

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

KOLARIN TUTKIMUSASEMAN TIEDONANTOJA 10



PEKKA KYLMÄNEN

ENNAKKOTULOKSIA KUUSEN JA MÄNNYN SIEMENEN
SIIRTOKOKEISTA POHJOIS-SUOMESSA

KOLARI 1978

ALKUSANAT

Tämä julkaisu on lyhennelmä allekirjoittaneen tekemästä opinnäytetyöstä. Työ perustuu Metsäntutkimuslaitoksen jalostusosaston neljään Pohjois-Suomessa olevaan provenienssikokeeseen. Aineiston keruu tapahtui pääasiassa kesällä 1977, jolloin myös allekirjoittanut oli mukana työssä.

Kokeet on suunnitellut metsänhoitaja EERO MALMIVAARA. Hän on myös vastannut kenttätöistä yhdessä metsäteknikko MAURI PYYKÖN kanssa. Työn tekoon on ratkaisevasti vaikuttanut fil. tri. VEIKKO KOSKI, joka on opastanut ja seurannut työn edistymistä. Hän on myös tarkastanut alustavan käsikirjoituksen ja tehnyt siihen arvokkaita korjauksia. Käsikirjoituksen ovat lukeneet myös vt. professori MATTI LEIKOLA ja professori MAX. HAGMAN tehden siihen huomionarvoisia parannuksia. Kolarin tutkimus- aseman henkilökunnalta olen lisäksi saanut merkittävää apua monissa työhön liittyvissä asioissa.

Kaikille tässä mainituille ja muille työhön osallistuneille lausun parhaat kiitokseni.

Kolarissa syyskuun 12 päivänä 1978

Pekka Kylmänen

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
2	TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT	5
21	Alkuperät	5
22	Koealat ja koeolosuhteet	6
23	Mittaukset ja aineiston käsittely	12
3	TULOKSET	13
31	Kuusen istutuskoe (411)	13
32	Kuusen kylvökoe (442)	13
33	Männyn istutuskoe (508)	17
34	Männyn kylvökoe (511)	22
4	TULOSTEN TARKASTELU	27
5	TIIVISTELMÄ	30

KIRJALLISUUSLUETTELO

1 JOHDANTO

Viidennen valtakunnan metsien inventoinnin mukaan Lapissa oli viljelemällä uudistettu n. 200 000 ha. Näistä 41 000 ha:lla viljely oli epäonnistunut ja 42 000 ha:lla taimistot olivat harvoja. Lisäksi todettiin, että puutonta uudistusala oli 240 000 ha (KUUSELA 1971). Sama uudistamisen vaikeus on nähtävissä myös Pohjois-Suomen viljelyjen onnistumista käsittelevissä tutkimuksissa. VALTASEN (1969) mukaan metsähallituksen metsänviljelyjen elossaolo Lapin alueella oli n. 30 %. Samaa luokkaa ovat SOLININ (1970) yksityismailla tekemän tutkimuksen tulokset. ETHOLÉN (1972) sai Metsä-Lapin alueella vuoden 1953 jälkeen perustettujen metsänviljelysten keskimääräiseksi elossaolosadannekseksi 39 %. Vielä Kainuussakin männyn viljelytaimista oli metsänviljelyn edullisuutta tutkineen ryhmän (YLI-VAKKURI, ym. 1969) selvityksen mukaan hengissä vain 42-45 %. 1970-luvulla viljelyt ovat suotuisien kesien ansiosta onnistuneet selvästi edellä esitettyä paremmin, mutta myös näissä viljelyissä on epäedullisen sääjakson sattuessa odotettavissa huomattavia tuhoja.

Uudistamisten epäonnistumiset ovat seurausta alueen pohjoisesta sijainnista ja etenkin siitä aiheutuvasta kasvukauden lyhyydestä ja viileydestä. Ilmastotekijöihin emme kuitenkaan voi laajamittaisesti vaikuttaa, joten mahdollisuutemme helpottaa uudistamista rajoittuvat maaperätekijöiden ja viljelymateriaalin parantamiseen. Viime vuosien tutkimuksessa on kiinnitetty paljon huomiota maaperän lämpö-, kosteus- ja ravinneolojen parantamiseen. Maanmuokkauksella, erityisesti metsäaurauksella, onkin saavutettu hyviä tuloksia ja metsäauraus on vakiinnuttanut asemansa Pohjois-Suomen metsänviljelyssä (POHTILA 1977). Jotta näissä vaikeissa oloissa päästäisiin toivottuun tulokseen myös viljelymateriaalin tulee olla mahdollisimman hyvää. Erityisen tärkeänä pidetään sitä, että viljelyissä käytettävä alkuperä on sopeutunut viljelypaikan kasvukauden pituuteen. Jos kasvukausi on liian lyhyt, suojelevalta talvihorros ei ehdi syntyä ja puut paleltuvat. Kovin lyhyeen kasvukauteen sopeutuneilla puilla jää puolestaan osa kasvukaudesta käyttämättä ja kasvu pienenee. Lämpösumma.

joka varsin hyvin kuvaa kasvukauden pituutta, vaihtelee vuosittain huomattavasti. Myös nämä vaihtelut puiden on kestettävä. Viljelymateriaalivaatimukset ovat sitä tiukemmat mitä pohjoisempaan toimitaan.

Kysymystä, mikä vaikutus siemenen siirrolla on taimien elossapysymiseen ja myöhempään kehitykseen, käsitellään proveniensi- eli alkuperätutkimuksessa. Meillä ensimmäisenä alkuperäkysymystä käsitteli RENVALL (1912) männyn metsänraajatutkimuksessaan. Laajemmin proveniensiikokeita on selvittänyt KALELA (1937). Varsinaisista Pohjois-Suomea koskevista alkuperätutkimuksista vanhimpia ovat HEIKINHEIMON (1949) tutkimukset. Näistä saadut tulokset ovat varsin optimistisia, koska kokeiden perustamisajankohta osui suurilmastollisesti keskimääräistä parempaan kauteen. Lisäksi näiden kokeiden luotettavuutta vähentää toistojen vähyys. Myös SIREN (1958) toteaa taimettumisen olleen 1930-luvun lämpöjakson aikana hyvän. Vuosilustotutkimuksessaan SIREN (1961) korostaa ilmaston viilene- mistä ja siitä seuraavaa uudistamisongelmien lisääntymistä.

Uudemmissa tutkimuksista on mainittava erityisesti SARVAKSEN (1966) kukkimisbiologiaa käsittelevä tutkimus. Sen mukaan männyn populaatiorakenne on linjan Kajaani-Pudasjärvi pohjoispuolella, ns. marginaalipopulaatiossa, erilainen kuin levinneisyysalueen keskiosissa. Tehoisan lämpötilan summana ilmaistuna kyseinen raja on n. 950 d.d:tä. Tämän linjan pohjoispuolella mänty ei ole enää pystynyt täysin sopeutumaan lyhenevään kasvukauteen, mitä todistaa mm. siemenen heikko tuleentuminen, puuaineen alhainen kesäpuuprosentti jne. Luonnonilmiöstä kyseenollisen raja ei tietenkään ole jyrkkä, vaan kyseessä on sopeutumiskyvyn ääriarvon asymptoottinen läheneminen. Käytännön metsänviljelyssä Sarvaksen teorian paikkansapitävyys merkitsisi sitä, että linjan Kajaani-Pudasjärvi pohjoispuolella voisimme siementä siirtää melko vapaasti. Tämä olisi erittäin suuri helpotus Pohjois-Suomen siemenhuollolle. Viimeaikainen proveniensiitutkimus onkin voittopuolisesti keskittynyt tämän kysymyksen tarkempaan selvittämiseen. Kysymystä on käsitellyt mm. ETHOLÉN (1972) käytännön metsänviljelyiden inventointeihin perustuvassa tutkimuksessaan.

Edellä mainituissa suomalaisissa tutkimuksissa on puutteena se, että tutkimusaineistoissa on vain siirtoja etelästä pohjoiseen. Usein niistä puuttuu myös paikallinen vertailuerä. Nämä puutteet on osittain korjattu Hagmanin vuonna 1966 perustamassa koesarjassa, jossa on 30 eri puolilta Suomea olevaa männyn alkuperää istutettu 11 paikkakunnalle kautta maan. Tässä kokeessa on myös siirtoja pohjoisesta etelään, mutta siinäkin on siemenpulan vuoksi Lapin läänin pohjoisosien alkuperää riittämättömästi varmojen johtopäätösten tekemiseen. Koesarjan neljän pohjoisimman koekentän tulokset on julkaissut NUMMINEN vuonna 1975. Saatujen tulosten samoin kuin Etholénin tutkimustenkaan perusteella Sarvaksen teoriaa ei ole pystytty kumoamaan, mutta tuloksia ei ole voitu käyttää teorian riidattoman oikeellisuuden todistamiseenkaan.

Ruotsissa provenienssitutkimukseen on kiinnitetty runsaasti huomiota. Pohjois-Ruotsia koskevista provenienssikokeista huomattavia ovat LANGLETIN (1936) laboratorio-oloissa eri alkuperillä tekemät kylmänkestävyyskokeet sekä kenttäkokeet vuosilta 1945 ja 1957. Myöhemmät provenienssikokeet pohjautuvat pääasiassa STEFANSSONIN 1950-1951 ja EICHEN 1952-1955 perustamiin koesarjoihin. Näistä ensin mainitusta ovat tutkimuksia julkaisseet STEFANSSON 1965, STEFANSSON & SINKO 1967, HAGNER 1970 ja REMRÖD 1976. Viimeksi mainitusta koesarjasta ovat julkaisseet EICHE 1962, EICHE & GUSTAFSSON 1970 ja EICHE & ANDERSSON 1974. Näiden tutkimusten keskeinen tulos on, että puiden elossaoloprosentti on sitä korkeampi mitä pohjoisempaa/korkeampaa alkuperä on. Puiden keskikuutio on jokseenkin yhtä suuri alkuperillä, jotka ovat parin leveysasteen etäisyydeltä viljelypaikasta. Tästä seuraa, että suurin kokonaistuotos saadaan alkuperillä, jotka ovat noin kaksi leveysastetta viljelypaikkaa pohjoisempaa. Tältä pohjalta on laadittu myös nykyiset Pohjois-Ruotsia koskevat siemenen siirtomallit.

Huomaamme, että Pohjois-Suomessa ja Pohjois-Ruotsissa tapahtuvia siemensiiroja koskevat tiedot poikkeavat oleellisesti toisistaan. Tilanne Norrlannin vuoristoilla alueilla on tietenkin toinen kuin Pohjois-Suomen laakioilla, mutta

samoista leveysasteista ja samasta kasvillisuusvyöhykkeestä puheenollen uskoisi näkemysten olevan lähempänä toisiaan. Koska suomalaiset tutkimukset eivät ole vielä pystyneet varmuudella selvittämään pohjoisen marginaalipopulaation geneettistä rakennetta ja siten antamaan ohjeita käytännön siemensiirroille, suunniteltiin kysymyksen selvittämiseksi Kolarin tutkimusasemalla metsänhoitaja Eero Malmivaaran johdolla kenttäkoesarjat kuuselle ja männylle. Tähän loi erityisen hyvät mahdollisuudet vuoden 1970 hyvä kuusen ja vuoden 1972 hyvä männyn siemensato, jolloin siemen tuleentui aina metsänrajaa myöten. Näin saatiin kokeeseen runsaasti myös pohjoisia alkuperiä. Kyseiset koesarjat teki perusteluksi myös se, että siementä kerättiin näinä vuosina suuret varastot, joiden tarkoituksenmukaiseen käyttöön tarvittiin tietoa.

