon tuloksen syynä, sillä se ei ilmeisesti kohonnut muovikalvon alla vaaralli-sen korkealle (vrt. YLI-VAKKURI 1961 a). Muovikalvot poistettiin ensimmäisen kasvukauden lopulla 1. 9. 1957. Koska kylvökohdat seuraavana kasvukautena olivat taimettomia tai niukkataimisia, ei mitään jälki-itämistä ollut tapahtunut. Siemenet olivat siis tuhoutuneet.

Ympyröistä, joissa kivennäismaa oli paljastettu, kyettiin vain kolme täysin suojaamaan sateilta. Koska näihin nousi kaikkiaan vain yksi taimi, oli kivennäis-maakin itämisalustaksi liian kuiva. Muihin ympyröihin kehittyi taimia aina sitä runsaammin mitä enemmän niihin pääsi valumaan vettä. Parhaissa tapauksissa iti siemenistä muovin alla 78 %.

Näissä koeolosuhteissa tarjosi koskematon kasvipeite ensimmäisenä kasvu-kautena parhaat edellytykset taimien normaalille kehittymiselle. Paljaalle humukselle ja etenkin kivennäismaalle syntyneitä taimia kohtasi perusteellinen tuho. Tämä ilmeni siten, että taimista syötiin osittain tai kokonaan neulaset ja usein lisäksi sirkkasilmunkin niin, että jäi jäljelle vain sirkkavarren kehitys-kyvytön tynkä. Muovipeitteiden alla taimet säilyivät tämänlaatuisilta tuhoilta, samoin läheisellä avohakkausalalla, missä tehtiin havaintoja erään toisen tut-kimuksen yhteydessä. Tuhon aiheuttaja oli siis avointa aluetta karttava, muovi-peitettä kunnioittava ja sellainen, että sen huomio kiinnittyi kasvipeitteettö-mien ruutujen taimiin. Pitemmälle menevät päätelmät tarvitsevat perustakseen

nimenomaan tämän kysymyksen selvittelyyn tähtääviä yksityiskohtaisia tut-kimuksia.

Muita tuhoja ei lähemmin eritelty. Pantiin kuitenkin merkille, että eräissä tapauksissa kehittyvä yksilö tuhoutui siihen, että siemen iti nurin päin sirkka-lehtiä ensin ulos työntäen. Eräissä tapauksissa normaalisti itäneidenkin yksilöi-den kehitys pysähtyi siihen, että vain sirkkajuuri tunkeutui ulos siemenestä. Muutamat pitemmälle kehittyneet taimet sortuivat siihen, että sirkkajuuri tai sirkkavarsi tuhoutui ilmeisesti jonkin sienitaudin vaikutuksesta. Erityisesti toi-sena kasvukautena esiintyi taimia, jotka olivat ehjärakenteisina ja ilman silmin-nähtävää vauriota kuihtuneet ruskeiksi. Muovien alla tuhoutui osa taimista ilmeisesti ajoittain vallinneeseen kuivuuteen.

Taimien määrä väheni jyrkästi ensimmäisen kasvukauden inventoinnista toi-sen kasvukauden loppupuolelle mentäessä. Heti keväällä havaitut kuolleet tai-met viittasivat siihen, että ensimmäiseen talvehtimiseen liittyi vakavia vaaroja.

Kuusen taimia syntyi keväisestä kylvöstä syksyyn mennessä niukanpuolei-sesti, eniten humusalustalle ja vähiten kivennäismaalle. Erot olivat merkitseviä tai erittäin merkitseviä. Puiden juurien eristäminen aiheutti vain kivennäis-maalla sellaisen taimien lisäyksen, jota voidaan pitää tilastollisesti erittäin mer-kitsevänä. Seuraavana syksynä vastaavat erot muillakin alustoilla olivat erit-täin merkitseviä. Juurien eristäminen jarrutti näin ollen taimien tuhoutumista. Neulasrikkoja taimia ei juuri tavattu, mutta kivennäismaalla esiintyi jonkin verran taimien tynkiä. Muuten sairaita ja kuolleita taimia tavattiin vähänlaisesti ensimmäisen kasvukauden lopulla. Koskemattomaan kasvipeitteeseen syntynei-den taimien määrä väheni hyvin selvästi toisen kasvukauden lopulle mennessä. Huomattavasti vähäisempää oli taimien tuhoutuminen humusalustalla ja vähäi-sintä kivennäismaalla. Muutamat keväällä suoritettut pistokokeet näyttivät viittaavan siihen, että tuhoutuminen tapahtui pääasiallisesti talvehtimisen aikana.

Kuusen taimien kehitys ensimmäisenä kasvukautena oli hieman nopeampaa kivennäismaalla ja humusalustalla kuin koskemattomassa kasvipeitteessä, missä sirkkasilmu useimmiten jäi puhkeamatta. Muilla alustoilla taimiin sen sijaan ilmestyi ensimmäisenä kasvukautena yleensä varhaisneulasten ruusuke. Toisena kasvukautena heinäkuun puolivälissä taimissa havaittiin jo yleisesti ensiasteen sivuversoja.

Tuloksia yhdistellen voidaan todeta, että keväällä suoritettut männyn ja kuu-sen koekylvöt antoivat niukkoja tuloksia. Lisäksi taimet ilmestyivät myöhään, vasta heinäkuun lopussa tai elokuun alussa. Tämä oli kasvukauden 1957 sääolo-jen tulosta, sillä taimien syntymistä ajatellen varsin viileä kausi kesti toukokuun lopulta aina heinäkuun alkupuolelle. Sen jälkeen seurasi pitkäkö erityisen läm-min ja sateinen vaihe. Eniten syntyi männyn ja kuusen taimia humusalustalle, kuusen taimia vähiten kivennäismaalle ja männyn taimia vähiten koskematto-maan kasvipeitteeseen. Taimia tuhoutui runsaasti ensimmäisen talvehtimisen

aikana, koskemattomassa kasvipeitteessä suhteellisesti runsaammin kuin kylvökohdissa, joissa maanpintaa oli rikottu. Maanpinnan rikkominen edisti myös taimien kehitystä, mikä männynkin taimista puheen ollen oli säilyneiden osalta etenevää runsaasta varjostuksesta huolimatta. Puiden juurien eristäminen kylvökohdista lisäsi männyn taimien syntymistä humus- ja kivennäisalustalla, kuusen taimien syntymistä vain kivennäisalustalla. Taimien säilymiseen puiden juurten eristäminen vaikutti suotuisasti kivennäismaa- ja humusalustalla sekä koskemattomassa kasvipeitteessä. Luontaisessa taimettumisessa näytti kivennäismaalle vakiintuvan runsain taimiaines.

Suotuisan säävaiheen kynnyksellä, 13. 7., suoritetusta männyn kylvöstä kehittyi taimia huomattavasti runsaammin kuin keväällisestä, mikä viittaa siihen, että aikaisen kylvön siemeniä ehti tuhoutua ennen suotuisan kauden tuloa. Suotuisissa kosteus- ja lämpöoloissa syntyi taimia runsaasti myös koskemattomaan kasvipeitteeseen, runsaammin kuin kivennäismaalle, mutta vähemmän kuin humusalustalle. Sirkkataimien syöjät hävittivät heti ensimmäisenä kasvukautena melkein kokonaan näin syntyneen runsaan taimiaineksen kivennäismaalta ja harvensivat sitä hyvin tuntuvasti humusalustalla. Koskemattomassa kasvipeitteessä taimet sen sijaan säilyivät tältä tuholta, samoin muovipeitteen alla ja avoimella hakkausalueella.

Tiivistelmä koetuloksista männiköissä

Taimien syntyä ja alkukehitystä tutkittiin kokeellisia menetelmiä käyttäen ja luontaista taimettumista havainnoiden viidessä metsikössä vuosien 1956—1959 välisenä aikana. Metsiköistä oli kolme kasvatusvaiheessa olevaa ja kaksi siemenpuualaa. Tutkimusmetsiköiden laatu ilmenee taulukoista 11 ja 12 sekä sade- ja lämpöolot taulukoista 1 ja 2 ja kuvista 3, 4, 5 ja 6. Kokeiden laatua ja niiden tuloksia valaisevat taulukot 13—18. Kokeiden ja havaintojen päätulokset ovat seuraavat:

1. Koskemattomaan kasvipeitteeseen syntyi taimia keväällä suoritetuista koekylvöistä yleensä niukanpuoleisesti. Taimimisessa esiintyi kuitenkin jonkin verran metsiköittäistä vaihtelua. Syntynyt taimiaines väheni nopeasti. Taimia tuhoutui runsaasti etenkin ensimmäisen talvehtimisen aikana.

2. Sammalen poisto lisäsi taimimista ja edisti yleensä taimien säilymistä. Taimiaines väheni kuitenkin humusalustallakin yleensä nopeasti. Taimia tuhoutui runsaasti etenkin ensimmäisen talvehtimisen aikana. Humusalustalle näytti vakiintuvan runsaampi taimiaines kuin koskemattomaan kasvipeitteeseen.

3. Myös kivennäismaan paljastaminen lisäsi taimimista ja varmensi taimien säilymistä. Kivennäismaalle näytti sen vuoksi vakiintuvan runsaampi taimiaines kuin koskemattomaan kasvipeitteeseen. Taimiaines väheni kuitenkin kivennäismaallakin etenkin ensimmäisen kasvukauden aikana ja sen jälkeisenä talvikautena. Siemenpuualoilla oli taimiminen runsaampaa kivennäismaalla

kuin humusalustalla. Kivennäismaalle näytti myös vakiintuvan runsaampi taimiaines, vaikka taimien säilyminen oli sillä heikompa kuin humusalustalla. Kasvatusvaiheissa metsiköissä kivennäismaa osoittautui metsiköstä riippuen taimimisen ja taimien säilymisen kannalta humusalustan kanssa samanveroiseksi, paremmaksi tai huonommaksi.

4. Kasvatusvaiheissa männiköissä puiden juurten eristäminen kylvökohdista edisti yleensä jonkin verran taimimista ja taimien säilymistä. Siemenpuualoilla ei tätä vaikutusta ilmennyt tai se oli vähäistä.

5. Koskemattoman kasvipeitteen viikoittain tapahtunut 4 mm:n kastelu ei vaikuttanut siemenpuualalla puolukkatyyppin kankaalla taimimiseen, mutta lisäsi taimien esiintymisen tasaisuutta, niiden talvehtimiskykyä ja seuraavana kesänä tapahtunutta kasvua.

6. Taimimisessa esiintyi jonkin verran vuosittaista vaihtelua. Kasvukauden 1957 loppupuolelle sattunut sateinen ja lämmin kausi oli taimimisen kannalta edullinen. Suotuisan säävaiheen kynnyksellä, 13. 7., suoritetusta kylvöstä kehittyi kasvatusvaiheessa olevassa puolukkatyyppin männikössä taimia huomattavasti runsaammin kuin keväällisestä. Varhaisen kylvön siemenistä ehti näin ollen suuri osa tuhoutua ennen suotuisan kauden tuloa. Suotuisissa kosteus- ja lämpöoloissa osoittautuivat koskematon kasvipeite ja etenkin humusalusta hyviksi taimimislustoiksi, jopa paremmiksi kuin kivennäismaa. Sirkkataimien syöjät tuhosivat syntyviä taimia jonkin verran humusalustalta ja hyvin runsaasti kivennäismaalta. Koskemattomassa kasvipeitteessä taimet säilyivät tältä tuholta, samoin muovipeitteen alla ja avoimella hakkausalueella. Yleensä tynkätaimia ja neulasrikkaisia tavattiin enemmän tiheä- kuin harvapuustoisilla alueilla ja muokatuissa kohdissa enemmän kuin koskemattomassa kasvipeitteessä.

7. Taimia ilmestyi metsikköihin myöhään; kylvöajankohdasta jokseenkin riippumatta vasta heinäkuun lopussa tai elokuun alussa. Varhaisimmista kylvöistä taimimiseen kului näin ollen 6—10 viikkoa. Suotuisissa lämpö- ja kosteusoloissa kylvöstä taimimiseen kului 2—3 viikkoa. Ensimmäisenä kasvukautena kehittyi yleensä vain sirkkataimi, toisinaan puhkesi tämän lisäksi plumulasta ruusuke varhaisneulasia. Pääverso ei sen sijaan yleensä pidentynyt. Kääpiöversot kaksittain olevine neulasineen ilmestyivät seuraavana tai sitä seuraavana vuonna, ensimmäiset sivuhaarat yleensä aikaisintaan kolmantena kasvukautena. Taimien kehitys saattoi olla etenevää varsin runsaassa varjostuksessakin.

8. Tutkittujen siemenpuualojen luontainen taimettuminen oli vähäistä ja hidasta. Maanpinnan rikkomisen paransi taimettumista. Kasvatusvaiheessa oleviin männikköihin syntyi siemenvuoden sattuessa jonkin verran taimia koskemattomaan kasvipeitteeseen ja huomattavasti runsaammin paikkoihin, joissa maanpintaa oli rikottu.

9. Koekylvöt osoittivat, että kuusi saattaa iskeytyä kasvatusvaiheessa oleviin männikköihin. Kuusen taimilla esiintyi kuitenkin samoja alkuvaikeuksia kuin männyn taimilla. Niinpä niitä kuoli runsaasti ensimmäisen talvehtimisen

aikana varsinkin koskemattomassa kasvipeitteessä. Maanpinnan rikkominen ei ainakaan aina edistänyt taimimista, mutta se varmisti taimien säilymistä. Myös puiden juurten eristäminen kylvökohdista edisti taimien säilymistä. Muokatuille kohdille ja puiden juurista eristetyille paikoille näytti sen vuoksi vakiintuvan suurempi taimimäärä kuin vastaaville näitä käsittelyjä vaille jääneille paikoille.

10. Koivun taimia ei tutkituissa männiköissä esiintynyt yleensä ensinkään. Esteenä oli ilmeisesti siemenen niukkuus, maan laatu ja sen epäedulliset kosteus-suhteet.

Kokeiden yhteydessä saatiin jo muutamia viitteitä siitä, että siementä saattaa tuhoutua ennen taimimistä suotuisan säävaiheen tuloa. Erikoiskokeita, joihin tämä havainto johti, selostetaan lähemmin seuraavassa luvussa.

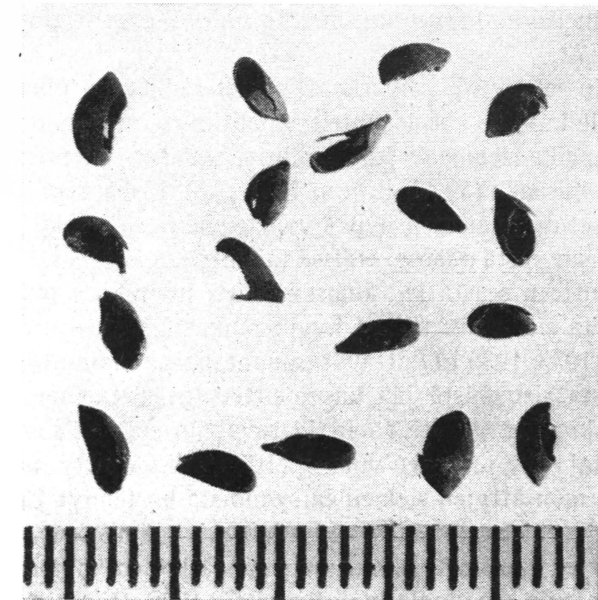
Siemenen tuhoutuminen maassa heikon taimettumisen syynä

Sammalen alle humuksen pintaan asetettujen siemenien tuhoutumista ja niiden itämiskyvyn heikkenemistä selvitettiin vuosina 1959 ja 1960 viidessä tutkimusmetsikössä. Kaikki nämä metsiköt sijaitsivat Korkeakosken hoitoalueessa lähellä Yliopiston metsäharjoitteluasemaa, jossa sijaitsevalta sääasemalta saatiin tiedot koeaikana vallinneista sade- ja lämpöoloista (taulukko 1, kuva 4). Siemenet sirotettiin sadan siemenen suuruisina erinä maastoon metrin välimatkoin. Kylvökohdasta kohotettiin sammalta noin 25 cm² alalta, kylvettiin siemenet näin paljastetun humuksen pintaan ja pantiin sammal takaisin paikalleen. Kokeet perustettiin keväisin niin laajoina, että kunakin inventointikertana voitiin ottaa talteen 8 tai 16 siemenettä. Löydökset luokiteltiin yksityiskohtaisesti erottelemalla useita itämisen kehitysasteita. Ehjien siemenien itävyys tutkittiin erikseen. Kokeissa jouduttiin käsittelemään kaikkiaan 55 000 siementä. Tutkimusmetsiköt, joista on jo taulukoissa 3 ja 11 esitetty eräitä tietoja, olivat seuraavat:

T u t k i m u s m e t s i k k ö 17 oli väljennettävä 85-vuotias puhdas männikkö. Tätä metsikköä, jossa suoritettiin myös muita kokeita, on selostettu lähemmin sivulla 69. Männyn siemenien tuhoutumista ja niiden itämiskyvyn säilymistä koskevat kokeet käsittivät 100 siemenen erinä kaikkiaan 11 000 siementä.

T u t k i m u s m e t s i k k ö 68 oli avoin hakkausalue. Koepaikka sijaitsi puolukkatyyppin kankaalla mäntymetsien ympäröimällä hakkausalueella Orivedellä Metsä-Saramäessä lähellä tutkimusmetsikköä 17. Varttuneen metsän lähin laita oli koepaikalta 40 m itään. Avohakkaus oli suoritettu vuonna 1953 ja männyn ruutukylvö heti sen jälkeen. Metsikössä suoritettiin samat kokeet kuin tutkimusmetsikössä 17.

T u t k i m u s m e t s i k k ö 69 oli väljennetty 100-vuotias puhdas männikkö. Metsikkö sijaitsi mäntyä kasvavalla puolukkatyyppin kankaalla Juupa-



Kuva 21. Tyhjäksi syötyjä kuusen siemeniä tutkimusmetsiköstä 72. Mönjätty siemenet kylvettiin järeän kuusikon koskemattomaan kasvipeitteeseen heinäkuun lopussa ja kerättiin talteen kuukauden kuluttua. Tällöin niistä oli 83 % siemenien syöjien tuhoamia. Kuvan alalaidassa näkyvässä vertausmitassa on millimetriasteikko.

Fig. 21. Spruce seeds whose contents have been eaten. The seeds had been treated with minium before they were planted in a mature spruce stand in intact ground vegetation at the end of July. They were recovered a month later. 83 per cent of them were destroyed by seed eaters. The scale on the lower edge of the photo represents millimeters.

joen Lapinkankaalla. Metsikköä oli viimeksi hakattu väljentäen vuonna 1955. Metsikössä suoritettiin samanlaiset kokeet kuin metsiköissä 17 ja 68.

T u t k i m u s m e t s i k k ö 72 oli järeä 95-vuotias puhdas kuusikko. Metsikkö sijaitsi käenkaali-mustikkatyyppin kankaalla kuusivaltaista metsää kasvavalla alueella Juupajoella Pilkotun polun varressa. Metsiköstä oli vuonna 1954 lievästi harventaen poistettu sahapuita ja pinotavaraa. Kehitykseltään metsikkö oli uudistamisvaiheessa. Kesällä 1960 hakattiin metsiköstä pinotavaraa, mutta hakkuuta ei ulotettu kokeiden vaiheille. Metsikössä suoritettiin siemenien tuhoutumista ja niiden itämiskyvyn säilymistä koskevia kokeita vuosina 1959 ja 1960 kylvämällä sammalen alle humuksen pintaan 100 siemenen erinä kaikkiaan 11 000 kuusen siementä.

T u t k i m u s m e t s i k k ö 73 oli ylitieä 85-vuotias puhdas kuusikko. Metsikkö sijaitsi mustikkatyyppin kankaalla kuusivaltaista metsää kasvavalla alueella Juupajoella, Hyytiälästä Sipolaan johtavan polun varressa. Metsikössä ei näkynyt viime 10-vuotiskaudelta toimenpiteiden jälkiä ja aikaisemmin sitä

oli käsitelty vain lievin harvennuksin. Metsikössä suoritettiin samat kokeet kuin kuusikossa 72.

Jotta saataisiin selvyyttä, voivatko siemenet kulkeutua pintakasvillisuuden seassa niin syvälle kuin ne koeolosuhteissa pantiin, tehtiin mönjällä värjätyillä, siemensiivistä vapailta siemenillä joitakin asiaa valaisevia kokeita, joista tulokset on jo esitetty toisaalla (YLI-VAKKURI 1961 a, b). Kokeet osoittivat, että kasvipeite pidatti tuntuvasti siemensiivistä vapautuneita siemeniä, sillä kuukauden ajan maassa oltuaan niistä pääosa, eräissä tapauksissa kaikki tai melkein kaikki, tavattiin kasvipeitteen seasta ja vähäisempi osa humuksen pinnalta. Humukseen tunkeutuneita siemeniä esiintyi hyvin niukasti. CAJANDER (1909), TIRÉN (1934) ja HERTZ (1933, 1935 b) esittävät samantapaisia mainintoja siitä, että osa maahan varisseista siemenistä jää kasvipeitteeseen. Siemenien syönti häiritsi koetta, sillä ainakin metsiköistä 69 ja 72 tavattiin syötyjä siemeniä (kuva 21) siitä huolimatta tai ehkä juuri sen vuoksi, että ne oli värjätty mönjällä. Samanlaisen havainnon mönjättyjen siemenien syönnistä on tehnyt ECKSTEIN (1904).

Löytämättä jääneiden siemenien osuuden selvittämiseksi tehtiin joitakin kokeita. Niitä varten tuotiin tutkimusmetsiköistä 100 cm²:n laajuisia kivennäismaahan asti leikattuja maanpalasia, jotka sitten upotettiin hiekkalaatikoihin. Toista sarjaa säilytettiin huonelämmössä, toista pidettiin ulkona katoksen alla. Näiden näytteiden pinnalle, sammalen alle kylvettiin siemeniä samaan tapaan kuin metsiköissä ja tulokset inventoitiin viiden viikon kuluttua. Koe käsitti kaksitoista toistoa kummassakin ryhmässä ja antoi seuraavan tuloksen:

	Löydettyjen siemenien osuus viiden viikon jälkeen, % Keskiarvo ± keskiarvon keskivirhe
Kylvökset olleet sisällä huoneessa	94 ± 0.85
Kylvökset olleet ulkona katoksen alla	93 ± 2.11

Koeolosuhteissa löytämättä jääneiden siemenien osuus jäi siis keskimäärin vähäiseksi, mutta kylvöalustan laadusta johtuvaa vaihtelua esiintyi jonkin verran. Myös luonnossa suoritetuissa kokeissa saatettiin havaita, että humuksen pinta oli eräissä tapauksissa hyvin yhtenäistä taaten sellaisena siementen löytymisen. Toisaalta humuksen pinta saattoi olla myös löysää ja epäyhtenäistä, mikä edisti siementen tunkeutumista humukseen ja vaikeutti niiden löytymistä. Metsässä järjestetyissä kokeissa löydettyjen siemenien ja taimien yhteismäärä oli yleensä keskimäärin vähäisempi kuin edellä esitetyissä kokeissa. Tämä saattaa johtua siitä, että metsässä löydettiin siemeniä vähemmän, tai siitä, että siemeniä oli todella hävinnyt. Koska monissa tapauksissa löydettiin kutakuinkin kaikki siemenet, milloin olosuhteet olivat edulliset, tai vaikeissakin tapauksissa valtaosa niistä, näyttäisi siltä, että sellaiset erät, joissa oli jäljellä vain osa kylvöerästä siemeninä tai taimina, oli siemeniä todella hävinnyt. Tätä varmempia



Kuva 22. Tyhjäksi syötyjä männyn siemeniä ja niiden seasta löytyneitä pikku nisäkkäiden ulosteita tiheästä männiköstä tutkimusmetsiköstä 17. Siemenet pantiin sammalen alle humuksen pinnalle 1. 6. 1959 ja kerättiin talteen 2. 8. 1959. Kuvan alalaidassa näkyvässä vertausmitassa on millimetriasteikko.

Fig. 22. Pine seeds whose contents have been eaten and excrements of small mammals found among the seeds in a dense pine stand, tree stand 17. The seeds were placed on the humus under the moss on June 1, 1959 and recovered on August 2, 1959. The scale on the lower edge of the photo represents millimeters.

viitteitä saatiin siemeneristä, joissa esiintyi jätteitä syödyistä siemenistä. Näin vaurioituneita siemeniä tavattiin sekä männiköissä että kuusikoissa. Huomattavaa vuotuista ja metsiköittäistä vaihtelua kuitenkin esiintyi. Tiheässä männikössä tutkimusmetsikössä 17 esiintyi syötyjä siemeniä erityisen runsaasti ja selvästi enemmän kuin siinä olevalla hakkausalueella, tutkimusmetsikössä 68. Ylitiheässä kuusikossa, tutkimusmetsikössä 73 esiintyi syötyjä siemeniä niukasti. Niiden määrä lisääntyi sitä mukaa kuin havainnon ajankohta siirtyi myöhemmäksi. Talvehtineiden siemenerien joukossa oli erityisen runsaasti merkkejä siemenien syönnistä.

Tuhojen aiheuttajista, joita on tarkoitus toisessa yhteydessä erikseen selvittää, saatiin jo tässä tutkimusvaiheessa joitakin viitteitä. Kaikissa metsiköissä tavattiin kokeita inventoitaessa muutamien siemenerien seasta syötyjen siemenien ohella joidenkin pikku nisäkkäiden ulosteita (kuva 22). Tiheässä männikössä, tutkimusmetsikössä 17, niitä esiintyi runsaimmin. Siellä saattoi toisinaan havaita sammalessa reiän, joka johti siemenkätkölle. Ulosteiden antamia viitteitä pikku nisäkkäiden mahdollisesti aiheuttamasta tuhosta tavattiin saman-

Taulukko 19. Maassa humuksen pinnalla, sammalen tai jäkälän alla itämättä säilyneen männyn siemenen taimimiskyky.

Table 19. Seedling yield of pine seeds lain without germinating on the humus under the moss or lichen.

Kokeen n:o Number of trial	Kylvön ajan-kohta Date of seeding, day, month, year	Siemenen keruun ajankohta Date of recovering seeds, day, month, year	Siemenen olo-aika maassa, viikkoa Seeds lain in the ground, weeks	Saatu talteen ehjiä siemeniä, kpl Number of sound seeds recovered	Taimiminen hiekkalaatikossa kontrolliin verrattuna, % Seedling yield in the sandbox as against control, %
Tutkimusmetsikkö 17, tiheä 85-vuotias männikkö, Orivesi Tree stand 17, a dense, 85-year-old pine stand, Orivesi					
67 I	1. 6. 1959	22. 6. 1959	3	865	106
67 II	—»—	13. 7. 1959	6	807	98
67 III	—»—	2. 8. 1959	9	684	115
67 IV	—»—	24. 8. 1959	12	246	107
67 V	—»—	1. 6. 1960	52	153	60
76 I	10. 5. 1960	7. 6. 1960	4	715	100
76 II	—»—	12. 7. 1960	9	175	12
76 III	—»—	31. 8. 1960	16	121	27
Tutkimusmetsikkö 68, avoin hakkausalue männikössä, Orivesi Tree stand 68, a clear cut area in a pine stand, Orivesi					
68 I	1. 6. 1959	22. 6. 1959	3	1 276	105
68 II	—»—	13. 7. 1959	6	1 097	95
68 III	—»—	2. 8. 1959	9	996	69
68 IV	—»—	24. 8. 1959	12	931	62
68 V	—»—	1. 6. 1960	52	456	39
75 I	10. 5. 1960	7. 6. 1960	4	592	94
75 II	—»—	12. 7. 1960	9	319	30
75 III	—»—	31. 8. 1960	16	130	50
Tutkimusmetsikkö 69, väljennetty 100-vuotias männikkö, Juupajoki Tree stand 69, an opened up, 100-year-old pine stand, Juupajoki					
69 I	2. 6. 1959	22. 6. 1959	3	996	109
69 II	—»—	14. 7. 1959	6	856	99
69 III	—»—	4. 8. 1959	9	1 001	92
69 IV	—»—	25. 8. 1959	12	983	84
69 V	—»—	2. 6. 1960	52	379	68
77 I	10. 5. 1960	9. 6. 1960	4	705	105
77 II	—»—	14. 7. 1960	9	345	12
77 III	—»—	30. 8. 1960	16	105	12

aikaisesti myös läheisellä kulotetulla alueella, kuten aikaisemmin on mainittu (YLI-VAKKURI 1961 a). Lajilleen tuhoa aiheuttavia pikku nisäkkäitä ei saatu määritetyksi. Sen perusteella, mitä pikku nisäkkäiden levinneisyydestä ja ravit-

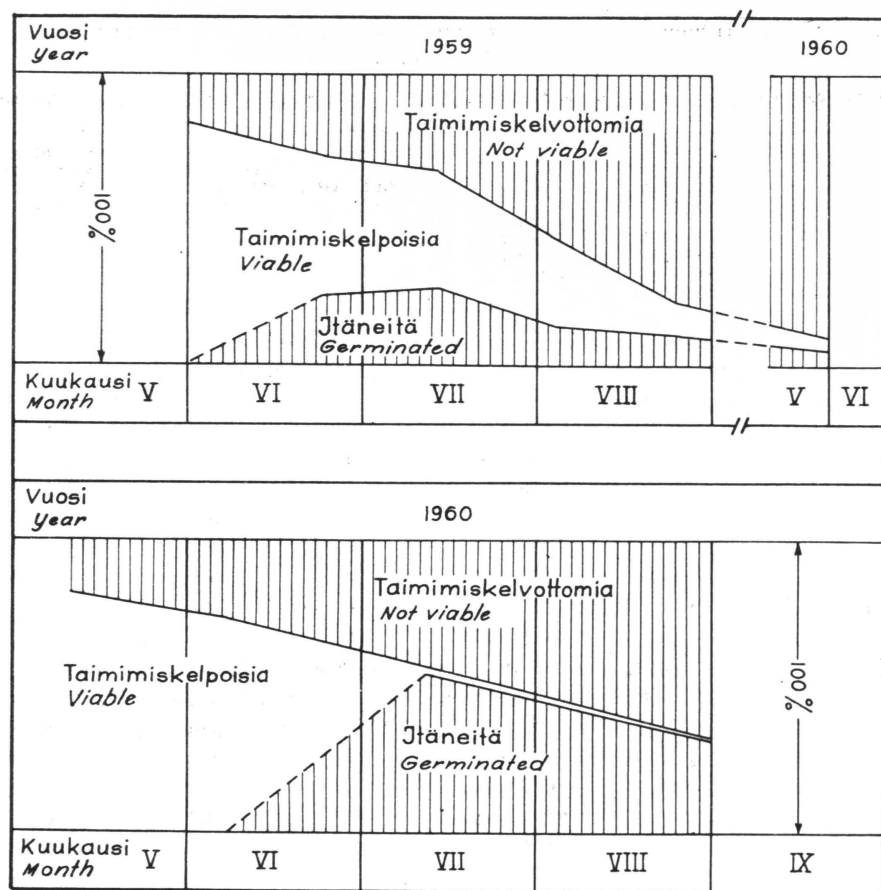
Taulukko 20. Maassa humuksen pinnalla, sammalen alla itämättä säilyneen kuusen siemenen taimimiskyky.

Table 20. Seedling yield of spruce seeds lain without germinating on the humus under the moss.

Kokeen n:o Number of trial	Kylvön ajan-kohta Date of seeding, day, month, year	Siemenen keruun ajankohta Date of recovering seeds, day, month, year	Siemenen olo-aika maassa, viikkoa Seed lain in the ground, weeks	Saatu talteen ehjiä siemeniä, kpl Number of sound seeds recovered	Taimiminen hiekkalaatikossa kontrolliin verrattuna, % Yield of seedlings in a sandbox as against control, %
Tutkimusmetsikkö 72, järeä 95-vuotias kuusikko, Juupajoki Tree stand 72, a mature, 95-year-old spruce stand, Juupajoki					
72 I	4. 6. 1959	25. 6. 1959	3	626	93
72 II	—»—	16. 7. 1959	6	435	97
72 III	—»—	6. 8. 1959	9	428	66
72 IV	—»—	27. 8. 1959	12	329	2
72 V	—»—	4. 6. 1960	52	202	3
80 I	10. 5. 1960	7. 6. 1960	4	645	82
80 II	—»—	12. 7. 1960	9	362	16
80 III	—»—	29. 8. 1960	16	141	1
Tutkimusmetsikkö 73, ylitiheä 85-vuotias kuusikko, Juupajoki Tree stand 73, a very dense, 85-year-old spruce stand, Juupajoki					
73 I	4. 6. 1959	25. 6. 1959	3	640	107
73 II	—»—	16. 7. 1959	6	344	94
73 III	—»—	6. 8. 1959	9	334	26
73 IV	—»—	27. 8. 1959	12	402	20
73 V	—»—	4. 6. 1960	52	339	6
81 I	11. 5. 1960	9. 6. 1960	4	770	95
81 II	—»—	14. 7. 1960	9	475	83
81 III	—»—	29. 8. 1960	16	110	30

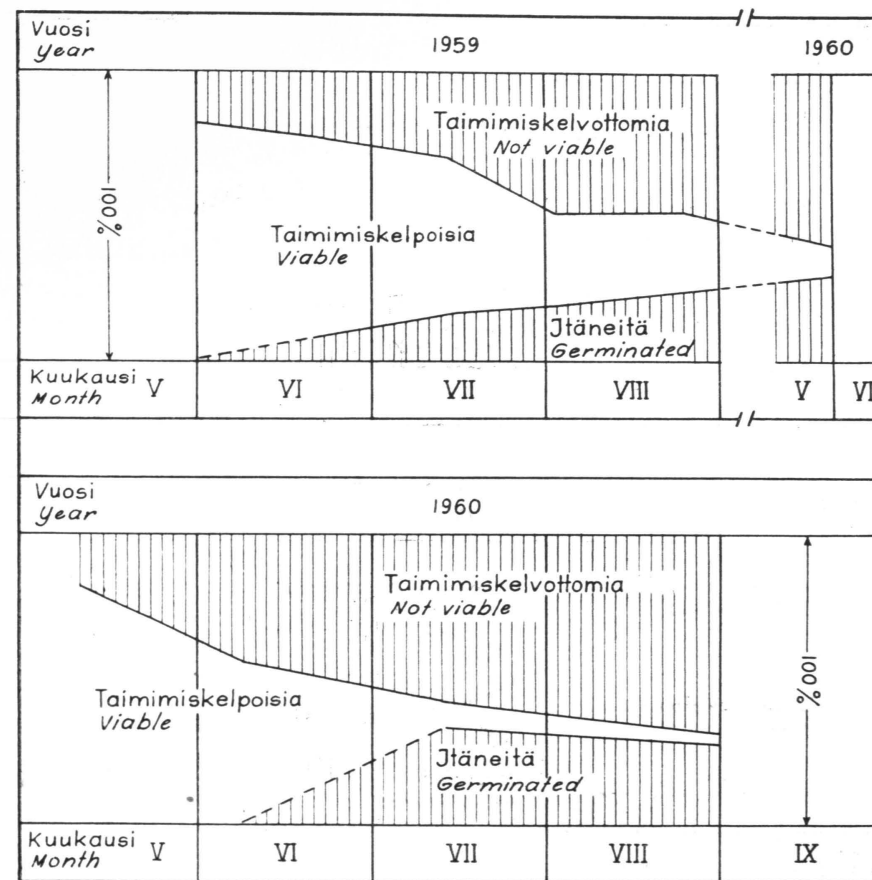
semuksesta tiedetään (SIIVONEN 1956), kohdistuvat epäilykset erityisesti metsähiireen (*Apodemus flavicollis* Melch.) ja metsämyyrään (*Clethrionomys glareolus* Schreb.). NOVIKOVIN (1953) mukaan metsähiiri saattaa syödä vuorokaudessa 1 000—1 500 kuusen siementä, joskin keskimääräinen kulutus, kun muutakin ravintoa on saatavissa, jäänee noin kymmenenteen osaan tästä. Myös useat muut tutkijat kuten ECKSTEIN (1904), SAALAS (1949), FORSSLUND (1944), LEHTO (1956) ja KOSKIMIES (1961) esittävät todisteita tai otaksumia metsähiiren aiheuttamista tuhoista. Amerikassa, jossa olosuhteet tosin ovat monin paikoin toisenlaiset kuin meillä, on pikku nisäkkäiden aiheuttama siementuho, jota siellä on intensiivisesti tutkittu (vrt. MOORE 1940, BALDWIN 1942, SMITH ja SHALER 1947, TEVIS 1953, 1956, COOPER ym. 1959), havaittu pahaksi uudistumisen esteeksi.