Tämä työ on väliraportti Malmivaaran perustamista kenttäkokeista. Työn tarkoituksena on selvittää, onko 3-5 vuoden kuluttua kokeen perustamisesta eri siemenalkuperien elossapysymisessä eroja. Jos eroja on havaittavissa, halutaan nähdä, mikä vaikutus niiden syntymiseen on siemenen siirrolla. Koska taimet ovat vielä hyvin pieniä - suurimmatkin talvella alle lumirajan - suuria eroja tuskin on odotettavissa. Varsin kylmien kesien 1975 ja 1976 aikana niitä on kuitenkin voinut muodostua. Työn tarkoituksena on myös vertailla kylvön ja istutuksen onnistumista. Samoin halutaan nähdä, miten kuusen viljelyt ovat onnistuneet männyn viljelyihin verrattuna.

2 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

21 Alkuperät

Tutkimusaineiston muodostivat Metsäntutkimuslaitoksen jalostusosaston provenienssikokeet 441, 442, 508 ja 511. Näistä koe 441 on kuusen istutusta, 442 kuusen kylvää, 508 männyn istutusta ja 511 männyn kylvää. Kuusen siemen oli sekä kylvössä että istutuksessa yleiskeräyssiemestä vuodelta 1970, jonka itävyys oli 21 vrk:n idätyksessä 79-96 %. Männyn siemen oli pääasiassa vuodelta 1972, mutta eräillä eteläisimmillä alkuperillä käytettiin vuoden 1965, 1969 tai 1970 siementä. Siemen oli pääasiassa ohjatusta keräyksestä (B 3) saatua, mutta myös yleiskeräyssiemestä (B 4) käytettiin. Männyn siemenen itävyys vaihteli 63 %:sta 97 %:iin.

Kuusen istutuskoe (441) sisälsi viisi alkuperää. Alkuperätiedot on esitetty taulukossa 1. Ruutukoko oli 49 tainta ja toistoja oli 5, joten kutakin alkuperää edusti noin 245 tainta kussakin osakokeessa. Istutuksessa käytettiin 1M + 1Ar-taimia ja ne istutettiin 1,4 m:n välein kourukuokalla pientareeseen. Taimet kasvatettiin Imarin taimitarhassa ja kunkin alkuperän taimet olivat maastoon vietäessä laadultaan hyviä ja keskimäärin samanmittaisia. Istutus maastoon tapahtui keväällä 1973.

Kuusen kylvökokeessa (442) oli 21 alkuperää, joita koskevat tiedot on taulukossa 2. Ruutukoko oli 49 tainta ja toistoja oli 5 kappaletta. Kylvö suoritettiin keväällä 1972 noin 1,5 m:n välein viirukylvönä pientareeseen siten, että kuhunkin laikkuun tuli noin 10 siementä.

Männyn istutuskoe (508) perustettiin 5-6 toistona 35 alkuperällä, joita koskevat tiedot on taulukossa 3. Viljely tapahtui 1Mt-taimilla kourukuokalla pientareeseen istuttaen. Taimet kasvatettiin Imarin taimitarhalla ja eri alkuperät olivat maastoon vietäessä tasavertaisia keskenään. Ruutukoko oli 49 tainta ja istutusväli 2 x 2 m.

Männyn kylvökoe (511) oli 508:n rinnakkaiskoe, jolloin niissä käytettiin samoja alkuperiä. Ruutukoko oli 49 ja toistoja oli 6. Kuhunkin ruutuun pantiin noin 20 siementä viirukylvönä. Siemen peitettiin kevyesti, mutta ei poljettu. Viljelypaikkana oli piennar ja kylvöväli oli 2 x 2 m kuten kokeessa 508:kin. Sekä koe 508 että koe 511 viljeltiin keväällä 1974.

Taulukoissa 1-3 sekä myöhemmin koealoja koskevassa taulukossa 4 olevat lämpösummat on laskettu siten, että kauden 1941-1970 keskimääräisistä merenpinnan tasoon redukoiduista lämpösummista on vähennetty paikan maantieteellisen korkeuden aiheuttama lämpösumman pieneneminen. Lämpösumman pieneneminen saadaan kertomalla paikan korkeus merenpinnasta metreinä muuntoluvulla, joka on Pohjois-Suomessa 0,60-0,80 (HEIKURAINEN 1973).

22 Koealat ja koeolosuhteet

Kaikki neljä koetta jakaantuivat neljäksi osakokeeksi, joiden sijainnit on esitetty kuvissa 1 ja 2. Samoissa kuvissa on nähtävissä myös kokeissa käytettyjen alkuperien sijainti. Kuvaan merkityt lämpösummat ovat kaudelta 1941-1970. Koealoja koskevat tiedot on esitetty taulukossa 4.

Koekautta koskevat säähavainnot laskettiin koeluetta mahdollisimman hyvin edustavien säähavaintoasemien keskiarvoina (Ilmatieteen laitoksen kuukausikatsaus).

Koejakson kasvukauden tehoisat lämpösummat muodostuivat seuraaviksi:

	1972	1973	1974	1975	1976	1941-1970
d.d.	1107	964	1006	798	777	887
% normaalista	131	112	114	89	88	100

TAULUKKO 1. Kuusen istutuskokeen (441) koejäsenet ja niiden alkuperätiedot.

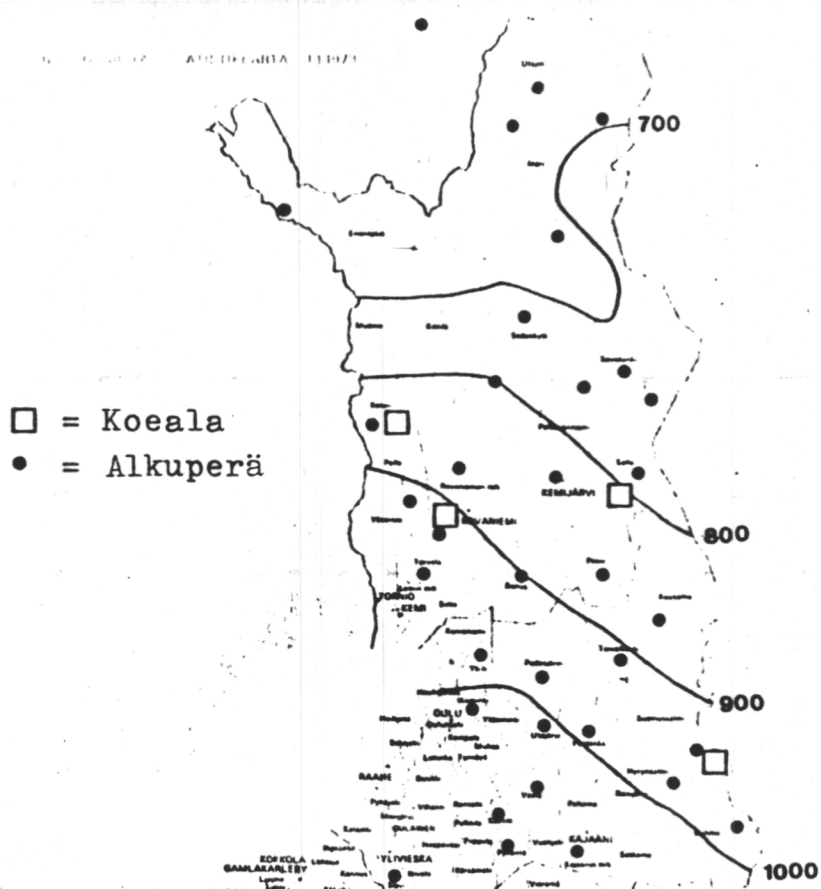
Työ n:o	Alkuperä	Siemen- tunnus	Sijainti			Keskim. lämpö- summa d.d. (1941-1970)
			Latit.	Longit.	Altit.	
1	Inari-Kittilä raja	G3-70-028	68°19'	25°30'	450	530
2	Kemi, Karihaara	" " -056	65°45'	24°30'	48	960
3	Salla, Vallovaara	" " -031	66°53'	28°30'	395	780
4	Muhos, Pälli	" " -047	64°50'	26°15'	80	995
5	Kuhmo, Viiksimo	" " -012	64°16'	30°22'	200	965

TAULUKKO 2. Kuusen kylvökokeen (442) koejäsenet ja niiden alkuperätiedot.

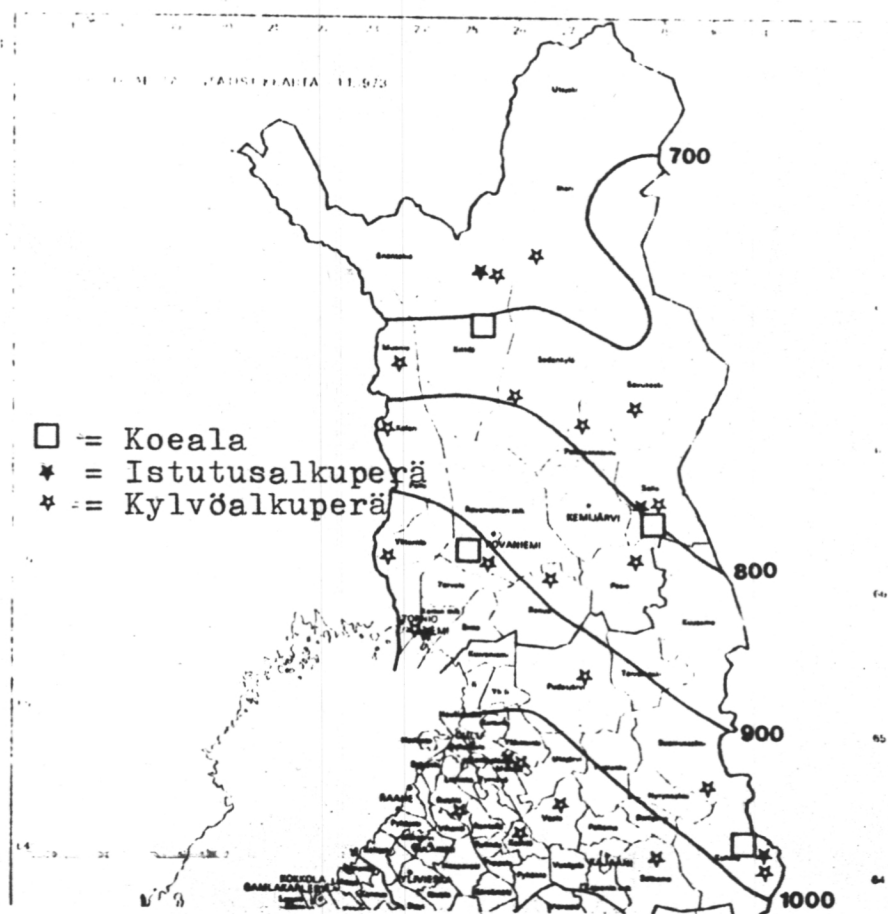
Työ n:o	Alkuperä	Siemen- tunnus	Sijainti			Keskim. lämpö- summa d.d. (1941-1970)
			Latit.	Longit.	Altit.	
1	Inari, Kuttura	G3-70-027	68°24'	26°29'	400	560
2	Inari-Kittilä raja	" " -028	68°19'	25°30'	450	530
3	Sodankylä st. 1.	" " -017	67°40'	26°10'	385	630
4	Muonio, Pahtasakea	" " -066	67°47'	24°03'	500	565
5	Kolari, Luovatus	" " -064	67°14'	23°52'	220	795
6	Ylitornio, Nuorioranta	" " -059	66°17'	23°42'	165	885
7	Kemi, Karihaara	" " -056	65°45'	24°30'	48	960
8	Rovaniemi mlk, Petäjäsoski	" " -035	66°17'	25°23'	220	840
9	Ranua, Piittisjärvi	" " -034	66°17'	26°52'	200	845
10	Pelkosenniemi, Aapajärvi	" " -029	67°16'	27°16'	250	760
11	Savukoski, Hanhiselkä	" " -030	67°23'	28°04'	340	690
12	Salla, Vallovaara Rn 35	" " -031	66°53'	28°30'	395	700
13	Posio, Mourujärvi	" " -033	66°23'	28°25'	350	740
14	Kestilä	" " -050	64°21'	26°18'	110	1000
15	Muhos, Pälli	" " -047	64°50'	26°15'	80	995
16	Paavola	" " -054	64°36'	25°13'	70	1000
17	Vaala, Oterma	" " -052	64°40'	27°04'	150	960
18	Pudasjärvi, Pärja	" " -001	65°35'	27°13'	150	930
19	Sotkamo, Ylisotkamo	" " -013	64°15'	28°21'	300	870
20	Kuhmo, Viiksimo	" " -012	64°16'	30°22'	200	975
21	Suomussalmi, st. 3	" " -062	64°51'	29°35'	215	915

TAULUKKO 3. Männyn istutus- (508) ja kylvökokeen (511) koejäsenet ja niiden alkuperätiedot.

Työ n:o	Alkuperä	Siemen- tunnus	Sijainti			Keskim. lämpö- summa d.d. (1941-1970)
			Latit.	Longit.	Altit.	
1	Norja, Alta	G3-72-058	69°53'	23°20'	120	695
2	Enontekiö, Karesuvanto	" " -005	68°29'	22°28'	325	540
3	Kolari, Lakkarova St. 6	" " -006	67°09'	24°07'	200	810
4	Rovaniemi mlk, Leipimaa	" " -016	66°28'	24°50'	175	870
5	Inari, Laanila	" " -038	68°27'	27°21'	340	570
6	" , Kielajoenkangas	" " -029	69°18'	26°41'	220	570
7	" , Sevettijärvi	" " -032	69°29'	28°34'	100	650
8	Utsjoki, Paloniva mets.1	" " -019	69°46'	27°03'	125	610
9	Ylitornio	M29-69-126	66°30'	24°40'	120	930
10	Tervola	M9-69-126	66°00'	25°00'	40	990
11	Sodankylä, Seipäjoki 18	M29-72-261	67°20'	26°30'	150	825
12	Savukoski	" " -275	67°30'	27°50'	150	825
13	Salla, Naruska 28	" " -227	67°20'	29°00'	250	755
14	Rovaniemi mlk, Meltaus	" " -234	66°40'	25°50'	100	895
15	Kemijärvi, Rovajärvi 43	" " -272	66°50'	27°10'	100	895
16	Sodankylä pohj.	" " -202	67°50'	26°50'	200	740
17	Savukoski pohj. Ala-Luhiro 22	" " -263	67°30'	28°30'	150	825
18	Salla etel.	" " -186	66°40'	28°40'	150	860
19	Sievi	M24-69-56	63°45'	24°30'	80	1030
20	Pyhäntä, Teerimäki	" " -	64°00'	26°30'	170	990
21	Kestilä	" " -54	64°15'	26°20'	100	1020
22	Vaale	M24-66-12	64°30'	27°00'	130	970
23	Utajärvi	M24-65-15	64°50'	27°10'	100	990
24	Ylikiiminki	M24-69-28	65°00'	26°20'	100	980
25	Yli-Ii	" " -53	65°10'	25°50'	80	1000
26	Kuhmo	M24-71-14	64°20'	30°00'	190	960
27	Kajaanin mlk	M33-69-1006	64°00'	27°20'	170	1000
28	Hyrnsalmi	M24-71-19	64°30'	28°50'	190	940
29	Puolanka	M24-69-10	64°50'	27°40'	190	920
30	Suomussalmi	M24-70-47	64°40'	29°40'	240	900
31	Taivalkoski	M24-72-49	65°20'	28°20'	250	870
32	Pudasjärvi, Petäjänvaara	" " -48	65°20'	27°00'	150	935
33	Ranua	M24-69-16	66°00'	26°40'	170	890
34	Kuusamo, Korpua	M24-72-47	65°40'	28°50'	280	830
35	Posio, Kuumakangas	" " -26	66°00'	28°10'	260	810



Kuva 1. Kokeiden 508 ja 511 alkuperien ja koealojen sijainti.



Kuva 2. Kokeiden 441 ja 442 alkuperien ja koealojen sijainti.

TAULUKKO 4. Koealojen sijaintia koskevat tiedot.

KOE 441					
KOE n:o	Koeala	Latit.	Sijainti Longit.	Altit.	Keskim. lämpösumma d.d.(1941-1970)
441/1	Kittilä	67°55'	25°46'	300	700
441/2	Rovaniemen mlk	66°23'	25°04'	180	860
441/3	Salla	66°40'	28°44'	350	730
441/5	Kuhmo	64°19'	30°01'	220	960

KOE 442					
KOE n:o	Koeala	Latit.	Sijainti Longit.	Altit.	Keskim. lämpösumma d.d.(1941-1970)
442/1	Kittilä	67°54'	25°50'	250	730
442/2	Rovaniemen mlk	66°23'	25°03'	200	845
442/3	Salla	66°41'	28°41'	290	775
442/5	Kuhmo	64°19'	30°01'	220	960

KOEET 508 ja 511					
KOE n:o	Koeala	Latit.	Sijainti Longit.	Altit.	Keskim. lämpösumma d.d.(1941-1970)
508/1 511/1	Kolari, Aalistunturi	67°03'	24°27'	200	805
508/2 511/2	Rovaniemen mlk	66°29'	25°13'	100	925
508/3 511/3	Salla, Vilmajärvi	66°39'	28°22'	270	780
508/5 511/5	Suomussalmi, Saapas- koski	64°42'	29°48'	230	905

Kesäkuukausien (kesä-elokuu) sademäärät vastaavalla tavalla laskettuna:

	1972	1973	1974	1975	1976	1931-1960
mm	206	155	316	155	166	206
% normaalista	100	75	153	75	81	100

Keskilämpötilat (kesä-elokuu):

	1972	1973	1974	1975	1976	1931-1960
°C	15,7	14,7	13,9	11,6	11,9	13,5
% normaalista	116	109	103	86	88	100

Humidisuus (sademäärä/keskilämpötila):

	1972	1973	1974	1975	1976	1931-1960
mm/°C	13,1	10,5	22,7	13,4	14,0	15,3
% normaalista	86	69	148	88	92	100

Nähdään, että ajankohta (1972-1974) osui suurilmastovaihtelussa keskimääräistä lämpimämpään jaksoon. Sen sijaan kesät 1975-1976 olivat verraten kylmiä, mitä voidaan kokeen kannalta pitää hyvänä, koska tällöin luonnonvalinta on ollut keskimääräistä voimakkaampaa. Kosteusoloiltaan kesä 1974 oli poikkeuksellisen humidinen, mutta muut ja varsinkin kesä 1973 olivat vertailuna käytetyn 30-vuotisjakson keskiarvon alapuolella.

Pinnanmuodoltaan koealat olivat verraten tasaisia. Myöskään pintakasvillisuus ei ollut vielä niin voimakasta, että se vaikuttaisi taimien elossapysymiseen. Sen sijaan eräillä koealoilla, etenkin Sallan männynviljelykoealalla (511/3) olivat porot aurasjäljen piennarta pitkin kulkiessaan tallanneet taimia. Sallan kyseisen koealan alhaisen elossaolosadanneksen voidaan katsoa johtuvan osittain siitä. Myös vesi pientareen laitaa syövyttäessään oli tuhonnut muutamia taimia. Rovaniemen mlk:n kuusenistutuskoelalla (441/2) viljely oli onnistunut muita huonommin. Sen voidaan katsoa aiheutuneen kuivuudesta, sillä kesä 1973 oli erittäin kuiva ja kyseinen

koeala sijaitsi metsänreunassa loivassa lounaisrinteessä. Muita koeolosuhteista aiheutuvia tulosten luotettavuutta vähentäviä tekijöitä ei ollut.

23 Mittaukset ja aineiston käsittely

Koska aineisto oli vain 3-5 kasvukautta vanhaa, katsottiin aiheelliseksi inventoida vain taimien elossaolo. Vastaava elossaolon inventointi oli tehty kullakin koealalla myös viljelyvuoden syksyllä (441/5 ja 508/5 vasta seuraavana keväänä). Kylvökokeissa elävää tainta edusti laikku, jossa yksikin taimi oli hengissä. Kylvölaikkuja ei ollut vielä harvennettu.

Aineiston käsittely tapahtui käsinlaskentana. Elossaolon vaihtelua tutkittiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Varianssianalyysissä käytettiin elossaoloprosenttien kulmalukuja ($\arcsin \sqrt{p}$). Silloin, kun alkuperien välillä oli merkitseviä eroja, verrattiin elossaoloprosenttien kulmalukuja Tukeyn keskiarvotestillä.

Alkuperän pohjois-eteläsuuntaisen siirron vaikutusta elossapysymiseen tarkasteltiin graafisesti siten, että selittäväenä tekijänä oli alkuperän kotipaikan lämpösumma. Siirron vaikutusta tutkittiin myös regressioanalyysin avulla ja silloin, kun saatiin tyydyttävä selitysaste, piirrettiin kuvaajat. Päivänpituuden vaikutuksen selville saamiseksi tarkasteltiin elossapysymisen ja alkuperän kotipaikan leveysasteen välistä riippuvuutta. Koska näin saadut tulokset olivat hyvin samantlaisia elossaolo-kotipaikan lämpösummatarkastelun kanssa, ei tuloksia esitetä erikseen.

Siemenen itä-länsisuuntaisessa siirrosta tärkein tekijä on mantereisuus-mereisyysaste. Pohjois-Suomessa kaudella 1961-1975 vuoden lämpimimmän ja kylmimmän kuukauden keskiarvojen erotus, jolla alueen mantereisuus-mereisyysastetta usein kuvataan, vaihteli tutkimuksessa olevien alkuperien alueella 26°C-28°C:een (HEINO 1977). Erojen ollessa näin pieniä ei itä-länsisuuntaisten siirtojen tarkastelua katsottu aiheelliseksi.