Pikku nisäkkäiden ohella saattavat lukuisat muut eläimet syödä maassa olevaa siementä. Olivatko linnut osuneet tässä puheena olleille siemenkätköille, ei



Kuva 23. Sammalen alle humuksen pintaan pantujen männyn siementen jakaantuminen eri ajankohtina tutkimusmetsikössä 17, tiheässä 85-vuotiaassa puolukkatyyppin männikössä. Kokeet perustettiin vuonna 1959 kesäkuun alussa ja vuonna 1960 toukokuun alkupuolella ja niissä oli mukana 100 siemenen erinä 11 000 siementä. Tarkastuksissa poistettiin kulloinkin määrääosa 100 siemenen erää. Taimimiskelvottomiksi luettiin sellaiset siemenet, joista ei kehittynyt hiekkalaatikossa idätettäessä taimia, sekä rikkiäisiksi syödyt, hävinneet ja löytämättä jääneet, itäneiksi itäessä auenneet ja pitemmälle itäneet siemenet ja niistä kehittyneet taimet. Itäneistä oli kasvukausien lopulla pääosa kuolleita. Orivesi, Metsä-Saramäki, Korkeakosken hoitoalue.

Fig. 23. Distribution of pine seeds at different times. The seeds were placed on the humus under the moss in tree stand 17, a dense, 85-year-old pine stand of the *Vaccinium* type. The trials were started in early June 1959 and in early May 1960. 11 000 seeds in batches of 100 were used. In each survey a certain number of these batches was recovered. Seeds that did not develop into seedlings in a sandbox, those injured by seed eaters, disappeared seeds and ones not found in surveys, were designated as not viable. Most germinated seeds were dead by the end of growing seasons. Orivesi, Metsä-Saramäki, Forest District of Korkeakoski.

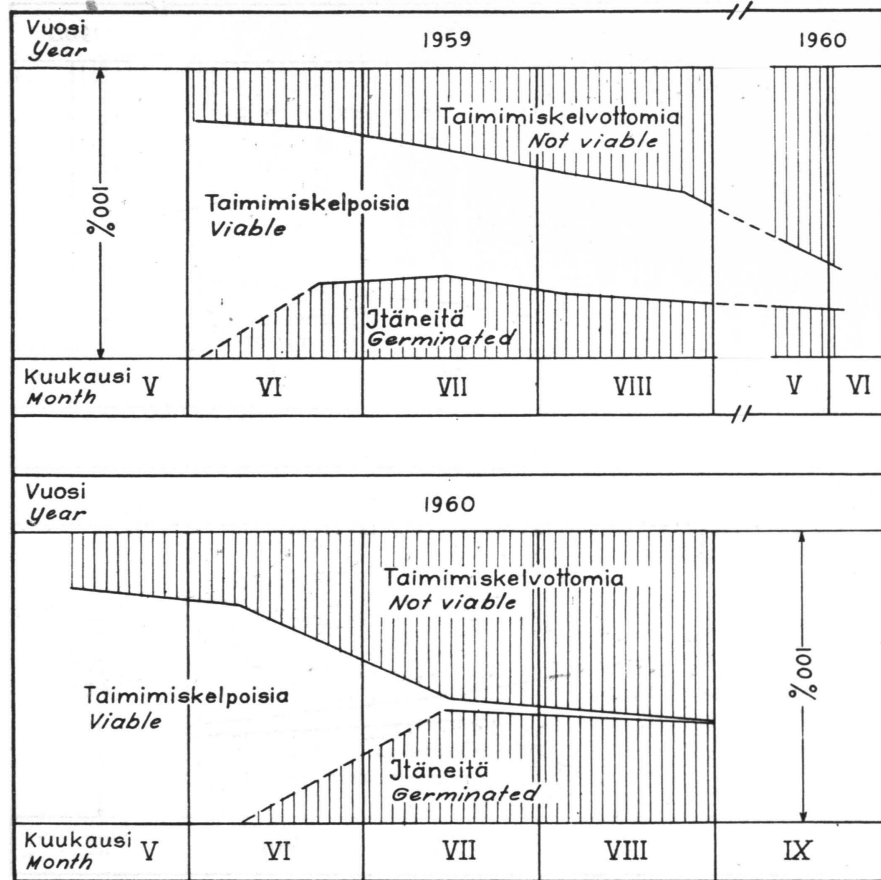


Kuva 24. Sammalen alle humuksen pintaan pantujen männyn siementen jakaantuminen eri ajankohtina tutkimusmetsikössä 68, joka oli avoin hakkausalue männikössä lähellä tutkimusmetsikköä 17. Lisäselvitykset samat kuin kuvassa 23.

Fig. 24. Distribution at different times of pine seeds placed on the humus under the moss. Tree stand 68, a clear cut area in a pine forest close to tree stand 17. Other data the same as in Fig. 23.

ole varmaa. Sen sijaan siementen seasta tai niiden vaiheilta tavattiin eräitä selkärangattomia: maakiitäjäisiä (*Carabidae*), perhostoukkia (*Agrotis*) ja sepän toukkia (*Athous subfuscus*), joiden kaikkien tiedetään syövän myös siemeniä (ECKSTEIN 1904, SAALAS 1924, 1949, PRELL 1925, LEHTO 1956, SCHERNEY 1959, YLI-VAKKURI 1961 a). Muurahaisten mahdollinen osuus siementen häviämiseen on myös otettava huomioon (vrt. PERTTULA 1941, VAARTAJA 1950, OINONEN 1956).

Koska oli otaksuttavissa, että maassa olevan ehjänäkin säilyneen siemenen kelpoisuus aikaa myöten heikkenisi, idätettiin sammalen alle pantuja siemeniä tutkittaessa metsiköistä 17, 68, 69, 72 ja 73 talteen saatu ehjä siemen hie-

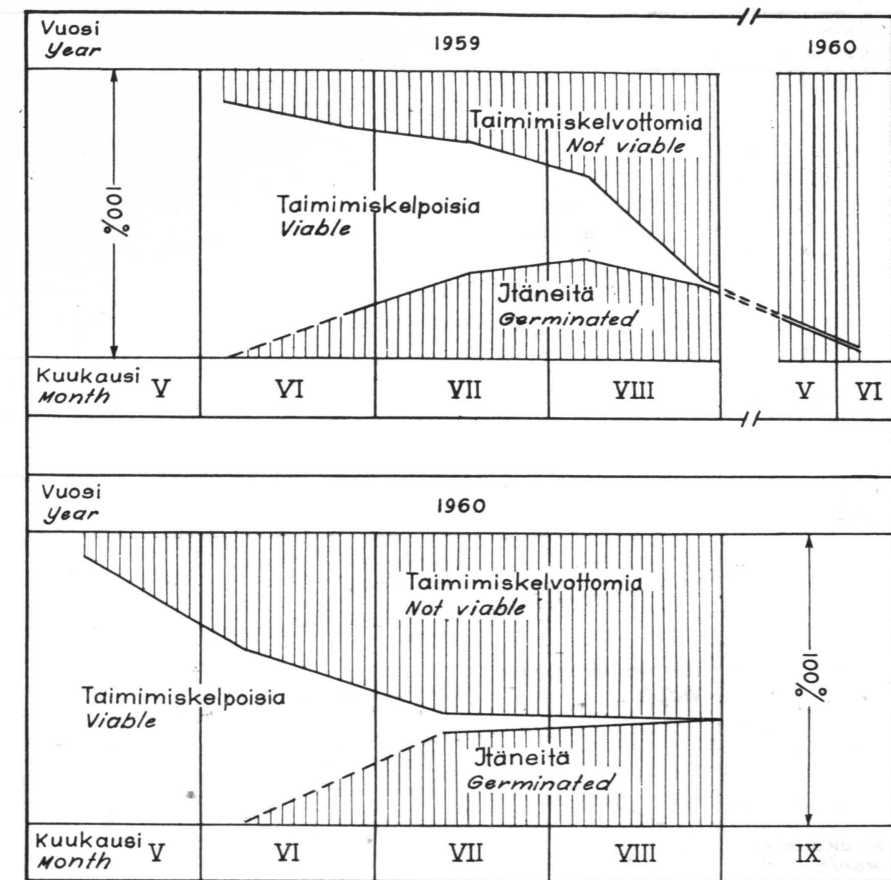


Kuva 25. Sammalen alle humuksen pintaan pantujen männyn siementen jakaantuminen eri ajankohtina tutkimusmetsikössä 69, väljennetyssä 100-vuotiaassa puolukkatyyppin männikössä. Lisäselvitykset samat kuin kuvassa 23. Juupajoki, Lapinkangas, Korkeakosken hoitoalue.

Fig. 25. Distribution at different times of pine seeds placed on the humus under the moss. Tree stand 69, an opened up, 100-year-old pine stand of the Vaccinium type. Other data the same as in Fig. 23. Juupajoki, Lapinkangas, Forest District of Korkeakoski.

kassa huonelämmössä. Jotta käytetty hiekka olisi mahdollisimman steriiliä, se otettiin kahden metrin syvyydestä erään hiekkakuopan vaiheilta. Eri ajankoh-
tina talteen saadun siemenen käyttökelpoisuus ilmenee taulukoista 19 ja 20.

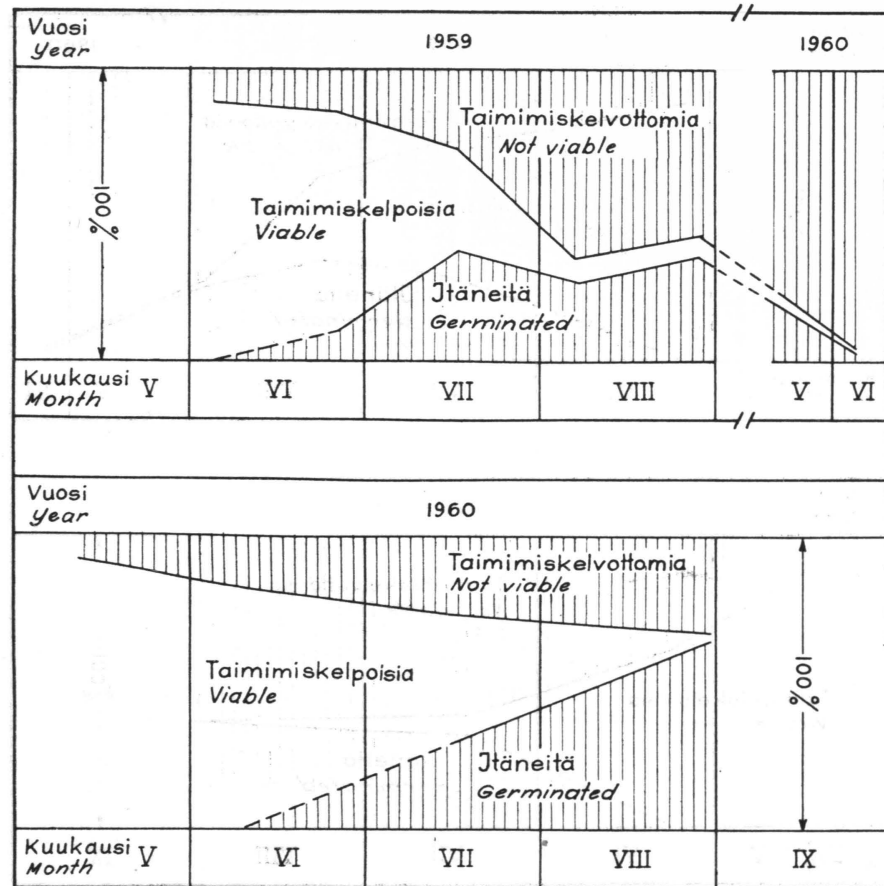
Kokeissa talteen saatu männyn siemen oli kuivahkona kesänä 1959 pitkin kasvukautta aina sen lopulle saakka taimimiskyvyltään alkuperäisen veroista tai vain jonkin verran sitä heikompaa. Siemen, jonka maassa olo jatkui seuraavaan kevääseen asti, oli sen sijaan taimimiskyvyltään tuntuvasti heikompaa kuin alkuperäinen, mutta kuitenkin vielä melko kelvokasta oltuaan maassa



Kuva 26. Sammalen alle humuksen pintaan pantujen kuusen siementen jakaantuminen eri ajankohtina tutkimusmetsikössä 72, järeässä 95-vuotiaassa käenkaali-mustikkatyyppin kuusikossa. Lisäselvitykset samat kuin kuvassa 23. Juupajoki, Korkeakosken hoitoalue.

Fig. 26. Distribution at different times of spruce seeds placed on the humus under the moss. Tree stand 72, a mature, 95-year-old spruce stand of the Oxalis-Myrtillus type. Other data the same as in Fig. 23. Juupajoki, Forest District of Korkeakoski.

vuoden. Kuivahkona kesänä heikkeni siemenen kelpoisuus avoimella alueella nopeammin kuin puustoisilla. Tämä aiheutui ilmeisesti siitä, että avoimella paikalla olivat itämisolot paremmat kuin puuston alla, joten siemenen itäessä yhä heikommin itävä siemen jäi jäljelle. Puuston alla puusta varissut siemen saattoi lisäksi häiritä koetta. Koska koesiemenet oli levitetty sammalen alle ja vain 25 cm²:n alalle, ei varisseiden siemenien vaikutus ole voinut olla kovinkaan suuri. Voidaan laskea, että esimerkiksi 5 kg:n suuruisesta männyn siemenen hehtaarisadosta, jota jo voidaan pitää runsaana (vrt. HEIKINHEIMO 1931), tulisi tällaiselle alalle keskimäärin vähemmän kuin 0.3 siementä. Kosteahkona



Kuva 27. Sammalen alle humuksen pintaan pantujen kuusen siementen jakaantuminen eri ajankohtina tutkimusmetsikössä 73, ylitieässä 85-vuotiaassa mustikkatyyppin kuusikossa. Lisäselvitykset samat kuin kuvassa 23. Juupajoki, Korkeakosken hoitoalue.

Fig. 27. Distribution at different times of spruce seeds placed on the humus under the moss. Tree stand 73, a very dense, 85-year-old spruce stand of the Myrtillus type. Other data the same as in Fig. 23. Juupajoki, Forest District of Korkeakoski.

kesänä 1960 kokeissa talteen saatu siemen oli jo saman kasvukauden loppupuolella taimimiskyvyltään heikkoa.

Kuusta koskevissa kokeissa talteen saadun siemenen taimimiskelpoisuus oli heikompi kuin männyn siemenen ja yleensä jo ensimmäisen kasvukauden lopulla vähäinen. Itämättöminä talvehtineet siemenet olivat kutakuinkin taimimiskelvottomia.

Samalla kun taimimiskelpoisuus heikkeni, väheni myös ehjien siementen määrä, koska osa siemenistä iti ja osa tuhoutui. Tästä johtuen taimimiskelpois-

Taulukko 21. Humuksen pinnalle, sammalen tai jäkälän alle pantujen männyn siementen ja niistä kehittyneiden taimien prosentuaalinen jakaantuminen eri kehitysluokkiin ensimmäisen kasvukauden lopulla. Koeaika 10. 5. – 29. 31. 8. 1960. Kussakin kokeessa oli 8 toistoa à 100 siementä. Korkeakosken hoitoalue.

Table 21. Percentile distribution into different classes of development, at the end of the first growing season, of pine seeds (and seedlings emerged from them) placed on the humus under the moss or lichen. Time of trials: May 10 – August 29-31, 1960. Each trial consisted of 8 replications of 100 seeds. Forest District of Korkeakoski.

Kehitysaste Stages of development	Aukio männikössä 68, koe 75 III An opening in a pine stand 68, trial 75 III		Männikkö 17, koe 76 III Pine stand 17, trial 76 III		Männikkö 69, koe 77 III Pine stand 69, trial 77 III	
	Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead
Sammalen tai jäkälän alta tavatut siemenet ja taimet – Seeds and seedlings found under the moss or lichen						
Aukeamatta jääneitä ehjiä siemeniä – Sound seeds that failed to open	5.1	11.1	2.5	12.6	1.0	12.1
Vaurioituneita tai tyhjiä siemeniä – Injured or empty seeds	·	14.3	·	10.9	·	15.8
Siemeniä, joiden kuori raollaan, mutta sirkkajuuri ei esillä – Seeds with the seed coat partly open, but the radicle not yet discernible	1.6	19.0	3.5	16.7	3.0	20.9
Siemeniä, joista sirkkajuuri esillä vähemmän kuin 5 mm – Seeds with the radicle emerged less than 5 mm	–	2.6	0.3	2.9	–	3.4
Siemeniä, joista sirkkajuuri esillä enemmän kuin 5 mm – Seeds with the radicle emerged more than 5 mm	–	0.9	–	0.6	–	1.1
Sirkkataimia, joiden päässä siemenkuori – Seedlings with seed coats on the top	0.3	–	1.1	–	–	0.1
Siemenkuoresta vapautuneita sirkkataimia – Seedlings free from seed coats	0.1	–	1.1	0.1	0.2	0.1
Yhteensä – Total	7.1	47.9	8.5	43.8	4.2	53.5
Sammalen tai jäkälän pinnalle nousseet taimet – Seedlings reached the surface of the moss or lichen						
Sirkkataimia – Seedlings	0.4	–	0.6	0.4	0.4	1.2
Sirkkataimia, joiden plumula puhjennut – Seedlings with an unfolded plumula	2.0	–	3.4	–	3.9	0.2
Yhteensä – Total	2.4	–	4.0	0.4	4.3	1.4
Hävinneet tai löytämättä jääneet – Not recovered	42.6		43.3		36.6	
Kaikkiaan – Grand total	100		100		100	

Taulukko 22. Humuksen pinnalle, sammalen alle pantujen kuusen siementen ja niistä kehittyneiden taimien prosentuaalinen jakaantuminen eri kehitysluokkiin ensimmäisen kasvukauden lopulla. Vuonna 1959 perustetuissa kokeissa oli 100 siemenen toistoja 16, seuraavana vuonna 8. Korkeakosken hoitoalue.

Table 22. Percentile distribution into different classes of development, at the end of the first growing season, of spruce seeds (and seedlings emerged from them) placed on the humus under the moss. Trials established in 1959 consisted of 16 replications of 100 seeds, those established in the following year consisted of 8 similar replications. Forest District of Korkeakoski.

Kehitystaste Stages of developmen	Kuusikko 72 Spruce stand 72		Kuusikko 73 Spruce stand 73					
	Koe 72 IV, koeaika 4. 6.—27. 8. 1959		Koe 80 III, koeaika 10. 5.—29. 8. 1960		Koe 73 IV, koeaika 4. 6.—27. 8. 1959		Koe 81 III, koeaika 11. 5.—29. 8. 1960	
	Trial 72 IV, time of trial July 4-August 27, 1959		Trial 80 III, time of trial May 10-August 29, 1960		Trial 73 IV, time of trial June 4-August 27, 1959		Trial 81 III, time of trial May 11-August 29, 1960	
	Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead
Sammalen tai jäkälän alta tavatut siemenet ja taimet — Seeds and seedlings found under the moss or lichen								
Aukeamatta jääneitä ehjiä siemeniä — Sound seeds that failed to open	0.9	40.3	0.1	17.5	8.4	41.9	2.8	11.0
Vaurioituneita tai tyhjiä siemeniä — Injured or empty seeds	·	2.7	·	2.0	·	0.4	·	2.1
Siemeniä, joiden kuori raollaan, mutta sirkkajuuri ei esillä — Seeds with the seed coat partly open, but the radicle not yet discernible	—	15.5	8.1	18.2	7.6	17.4	16.4	24.0
Siemeniä, joista sirkkajuuri esillä vähemmän kuin 5 mm — Seeds with the radicle emerged less than 5 mm	0.3	6.7	0.4	3.7	0.2	7.8	—	2.8
Siemeniä, joista sirkkajuuri esillä enemmän kuin 5 mm — Seeds with the radicle emerged more than 5 mm	—	1.4	—	1.8	0.2	1.4	0.1	1.0
Sirkkataimia, joiden päässä siemenkuori — Seedlings with seed coats on the top	0.7	1.0	2.8	0.3	0.9	0.5	4.5	1.0
Siemenkuoresta vapautuneita sirkkataimia — Seedlings free from seed coats	—	—	1.1	0.1	0.2	—	3.6	5.7
Yhteensä — Total	1.9	67.6	12.5	43.6	17.5	69.4	27.4	47.6
Sammalen tai jäkälän pinnalle nousseet taimet — Seedlings reached the surface of the moss or lichen								
Sirkkataimia — Seedlings	—	—	0.8	—	—	—	3.6	0.6
Sirkkataimia, joiden plumula puhjennut — Seedlings with an unfolded plumula	—	—	0.1	—	—	—	0.4	—
Yhteensä — Total	—	—	0.9	—	—	—	4.0	0.6
Hävinneet tai löytämättä jääneet — Not recovered	30.5		43.0		13.1		20.4	
Kaikkiaan — Grand total	100.0		100.0		100.0		100.0	

Taulukko 23. Sammalen tai jäkälän alle humuksen pintaan asetettujen siementen jakaantuminen yhden kasvukauden kuluttua, %. Kunkin kokeeseen sisältyi 8 tai 16 sadan siemenen toistoa.

Table 23. Distribution, in percentages, of seed placed on the humus under the moss or lichen, after one growing season. Each trial consisted of 8 or 16 replications of a batch of 100 seeds.

Numero Number	Tutkimusmetsikkö Tree stand	Koeaika Time of trial	Sammalen alta tavatut siemenet (ja taimet) Number of seeds (and seedlings) observed under the moss		Sammalen pinnalle nousseet taimet Number of seedlings reached the surface of the moss layer		Hävinneet tai löytämättä jääneet siemenet Number of disappeared or not recovered seeds	Kontrollisiementen taimiminen hiekassa, % Seedlings yield of control seed on the sand, per cent
			Elävät Living	Kuolleet Dead	Elävät Living	Kuolleet Dead		
Kokeet männyn siemenellä — Trials with pine seed								
68	Aukio männikössä Opening in a pine stand	10. 5.—31. 8. 1960	7	48	2	—	43	64
17	Männikkö, 85 v. Pine stand, 85 years	10. 5.—31. 8. 1960	9	44	4	0	43	64
69	Männikkö, 100 v. Pine stand, 100 years	10. 5.—30. 8. 1960	4	54	4	1	37	64
Kokeet kuusen siemenellä — Trials with spruce seed								
72	Kuusikko, 95 v. Spruce stand, 95 years	4. 6.—27. 8. 1959	2	68	—	—	30	84
72	—»—	10. 5.—29. 8. 1960	12	44	1	—	43	67
73	Kuusikko, 85 v. Spruce stand, 85 years	4. 6.—27. 8. 1959	18	69	—	—	13	84
73	—»—	11. 5.—31. 8. 1960	27	48	4	1	20	67

ten siementen määrä väheni koeoloissa jokseenkin jyrkästi, kuten kuvista 23—27 ilmenee. Kosteahkona kesänä väheneminen oli nopeampaa kuin kuivahkona. Seuraavaan kasvukauteen ei taimimiskelpoista siementä siirtynyt juuri lainkaan. Tämä viittaa siihen, ettei kyseisissä oloissa siementen jälki-itämisellä ilmeisesti ollut sanottavaa merkitystä uudistumisessa. Taimimiskelpoisten siementen jyrkkä väheneminen on uudistumisen kannalta varsin epäedullista, sillä usein saavutetaan itämiselle ja taimien kehittymiselle suotuisat lämpö- ja kosteusolot vasta puolivälissä tai loppupuolella kasvukautta, jolloin osa siemenistä on jo tuhoutunut.

Siemenen itämiskyvyn heikkenemisen, siemensyönnin ja mahdollisesti muun häviämisen osuus siementen tuhoutumiseen vaihtelee ilmeisesti vuodesta toiseen. Siihen viittasivat eri metsiköissä perättäisinä vuosina tehdyt havainnot.

Itäneiden ja itävien siementen määrä oli tutkituissa tapauksissa (kuvat 23—27) huomattava, mutta uudistumisen kannalta se ei silti ollut merkityksellinen,

koska se koostui suureksi osaksi kuolleesta aineksesta. Kuoleminen oli tapahtunut pääasiallisesti aivan itämisen alkuvaiheissa. Sammalen pinnalle asti nousseita taimia esiintyi hyvin niukasti; kuivahkona kesänä 1959 ne puuttuivat puheena olleista kuusikoista kokonaan. Seuraavana syksynä oli tulos ylitiheässä kuusikossa, tutkimusmetsikössä 73, jokseenkin yhtä heikko; toisessa järeässä kuusikossa, tutkimusmetsikössä 72, hieman parempi. Männiköissä syntyi vuonna 1960 kylvetystä siemenestä 4—6% sammalen pinnalle asti nousseita taimia, toisen männikön läheisessä aukiossa, tutkimusmetsikössä 68, hieman vähemmän.

Taulukoista 21—23 ilmenee yksityiskohtaisesti sammalen alle kylvetettyjen siemenien kohtalo puheena olleissa metsiköissä kasvukauden lopulla. Taulukossa 23 kiinnittyy huomio erityisesti kahteen osuudeltaan hyvin tuntuvaan ryhmään: hävinneisiin siemeniin (syödyt tai muuten hävinneet ja löytämättä jääneet) sekä itämisvaiheessa kuolleisiin siemeniin ja aivan alkuvaiheissa menehtyneihin taimiin. Edellisessä ryhmässä kuvastuu ilmeisesti faunan merkitys. Itävien siemenien ja kehittyvien taimien suuri kuolleisuus lienee puolestaan johtunut epäedullisista kosteussuhteista ja ainakin kasvukauden alkupuolella myös epäedullisista lämpöoloista. Muissa metsiköissä suoritettujen kastelukokeiden tulokset viittaavat siihen, että nimenomaan kuivuus olisi ollut tuhoisa. Erityisesti itämisen näin ollessa hidasta saattavat maassa olevat patogeeniset sienet käydä siemenille ja kehittyville taimille tuhoisiksi (vrt. VANSELOW 1931, LINDQUIST 1937, FISHER 1941). Myös eläinten aiheuttama tuho saattaa kohdistua itävään siemeneseen ja taimeen heti sen alkuvaiheissa (LEHTO 1956). Itäneiden siemenien ja kehittyvien taimien näin tapahtunut häviäminen lisäsi inventoinneissa hävinneiden siemenien määrää, mikä kuvissa 23—27 saattaa ilmetä itäneiden ja itävien siemenien osuuden vähenemisenä maksimiarvosta.

Saadut tulokset pätevät tietenkin vain selostetuissa koeolosuhteissa. Hajalleen variseva luontainen siemensato saattaa hyvinkin joutua jossain määrin toisenlaisen kohtalon alaiseksi. Tarvitaan vielä runsaasti tutkimustyötä, jotta tämä tärkeä vaihe saataisiin tyydyttävästi selvitettyksi.

Tulosten tarkastelua

Taimien syntyminen

Tutkimuksessa saavutetut tulokset ovat hyvin ymmärrettäviä niiden tietojen perusteella, joita puiden fysiologiasta ja ekologiasta on saatavissa.

Jotta itäminen yleensä tapahtuisi, tarvitaan sopivasti vettä, lämpöä ja happea sekä toisinaan valoa ja usein myös jokin ärsyke (vrt. TOUMEY ja KORSTIAN 1947, BARTELS 1960, KRAMER ja KOZLOWSKI 1960). HAACKIN (1912) mukaan minimilämpötila, jossa mänty itää, on lähellä 5—6° C. Optimilämpötila on siemenen laadusta riippuen 26—30° C valossa, pimeässä alempi. Lämpötilan

vaihtelu edistää valossa männyn siemenen itämistä, mutta ei kuusen siemenen. MORKIN (1938) mukaan kuusen siemen itää alhaisessa lämpötilassa heikommin kuin männyn siemen. Minimilämpötilana, jossa kuusen siemen itää, pidetäänkin 7° C (AALTONEN 1942). MORK (1933, 1938), joka on perusteellisesti tutkinut lämpötilan vaikutusta uudistumiseen, on todennut, että kuusen siemenen nopea ja täydellinen itäminen tapahtuu kuitenkin vasta, kun lämpötila on 14—16° C. Lämpötilan ollessa 12—14° C kuusen siemen itää jo hitaammin ja osa siemenestä jää itämättä. Siemenen kotipaikasta riippuen itämisessä esiintyy näissä lämpötiloissa kuitenkin jonkin verran vaihtelua.

Niiden lämpötilamittausten perusteella, joita tämän tutkimuksen yhteydessä tehtiin, näyttää ilmeiseltä, että puustoisilla alueilla maan lämpötila saattaa kasvukauden aikana yleensä pysyä kuusen ja männyn siemenen itämisen optimilämpötilan alapuolella. Erityisesti kuusikoissa maa on kylmää. Niinpä tutkituissa kuusikoissa oli lämpötila humuskerroksen pinnassa melkein koko kasvukauden alempana Morkin määrittämää nopean ja täydellisen itämisen alarajaa. Ilmeisesti maan kylmyys saattaa siis meilläkin kasvukauden alkupuolella estää ja myöhemmin hidastaa siemenien itämistä. Näin ollen kaikki sellaiset toimenpiteet, jotka kohottavat maan lämpötilaa, parantavat ja jouduttavat itämistä. Käytännössä tällainen vaikutus voidaan saada aikaan mm. väljentämällä puustoa (YLI-VAKKURI 1960 a) ja maata muokkaamalla.

Myös maan kuivuus saattaa estää itämistä. Sitä paitsi itävät siemenet voivat tuhoutuakin veden puutteeseen. KRAMER ja KOZLOWSKI (1960) katsovat, että nimenomaan kosteuden vaihtelut ovat vaarallisia siemenille. ROHMEDEK (1951) on todennut, etteivät paisuneet männyn ja kuusen siemenet vielä ole kovin arkoja kuivuudelle. Sen sijaan ne ovat hyvin arkoja, jos sirkkajuuri on tunkeutunut esiin. Myös VAARAJA (1954) tähdentää samaa seikkaa. Tämän tutkimuksen yhteydessä havaittiin itämisen pysähtyneen suuressa määrin nimenomaan mainitulle asteelle. Tuntuu näin ollen siltä, että kuivuus olisi käynyt niille vaaralliseksi. Osa siemenistä on tietenkin saattanut olla sellaisia, jotka sisäisistä syistä ovat itämisessään pysähtyneet näin aikaisessa vaiheessa.

Edellä esitetyt seikat pakottavat kiinnittämään huomiota kasvukauden sadeoloihin. Kuten KORHONEN (1928) huomauttaa, kasvukauden sademäärää voitaneen pitää oloihimme sopivana. Sen jakautuminen tälle kaudelle ei sen sijaan ole niinkään edullinen. Enimmät sateet saadaan nimittäin loppukesällä tai syksyllä, jota vastoin loppukevät ja alkukesä ovat vähäsateiset. Merenrannikoilla kevätkuivuus esiintyy haitallisimpana (PESSI 1960). Puuston peittämillä alueilla jää suuri osa kasvukauden aikaisten sateiden tuomasta vedestä puihin (LUKKALA 1942). Tämä määrä on suuresti riippuvainen puulajista, metsikön rakenteesta sekä latvuskatoksen peittävydestä ja paksuudesta. Puusto kyllä suojaa haihdunnalta, mutta toisaalta haihduttaen kuluttaa alustansa vesivarjoja. Kokonais-tuloksena sadeoloista ja kasvipeitteen vaikutuksesta maan kosteusoloihin näyttäisi olevan itämisalustan ajoittain tapahtuva liiallinen kuivuminen. Tähän viit-

taavat myös kastelun antamat suotuisat tulokset erityisesti sellaisissa tapauksissa, joissa puiden ja sammalen vedenkäyttö oli poistettu, niin että vähäinenskin kastelu pääsi vaikuttamaan. Myös VAARTAJA (1950) on pannut merkille kastelun suotuisan vaikutuksen. Kosteuden merkitystä valaisevat lisäksi tutkimuksen yhteydessä tehdyt havainnot siitä, että taimiminen oli runsaampaa kosteana kesänä kuin kuivana ja että taimia syntyi nimenomaan sateisina kausina. Myös SARVAS (1937, 1944, 1950 b) tähdentää useassa yhteydessä kuivuuden haitallista vaikutusta uudistumiseen. Samoin TIRÉN (1934), MORK (1938), ARNBORG (1947) ja HUSS (1956) toteavat, että kuivuus saattaa estää tai hidastaa itämistä.

Jos kosteutta ja lämpöä on riittävästi, itämisalustan laadun vaikutus taimimiseen kutakuinkin häviää. Taimia syntyy hyvin kaikenlaisilla alustoilla. Siitä saatiin tämän tutkimuksen yhteydessä kokemuksia eräiden koekylvöjen satuessa poikkeuksellisen suotuisan säävaiheen kynnykselle. Antamalla kastellen riittävästi kosteutta on usein havaittu, että itämisalustojen tavanomaiset itämistuloksen perusteella todetut eroavuudet häviävät (HAACK 1906, BARR 1930, TERTTI 1937). Yleensä luontaisissa oloissa, joissa lämpöä ja kosteutta on niukasti, itämisalustojen laatu vaikuttaa itämistulokseen. Koskematon kasvipeite osoitautui tavanomaisissa olosuhteissa huonoksi taimimisalustaksi. Osa siihen variseista siemenistä takertuu kasvipeitteeseen, nimenomaan sen pohjakerrokseen (CAJANDER 1909, TIRÉN 1934, 1945). Sammalet ja jäkälät tarjoavat kuitenkin löysän, helposti kuivuvan, epäedullisen itämisalustan (CAJANDER 1909). Osa koskemattomaan kasvipeitteeseen joutuneesta siemenestä tunkeutuu humuskerroksen pinnalle asti, harvoin alemmaksi (YLI-VAKKURI 1961 a, b). Näin syvälle tunkeutuneiden siemenien itämisoloihin vaikuttaa ratkaisevasti niiden yläpuolella oleva aluskasvillisuus, ennen kaikkea sen pohjakerros: sammalet ja jäkälät. Lämpöä eristävänä kerroksena aluskasvillisuus tasaa ja madaltaa humuskerroksen lämpötilaa. Sammal ja muu aluskasvillisuus estävät humusta kostumasta, mutta sen jälkeen kun humus on kastunut, sammal ja jäkälä suojaavat sitä kuivumiselta (WITTICH 1955). MÄGDEFRAU ja WUTZ (1951) ovat todenneet, että kuiva sammal voi imeä itseensä 5 mm:n sateen. Tämän tutkimuksen yhteydessä voitiin puolestaan todeta, ettei viikoittain toistettu 4 mm:n kastelu parantanut taimimista koskemattomassa kasvipeitteessä. Ilmeisesti vesi tällöinkin pidättyi pintakasvillisuuteen. Sammal myös haihduttaa runsaasti välittömästi sateen jälkeen, jolloin se on vielä märkä (STÄLFELT 1937, 1960).