3 TULOKSET

31 Kuusen istutuskoee (441)

Viljelykauden syksyllä taimien elossaolo oli n. 90 % muualla paitsi Rovaniemen mlk:ssa, jossa se oli hieman alle 60 %. Seuraavaan kevääseen mennessä suhde hieman tasoittui, sillä Rovaniemen mlk:ssa ei enää tapahtunut kuolemista kun taas muissa elossaolosadannes laskei n. 80 %:iin.

Neljän kasvukauden jälkeen ei varianssianalyysillä saatu eri alkuperien välille merkitseviä eroja. Varianssianalyysien tulokset on taulukossa 5.

32 Kuusen kylvökoee (442)

Syksyllä 1972 taimien elossaolosadannekset vaihtelivat 70 %:sta 85 %:iin. Tämän jälkeen taimien elossaolo on laskenut tasaisesti ollen keväällä 1977 Kittilässä 40 %, Rovaniemen mlk:ssa 68 %, Sallassa 47 % ja Kuhmossa 56 %.

Varianssianalyysin mukaan eri alkuperien välillä ei ollut merkitseviä eroja. Varianssianalyysien tulokset on taulukossa 6.

Graafisessa tarkastelussa havaittiin eräillä koealoilla pohjois-eteläsuuntaisen siirron vaikuttaneen taimien elossapysymiseen. Kaikkein pohjoisimmalla koealalla Kittilässä (kuva 3) parhaiten oli menestynyt Inari-Kittilä-rajalta ja Posiolta kerätty siemen. Muiden alkuperien elossaolossa ei ollut selviä eroja noin 900 d.d. -rajalle asti, jossa elossaolo alkoi laskea jyrkemmin. Alkuperän lämpösumma-elossaoloriippuvuutta parhaiten kuvaa yhtälö $y = 52,18 \times e^{-54,98/1100-x}$ ($R^2=0,64$).

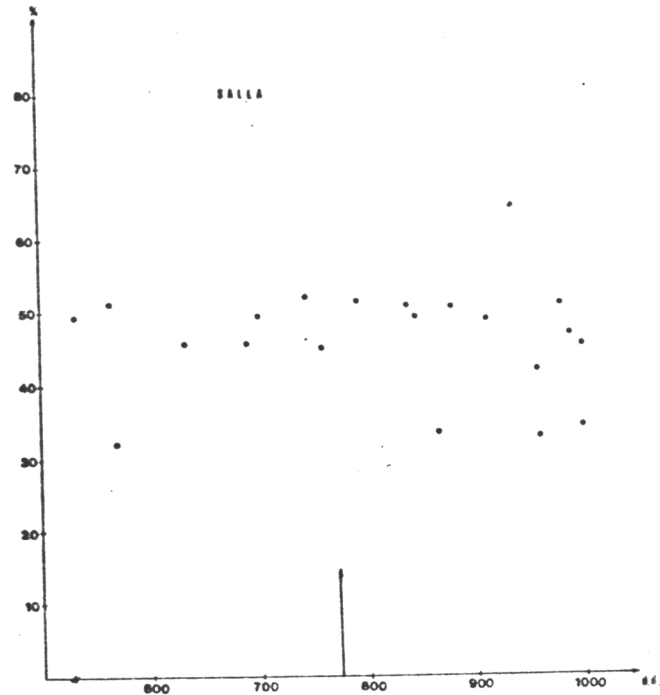
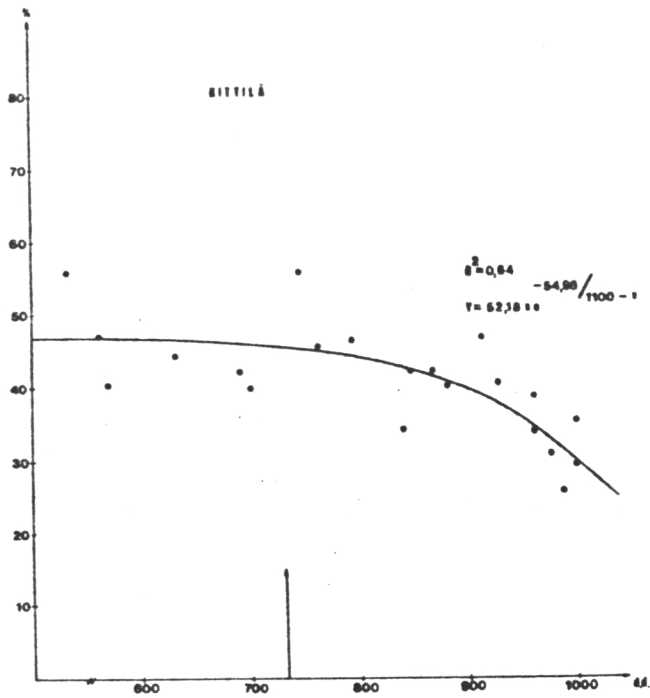
Sallassa (kuva 4) ei ollut vastaavaa säännönmukaisuutta kuin Kittilässä. Eteläisillä koealoilla (kuvat 5 ja 6) parhaiten oli menestyneet paikalliset tai lähes paikalliset ja

TAULUKKO 5. Kokeen 441 varianssianalyysien tulokset:

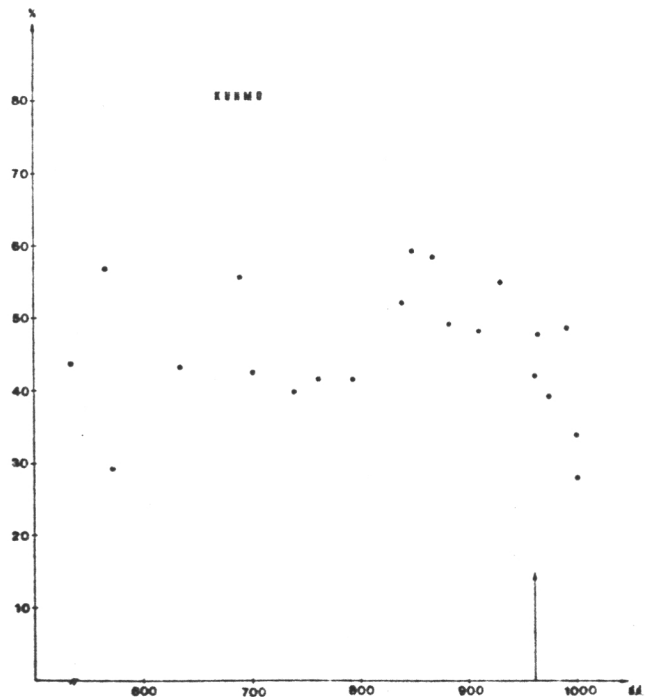
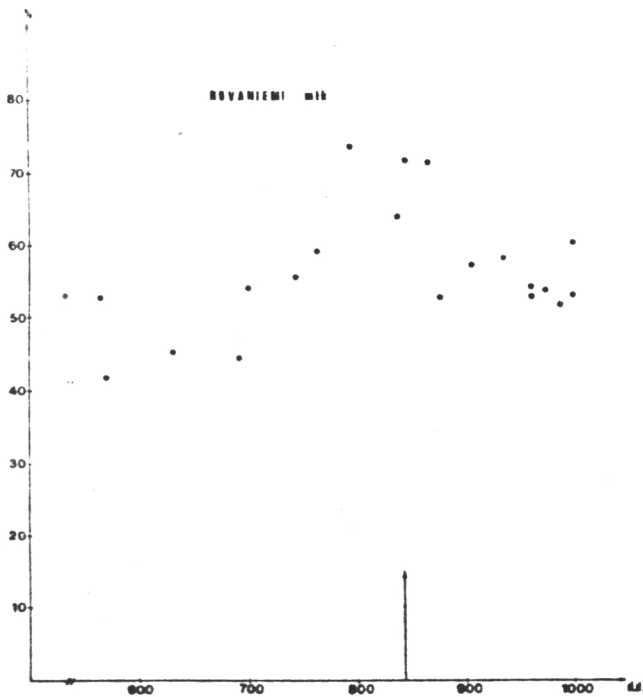
Koe n:o	Alkuperien välinen vaihtelu						Toistojen välinen vaihtelu					
	Vaihtelun lähde	Neliö- summa	Vapaus- asteet	Keski- neliö	F- arvo		Neliö- summa	Vapaus- asteet	Keski- neliö	F- arvo		
441/1	Sisäinen	1256,75	19	66,14			1523,00	19	80,15			
	Välinen	473,08	4	118,27	1,78		206,83	4	51,70	0,64		
441/2	Sisäinen	3892,00	20	194,60			1510,00	20	75,50			
	Välinen	380,00	4	95,00	0,48		2764,00	4	691,00	9,15 ⁺⁺⁺		
441/3	Sisäinen	1136,80	16	71,05			1056,50	15	70,43			
	Välinen	464,40	3	154,80	2,17		544,70	4	136,17	1,93		
441/5	Sisäinen	2294,80	20	114,74			1362,00	20	68,10			
	Välinen	67,76	4	16,94	0,14		1000,56	4	250,14	3,67 ⁺		

TAULUKKO 6. Kokeen 442 varianssianalyysien tulokset:

		Alkuperien välinen vaihtelu					Toistojen välinen vaihtelu				
Koe n:o	Vaihtelun lähde	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliö	F-	Neliösumma	Vapausasteet	Keskineliö	F-arvo		
442/1	Sisäinen	23 480,80	84	279,50		8 131,95	100	81,31			
	Väläinen	2 660,11	20	133,00	0,47	18 802,29	4	4 700,57	57,80 ⁺⁺⁺		
442/2	Sisäinen	9 785,60	84	116,49		7 175,33	100	71,75			
	Väläinen	2 790,36	20	139,51	1,19	5 400,62	4	1 350,15	18,81 ⁺⁺⁺		
442/3	Sisäinen	5 833,60	84	69,44		6 702,98	100	65,71			
	Väläinen	2 060,59	20	103,02	1,48	1 235,07	4	308,76	4,69 ⁺⁺		
442/5	Sisäinen	10 559,60	84	125,70		11 240,85	100	112,40			
	Väläinen	3 170,91	20	158,54	1,26	2 489,65	4	622,41	5,53 ⁺⁺⁺		



Kuvat 3-6: Elossapysymisen riippuvuus alkuperän kotipaikan lämpösummasta (Koe 442)



yllättävästi etenkin Rovaniemen mlk:ssa pohjoisemmat alkuperät olivat kuolleet verraten runsaasti. Kuvien alalaidassa oleva nuoli tarkoittaa koealan lämpösummaa.

33 Männyn istutuskoe (508)

Männyn istutuksen alkuunlähdön voidaan katsoa onnistuneen erittäin hyvin, sillä kaikilla mitatuilla koealoilla taimien elossaolo oli ensimmäisen kasvukauden jälkeisenä syksynä runsaasti yli 90 %. Suomussalmen koealalla, joka inventoitiin ensimmäisen kerran keväällä 1975 ja jolloin elossaolo oli 82 %, voidaan olettaa tilanteen olleen yhtä hyvän. Seuraava inventointi tehtiin keväällä 1977, jolloin Kolarissa oli elossa 91 %, Sallassa 70 %, Rovaniemen mlk:ssa 83 % ja Suomussalmella 79 %.

Varianssianalyysin mukaan Kolarissa ja Sallassa, siis pohjoisimmilla koealoilla, oli alkuperien välillä erittäin merkitseviä eroja. Sen sijaan Rovaniemen mlk:ssa ja Suomussalmella eroja ei ollut (taulukko 7). Sama on nähtävissä Tukeyn testeissä, mutta niissä myös Suomussalmen koealalla saatiin eräiden alkuperien välille merkitsevä ero (kuva 7 ja 8). Rovaniemen mlk:n (kuva 11) ja Suomussalmen (kuva 12) koealoilla pohjois-etelä-siirrolla ei ollut vaikutusta elossapysymiseen. Sallassa (kuva 10) alkuperät, joiden kotipaikan lämpösumma oli 530-900 d.d:tä, olivat menestyneet jokseenkin samalla lailla. Tästä eteläisempien alkuperien elossaolo oli jo selvästi huonompi. Elossaolon riippuvuutta alkuperän kotipaikan lämpösummasta kuvaa parhaiten yhtälö $y = 86,06 x e^{-38,74/1100-x}$ ($R^2=0,55$). Kolarissa kokeen alkuperän kotipaikan lämpösumma-elossaolo-riippuvuutta kuvaa yhtälö $y = 96,16 x e^{-10,67/1100-x}$ ($R^2=0,40$). Ruuduittaiset koetulokset ovat liitteessä 3.

Tukeyn testikuvissa olevat luvut ovat todellisia elossaoloprosentteja ja HSD-arvo on laskettu $\arcsin \sqrt{p}$ -muunnosta käyttäen. Näinollen elossaoloprosenttien viereen HSD-arvon perusteella vedetty viiva ei määräydy kuvissa olevien lukujen perusteella vaan elossaoloprosenttia vastaavien $\arcsin \sqrt{p}$ -arvojen perusteella, jotka on tilan puutteen vuoksi jätetty pois.

TAULUKKO 7. Kokeen 508 varianssianalyyysien tulokset:

Koe :o	Alkuperien välinen vaihtelu						Toistojen välinen vaihtelu					
	Vaihtelun lähde	Neliö- summa	Vapaus- asteet	Keski- neliö	F- arvo		Neliö- summa	Vapaus- asteet	Keski- neliö	F- arvo		
508/1	Sisäinen	5 135,60	140	36,68	3,08 ⁺⁺⁺		8 816,00	170	51,85			
	Väläinen	3 843,63	34	113,04			163,23	4	40,80	0,78		
508/2	Sisäinen	14 028,10	134	104,68	0,97		15 483,53	164	94,41			
	Väläinen	3 453,90	34	101,58			1 098,46	4	499,61	5,29 ⁺⁺⁺		
508/3	Sisäinen	7 442,80	140	53,16	4,85 ⁺⁺⁺		16 107,08	170	94,74			
	Väläinen	8 775,79	34	258,11			71,50	4	17,87	0,18		
508/5	Sisäinen	9 524,00	140	68,02	1,50		12 842,05	170	75,54			
	Väläinen	3 474,32	34	102,18			156,26	4	39,06	0,51		

Järj. n:o	Alkuperä	Elossaolopros.			
1	6 Inari, Kielaj.	98		35 Posio	94
2	8 Utsjoki	97		24 Ylikiiminki	90
3	15 Kemijärvi	97		32 Pudasjärvi	89
4	5 Inari, Laanila	96		14 Ro:i mlk, Meltaus	87
5	31 Ranua	96		16 Sodankylä, pohj.	87
6	28 Hyrynsalmi	96		20 Pyhäntä, Teerim.	87
7	7 Inari, Sevettij.	94		26 Kuhmo	87
8	12 Savukoski	94		12 Savukoski	87
9	11 Sodankylä, Seip.	94		19 Sievi	86
10	17 Ravukoski A-L	94		34 Kuusamo	86
11	35 Posio	93		11 Sodankylä, Seip.	86
12	13 Salla, Naruska	93		1 Norja, Alta	86
13	16 Sodankylä, pohj.	93		22 Vaala	86
14	9 Ylitornio	93		25 Yli-Ii	85
15	27 Kajaanin mlk	92		5 Inari, Laanila	85
16	31 Taivalkoski	92		17 Savukoski, A-L	84
17	10 Tervola	92		33 Ranua	84
18	2 Enontekiö	91		28 Hyrynsalmi	84
19	3 Kolari	90		2 Enontekiö, Kear.	83
20	34 Kuusamo	90		3 Kolari, Lakkarova	83
21	29 Puolanka	90		23 Utajärvi	82
22	14 Ro:i mlk, Melt.	90		31 Taivalkoski	82
23	30 Suomussalmi	89		15 Kemijärvi	81
24	24 Ylikiiminki	89		27 Kajaanin mlk	81
25	1 Norja, Alta	89		30 Suomussalmi	79
26	18 Salla, etel.	89		13 Salla, Naruska	78
27	25 Yli-Ii	89		7 Inari, Sevettijärvi	77
28	21 Kestilä	89		21 Kestilä	77
29	4 Ro:i mlk, Leipim.	89		29 Puolanka	77
30	32 Pudasjärvi	88		6 Inari, Kielajoenk.	76
31	23 Utajärvi	86		8 Utsjoki	76
32	26 Kuhmo	86		9 Ylitornio	76
33	22 Vaala	85		10 Tervola	76
34	19 Sievi	79		18 Salla, etel.	76
35	20 Pyhäntä	76		4 Ro:i mlk, Leipim.	76

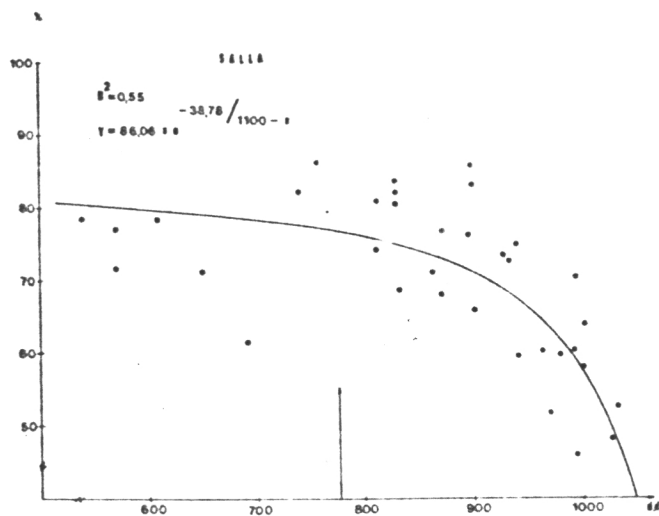
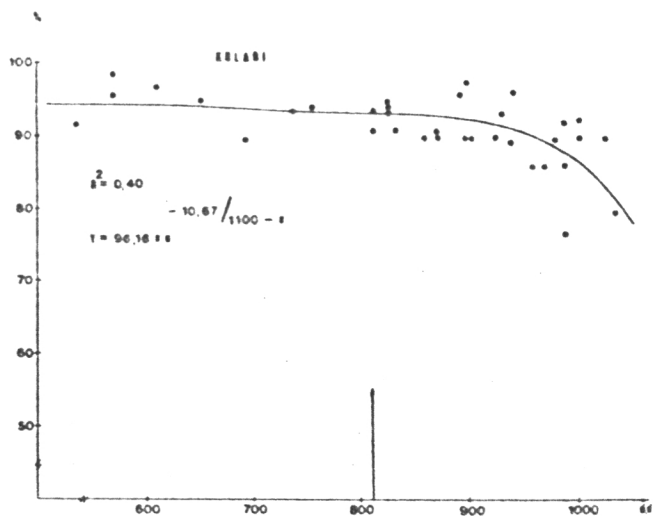
HSD = 13,9

HSD = 23,6

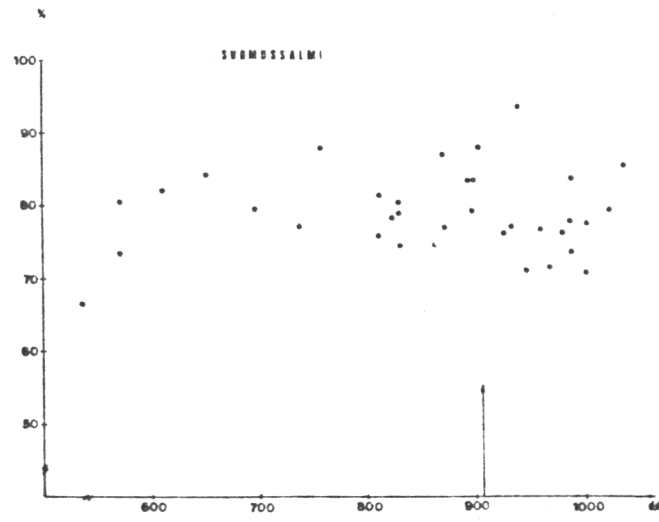
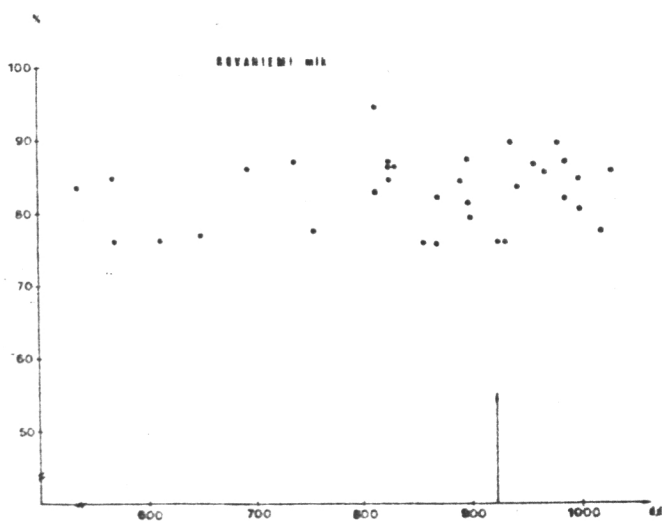
Järj. n:o	Alkuperä	Elossaolopros.				
1	13 Salla, Naruska	87			32 Pudasjärvi	94
2	14 Ro:i mlk, Meltaus	86			30 Suomussalmi	88
3	17 Savukoski, A-L	84			13 Salla, Naruska	88
4	15 Kemijärvi	83			31 Taivalkoski	87
5	11 Sodankylä, Seip.	82			19 Sievi	86
6	12 Savukoski	81			10 Tervola	84
7	16 Sodankylä, pohj.	81			33 Ranua	84
8	35 Posio	80			7 Inari, Sevettij.	84
9	8 Utsjoki	79			15 Kemijärvi	83
10	2 Enontekiö	78			8 Utsjoki	82
11	6 Inari, Kielaj.	77			35 Posio	81
12	31 Taivalkoski	77			6 Inari, Kielaj.	81
13	33 Ranua	76			17 Savukoski, A-L	81
14	10 Tervola	76			21 Kestilä	80
15	32 Pudasjärvi	75			1 Norja, Alta	79
16	3 Kolari, Lakkar.	74			4 Ro:i mlk, Leipim.	79
17	29 Puolanka	74			34 Kuusamo	79
18	9 Ylitornio	73			11 Sodankylä, Seip.	78
19	5 Inari, Laanila	72			23 Utajärvi	78
20	7 Inari, Sevettij.	71			27 Kajaanin mlk	78
21	18 Salla, etel.	71			16 Sodankylä, pohj.	77
22	34 Kuusamo, Korp.	69			14 Ro:i mlk, Meltaus	77
23	4 Ro:i mlk, Leipim.	68			26 Kuhmo	77
24	30 Suomussalmi	66			24 Ylikiiminki	77
25	27 Kajaanin mlk	64			9 Ylitornio	77
26	1 Norja, Alta	62			29 Puolanka	76
27	26 Kuhmo	61			3 Kolari	76
28	23 Utajärvi	60			12 Savukoski	75
29	24 Ylikiiminki	60			5 Inari, Laanila	74
30	28 Hyrynsalmi	59			18 Salla, etel.	74
31	25 Yli-Ii	58			20 Pyhäntä	73
32	19 Sievi	53			22 Vaala	72
33	22 Vaala	52			28 Hyrynsalmi	11
34	21 Kestilä	49			25 Yli-Ii	70
35	20 Pyhäntä	46			2 Enontekiö	66