Edellä esitetyn perusteella käy ymmärrettäväksi, että sammalen poisto vaikutti tutkituissa tapauksissa yleensä edullisesti taimimiseen. Samanlaisia tuloksia esittävät mm. HERTZ (1932), ARNBORG (1947), MESHECHOK (1956) ja BRAATHE (1960). Vaihtelevissa kosteusoloissa paljas humuspinta ei kuitenkaan ole sekään kovin edullinen itämisalusta, sillä se kuivuu nopeasti (METZ 1958). Yleensä paljastettu kivennäismaa tarjoaa humuspintaa paremman itämisalustan (vrt. GRINNDAL 1911, TERTTI 1937, HEIKINHEIMO 1932 a, 1940, LEHTO 1956, BRAATHE 1960). Siemenet kykenevät siitä imemään itämiseen tarvittavan veden parem-

min kuin humusalustalta (BARR 1930). Tämänkin tutkimuksen yhteydessä havaittiin taimia syntyvän kivennäismaalle usein enemmän kuin humusalustalle. Aina ei kuitenkaan näin käynyt. Tällöin ilmeisesti siemenien ja mahdollisesti vasta syntyneiden taimien tuntuva häviäminen kivennäismaalta muutti tavanomaisia suhteita eri itämisalustojen välillä. Siementuhojen tällaiseen vaikutukseen viittaa myös ARNBORGIN (1947) havainto, että kivennäismaalle syntyi taimia enemmän kuin humusalustalle, jos siemenet peitettiin. Luontaista taimimista edistävää aluskasvillisuuden ja humuskerroksen rikkomista suoritetaan toistaiseksi vähän, mutta hakkuiden yhteydessä maan pinnan rikkoutumisen sijaan syntyy.

Puiden juurten eristäminen kylvökohdista osoitti, että puiden juuristikilpailu ei ollut vielä taimimisvaiheessa kovinkaan ratkaiseva. Se kyllä tuntui usein jossain määrin etenkin kivennäismaalla ja toisinaan myös koskemattomassa kasvipeitteessä ja humusalustalla, mutta jäi myös monesti tuntumatta. Juurten eristämisen tiedetään kyllä lisäävän maan kosteutta (BARR 1930, KORSTIAN ja COILE 1938), mutta ilmeisesti tämä vaikutus on vähäinen aivan maan pinnassa.

Taimien ilmestyminen siirtyi tutkituissa tapauksissa myöhään eli heinäkuun lopulle tai elokuun alkuun. Ilmeisesti juuri epäedulliset lämpö- ja kosteusolot olivat tähän syynä. SARVAS (1944) on todennut, että taimiminen luontaisissakin oloissa saattaa tapahtua varsin myöhään. Myös PERTTULA (1941), joka teki mäntyä ja kuusta koskevia havaintoja Etelä-Suomen rannikkoalueella, pani merkille, että näiden puulajien taimia syntyi keväitämisvaiheessa vähän ja vasta syysitämisvaiheessa enemmän. Sääoloista riippuen esiintyy taimien ilmestymisessä tietenkin suurta vaihtelua. Uudistumistapahtumaa siemenen varisemisen jälkeen seurattaessa näyttää tavanomaista kuitenkin olevan, että varisemista seuraa pitkä siemenen maahan varastoitumisen ja hitaan itämisen kausi. Tänä aikana taimimiskykyinen aines vähenee voimakkaasti. Suotuisien olosuhteiden myöhemmin saavuttua siitä saattaa olla vain jokin murto-osa jäljellä. Tämä ei aiheudu niinkään ehjänä säilyvien siemenien taimimiskyvyn heikkeneemisestä, kuin siitä, että siemeniä häviää ja siitä, että alkuunpässyt itäminen keskeytyy vaiheessa, jossa siemenkuori on auennut tai sirkkajuuri tunkeutunut ulos siemenestä. Kasvukauden sääoloista suuresti riippuu, minkä laajuuden tuhot saavuttavat. Jos lämpöä ja kosteutta on riittävästi, tapahtuu taimiminen nopeasti ja tuhot jäävät vähäisiksi. Saadut tulokset saavat tukea eräiden muiden tutkijain suorittamista havainnoista (MORK 1938, TOUMEY ja KORSTIAN 1947, LEHTO 1956). Uudistumisen kannalta näyttäisivät edellä esitetyn perusteella sellaiset kasvukaudet olevan edullisia, jolloin kasvukauden alkupuolellakin, ja nimenomaan tällöin, olisi lämmintä ja kosteata. Samantapaiseen tulokseen on päätynyt SARVAS (1944), sillä hän toteaa, että vain sellaiset männyn siemenvuodet, joita seuraa kostea kesäkausi, saattavat muodostua hyväksi uudistumisvuosiksi.

Taimimiskelpoisen siemenen säilyminen seuraavaan kasvukauteen on uudis-

tumisen kannalta mielenkiintoinen kysymys, jota on paljon pohdittu männyn osalta etenkin Pohjois-Suomen ja sitä vastaavien alueiden olosuhteissa. Kivennäismaahan kylvetyistä siemenistä on osan havaittu itävän toisena jopa kolmantena ja neljäntenä kasvukautena (RENVALL 1912, LASSILA 1920, SIRÉN 1952). Vastaavanlaisia havaintoja on tehty myös seurattaessa kuloalueiden uudistumista (SARVAS 1937). Ruotsissa on WIBECK (1917, 1920) todennut kylvöissä runsaasti jälki-itämistä, mutta hän katsoo, että sillä on vain Pohjois-Ruotsissa merkitystä kylvön onnistumisen kannalta. TIRÉN (1952), jonka kokeissa oli myös kuusta mukana, havaitsi, että 10 % jälki-itäminen oli varsin yleistä Norrlandissa ja että runsaampaakin esiintyi. Kylvöjen yhteydessä on jälki-itämistä pantu merkille myös Etelä-Suomen olosuhteissa (CANNELIN 1900, YLI-VAKKURI 1959 b). LAKARI (1921) on puiden lustoja laskien olettanut, että siemenlepoa on esiintynyt myös Etelä- ja Keski-Suomen metsien luontaisen uudistumisen yhteydessä. Mitään tarkempia havaintoja näillä alueilla ei asiasta liene tehtykään.

Nyt suoritettut kokeet osoittivat, että ehjää kuusen siementä siirtyi seuraavan kasvukauden puolelle niukasti ja että sen taimimiskyky oli jokseenkin olematon. Koska myös muualla suoritettut kokeet (MORK 1938) osoittavat, että kuusen siemen menettää maassa jokseenkin nopeasti itävyyttään, ei jälki-itämisellä kuusikoissa liene kovin suurta merkitystä. Männyn siemenen kelpoisuus sen sijaan säilyi paremmin. Jälki-itäminen saattaa kuitenkin jäädä vähäiseksi, koska ehjää siementä näyttää siirtyvän niukasti seuraavan kasvukauden puolelle.

Taimien ensi kehitys

Kun syntyvä taimi on käyttänyt loppuun siemenen vararavinnon, sen kehityksessä rupeavat tuntumaan entistä selvemmin ympäristön edafiset, ilmatekijät ja biottekijät sekä taimen sisäiset tekijät. Tällöin tulevat selvemmin näkyviin myös puulajien väliset erot.

Oleennaista uudistumistapahtumalle taimien syntymisen jälkeen oli, että taimiaines nopeasti ja usein varsin tuntuvasti väheni. Taimien tuhoutumista tapahtui etenkin ensimmäisenä kasvukautena ja varsinkin sitä seuraavana talvehtimisen aikana. Myöhemmin taimien häviäminen, joka tosin jatkui, oli huomattavasti vähäisempää. Koskemattomassa kasvipeitteessä taimet säilyivät huomattavasti heikommin kuin humusalustalla ja kivennäismaalla. Taimien tuhoutumisalttiudesta niiden ensi kehityksen aikana esiintyy runsaasti havaintoja (vrt. HERTZ 1933, ARNBORG 1947, PHELPS 1948, FERRELL 1953, SIRÉN 1952, MESHECHOK 1956). Myös tämän ilmiön syihin on tutkimuksissa toistuvasti palattu. Niihin on tässä kuitenkin aihetta puuttua vain niiltä osin, jotka liittyvät läheisesti tässä tutkimuksessa saatuihin tuloksiin.

Jotta taimien kehitys olisi etenevää, täytyy yhteyttämistuotteita kertyä tällöin enemmän kuin mitä kuluu hengitykseen ja vikaantuneiden elimien korvau-

tumiseen. Elintoiminnan kokonaisbilanssin (WALTER 1951) tulee siis olla positiivinen. Yksi perusedellytys etenevälle kehitykselle on näin ollen valo. Mikä valomäärä on katsottava taimille riittäväksi, siitä on paljon keskusteltu. Tämän tutkimuksen yhteydessä ilmeni, että sekä männyn, kuusen että koivun taimet saattoivat pysyä elossa, jopa kehittyä edelleen, varsin sulkeutuneissa metsiköissä. Myös valonmittauksin on voitu todeta, että puun taimet yleensä voivat tulla toimeen hyvinkin niukassa valossa (vrt. BATES ja ROESER 1928, PEARSON 1929, GRASOVSKY 1929, FERRELL 1953). Tämän perusteella ei kuitenkaan sovi aliarvioida valon merkitystä. Näyttää nimittäin siltä, että taimet tarvitsevat, kehittyäkseen normaalisti, huomattavasti enemmän valoa kuin toimeentulon ehdoton minimi vaatii. Niukassa valaistuksessa taimi saattaa kyllä kasvaa pituutta. Taimen painon lisääntyminen sen sijaan kärsii. Useat tutkijat pitävät 20—25 % täydestä aukean paikan saamasta valosta sellaisena miniminä, joka sallii mm. havupuun taimien normaalin kehityksen (GAST 1937, BJÖRKMAN 1945, SHIRLEY 1932, 1945, HUNZIKER 1956). Niukasta valaistuksesta kärsii erityisesti myös juuriston kasvu. Tästä on esitetty jo varhain havaintoja (SCHWARZ 1892) ja sitä on usein myöhemminkin tähdennetty (HAIG 1936, GAST 1937, SHIRLEY 1945, ROMELL ja MALMSTRÖM 1945, TOUMEY ja KORSTIAN 1947, HUNZIKER 1956). Normaalista sienijuuria syntyy taimiin vain, jos isäntäkasvi sisältää hiilihyaattien ylijäämää. Tämä taas edellyttää, että taimet ovat saaneet riittävästi valoa (BJÖRKMAN 1949, 1956). Koska varjossa kasvaneilla taimilla on heikko juuristo, ne kestävät kuivuutta huomattavasti paremmin kuin valossa kasvaneet vahvajuuriset taimet (TOUMEY ja KORSTIAN 1947).

Varjostus ja siitä johtuva niukkatuottoinen fotosynteesi heikentävät myös taimien kylmänkestävyyttä (vrt. SHIRLEY 1945, TOUMEY ja KORSTIAN 1947). Mahdollisesti tällä seikalla on jotakin osuutta 1-vuotiaitten taimien havaittuun runsaaseen kuolemiseen talvehtimisen aikana. Valolla näyttäisi siis olevan välillisesti hyvinkin tärkeä merkitys taimien ensi kehitykseen. — Käytännöllisessä toiminnassa taimille tulevan valon määrää voidaan lisätä poistamalla puustoa ja rikkomalla varjostavaa kasvipeitettä.

Kuivuutta pidetään yleensä taimille hyvin tuhoisana (vrt. SARVAS 1937, 1944, ARNBORG 1943, WITTICH 1955, LEHTO 1956). Aina ei lähemmin määritellä sitä, mitä tämän kuivuuden arvellaan taimille aiheuttavan. Ilmeisesti kuitenkin yleensä katsotaan kysymyksessä olevan taimien lakastumisen. Tämän tutkimuksen yhteydessä pantiin merkille, että taimet syntymisvaiheessaan olivat kyllä hyvin herkkiä tuhoutumaan kuivuuden vaikutuksesta, kuten on jo mainittu, mutta että taimet eivät myöhemmin olisi olleet kovin arkoja lakastumaan. BARR (1930) ja VAARTAJA (1954) ovat kokeellisesti osoittaneet, että taimet ovat sitkeitä kestämään poutaa. Barr totesi lisäksi, ettei maan kosteus hevillä laske alle lakastumispisteen. Ilmeisesti kuivuuden haitallinen vaikutus ei aina perustukaan siihen, että se suorastaan lakastuttaa taimia, vaan siihen, että se muuten vakavasti haittaa niiden elintoimintaa. On tärkeää todeta, että veden puutteesta

kärsivä kasvi ei yhteyttä juuri ollenkaan; sen sijaan tapahtuu jopa rakennusaineiden vähentymistä, koska hengitys edelleen jatkuu (WALTER 1951). Tässä yhteydessä on huomion arvoinen myös FERRELLIN (1953) havainto, että erään mäntylajin taimi kehittyi heikosti, jos oli kuivaa ja samanaikaisesti niukasti valoa. Kuivuus saattaa siis vaikuttaa epäedullisesti taimien kehitykseen estämällä assimilaatiota. Tähän ajatuksenjuoksuun soveltuvat hyvin tämän tutkimuksen yhteydessä tehdyt havainnot siitä, että kastellut taimet läpäisivät talven paremmin kuin kastelemattomat ja että niiden kehitys nimenomaan seuraavana vuonna oli ripeämpi kuin kastelemattomien.

Metsämaassa voi myös ravinteiden niukkuus vaikeuttaa taimien kehitystä. Erityisesti käyttökelpoista typpeä saattaa olla liian vähän. Jo HESSELMANIN (1917, 1927) kokeet ja niiden myöhemmin suoritetut inventoinnit (ROMELL ja MALMSTRÖM 1945) osoittivat, että typpi edistää taimien kasvua. Myös AALTONEN (1938, 1940, 1948) korostaa typen merkitystä. Kokeittensa perusteella GAST (1937) toteaa, että valon määrän lisääntyessä voi typpi tulla taimien kasvua rajoittavaksi tekijäksi. Kalin ja fosforin lisääminen ei sen sijaan edistänyt taimien kasvua. BJÖRKMAN (1949) on havainnut, että mykoritsain muodostus on jossain määrin riippuvainen helposti käytettävissä olevasta tyypestä ja fosforista. Kalilla ja kalkilla ei sen sijaan ollut samaa vaikutusta. WALTER (1951) mainitsee, että typen puutteessa laskee assimilaatio ja vielä enemmän kuiva-aineen tuotto, koska assimilaation tuloksia kuluu hengitykseen.

Etsittäessä syitä taimien heikkoon viihtymiseen ja kuolemiseen puuston alla, on kiinnitetty huomiota myös puiden juuristokilpailun vaikutukseen. Ensimmäiset asiaa valaisevat kokeet, joissa puiden juuret taimien ympäriltä eristettiin, teki FRICKE (1904). Useat tutkijat (FABRICIUS 1929, 1935, TOUMEY ja KIENHOLZ 1931, KORSTIAN ja COILE 1938, E. KALELA 1948, LEHTO 1956) ovat myöhemmin uusineet nämä kokeet ja havainneet puiden juurten eristämisen vaikuttaneen edullisesti taimien kehitykseen. AALTONEN (1942) totesi myös taimien välillä juuristokilpailua. Juuristokilpailun merkitystä taimien ensi kehitykseen ovat tähdentäneet myös ARNBORG (1947) ja HUNZIKER (1956). BARR (1930) sekä KORSTIAN ja COILE (1938) ovat havainneet puiden juurten eristämisen lisäävän kosteutta. Viimeksi mainitut eivät sen sijaan vielä ensimmäisenä vuonna havainneet ravinne-eroja. Ilmeisesti niitä kuitenkin syntyy sitä mukaa kuin katkaistut puiden juuret lahoavat. Suoritettujen kokeiden yhteydessä pantiin merkille, että juurten eristäminen ei vaikuttanut tai vaikutti vain vähän siemenien itämiseen ja taimien kehitykseen ensimmäisen kasvukauden aikana. Puiden juurten eristämisen vähäisestä tai olemattomasta merkityksestä tässä vaiheessa esittävät mainintoja myös BARR (1930), FABRICIUS (1927) sekä SIRÉN (1948, 1952). Ensimmäisen kasvukauden jälkeen ilmeni puiden juurten eristämisen vaikutus selvempänä, joskaan ei kovin ratkaisevana. Erityisesti juuristojen eristäminen näytti lisäävän taimien säilymistä. Myös E. KALELA (1948) on todennut, että puiden juurten eristäminen lisäsi ratkaisevasti taimien säilymistä

kuusikossa. Puiden taholta tulevaa kilpailua tarkasteltaessa on otettava huomioon myöskin latvuston peittovaikutus. Se saattaa taimien kannalta olla sekä edullinen että epäedullinen. Rajoittaessaan lämpövaihteluita se mm. suojaa kuusen taimia paleltumiselta. Puusto vaikuttaa myöskin lumi- ja routasuhteisiin (YLI-VAKKURI 1960 a). Niinpä routa keväällä sulaa puuston alla hitaammin kuin avoimella alueella ja maa näin ollen pysyy kylmänä. Kasvualustan kylmyys saattaa puolestaan haitata taimien kehitystä (vrt. AALTONEN 1942). Myöhemminkin kasvukauden aikana latvusto pidättää sadevettä ja säteilyä ja vaikuttaa näin epäedullisesti taimien kehitykseen, jos latvusto on riittävän sulkeutunut. Ilmeisesti juuri latvuston peittovaikutus ja toisaalta juuristokilpailu yhdessä saavat aikaan sen, että varsin vähäinen puusto saattaa vaikuttaa epäedullisesti taimien kehitykseen. Koskemattomassa kasvipeitteessä taimien havaittiin tuhoutuvan herkästi. Syynä tällöin oli ilmeisesti ainakin osittain aluskasvillisuuden taholta tullut kilpailu (vrt. PEARSON 1930, HERTZ 1932, 1933, 1934, 1935 a, HUNZIKER 1952).