HSD = 16,8

HSD = 19,0



Kuvat 9-12: Ellossapysymisen riippuvuus alkuperän kotipaikan lämpösommasta (Koe 508)



34 Männyen kylvökoe (511)

Ensimmäisessä inventoinnissa syksyllä 1974 taimien elossaoloprosentti oli Kolarissa 91, Sallassa 84, Rovaniemen mlk:ssa 78. Suomussalmella taimet inventoitiin ensimmäisen kerran keväällä 1975, jolloin elossaoloprosentti oli 89. Keväällä 1977 elossaolot olivat muodostuneet seuraaviksi: Kolari 89 %, Salla 24 %, Rovaniemen mlk 68 % ja Suomussalmi 68 %. Sallassa kuoleminen ei ole tapahtunut yhtäkkiä, sillä jo kevään 1975 inventoinnissa elossaolosadannes oli laskenut 55:een.

Varianssianalyysissä saatiin alkuperien välille erittäin merkitsevät erot kaikilla muilla koealoilla paitsi Rovaniemen mlk:ssa, jossa ero oli jokseenkin merkitsevä (taulukko 8). Sama oli nähtävissä Tukeyn testissä (kuvat 13 ja 14). Kolarin koealalla (kuva 15) alkuperän lämpösomma-elossaoloriippuvuutta kuvaa yhtälö $y = -4,65 + 0,24x - 0,00015x^2$ ($R^2=0,45$) ja Suomussalmen koealalla (kuva 18) yhtälö $y = -102,23 + 0,42x - 0,00025x^2$ ($R^2=0,42$). Muilla koealoilla ei havaittu riippuvuutta (kuvat 16 ja 17). Etsittäessä syitä pohjoisten alkuperien heikolle menestymiselle laskettiin kuolleisuus ensimmäisen inventoinnin ja vuoden 1977 inventoinnin välillä. Näin saatiin eliminoiduksi mahdollinen viljelyn onnistumisesta aiheutuva ero. Tämä ei kuitenkaan selittänyt saatua tulosta. Toisena mahdollisuutena tarkasteltiin, oliko pohjoisten alkuperien 1000-jyvápaino pienempi kuin eteläisten alkuperien ja ^{siten} vararavinnosta aiheutuvat varhaiskehitysmahdollisuudet erilaiset. Näin ei ollut ja siten ei myöskään 1000-jyvápainon avulla voida selittää pohjoisten alkuperien heikkoa menestymistä.

TAULUKKO 8. Kokeen 511 varianssianalyysien tulokset:

Koe n:o	Alkuperien välinen vaihtelu					Toistojen välinen vaihtelu				
	Vaihtelun lähde	Neliö- summa	Vapaus- asteet	Keski- neliö	F- arvo	Neliö- summa	Vapaus- asteet	Keski- neliö	F- arvo	
511/1	Sisäinen	6 076,33	175	34,72		8 764,62	204	42,96		
	Väläinen	3 379,49	34	99,39	2,86 ⁺⁺⁺	691,19	5	138,23	3,21 ⁺⁺	
511/2	Sisäinen	15 265,70	145	105,28		18 992,40	174	109,15		
	Väläinen	5 886,04	34	173,11	1,64 ⁺	2 159,35	5	431,87	3,95 ⁺⁺	
511/3	Sisäinen	9 745,83	175	55,69		16 722,45	204	81,97		
	Väläinen	8 300,93	34	244,14	4,38 ⁺⁺⁺	1 324,30	5	264,86	3,23 ⁺⁺	
511/5	Sisäinen	10 129,95	175	57,23		14 431,73	204	71,79		
	Väläinen	5 483,03	34	161,26	2,81 ⁺⁺⁺	1 064,09	5	212,81	2,96 ⁺	

511/1 (Kolari)

511/2 (Ro:i mlk)

Järj. n:o	Alkuperä	Elossaolopros.			
1	14 Ro:i Melt.	95		3 Kolari	84
2	11 Sodankylä Seip.	95		24 Ylikiminki	82
3	18 Salla, etel.	95		17 Savukoski	82
4	12 Savukoski	94		4 Rovaniemi mlk,Leip.	80
5	4 Ro:i mlk, Meltaus	94		30 Suomussalmi	80
6	3 Kolari	94		10 Tervola	78
7	32 Pudasjärvi	94		12 Savukoski	76
8	15 Kemijärvi	93		1 Norja,Alta	75
9	25 Yli-Ii	93		22 Vaala	74
10	30 Suomussalmi	93		7 Inari,Sevettij.	73
11	29 Puolanka	92		18 Salla, etel.	73
12	31 Taivalkoski	92		21 Kestilä	73
13	9 Ylitornio	92		27 Kajaanin mlk	71
14	17 Savukoski, A-L	92		11 Sodankylä Seip.	71
15	35 Posio	91		34 Kuusamo	70
16	7 Inari, Sevettij.	91		16 Sodankylä,pohj.	69
17	16 Sodankylä,pohj.	91		5 Inari, Laanila	69
18	34 Kuusamo	91		31 Taivalkoski	69
19	13 Salla	89		15 Kemijärvi	68
20	8 Utsjoki	89		32 Pudasjärvi	67
21	21 Kestilä	88		33 Ranua	67
22	33 Ranua	88		26 Kuhmo	66
23	10 Tervola	87		29 Puolanka	64
24	22 Vaala	87		25 Yli-Ii	62
25	6 Inari, Kielaj.	86		19 Sievi	62
26	1 Norja,Alta	86		20 Pyhäntä	62
27	24 Ylikiminki	86		14 Ro:i mlk, Meltaus	62
28	27 Kajaanin mlk	85		8 Utsjoki	62
29	23 Utajärvi	85		35 Posio	62
30	5 Inari,Laanila	85		23 Utajärvi	61
31	19 Sievi	84		2 Enontekiö	59
32	26 Kuhmo	82		6 Inari,Kielaj.	57
33	20 Pyhäntä	81		9 Ylitornio	53
34	2 Enontekiö	81		13 Salla	50
35	28 Hyrynsalmi	80		28 Hyrynsalmi	48

HSD = 12,4

HSD = 23,6

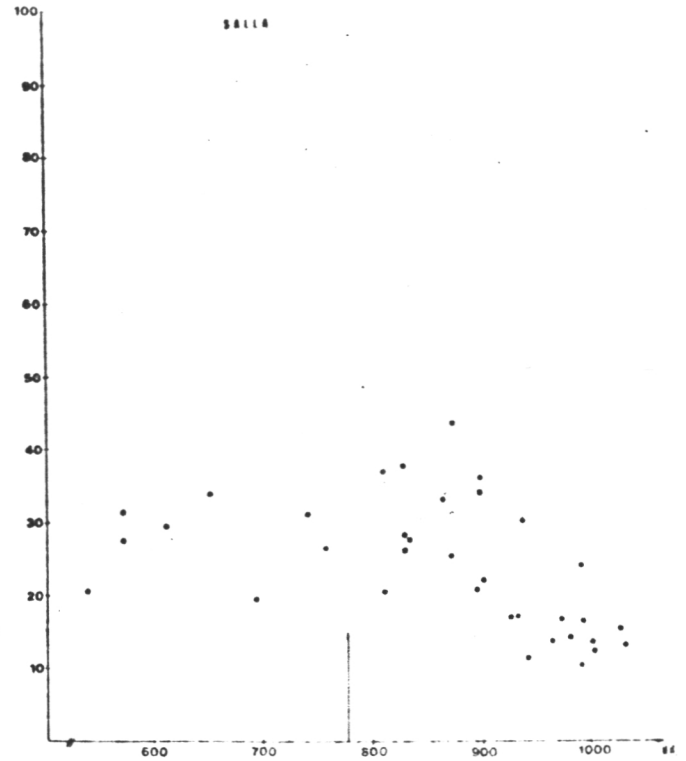
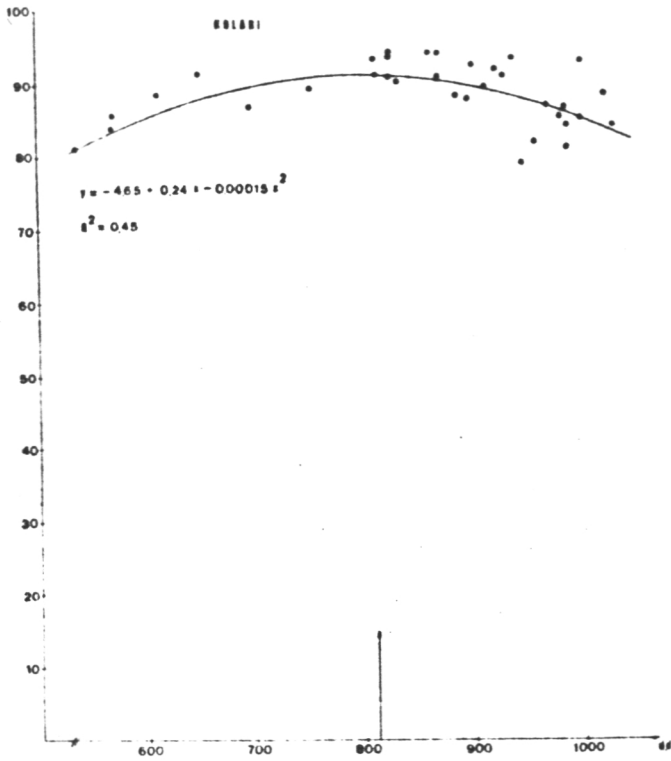
Kuva 16. Männyn kylvön elossaolosadannekset ja Tukeyn testi.