Kehityskyvttömiä taimien tynkiä tai vikaisia taimia esiintyi jonkin verran kaikissa tutkimusmetsiköissä osoituksena siitä, että jotkut taimia syövät tai niitä muuten vioittavat eliöt olivat vaurioittaneet taimia. Merkkejä tästä tuhosta havaittiin pääasiallisesti ensimmäisenä kasvukautena, jolloin taimet olivat sirkkataimiasteella. Tällaiset tuhot olivat tuntuvampia kivennäismaalla ja humus-alustalla kuin koskemattomassa kasvipeitteessä. Erästä kasvatuvaiheesta olleesta männiköstä sirkkataimien syöjät kutakuinkin tuhosivat kasvipeitteetöimiltä paikoilta runsaan taimiaineksen. Koska tuhojen aiheuttajista tehtiin vain orientoivia havaintoja, voitiin todeta, että niinä voivat tulla kysymyksen linnut, pikkunisäkkäät ja useat selkärangattomat eläimet; osittain samat lajit, jotka tuhoavat siemeniä. Vaikka sirkkataimien tuhoihin on kiinnitetty jo vanhastaan huomiota (vrt. ECKSTEIN 1904, ESCHERICH 1923), ne lienevät kuitenkin edelleen puutteellisesti selvitettyjä. Männyn osalta on LEHTO (1956) äskettäin tuonut asiaan huomattavaa valaistusta. FORSSLUND (1936, 1941, 1944) on tutkinut sirkkataimien tuhoajia yksityiskohtaisesti ja todennut suuren joukon lajeja, jotka vikuuttavat taimien maanpäällisiä osia ja juuria. Hän katsoo, että eläinten aiheuttama sirkkataimien häviäminen on Norrlannissa vakava uudistumisen este. Samantapaisia havaintoja on muualtakin (vrt. HAIG 1936, ISAAC 1938). Merkittäväntä vastasyntyneiden taimien tuhoutuminen oli ensimmäisen talvehtimisen aikana. Saman seikan on pannut merkille MESHECHOK (1956) tutkiessaan kuusen taimien kehitystä.

Kartoittaessaan osittain heikosti tunnettua taimien kehityksen alkuvaihetta suoritettu tutkimus on tuonut esiin uusia ongelmapesäkkeitä. Sen vuoksi tarvitaan vielä runsaasti yksityiskohtiin paneutuvaa selvittelyä. Myös tutkimuksen ulottaminen maantieteellisesti laajemmalle alueelle olisi välttämätöntä. Samalla lisääntyisivät mahdollisuudet antaa ohjeita käytännöllistä toimintaa varten.

Kirjallisuusluettelo — References

- AALTONEN, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I. Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im finnischen Lappland. I. Communicationes ex instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae 1.
- 1938. Maa ja metsän uudistuminen. Referat: Der Boden und die Verjüngung des Waldes. *Silva fennica* 46.
- 1940. Metsämaa. Porvoo — Helsinki.
- 1942. Muutamia kasvukokeita puuntaimilla. Referat: Einige Vegetationsversuche mit Baumpflanzen. *Acta forestalia fennica* 50.
- 1948. Boden und Wald. Unter besonderer Berücksichtigung des nordeuropäischen Waldbaus. Berlin und Hamburg.
- ARNBORG, TORE. 1943. Granberget. En växtbiologisk undersökning av ett sydappländskt granskogsområde med särskild hänsyn till skogstyper och föryngring. Referat: Granberget. Eine pflanzenbiologische Untersuchung eines südlappländischen Fichtenwaldgebiets unter besonderer Berücksichtigung von Waldtypen und Verjüngung. Uppsala och Stockholm.
- 1947. Föryngringsundersökningar i mellersta Norrland. *Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift*.
- 1950. Om sådd- och planteringsmetoder. *Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift*.
- BALDWIN, HENRY IVES. 1942. Forest tree seed of the north temperate regions with special reference to North America. Waltham, Mass.
- BARR, PERCY MUNSON. 1930. The effect of soil moisture on the establishment of spruce reproduction in British Columbia. Yale University. School of Forestry. Bulletin 26.
- BARTELS, H. 1960. Über die Physiologie der Samenkeimung. *Der Forst- und Holzwirt* 15.
- BATES, C. G. & ROESER, JACOB. 1928. Light intensities required for growth of coniferous seedlings. *American Journal of Botany* 15.
- BJÖRKMAN, ERIK. 1945. Studier över ljusets betydelse för föryngringens höjdtillväxt på norrländska tallhedar. Summary: On the influence of light on the height-growth of pine plants on pine heaths in Norrland. *Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt* 34.
- 1949. The ecological significance of the ectotrophic mycorrhizal association in forest trees. *Svensk botanisk tidskrift* 43.
- 1956. Über die Natur der Mykorrhizabildung unter besonderer Berücksichtigung der Waldbäume und die Anwendung in der forstlichen Praxis. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 75.
- BLOMQUIST, A. G. 1881. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. I. Tallen. Helsingfors.
- 1883. Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. II. Granen. Helsingfors.
- BRAATHE, PEDER. 1960. Mosedekkets og humusdekkets virkning på spiring og utvikling av granplanter. *Norsk skogbruk* 6.
- CAJANDER, A. K. 1909. Ueber Waldtypen. *Acta forestalia fennica* 1.
- 1949. Forest types and their significance. *Acta forestalia fennica* 56.
- CANNELIN, TH. 1900. Utdrag ur berättelsen om några forstliga undersökningar och försök vid Mustiala åren 1896, 1897 och 1898. *Finska forstföreningens meddelanden* 16.
- COOPER, ROBERT W. & SCHOPMEYER, CLIFFORD S. & MCGREGOR, WILLIAM H. DAVIS. 1959. Sand pine regeneration on the Ocala National Forest. United States Department of Agriculture. Forest Service. Production Research Report 30.
- ECKSTEIN, K. 1904. Beiträge zur genaueren Kenntnis einiger Nadelholzschädlinge. *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen* 36.
- ENROTH, G. HJ. 1915. Lohkohakkauksesta Suomen sotilasvirkataloilla. Suomen metsänhoitoyhdistyksen julkaisuja. Erikoistutkimuksia 4.
- ESCHERICH, K. 1923. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Zweiter Band. Berlin.
- FABRICIUS, L. 1927. Der Einfluss des Wurzelwettbewerbs des Schirmstandes auf die Entwicklung des Jungwuchses. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 49.
- 1929. Forstliche Versuche. VII. Neue Versuche zur Feststellung des Einflusses von Wurzelwettbewerb und Lichtenzug des Schirmstandes auf den Jungwuchs. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 51.
- 1935. Forstliche Versuche. XVI. Was entscheidet über Ankommen und Fussfassen der natürlichen Verjüngung unter Schirm? *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 57.
- FERRELL, WILLIAM K. 1953. Effect of environmental conditions on survival and growth of forest tree seedlings under field conditions in the Piedmont region of North Carolina. *Ecology* 34.
- FISCHER, P. L. 1941. Germination reduction on radicle decay of conifers caused by certain fungi. *Journal of Agricultural Research*.
- FORSSLUND, KARL-HERMAN. 1936. Några farliga fiender till barrträdens groddplanter i Norrland. *Skogen* 23.
- 1941. Nordliga örnaviveln - en skadegörare på barrträdens groddplanter i Norrland. *Skogen* 28.
- 1944. Något om djurlivets inverkan på barrskogens naturliga föryngring. *Zusammenfassung: Vorläufige Mitteilung. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift* 42.
- FRICKE, (—). 1904. »Licht- und Schattenholzarten», ein wissenschaftlich nicht begründetes Dogma. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 30.
- GAST, P. R. 1937. Studies on the development of conifers in raw humus. *Sammanfattning: Studier över barrträdplantans utveckling i råhumus. Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt* 29.
- GRASOVSKY, AMIHUD. 1929. Some aspects of light in the forest. Yale University. School of Forestry. Bulletin 23.
- GRINNDAL, TH. 1911. Om markberedning för själfsådd. *Skogsvårdsföreningens tidskrift* 9.
- HAACK, (—). 1906. Über die Keimung und Bewertung des Kiefernensamens nach Keimproben. *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen* 38.
- 1912. Die Prüfung des Kiefernensamens. *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen* 44.
- HAIG, IRVINE T. 1936. Factors controlling initial establishment of western white pine and associated species. Yale University. School of Forestry. Bulletin 41.
- HASENKAMP, J. G. 1954. Die Genauigkeit der systematischen Stichprobennahme bei forstlichen Vorratsinventuren. *Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft* 35.
- HEIKINHEIMO, OLLI. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Referat: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. *Acta forestalia fennica* 4.
- 1922. Pohjois-Suomen kuusimetsien hoito. Referat: Über die Bewirtschaftung der Fichtenwälder Nordfinnlands. *Communicationes ex instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae* 5.
- 1931. Metsien luontainen uudistaminen. Helsinki.

- HEIKINHEIMO, OLLI. 1932 a. Tuloksia metsänviljelysmenetelmiä koskevista kokeista. I. Metsätietoa I.
- »— 1932 b. Metsäpuiden siementämiskyvystä I. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume I. Communicationes instituti forestalis Fenniae 17.
- »— 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä II. Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume II. Communicationes instituti forestalis Fenniae 24.
- »— 1940. Uudistusalojen maanpinnan käsittely ja taimettuminen. Metsätaloudellinen aikakauslehti 57.
- »— 1948. Metsäpuiden siementämiskyvystä III. Summary: On the seeding capacity of forest trees III. Communicationes instituti forestalis Fenniae 35.
- HERLIN, RAFAEL. 1913. Jordmånens och temperaturens inflytande på växternas förekomst och utbredning. Referat: Die Verbreitung der Pflanzen und die Abhängigkeit derselben von Boden und Temperaturverhältnissen. Årsskrift från föreningen för skogsvård i Norrland.
- HERTZ, MARTTI. 1932. Tutkimuksia aluskasvillisuuden merkityksestä kuusen uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Untervegetation für die Verjüngung der Fichte auf den südfinnischen Heideböden. Communicationes instituti forestalis Fenniae 17.
- »— 1933. Kasvipeite ja kuusen uudistuminen. Metsätietoa I.
- »— 1934. Tutkimuksia kasvualustan merkityksestä männyn uudistumiselle Etelä-Suomen kangasmailla. Referat: Über die Bedeutung der Unterlage für die Verjüngung der Kiefer auf den südfinnischen Heideböden. Communicationes instituti forestalis Fenniae 20.
- »— 1935 a. Näkökohtia männyn uudistumisesta. Metsätietoa I.
- »— 1935 b. Kuusen juuriston ensi kehitys. Referat: Die erste Entwicklung des Wurzelwerks der Fichte. Acta forestalia fennica 41.
- HESSELMAN, HENRIK. 1917. Om våra skogsförnyngningsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens förnyngning. Summary: On the effect of our regeneration measures on the formation of salpetre in the ground and its importance in the regeneration of coniferous forests. Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt 13–14.
- »— 1927. Studier över barrträdsplantans utveckling i råhumus. Referat: Studien über die Entwicklung der Nadelbaumpflanze in Rohhumus. Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt 23.
- HUNZIKER, TH. 1952. Zum Einfluss der Bodenflora auf die natürliche Föhrenverjüngung. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 103.
- »— 1956. Ökologische Untersuchungen über die natürliche Föhrenverjüngung im nordostschweizerischen Mittelland. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen 32.
- HUSS, EINAR. 1956. Om barrskogsföröets kvalitet och andra på säddresultatet inverkan faktor. Summary: On the quality of forest tree seed and other factors affecting the sowing result. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut 46.
- ISAAC, LEO A. 1938. Factors affecting establishment of Douglas fir seedlings. United States Department of Agriculture. Circular 486.
- JEFFERS, J. N. R. 1960. Experimental design and analysis in forest research. Uppsala.
- JUUTINEN, PAAVO. 1953. Pikkukäpylinnun (*Loxia curvirostra* L.) ravinosta ja metsätaloudellisesta merkityksestä. Referat: Über Nahrung und forstwirtschaftliche Bedeutung des Fichtenkreuzschnabels (*Loxia curvirostra* L.). Communicationes instituti forestalis Fenniae 41.
- KALELA, AARNO. 1949. Kasvivyhdyskunnista ja metsätyypeistä. Suuri metsäkirja 1. Porvoo, Helsinki.

- KALELA, ERKKI K. 1948. Juuristokilpailun merkityksestä kuusikon uudistamisessa. Metsätaloudellinen aikakauslehti 65.
- KANGAS, ESKO. 1940. Kuusen käpytuhot ja siemensato v. 1937. Referat: Zapfenschäden und Samenertrag bei der Fichte im J. 1937. Communicationes instituti forestalis Fenniae 29.
- »— 1952. Maannousemasien (Polyporus annosus Fr.) esiintymisestä, tartunnasta ja tuhoista Suomessa. Referat: Über Auftreten, Infektion und Schäden des Wurzelschwammes (Polyporus annosus Fr.) in Finnland. Communicationes instituti forestalis Fenniae 40.
- KOSKIMIES, JUUKA. 1961. Linnut ja nisäkkäät metsien vahinko- ja hyötyeläiminä. Summary: The role of birds and mammals in the life of forests. Metsätaloudellinen aikakauslehti 78.
- KORHONEN, V. V. 1928. Havupuiden kylvöaikaan vaikuttavista ilmastollisista tekijöistä. Metsätaloudellinen aikakauskirja 45.
- KORSTIAN, CLARENCE F. & COILE, THEODORE S. 1938. Plant competition in forest stands. Duke University. School of Forestry. Bulletin 3.
- KRAMER, PAUL J. & KOZLOWSKI, THEODORE T. 1960. Physiology of trees. New York, Toronto, London.
- KUJALA, VIJO. 1927. Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. Selostus: Tutkimuksia männyn- ja kuusensiemien rakenteesta ja itäväisyydestä Suomessa. Communicationes ex instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae 12.
- LAKARI, O. J. 1921. Tutkimuksia kuusimetsien uudistumisvuosista Etelä- ja Keski-Suomessa. Referat: Untersuchungen über die Verjüngungsjahre der Fichtenwälder in Süd- und Mittelfinnland. Communicationes ex instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae 4.
- LASSILA, I. 1920. Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. Referat: Untersuchungen über die Entstehung und Entwicklung der Kiefernwälder nördlich vom nördlichen Polarkreise. Acta forestalia fennica 14.
- LEHTO, JAAKKO. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of southern Finland. Acta forestalia fennica 66.
- LINDQUIST, BERTIL. 1937. Om några parasitiska marksvampar i nordsvenska råhumusmarker. Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift.
- LUKKALA, O. J. 1942. Sateen mittauksia erilaisissa metsiköissä. Referat: Niederschlagsmessungen in verschiedenartigen Beständen. Acta forestalia fennica 50.
- »— 1946. Korpimetsien luontainen uudistaminen. Referat: Die natürliche Verjüngung der Bruchwälder. Communicationes instituti forestalis Fenniae 34.
- Maaperäsanaston ja maalajien luokituksen tarkistus v. 1949. Summary: A critical review of soil terminology and soil classification in Finland in the year 1949. Maataloustieteellinen aikakauskirja 21.
- MATTILA, SAKARI. 1960. Tilastotiede 1. Helsinki.
- MESHECHOK, BORIS. 1956. Litt om mosedekketts rolle for naturlig foryngelse i granskog. Norsk skogbruk 2.
- METZ, LOUIS J. 1958. Moisture held in pine litter. Journal of Forestry 56.
- MOORE, A. W. 1940. Wild animal damage to seed and seedlings on cut-over Douglas fir lands of Oregon and Washington. United States Department of Agriculture. Technical Bulletin 706.
- MORK, ELIAS. 1933. Temperaturen som foryngelsesfaktor i de nordtrønderske granskoger. Referat: Über die Bedeutung der Temperatur für die Verjüngung in den Fichtenwäldern von Nord-Trøndelag. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen 5.
- »— 1938. Gran- og furuföröets spring ved forskjellig temperatur og fuktighet. Summary:

- Germination of spruce and pine seed at various temperatures and different degrees of moisture. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen 6.
- MARK, ELIAS 1949. Forsøk med markberedning og såing i Ljørdalen statsskog. Summary: Experiments on screefing and sowing in Ljørdalen state forest. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen 10.
- MULTAMÄKI, S. E. 1942. Kuusen taimien paleltuminen ja sen vaikutus ojitettujen soiden metsittymiseen. Referat: Das Erfrieren der Fichtenpflanzen in seiner Wirkung auf die Bewaldung der entwässerten Moore. Acta forestalia fennica 51.
- MÄGDEFRAU, K. & WUTZ, A. 1951. Die Wasserkapazität der Moos- und Flechtendecke des Waldes. Forstwissenschaftliches Centralblatt 70.
- NOVIKOV, G. A. 1953. Роль позвоночных Животных в жизни Леса. Животные мри СССР. Т. IV.
- NYBLUM, E. 1923. Huru sent kan man utföra skogsfrösådd? Skogen 10.
- NYSSÖNEN, AARNE. 1955. Hakkuumäärän arvioiminen kannoista. Summary: Estimation of the cut from stumps. Communicationes instituti forestalis Fenniae 45.
- OINONEN, EINO A. 1956 a. Kallioiden muurahaisista ja niiden osuudesta kallioiden metsittymiseen Etelä-Suomessa. Summary: On the ants of the rocks and their contribution to the afforestation of rocks in southern Finland. Acta entomologica fennica 12.
- »— 1956 b. Männiköiden luontaisen uudistumisen edellytyksistä Lapin kangasmailla eräiden taimivaroja selvittävien inventointien valossa. Metsätaloudellinen aikakauslehti 73.
- PEARSON, G. A. 1929. The other side of the light question. Journal of Forestry 27.
- »— 1930. Light and moisture in forestry. Ecology 11.
- PERTTULA, UUNO. 1941. Untersuchungen über die generative und vegetative Vermehrung der Blütenpflanzen in der Wald-, Hainwiesen und Hainfelsenvegetation. Annales Academiae scientiarum Fennicae A. 58.
- PESSI, YRJÖ. 1960. Ilmasto ja kasvinviljely. Helsinki.
- PHELPS, V. H. 1948. White spruce reproduction in Manitoba and Saskatchewan. Canada Department of Mines and Resources. Silvicultural Research Note 86.
- PRELL, HEINRICH. 1925. Forstschädliche Laufkäfer (I). Forstwissenschaftliches Centralblatt 47.
- RENVALL, AUGUST. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. Acta forestalia fennica 1.
- ROHMEDER, ERNST. 1951. Beiträge zur Keimungsphysiologie der Forstpflanzen. München.
- ROMELL, LARS-GUNNAR & MALMSTRÖM, CARL. 1945. Henrik Hesselmanns tallhedsförsök åren 1922—42. Summary: The ecology of lichen-pine forest. Experiments (1922—1942) by the late Dr. H. Hesselmann. Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt 34.
- RUMMUKAINEN, UKKO. 1960. Kuusen siementuhojen runsaudesta ja laadusta. Referat: Über Reichlichkeit und Art der Samenschäden bei der Fichte. Communicationes instituti forestalis Fenniae 52.
- SAALAS, UUNIO. 1924. Suomen metsien tärkeimmät tuho-yönteiset ja niiden torjuminen. Porvoo.
- »— 1949. Suomen metsähyönteiset sekä muut metsälle vahingolliset ja hyödylliset eläimet. Porvoo—Helsinki.
- SARVAS, RISTO. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Referat: Über die natürliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Acta forestalia fennica 46.
- »— 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. Referat: Einwirkung der Sägestamplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands. Communicationes instituti forestalis Fenniae 33.
- »— 1948. Tutkimuksia koivun uudistumisesta Etelä-Suomessa. Summary: A research on the regeneration of birch in South Finland. Communicationes instituti forestalis Fenniae 35.