Järj. n:o	Alkuperä	Elossaolopros.			
1	4 Ro:i mlk, Leip.	44		15 Kemijärvi	84
2	12 Savukoski	38		31 Taivalkoski	79
3	3 Kolari	38		34 Kuusamo	78
4	14 Ro:i mlk, Meltaus	36		32 Pudasjärvi	77
5	15 Kemijärvi	35		14 Ro:i mlk, Meltaus	77
6	7 Inari,Sevettij.	34		4 Ro:i mlk, Leip.	77
7	18 Salla, etel.	33		3 Kolari	76
8	5 Inari,Laanila	32		22 Vaala	74
9	16 Sodankylä,pohj.	31		30 Suomussalmi	74
10	32 Pudasjärvi	31		12 Savukoski	74
11	8 Utsjoki	29		18 Salla, etel.	73
12	10 Tervola	29		24 Ylikiiminki	73
13	11 Sodankylä,Seip.	28		11 Sodankylä, Seip.	72
14	34 Kuusamo	28		35 Posio	71
15	6 Inari,Kielaj.	28		10 Tervola	71
16	13 Salla	27		20 Pyhäntä	70
17	17 Savukoski, A-L	27		27 Kajaanin mlk	70
18	31 Taivalkoski	25		17 Savukoski, A-L	69
19	30 Suomussalmi	22		13 Salla,Naruska	67
20	2 Enontekiö	21		21 Kestilä	67
21	33 Ranua	21		33 Ranua	66
22	35 Posio	21		25 Yli-Ii	66
23	1 Norja,Alta	20		29 Puolanka	65
24	9 Ylitornio	17		16 Sodankylä,pohj.	65
25	22 Vaala	17		7 Inari,Sevettij.	64
26	29 Puolanka	17		1 Norja,Alta	63
27	20 Pyhäntä	17		19 Sievi	62
28	21 Kestilä	15		28 Hýrynsalmi	62
29	24 Ylikiiminki	15		5 Inari, Laanila	61
30	25 Yli-Ii	14		6 Inari, Kielaj.	61
31	26 Kuhmo	14		8 Utsjoki	59
32	19 Sievi	13		26 Kuhmo	58
33	27 Kajaanin mlk	13		9 Ylitornio	53
34	28 Hýrynsalmi	12		2 Enontekiö	52
35	23 Utajärvi	10		23 Utajärvi	50

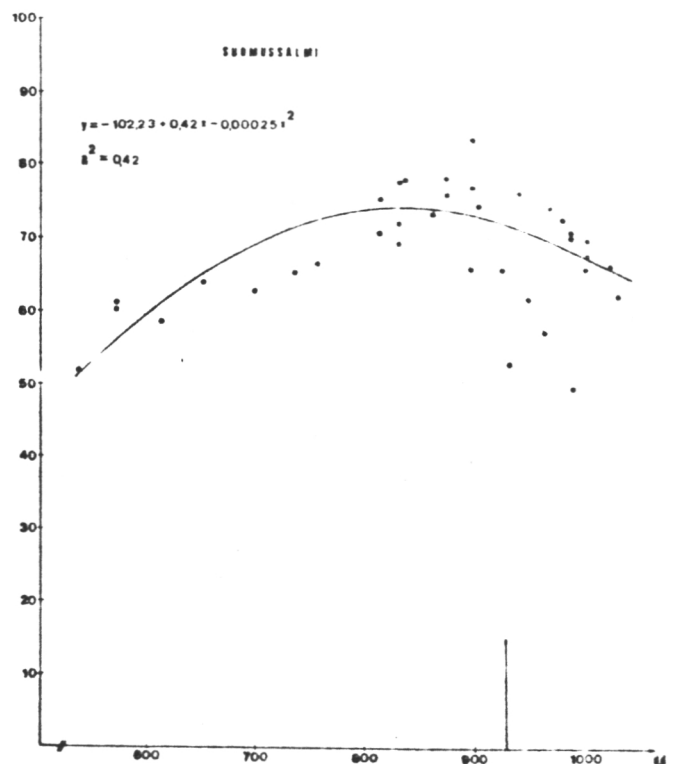
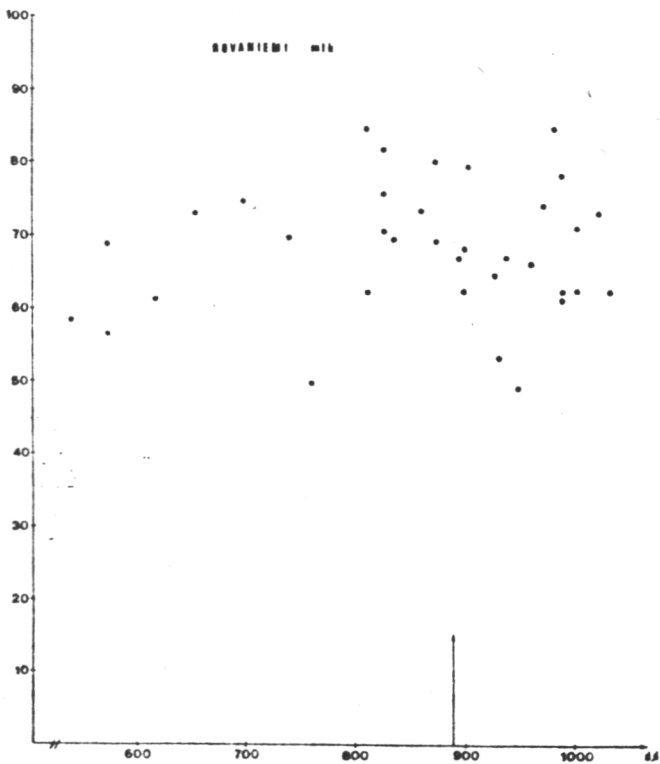
HSD = 15,8

HSD = 16,0

Kuva 17. Männyn kylvön elossaolosadannekset ja Tulen testi.



Kuvat 15-18: Elössapysymisen riippuvuus alkuperän kotipaikan lämpösunnasta (Koe 511)



4 TULOSTEN TARKASTELU

Kokeissa käytetty männyn ja kuusen siemen oli itävyydeltään erittäin hyvää. Koska kylvökokeissa pantiin kuusella n. 10 ja männyllä n. 20 siementä laikkuun ja inventoinnissa jokainen laikku, jossa oli yksikin taimi elossa, edusti elävää tainta, ei pienten itävyyserojen voida katsoa vaikuttaneen inventointitulokseen. Samoin viljelytaimet sekä kuusella että männyllä olivat istutettaessa tasavertaisia. Tulosten tarkastelussa ei siis tarvitse ottaa siementen ja taimien laatueroja huomioon.

Tutkimuksen perusteella tehtävien johtopäätösten tekoa vaikeuttaa kokeiden nuoruus. Vanhimmat kokeet olivat viiden kasvukauden ja nuorimmat vasta kolmen kasvukauden ikäisiä. Ratkaisevaa näin nuorissa kokeissa on, millaiseen suurilmastojaksoon kokeet osuvat. Jos ne osuvat lämpimään jaksoon, jopa hyvin eteläisetkin alkuperät menestyvät. Sen sijaan jos ne osuvat kylmään jaksoon, ilmasto karsii voimakkaasti kyseisiin oloihin sopeutumattomia alkuperiä. Tällä kertaa kokeiden perustamiskausi (1972-1974) oli hyvin lämmin, mutta kaksi seuraavaa kesää olivat poikkeuksellisen kylmiä. Jos alkuperien välillä on eroja, todennäköisesti pääsuunta näiden kahden kesän ansiosta on jo nähtävissä. Yleensä ne alkuperät, jotka kuolevat alkuvaiheessa eniten, kuolevat myös myöhemmin muita runsaammin (vrt. esim. NUMMINEN 1971, REMRÖD 1976).

Eri koealoilta saadut tulokset ovat keskenään vertailukelpoisia, koska joka paikassa käytettiin samaa viljelymenetelmää. Maanmuokkauksessa käytettiin metsäaurausta ja viljely tapahtui pientareeseen. Kylvömenetelmänä oli viirukylvö ja istutus suoritettiin kourukuokalla.

1970-luvulla viljelyt ovat onnistuneet yleensä hyvin. POHTILA (1974) sai Koillis-Suomen aurasaloilla tekemässään tutkimuksessa keskimääräiseksi elossaoloprosentiksi männyn kylvöillä 73 ja istutuksilla 64. Vuosina 1970-1971 perustetussa metsänviljelyn runkotutkimuksessa männyn kylvöistä oli Oulun läänissä elossa 70 %, männyn istutuksista 80 % ja

kuusen istutuksista 92 % (VALTANEN 1975). Molemmissa tutkimuksissa inventoidut taimet olivat 3-5 vuoden ikäisiä. Tässä työssä saadut elossaolosadannekset ovat samaa luokkaa edellisten kanssa. Myös eri viljelymenetelmien keskinäinen paremmuus on samanlainen. Kuusen kylvä on onnistunut kuusen istutusta heikommin kuten yleensä (vrt. POHTILA 1977).

Lähinnä kuusen heikon tuotoksen vuoksi käytännön metsänviljelyiden huomio on Pohjois-Suomessa kiinnittynyt mäntyyn. Vasta viljelyiden runsas epäonnistuminen on nostanut kuusen vaihtoehtoiseksi puulajiksi (SIREN 1971). Myös provenienssitutkimuksessa kuusi on jäänyt huomiotta. Ainoastaan HEIKINHEIMON (1949) kokeista on löydettävissä kuusta koskevia tuloksia. Näissä kehoitetaan välttämään huomattavia siemensiiirtoja etelästä pohjoiseen. Samansuuntaisia tuloksia on nähtävissä myös nyt käsitellyssä aineistossa.

Pohjois-Suomea koskevista männyn provenienssikokeista lienee aiheellista lyhyesti esitellä kaksi aineistoltaan kattavinta koetta. Metsäntutkimuslaitoksen provenienssikoe n:o 232, joka on viljelty yhteentoista paikkaan, käsittää neljä osakoetta Pohjois-Suomessa (NUMMINEN 1975). Alkuperien välillä, jotka ovat kotoisin noin 800-950 d.d:n lämpösummavyöhykkeeltä, ei havaita selviä eroja kuolleisuudessa. Parhaiten on hengissä säilynyt Inarin alkuperä, mutta aineiston pienuuden tähden tietoa ei ole syytä yleistää. Lämpösummavyöhykkeen 1000-1050 alkuperät ovat menestyneet edellä mainittua hyvin selvästi heikommin. Suorastaan romahdusmaisesti ovat tuhoutuneet tutkituilla koaloilla kaikki 1100-1300 d.d:n vyöhykkeeltä kotoisin olevat alkuperät. Tutkimuksessa käytetty aineisto oli 5-8 vuoden ikäistä. Toinen tärkeä tietolähde on ETHOLÄNIN (1972) käytännön viljelyiden inventointi. Se käsittää 352 männyn viljelyalaa, joiden yhteinen pinta-ala on 2193 ha. Alat on kylvetty tai istutettu vuosina 1952-1964. Siinä on tultu tulokseen, että siemenen siirto ei ns. marginaalivyöhykkeellä ole vaikuttanut viljelytulokseen, mutta siirto tämän vyöhykkeen eteläpuolelta vaikutti taimien elossapysymiseen sitä enemmän mitä pitempi siirtomatka oli. Tässä työssä käytetty aineisto tukee varsin hyvin edellä

mainittuja tutkimuksia. Nummisen tutkimuksessa mainitulle Inarin alkuperän muita paremmalle elossapysymiselle ei löytynyt tässä aineistossa tukea.