- SARVAS, RISTO. 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. Summary: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forests of southern Finland. Communicationes instituti forestalis Fenniae 37.
- »— 1950 a. Effect of light on the germination of forest tree seeds. Oikos 2.
- »— 1950 b. Tutkimuksia Perä-Pohjolan harsimalla hakattujen yksityismetsien luontaisesta uudistumisesta. Summary: Investigations into the natural regeneration of selectively cut private forests in northern Finland. Communicationes instituti forestalis Fenniae 38.
- »— 1951. Tutkimuksia puolukkatyyppin kuusikoista. Summary: Investigations into the spruce stands on Vaccinium type. Communicationes instituti forestalis Fenniae 39.
- »— 1952. On the flowering of birch and the quality of seed crop. Selostus: Koivun kukkimisesta ja siemensadon laadusta. Communicationes instituti forestalis Fenniae 40.
- »— 1953. Measurement of the crown closure of a stand. Selostus: Puuston latvussyhteyden mittaaminen. Communicationes instituti forestalis Fenniae 41.
- »— 1957. Studies on the seed setting of Norway spruce. Meddelelser fra Det norske skogforsøksvesen 48.
- SCHERNEY, FERDINAND. 1959. Unsere Laufkäfer ihre Biologie und wirtschaftliche Bedeutung. Wittenberg Lutherstadt.
- SCHWARZ, F. 1892. Über den Einfluss des Wasser- und Nährstoffgehaltes des Sandbodens auf die Wurzelentwicklung von Pinus silvestris im ersten Jahre. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 24.
- SHIRLEY, HARDY L. 1932. Light intensity in relation to plant growth in a virgin Norway pine forest. Journal of Agricultural Research 44.
- »— 1945. Reproduction of upland conifers in the Lake States as affected by root competition and light. The American Midland Naturalist 33.
- SHIVONEN, LAURI. 1956. Suuri nisäkäsikirja. Helsinki.
- SIRÉN, GUSTAF. 1948. Ett bidrag till frågan om tall- och granplantornas konkurrensförmåga under första vegetationsperioden. Skogsbruket 18.
- »— 1952. Havaintoja Peräpohjolan valtion mailla vuosina 1948—50 suoritetuista männyn kylvöistä. Summary: Observations on pine sowings on state-owned lands in Peräpohjola (Far North) in 1948—1950. Silva fennica 78.
- SMITH, CLARENCE F. ja SHALER, E. ALDOUS. 1947. The influence of mammals and birds in retarding artificial and natural reseeding of coniferous forests in United States. Journal of Forestry 45.
- STÄLFELT, M. G. 1937. Die Bedeutung der Vegetation im Wasserhaushalt des Bodens. Sammanfattning: Markens vattenavdunstning och dess beroende av markbetäckningen. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift 35.
- »— 1960. Västekologi. Stockholm.
- SÖDERSTRÖM, VADIM. 1959. Några orienterande studier angående marktemperatur och barrträdsplantors rottillväxt i plantrutor och under hyggesvegetation. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift 57.
- TERTTI, MARTTI. 1937. Metsien luontaisen uudistumisen edistämistä. Referat: Über die Förderung der natürlichen Verjüngung der Wälder. Silva fennica 39.
- TEVIS, LLOYD JR. 1953. Effect of vertebrate animals on seed crop of sugar pine. The Journal of Wildlife Management 17.
- »— 1956. Responses of small mammal populations to logging of Douglas-fir. Journal of Mammalogy 37.
- TIRÉN, LARS. 1934. Några iakttagelser över den naturliga förnyringens uppkomst på Kulbäckslidens försökspark. Referat: Einige Beobachtungen über die Entstehung der natürlichen Verjüngung in dem Versuchswald Kulbäcksliden. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift 32.

- TIRÉN, LARS. 1945. Erfarenheter av naturlig föryngring. Statens skogsforsöksanstalt. Serien uppsatser 2.
- »— 1952. Om försök med sådd av tall- och granfrö i Norrland. Summary: On experiments in sowing pine and spruce seed in Northern Sweden. Meddelanden från Statens skogsforskningsinstitut 41.
- TOUMEY, JAMES W. & KIENHOLZ, RAYMOND. 1931. Trenched plots under forest canopies. Yale University. School of Forestry. Bulletin 30.
- TOUMEY, JAMES W. & KORSTIAN, CLARENCE F. 1947. Foundations of silviculture upon an ecological basis. New York, London.
- VAARTAJA, OLLI. 1950. On factors affecting the initial development of pine. Oikos 2.
- »— 1954. Factors causing mortality of tree seeds and succulent seedlings. Selostus: Puiden siemeniä ja sirkkataimia tuhoavista tekijöistä. Acta forestalia fennica 62.
- WALTER, HEINRICH. 1951. Einführung in die Phytologie III. Grundlagen der Pflanzenverbreitung. 1. Teil: Standortlehre. Stuttgart z. Z. Ludwigsburg.
- VANSELOW, KARL. 1931. Theorie und Praxis der natürlichen Verjüngung im Wirtschaftswald. Hamburg.
- WIBECK, EDVARD. 1917. Om eftergroning hos tallfrö. Referat: Über Verspätung der Keimung nordschwedischen Kiefernnsamens bei Freilandssaar. Meddelanden från Statens skogsforsöksanstalt 13—14.
- »— 1920. Det norrländska tallfröets grobarhet. Referat: Die Keimfähigkeit des norrländischen Kiefernnsamens. Meddelanden från Statens skogsforsöksanstalt 17.
- »— 1959. Norrländska skogsodlingsförsök. Redogörelse för Statens skogsforsöksanstalts norrlandsavdelnings s.k. markberedningsytor. Stockholm.
- VIRO, P. J. 1952. Kivisyöden määrittämisestä. Summary: On the determination of stoniness. Communicationes instituti forestalis Fenniae 40.
- WITTICH, W. 1955. Die standörtlichen Bedingungen für die natürliche Verjüngung der Kiefer und für ihre Erziehung unter Schirm. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 126.
- YLI-VAKKURI, PAAVO. 1958. Tutkimuksia ojitettujen turvemaiden kulotuksesta. Referat: Untersuchungen über das Absengen als waldbauliche Massnahme auf entwässerten Torfböden. Acta forestalia fennica 67.
- »— 1959 a. A method for establishing small permanent sample plots for ecological studies. Selostus: Menetelmä pysyvien näytealojen perustamiseksi ekologisista tutkimuksista varten. Acta forestalia fennica 68.
- »— 1959 b. Siemensipiien hankaajista ja niiden vaikutuksesta siemenen itävyyteen. Summary: On machines for abrading seed wings and their influence on the germinative capacity of the seed. Acta forestalia fennica 68.
- »— 1960 a. Metsiköiden routa- ja lumisuhteista. Summary: Snow and frozen soil conditions in the forest. Acta forestalia fennica 71.
- »— 1960 b. Siementen tuhoutumisesta kulotetuilla alueilla. Summary: On the destruction of seed on forest burns. Metsätaloudellinen aikakauslehti 77.
- »— 1961 a. Emergence and initial development of tree seedlings on burnt-over forest land. Seloste: Taimien syntymisestä ja alkukehityksestä kulotetuilla alueilla. Acta forestalia fennica 74.
- »— 1961 b. Taimien synty ja ensi kehitys uudistumisen kriisivaiheena. Summary: Emergence and initial development of seedlings — a critical phase in regeneration. Metsätaloudellinen aikakauslehti 78.

Summary:

Experimental studies on the emergence and initial development of tree seedlings in spruce and pine stands

Introduction

Questions bearing upon the regeneration of forests are timely and important in Finland at present. To improve the state of forests and to ensure a steady supply of wood it is essential to bring about vigorous new tree generations. While existing regeneration methods will continue to be widely employed, at the same time the possibilities and limitations of different methods must be carefully weighed. As forestry has become more intensive, acceptable methods today must produce results quickly and surely. This requirement calls for the development of methods, natural as well as artificial. Development of methods and a more reliable determination of their applicability are possible only in so far as more data are acquired on the process of regeneration. These kinds of thoughts have provided a starting point for this study.

In order to study this question in greater detail, the work has been limited mainly to spruce (*Picea abies*) and pine (*Pinus silvestris*). Some birch (*Betula verrucosa*, *Betula pubescens*) appeared in the study areas through natural seeding, so this species has also been dealt with, although less exhaustively. Hence the material has extended to cover our three main tree species, which has given wider ground for drawing conclusions. Geographically the study has been limited to a relatively small area in the western part of South Finland. From the complicated chain of events in the process of regeneration — namely seeding, the formation of seedling stands and the final establishment of tree stands — the formation of seedling stands, and especially the emergence and initial development of seedlings and certain factors influencing it, has been chosen as the subject of study. The objective of the study thus outlined can be subdivided into several parts, the nature of which is examined in the chapters concerning the method and results of study.

Earlier investigations into the regeneration of forest have provided a fruitful background for the study. Natural regeneration has interested our researchers since the days of BLOMQUIST (1881, 1883) and, as seed production and seeding are the starting point of regeneration, it is natural that they in particular have attracted much attention. HEIKINHEIMO (1915, 1931, 1932 b, 1937, 1948) has

carried out fundamental studies in this field. SARVAS (1944, 1948, 1949, 1952, 1957) has continued and complemented his work. KUJALA (1927) has studied the structure of seeds. KANGAS (1940), JUUTINEN (1953) and RUMMUKAINEN (1960) have studied seed and cone damage, which is particularly harmful to spruce. Data on the formation of seed, seed yields, recurrence of seed years, times of seed shedding and viability of seed are not complete, but are exhaustive enough to provide an almost exact picture of the seeding phase of regeneration.

Also the formation of seedling stands — the decisive phase of regeneration in South and Central Finland according to HEIKINHEIMO (1931) — has been intensively studied. In these studies attention has been paid mainly to the seedling stock already existing in the forests. This material has been inventoried and on this basis conclusions have been drawn as regards factors influencing the emergence and development of seedlings (ENROTH 1915, HEIKINHEIMO 1915, 1922, AALTONEN 1919, HERTZ 1932, 1935 a, PERTTULA 1941, SARVAS 1937, 1944, 1948, 1949, 1950 b, 1951). Notably fewer are studies in which the emergence and initial development of seedlings have been followed from the beginning taking into consideration factors influencing this chain of events. Such experiments, however, are included in the works of CANNELIN (1900), HERLIN (1913), HEIKINHEIMO (1915) and HERTZ (1932, 1935 a). Later on HEIKINHEIMO (1940), using experiments, has studied the effect of scarification of the ground on the formation of seedling stands. Also HEIKINHEIMO's (1931) description of natural regeneration is based on extensive experiments focused on the treatment of tree stands. LUKKALA (1946) has carried out similar experiments to study the natural regeneration of forest stands on spruce-broadleaved tree swamps. AALTONEN has used experiments to study the effect of temperature and root competition, E. KALELA (1948) root competition and SARVAS (1950 a) light. SIRÉN (1948) has studied experimentally the capacity of seedlings for competition and VAARTAJA (1950, 1954) factors destroying seeds and seedlings. MULTAMÄKI (1942) has observed the freezing of spruce seedlings and KANGAS (1952) the significance of the fungus *Fomes annosus* on the development of spruce seedlings. LEHTO (1956) has clarified by means of experiments many aspects in the emergence and initial development of seedlings. OINONEN (1956 a, b) has investigated the role of ants in the natural reforestation of rocky areas in South Finland and the conditions for natural regeneration of pine in the firm forest lands of Lapland. YLI-VAKKURI (1958, 1961 a) has presented data, based on experiments, on the formation of pine, spruce and birch seedling stands on burnt-over areas. However, as the ecology of the formation of tree seedling stands involves the interaction of very many factors, the subject is not yet sufficiently clear, as e.g. SARVAS (1949) and VAARTAJA (1954) point out. Particularly many important phenomena occurring between the phases of seeding and the formation of a seedling stand have been neglected. In this kind of work, therefore, it is necessary to follow up leads from research carried out elsewhere. Such hints

may throw light on some details in the formation of tree seedling stands in our conditions, although not on the phenomenon as a whole, since the combination of factors influencing it may be different from ours. Especially notable in this respect are many Swedish (HESSELMAN 1917, 1927, TIRÉN 1934, 1945, FORSSLUND 1936, 1941, 1944, GAST 1937, ARNBORG 1943, 1947, BJÖRKMAN 1945) and Norwegian (MORK 1933, 1938, MESHECHOK 1956) studies. Naturally points of contact are to be found with the extensive study of regeneration carried out elsewhere, both in Europe and in America.

Method of study

The objectives of the study called for relatively large seeding trials in different kinds of forests. Since the method used has been described earlier (YLI-VAKKURI 1959 a), a few complementary details will suffice here. Seeding spots, circular in shape and 0.25 sq.m. in area, were marked out permanently with iron stakes. A portable circular frame with a hole in the middle to mark the center of the seeding spot was used for repeated delimitation of the seeding spot (Fig. 1).

Seeding spots, which will be called sample circles or merely circles where this does not cause confusion, were placed at regular intervals in the tree stands under study by using a measuring tape. The most usual distance between sample circles was 2 or 3 meters. Each treatment of a seeding spot was repeated in a series of trials involving 20 or 10 identical spots. The order in which circles belonging in different series of trials were arranged, was settled by lot. Each circle was marked with a metal leaf containing the serial number of the spot and a symbol indicating the series of trial. One hundred seeds were put in each sample circle marked out for seeding trials (Fig. 2). The seeds had been bagged in batches of 100 before field work was started. Data on seed used in the trials are given on p. 9. To make the seed as homogeneous as possible it was sorted by using a strong blowing technique before germination tests and seeding trials.

Seeding trials carried out in different tree stands usually consisted of the following subtrials:

- Sample circles not trenched
 - Intact ground vegetation
 - Moss and lichen removed
 - Mineral soil exposed
- Sample circles trenched
 - The same as above

The trials were in many cases repeated in the same places in several years. In addition, trials were set up to study the influence of watering and the time of seeding. Special trials were used to study the preservation of seeds and their viability in the soil. In two tree stands the soil temperature was observed during

the growing season. Data on their snow and frozen soil conditions have been published earlier (YLI-VAKKURI 1960 a). In all tree stands detailed data on the growing stock, ground vegetation and soil, were acquired. Data on temperatures and precipitation were received from local meteorological stations.

The seeding trials were studied for several consecutive years, usually once, in some cases twice per growing season, and in special trials more frequently. The classification used for inventorying seedlings is shown on p. 13.

The results of seeding trials will be given usually as percentages of the amount of seed sown, not of the amount of seeds germinated in the laboratory. This was thought to be practicable, since the main objective of the study is to compare the formation of seedling stands in differently treated seeding spots, not to compare results of different years.

It was not considered necessary to make the whole of the material directly comparable as regards different years, because such comparisons in the treatment of material are of secondary importance. In fact the value of such comparisons is questionable, since the germinability determined in the laboratory does not give a full picture of the capacity of a seed lot to produce seedlings in the field conditions.

The comparison of results of seeding trials will be mostly based on the occurrence of live seedlings. Therefore, in addition to the mean, the standard error of mean is presented in the tables showing the results. The significance of the difference of means has been tested by the t-test (cf. JEFFERS 1960).