Pohjois-Ruotsissa suositellaan metsänviljelyssä käytettäväksi viljelypaikkaa pohjoisempaa ja/tai korkeampaa tuotua siementä. Hyvin samantapaiset ovat meillä metsähallituksen antamat ohjeet (Metsähallitus... 1976). Niiden mukaan viljelymateriaalin tulee olla männyn osalta ehdottomasti paikallista tai milloin se on mahdollista, ilmastollisesti epäedullisemmista oloista peräisin olevaa alkuperää ja kuusen osalta paikallista tai korkeintaan 100 km eteläisempää alkuperää. Tämä varovaisuus on hyvin ymmärrettävää, sillä toimitaanhan Pohjois-Suomessa puun levinneisyysrajan läheisyydessä, jossa lämpöolot ovat hyvin epäedulliset ja lisäksi lämpösumma vaihtelee vuosittain 80-130 % keskimääräisestä. Tämän ja aikaisemmin tehtyjen proveniensiikokeiden perusteella näyttää siltä, että siirrot linjan Kajaani - Pudasjärvi pohjoispuolella eli ns. marginaalivyöhykkeellä eivät ratkaisevasti vaikuta taimien elossapysymiseen. Sen sijaan siirtoja tämän vyöhykkeen eteläpuolelta tulisi ehdottomasti välttää. Nykytilanteessa, jolloin meillä on käytettävissä runsaasti myös pohjoisia siemenalkuperiä, lienee kuitenkin varmintä käyttää paikallista tai lähes paikallista alkuperää - tällöin vältymme ainakin suurilta virheiltä.

5 TIIVISTELMÄ

Tutkimus pohjautuu Metsäntutkimuslaitoksen jalostusosaston vuosina 1972-1974 perustamaan neljään provenienssikokeeseen. Kokeet käsittävät kuusen istutuksen (441), kuusen kylvön (442), männyn istutuksen (508) ja männyn kylvön (511). Tutkimuksen tarkoitus on selvittää, mikä vaikutus Pohjois-Suomessa tehdyillä siemensiirroilla on taimien elossapysymiseen. Koska kaikki alkuperät ovat Pohjois-Suomesta (eteläisimmän lämpösomma hieman yli 1000 d.d:tä) ja koska kokeet ovat vielä hyvin nuoria, mitään valtavia eroja eri alkuperien välillä ei ole odotettavissa.

Kokeet inventoitiin ensimmäisen kerran viljelyvuoden syksyllä (osa seuraavana keväänä). Tällöin viljelyjen todettiin onnistuneen keskimäärin hyvin. Kevään 1977 inventoinneissa elossaoloprosentit olivat vielä varsin korkeat lukuunottamatta Sallan männyn kylvökoealaa ja Rovaniemen mlk:n kuusen istutuskoealaa, joilla alhainen elossaoloprosentti aiheutui koeolosuhteista. Jos näitä koealoja ei oteta huomioon, männyn istutuksista oli elossa n. 80 %, männyn kylvöistä n. 75 %, kuusen istutuksista n. 85 % ja kuusen kylvöistä n. 50 %.

Kuusen alkuperillä ei kummassakaan istutuksessa eikä kylvössä saatu varianssianalyysillä merkitseviä eroja. Sen sijaan tarkasteltaessa kuusen kylvössä elossaolon ja alkuperän kotipaikan lämpösomman välistä riippuvuutta havaittiin Kittilän koealalla, että aivan eteläisimmät alkuperät olivat kuolleet eniten. Männyn istutuksessa pohjoisimmilla koealoilla, Sallassa ja Kolarissa, erot eri alkuperien elossaolossa olivat erittäin merkitseviä. Heikoimmin olivat menestyneet alkuperät, joiden kotipaikan lämpösomma on yli 900 d.d:tä. Tätä pohjoisempien alkuperien elossaolossa ei ollut selviä eroja. Eteläisillä koealoilla, Rovaniemen mlk:ssa ja Suomensalmella, alkuperien elossaolojen välillä ei ollut merkitseviä eroja. Männyn kylvössä kaikilla muilla paitsi Rovaniemen mlk:n koealalla erot alkuperien välillä olivat erittäin merkitseviä. Rovaniemen mlk:ssa erot olivat jokseenkin merkitseviä. Parhaiten olivat menestyneet paikalliset ja lähes paikalliset alkuperät.

Tutkimuksessa käytetyn aineiston nuoresta iästä huolimatta etenkin äärevimmissä oloissa olevilla pohjoisilla koealoilla oli nähtävissä sama tulos kuin aikaisemmissa meillä tehdyissä provenienssikokeissa. Pohjoiset alkuperät aina noin 900-950 d.d. -rajalle saakka olivat selviytyneet hengissä jokseenkin tasavertaisesti. Kyseisen rajan eteläpuolelta olevat alkuperät olivat tuhoutuneet runsaammin. Yhtään muita selvästi parempaa alkuperää ei tutkimusaineistosta löytynyt.

KIRJALLISUUTTA

- EICHE, V. 1962. Nya aspekter på plantavgång och bristande vinterhärdighet i norrländska tallkulturer. Skogen 49:423-426, 432.
- EICHE, V. 1966. Cold damage and plant mortality in experimental provenance plantations with Scots pine in Northern Sweden. Stud. For. Suec. 36:1-129.
- EICHE, V. & ANDERSSON, E. 1974. Survival and growth in Scots pine (*Pinus silvestris* L.) provenance experiments in Northern Sweden. Theoretic. and Appl. Genetics 44, 49-56.
- EICHE, V. & GUSTAFSSON, Å. 1970. Population Research in the Scandinavian Scots pine (*Pinus silvestris* L.): Recent Experimentation. In M. K. Hecht and W. C. Steere., ed. Essays in evolution and genetics in honor of Theodosius Dobzhansky, s. 209-235. Amsterdam. North-Holland Publ. Co.
- ETHOLEN, K. 1972. Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä. Folia For. Fenn. 160:1-26.
- HAGNER, M. 1970 a. A genecological investagation of the annual rhythm an growth of single trees of *Pinus sylvestris* L.. Stud. For. Suec. 80.
- HAGNER, M. 1970 b. The intra-provenance correlation between annual rhythm and growth of single trees of *Pinus sylvestris* L.. Stud. For. Suec. 82.
- HEIKINHEIMO, O. 1949. Results of experiments on the geographical races of spruce and pine. Comm. Inst. For. Fenn. 37.2: 37-44.
- HEIKURAINEN, L. 1973. Soiden kasvatuskelpoisuuden laskeminen. Acta For. Fenn. 131:1-27.
- HEINO, R. 1977. Ilmasto-oloista Suomessa 1961-1975 verrattuna normaalikauteen 1931-1960. Ilmatieteen laitoksen tiedonantoja n:o 33.
- KALELA, A. 1937. Zur Synthese der experumentellen Untersuchungen über Klimarassen der Holzarten. Comm. Inst. Fenn. 26:1-434.
- KUUSELA, K. 1971. Lapin metsien ja metsätaseen kehittyminen vuosina 1952-70. Metsäntutkimuslaitos. Metsänarvioimistieteen osasto. Moniste.

- LANGLET, O. 1936. Studier över tallens fysiologiska variabilitet och dess samband med klimatet. Medd. Statens Skogsförsöksanstalt 29.4:219-470.
- METSÄHALLITUS, 1976. Ohjekirje metsien käsittelyn periaatteista Perä-Pohjolan piirikunnassa. Moniste. Metsähallitus, Helsinki.
- NUMMINEN, E. 1971. Tuloksia männyn proveniensiikokeista Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 2:75-86.
- NUMMINEN, E. 1975. Männyn proveniensiikokeen 232 taimien säilyminen elossa Pohjois-Suomen koealoilla. Metsäntutkimuslaitos. Kolarin tutkimusaseman tiedonantoja 7:1-6.
- POHTILA, E. 1974. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa II. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 11.
- POHTILA, E. 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. Comm. Inst. For. Fenn. 91.4:1-98.
- REMRÖD, J. 1976. Val av tallprovenienser i Norra Sverige - analys av överlevnad, tillväxt och kvalitet i 1951 års tallproveniensförsök. Inst. för skogsgenetik. Skogshögskolan. Rapp. och upps. 19:1-132.
- RENVALL, A. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. Acta For. Fenn. 1:1-154.
- SARVAS, R. 1960. Metsänviljelyssä käytetyn siemenen kotipaikan etäisyys viljelypaikasta. Metsätal. aikakausl. 77:217-220.
- SARVAS, R. 1966. Temperature sum as a restricting factor in the development of forest in the subarctic. Ecology and conservation 1. Ecology of the subarctic regions. Proc. Helsinki Symp. 1966:79-82. Unesco.
- SIRÉN, G. 1958. Eräitä havaintoja keskisuomalaisen ja paikallisen mäntyrodun biologisista ja teknillisistä ominaisuuksista Perä-Pohjolassa. Silva Fenn. 96:1-30.
- SIRÉN, G. 1961. Skogsgränstallen som indikator för klimaflyktionerna i norra Fennoskandien under historisk tid. Commun. Inst. For. Fenn. 54,2:1-66.
- SIRÉN, G. 1971. Metsänhoidon ongelmia. Lappi tänään. 102-123. W. Söderström. Porvoo-Helsinki.

- SOLIN, P. 1970. Männyn istutuksen antamista tuloksista Lapin piirimetsälautakunnan alueen eteläosissa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 3:1-69.
- STEFANSSON, E. 1965. Försök med tallprovenienser i nordsvenska höglägen. Fören. Skogsträdsförädl. Årsbok 1964:61-84.
- STEFANSSON, E. & SINKO, M. 1967. Försök med tallprovenienser med särskild hänsyn till norrländska höjdlägen. Stud. For. Suec. 47.
- VALTANEN, J. 1969. Männyn viljelytaimistojen inventointituloksia Pohjois-Lapissa v. 1969. Alustavia ennakkotietoja. Metsäntutkimuslaitos. Pyhäkosken tutkimusasema. Moniste.
- VALTANEN, J. 1975. Viljelytaimien kehityksestä Pohjois-Suomessa. Metsäntutkimuslaitos Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14:1-8.
- YLI-VAKKURI, P., RÄSÄNEN, P., SOLIN, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitos. Tiedonantoja 2:1-92.

- N:o 1. Erkki Numminen. Männyn siemenen tuleentuminen Pohjois-Suomessa vuonna 1971.
- N:o 2. Eero Malmivaara. Metsänrajakuusikoiden sukusiitoksesta. 1971.
- N:o 3. Erkki Numminen. Aoraus-, lannoitus- ja puulajikoe Sodankylän Vaalolehdossa. 1973.
- N:o 4. Paavo Pelkonen. Pohjois-Suomen puiden hiilidioksidiaineenvaihdunta kiihkeämpää kuin Etelä-Suomen. 1973.
- N:o 5. Martti Ryytänen. Vajaasti tuleentuneiden männyn alkioiden luokittelu ja kasvatus. 1973.
- N:o 6. Erkki Numminen. Rinteen ja latvuksen ilman suunnan vaikutus männyn siemenen tuleentumiseen ja siemensadon määrään Pohjois-Suomessa. 1974.
- N:o 7. Erkki Numminen. Männyn provenienssikokeen 232 taimien säilyminen elossa Pohjois-Suomen koealoilla. 1975.
- N:o 8. Martti Ryytänen. Tutkimus eteläsuomalaisen siitepölyn vaikutuksesta männyn siemenen kehitykseen Pohjois-Suomen siemenviljelyksessä. 1976.
- N:o 9. Erkki Numminen. Männyn siemenen keväistämiskoe Länsi-Lapissa. 1977.

Kolarin tutkimusasema, 95900 KOLARI
puh. 99572—100