Results of regeneration experiments in spruce stands

During the period 1956—1959 the emergence and initial development of spruce seedlings were studied by experiments. At the same time natural regeneration was observed in seven tree stands. The kinds of tree stands studied can be seen from Tables 3 and 4, data on precipitation and temperature are in Tables 1 and 2 and Figures 3 and 5. The types of experiments and their results in different tree stands are shown in Tables 5—10. The main results of the experiments and observations are:

1. Few seedlings emerged in the intact ground vegetation as a rule and young seedlings disappeared quickly. The mortality of seedlings was particularly high in the first and the second growing season and the winter between.

2. The removal of moss had a favorable effect on the emergence and preservation of seedlings.

3. Also the exposure of mineral soil usually, although not always, increased the seedling stock and made the seedlings more hardy. Compared with the seedling stock on the humus bed, the result was in some cases a little better, often similar or poorer. The effect of exposing the mineral soil was relatively strongest in unfavorable growing seasons.

4. The emergence and preservation of seedlings was, with some exceptions, as good or better in the trial series in which the circles were trenched than in those where the circles were not trenched. This influence was generally clearest in seeding spots where the ground was scarified. The influence of trenching on the emergence and preservation of seedlings was not very significant, however.

5. A watering of 4 mm per week, the removal of moss and trenching, improved stocking with seedlings considerably in a dry summer. The effect of watering was markedly smaller if moss was left intact. In the trial series involving intact vegetation with watering but without trenching the stocking was similar to trial series without watering.

6. Notable yearly variation was observed in the stocking with seedlings. In a growing season with a lengthy warm and rainy period more seedlings emerged than in growing seasons with less rain. Where the soil was unusually moist by nature, more seedlings emerged and they grew faster and became hardier than elsewhere.

7. Almost regardless of the time of sowing, seedlings emerged in tree stands in late July or early August, and a little earlier in opened-up stands than in dense ones. The development of seedlings in a thin tree stand was faster than in a dense stand and in an open (burnt-over) area (cf. YLI-VAKKURI 1961 a) faster than under a forest canopy. Seedlings in tree stands did not generally advance beyond the initial stage during the first growing season. In the following growing season the plumule unfolded and a primary shoot developed; only in exceptional cases did any secondary shoot appear in this and the following year. The primary shoot did occasionally grow longer.

8. A late seeding (in early July) in a tree stand gave a result as good or better than earlier seedings (May 15, June 1, June 15).

9. The surface of the soil in a dense spruce stand and in an opened-up spruce-dominated stand, especially in the early part of the growing season, was too cold for fast germination (cf. Fig. 9).

10. Seedlings with damaged needles and seedling stubs (cut under the plumule and therefore incapable of development) occurred, but were not very common. They were most frequent in places where the ground surface had been broken.

11. The abundant seed yield of 1955 did not produce satisfactory stocking with seedlings in intact ground vegetation, although the growing stock was reduced strongly. On the other hand, plenty of seedlings grew in spots scarified in the previous autumn. Thus scarification proved to be, in the cases studied, an indispensable measure from the point of view of regeneration.

12. In scarified seeding spots in all tree stands, even in dense spruce stands, birch seedlings grew. Generally these seedlings were not found before the second growing season after the establishment of the trials. Their number was reduced significantly during the winter, but it grew larger than before during the third growing season (cf. Table 6). In intact ground vegetation there were but

few seedlings. Their number was increased by the removal of moss and especially by the exposure of mineral soil. In mineral soil, and to some extent in intact vegetation, trenching of the circles improved conditions for the regeneration of birch. In places where moss was removed the influence of this measure varied from case to case.

These trial seedlings, which in some cases yielded poor results even under favorable conditions, gave rise to the hypothesis that part of the seeds sown was destroyed during germination or before. Experiments were carried out to clarify this question. Their results will be presented later in this paper.

Results of experimental studies on regeneration in pine stands

In the period 1956—1959 the emergence and initial development of seedlings were studied by experiments. At the same time natural regeneration was studied by observations in five stands. Three of the stands had been treated with improvement cuttings, two had been cut under the seed tree system. Tables 11 and 12 give data on the tree stands themselves, Table 1 and 2 and Figures 3, 4, 5 and 6 on precipitation and temperature in the stands. Tables 13—18 clarify the types of experiments used and their results. The main results of the experiments and observations are:

1. Trial seedlings in intact vegetation generally yielded few seedlings in autumn. The result, however, varied from stand to stand. The seedling stock was reduced fast. The mortality of seedlings was high especially during the first winter.
2. Removing moss increased the stocking with seedlings and improved their preservation. However, the seedling stock on the humus layer quickly grew less abundant. Many seedlings died particularly during the first winter. A more abundant seedling stock seemed to become established on the humus layer than in intact vegetation.
3. In addition, the exposure of the mineral soil increased the seedling stock and improved the preservation of seedlings. A more abundant seedling stock seemed to become established on mineral soil than in intact vegetation. The number of seedlings, however, was also reduced on mineral soil especially during the first growing season and the following winter. In three areas a more abundant seedling stock developed on mineral soil than on the humus layer. A more abundant seedling stock seemed to become established on mineral soil, although the preservation of seedlings was poorer on it than on the humus layer. In forest stands treated with improvement cuttings, mineral soil proved either equal to, better, or poorer than the humus layer as regards the emergence and preservation of seedlings, depending on the type of tree stand.
4. In pine stands treated with improvement cuttings, trenching of the circles generally increased the emergence and preservation of seedlings. In seed tree areas this influence did not occur or it was insignificant.

5. A weekly watering of 4 mm in intact vegetation in a seed tree area of the *Vaccinium* type did not influence the emergence of seedlings much. But on account of it the seedlings became more evenly distributed, better able to stand winter and they grew more in the following summer.

6. As to the emergence of seedlings yearly variations occurred. A warm and rainy period late in the growing season of 1957 was favorable in this respect. A seeding immediately before this favorable period, (actually on July 13), in a pine stand of the *Vaccinium* type treated with improvement cuttings, yielded significantly more seedlings than a spring seeding. Thus, a large part of the seeds sown early had been destroyed before the favorable period. Under propitious moisture and temperature conditions intact vegetation and especially the humus layer proved to be favorable seedbeds, even better than mineral soil. Seedling eaters destroyed some seedlings on the humus layer and many on mineral soil. In intact vegetation, under a polyethylene cover and in a clear cut area seedlings escaped this damage. Generally, seedlings severed below the plumule and ones with damaged needles were found more frequently in dense tree stands than in open stands and in scarified spots more often than in intact vegetation.

7. In tree stands seedlings occurred late, not before the end of July or early August, regardless of the time of seeding. Thus it took 6—10 weeks from the earliest seedings to the emergence of seedlings. Under favorable temperature and moisture conditions this period was 2—3 weeks. Most seedlings reached only an initial stage of development during the first growing season, in some cases a whorl of primary needles unfolded from the plumule. The primary shoot, however, did not usually grow longer. Dwarf shoots with needles in bundles of two appeared in the following year or the year after that, the first branches generally not earlier than the third growing season. The development of seedlings was sometimes progressive regardless of relatively strong shade.

8. Natural regeneration in the seed tree areas studied was insignificant and slow. Scarification of the ground improved regeneration. In pine stands treated with improvement cuttings some seedlings occurred in intact vegetation and many more in scarified places.

9. Seeding trials showed that spruce can invade pine stands treated with improvement cuttings. Spruce seedlings, however, suffered from the same initial difficulties as pine seedlings. Many spruce seedlings, especially in intact vegetation, died during the first winter. Scarification did not always increase reproduction, but it improved the preservation of seedlings. Also trenching of the circles improved the preservation of seedlings. Consequently, more seedlings seemed to become established in scarified and trenched places than in corresponding places not treated in this way.

10. No birch seedlings were generally found in the pine stands studied. Reproduction of birch was probably prevented by scant seeding, the type of soil and its unfavorable moisture conditions.

These trials gave some indications to the effect that seed may become destroyed before weather conditions favorable to regeneration occur. Special trials set up because of these observations will be described in the following chapter.

Loss of seed on the ground

The destruction and loss in viability of seed placed on the humus under the moss was studied in five tree stands in the years 1959 and 1960. Seeds were placed on the ground in batches of 100 at intervals of one meter. In each seeding spot moss was removed from a square of 25 cm, 100 seeds were put on the humus and then the moss was replaced. The trials established in spring, were large enough to allow the recovery of 8 or 16 batches of seed in each survey. The recovered seeds were classified in detail by distinguishing several stages of germination. The germinability of unchanged seeds was determined by additional tests. A total of 55 000 seeds was used in the trials. Tables 3 and 11 present some data on the tree stands in question. The main results of the trials are presented in Tables 19—23 and Figures 23—27.

Among the sound seeds were found the remains of eaten ones (Fig. 22). Seeds damaged in this way occurred both in pine and spruce stands. There was, however, considerable variation from year to year and from tree stand to tree stand. Thus in the relatively dry summer of 1959, when germination was slow, eaten seeds were more numerous than in the moister summer of 1960, when germination was faster. The number of eaten seeds was particularly high in a dense pine stand (tree stand 17), and clearly higher than in a cut area (tree stand 68) within it. There were few eaten seeds in a very dense spruce stand (tree stand 73). The number of eaten seeds increased toward the end of a growing season. After the winter, remains of eaten seeds were very common.

The seed eaters are under study, but some data are already available. In every tree stand there were excrements of some small mammals (Fig. 22) among the remains of eaten seeds. They were most common in tree stand 17, a dense pine stand. In this tree stand holes could be seen leading to the concealed seeds.

It is not certain whether any birds had found the hidden seeds. On the other hand, some invertebrates were seen among or near the seeds: ground beetles (*Carabidae*), caterpillars (*Agrotis*) and elaterid larvae (*Athous subfuscus*), which are known to eat seeds (ECKSTEIN 1904, PRELL 1925, SAALAS 1949, LEHTO 1956, SCHERNEY 1959, YLI-VAKKURI 1961 a). The possible share of ants in the disappearance of seeds is also to be considered (cf. OINONEN 1956 a).

Pine seed recovered in the trials in the dry summer of 1959 remained as viable or almost as viable as it had been originally to the end of the growing season (table 19). Seed which was kept on the ground till the following spring, that is, for one year, was less viable, but still usable. In open areas viability

was lost faster than in tree stands. Seed recovered in the relatively moist summer of 1960 had lost its viability to a great extent by the end of the same growing season.

In the trials with spruce (Table 20) the viability of recovered seed was lower than with pine and generally very low as early as the end of the first growing season. After the winter, seeds that had not germinated were practically useless.

At the same time as the viability of seeds decreased, the number of sound seeds grew fewer, because some seeds germinated and some were destroyed. Hence the number of viable seeds in the trials decreased fast, as can be seen in Figures 23—27. The decrease was faster in a moist summer than in a dryish one. By the following spring there were hardly any viable seeds left. This indicates that delayed germination was of no practical importance in regeneration. The sharp decrease in the number of viable seeds is very harmful from the regeneration point of view; frequently temperature and moisture conditions favorable to germination and the development of seedlings occur only in the middle or the end of the growing season, by which time part of the seed has been lost.

The number of germinating and germinated seeds in the cases studied (Figures 23—27) was large, but not significant as regards regeneration, because it to a great extent consisted of dead material, which had died mainly during the early stages of germination (Tables 21, 22 and 23).

Discussion

Emergence of seedlings

The measurements of temperature in this study indicate that the ground temperature in the forest during the growing season generally remains below the level optimum to the germination of spruce and pine seed (cf. HAACK 1912). The ground is cold especially in the spruce stand. In the surface of the humus layer of the spruce stands studied, temperature remained for almost the whole growing season below the lower limit of fast and complete germination (Fig. 9) as determined by MORK (1933, 1938). Apparently the coldness of the ground prevented germination in the early part of the growing season and retarded it later.

Furthermore, the dryness of the ground may prevent germination. Seeds may even become destroyed because of the lack of water. ROHMEDER (1951) has found out that swelled pine and spruce seeds are not very vulnerable to drought. But they are highly vulnerable as soon as the radicle has emerged. VAARTAJA (1954) also stresses this point. In this study germination to a large extent stopped at the last mentioned stage. It seems natural to conclude that drought caused it.

If there is enough moisture and warmth, the effect of the seedbed on the emergence and early development of seedlings is insignificant. Seedlings start

developing on all kinds of seedbeds. This was proved in this study when certain trial seedlings were carried out immediately before a period of exceptionally favorable weather. Under natural conditions, when temperature and moisture are insufficient, the type of seedbed generally has an effect on the germination result. Intact vegetation proved a poor seedbed under ordinary conditions, and a weekly watering of 4 mm did not give better results. Apparently the water was retained by the ground vegetation (cf. STÅLFELT 1937, 1960, MÄGDEFRAU and WUTZ 1951). The removal of moss and lichen generally increased seedling stock. Similar results are presented by e.g. HERTZ (1932), ARNBORG (1947), MESCHCHOK (1956) and BRAATHE (1960).

Trenching of the seeding spots showed that root competition during the early stage of regeneration was not of decisive importance. It had some influence on mineral soil and in some cases on intact vegetation and on the humus layer, but in many instances it had no influence at all. It is well known that trenching increases the moisture of soil (BARR 1930, KORSTIAN and COILE 1938), but apparently the increase is small on the surface of the ground, especially in the humus layer.

The emergence of seedlings in the cases studied took place late, in the end of July or in the beginning of August. This was apparently caused by unfavorable temperature and moisture conditions. Of course, weather conditions do cause considerable variation in the emergence of seedlings. It is usual, however, that after seed has fallen from trees, a long period of very slow germination follows. During this period the amount of viable seeds is strongly reduced. When favorable weather conditions occur, only a fraction of the original amount of viable seeds may be left. This is not caused so much by the loss of viability of seeds preserved intact as by the disappearance of seeds. In addition, in many cases germination is interrupted at a stage when the seed coat has opened or the radicle emerged. The extent of losses depends largely on the weather conditions of the growing season. If there is enough warmth and moisture, the emergence of seedlings takes place quickly and damage is small. The observations of some other researchers support these results (cf. MORK 1938, TOUMEY and KORSTIAN 1947, LEHTO 1956). Consequently years with moist and warm weather, especially in the early part of the growing season, seem to be most favorable for regeneration.

Early development of seedlings

Generally after the emergence of seedlings the seedling stock quickly began to decrease in number. Destruction of seedlings occurred during the first growing season and especially in the following winter. After that the disappearance of seedlings, although it went on, was less marked. In intact vegetation seedlings clearly fared worse than in the humus layer and mineral soil. There are in the

literature many observations of the vulnerability of seedlings during their early development (cf. HERTZ 1933, ARNBORG 1947, PHELPS 1948, FERRELL 1953, SIRÉN 1952, MESCHCHOK 1956). The causes of this phenomenon have also been repeatedly touched upon.

The development of seedlings can only be progressive if the production of material for growth exceeds the consumption in respiration and restitution of damaged organs. In other words, the total balance of the life processes (WALTER 1951) must be positive. Light is essential for progressive development. The amount of light sufficient for seedlings has been under lively discussion. It has become clear in the course of this study that seedlings of pine, spruce and birch can stay alive, and even develop further, in quite dense tree stands. It has been proved also by measurements of light that tree seedlings generally can grow with very little light (cf. BATES and ROESER 1928, GRASOVSKY 1929, FERRELL 1953). The significance of light should not be underestimated on this basis, however. Seedlings seem to need, for normal development, much more light than the absolute minimum for subsistence. Many researchers regard 20—25 % of the full light in open places as a minimum which allows the normal development of coniferous seedlings (HAIG 1936, GAST 1937, BJÖRKMAN 1945, 1956, SHIRLEY 1945, HUNZIKER 1956).

As seedlings grown in the shade have a weak root system they do not tolerate drought as well as seedlings grown in better light and consequently with stronger root systems. Shade, with insufficient photosynthesis as a consequence, also weakens the capacity of seedlings to stand cold (cf. SHIRLEY 1945., TOUMEY and KORSTIAN 1947). Perhaps this fact has some connection with the high mortality of seedlings during their first winter. Thus, light seems indirectly to exert a very strong influence on the early development of seedlings.

It was observed in this study that emerging seedlings were destroyed by drought very easily, but older seedlings did not wilt quite so readily. Probably, though, drought still had an unfavorable influence on the development of seedlings by retarding assimilation (cf. WALTER 1951).

In forest soil, also a lack of nutrients can hinder the development of seedlings. The amount of available nitrogen especially may be too small (cf. HESSELMAN 1917, 1927, AALTONEN 1938, GAST 1937, ROMELL and MALMSTRÖM 1945, BJÖRKMAN 1949).

On studying the causes of the poor growth and high mortality of seedlings under forest canopies, attention has been paid to root competition (cf. FRICKE 1904, FABRICIUS 1929, 1935, TOUMEY and KIENHOLZ 1931, KORSTIAN and COILE 1938, E. KALELA 1948, LEHTO 1956). In connection with the present experiments it was observed that trenching did not have much effect on germination and the development of seedlings during the first growing season. After that the effect of trenching was clearer but not very decisive. Thus, trenching seemed primarily to improve the preservation of seedlings. On examining the

competition exerted by trees, attention must be paid also to the influence of the canopy. Probably root competition and the shading effect of the canopy together cause the adverse influence on the development of seedlings of even a relatively scant tree stand.

There were seedling stubs incapable of development and more slightly damaged seedlings in all the tree stands studied. This damage was caused by different organisms. It was most common during the first growing season of seedlings. Such damage was more notable in the mineral soil and in the humus layer than in intact vegetation. In a pine stand treated with improvement cuttings, seedling eaters destroyed an abundant seedling stock in places without vegetation. The mortality of young seedlings was generally most significant, however, during the first winter.

Taulukkojen merkit — *Signs used in the Tables*

- . = Tiedon esiintyminen looginen mahdottomuus
Occurrence of the data logically impossible
- .. = Tietoa ei ole saatu — *Data not available*
- = Ei esiinny — *Does not occur*
- 0 = Suure on pienempi kuin puolet käytetystä mittayksiköstä
The quantity is smaller than one half of the unit used