

**METSÄNTUTKIMUSLAITOS**

**ROVANIEMEN TUTKIMUSASEMAN  
TIEDONANTOJA N:o 2**

**ROVANIEMI 1971**





## LUKIJALLE

Tämä Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja n:o 2 sisältää Rovaniemen tutkimusaseman järjestämällä alustus- ja keskustelupäivillä 24.-25.2.1971 Hirvaalla pidettyjä esitelmiä tai niiden lyhennelmiä. Sarjan ensimmäinen nide tehtiin metsäntutkimuslaitoksen metsänviljelyn tutkijaryhmän Pohjois-Suomen retkeilystä ja se on saatavissa metsäntutkimuslaitoksen kirjastosta, Helsingin Yliopiston Metsäkirjastosta ja Rovaniemen tutkimusasemalta nimikkeellä "Metsänviljelytutkimuksen työryhmän retkeily Pohjois-Suomessa 24.-29.8.1970".

Aloitettussa sarjassa on tarkoitus julkistaa alustavia, lähinnä tutkimusaseman toiminta-aluetta koskevia, käytäntöä välittömästi palvelevia tutkimustuloksia, joiden julkistaminen muissa sarjoissa veisi liiaksi aikaa. Mm. kustannussyistä sarjassa ei voida mennä kovin huoliteltuun ulko- tai sisäasuun.

Erkki Lähde

SISÄLLYSLUETTELO

sivu

Etholén, Kullervo

Metsänviljelyalojen inventointien tuloksia

Lapissa ..... 1

X Leikola, Matti

Maan ja maanläheisen ilmakerroksen lämpöoloista 12

X Lähde, Erkki

Maan fysikaaliset ominaisuudet ja männyn tai-

mistojen kehitys Pohjois-Suomessa ..... 16

X - " -

Vajaasti kypsyneen männyn siemenen kehitykses-

tä käpyjen varastoinnin aikana ..... 27

X Norokorpi, Yrjö

Männyn viljelytaimistojen tuhoista Pohjois-

Suomessa ..... 37

X Pohtila, Eljas

Taimityyppiluokituksen perusteista ..... 50

X Sarvas, Risto

Männyn käpysato Pohjois-Suomessa talvella

1970/71 ..... 58

X - " -

Siemenen itäminen alhaisissa lämpötiloissa .... 68

X Numminen, Erkki

Tuloksia männyn provenienssikokeista Pohjois-

Suomessa ..... 75

## METSÄNVILJELYALOJEN INVENTOINTIEN TULOKSIA LAPISSA

Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon osaston ja Rovaniemen tutkimusaseman toimesta on kahtena edellisenä kesänä suoritettu metsänviljelyalojen inventointia laitoksen omilla viljelyaloilla ja yksityismetsissä. Tutkimus on tehty professori Sarvaksen johdolla ja sen yhtenä tavoitteena oli selvittää männyn siirtomahdollisuuksia Kainuusta ja Pohjois-Pohjanmaalta Lappiin, missä katovuosien vuoksi on melkein jatkuva siemenpula.

Professori Sarvaksen tutkimuksissaan toteama männyn geneettisen adaptiivisen vaihtelun päättyminen pohjoista kohti siirryttäessä noin 950 dd:n vuotuisista keskimääräistä lämpösummaa vastaavalla rajalla merkitsee käytännössä sitä, että tämän rajan pohjoispuolella, ns. marginaalivyöhykkeellä, voidaan siementä siirtää vapaasti pohjoista kohti (kuva 1). Lapin metsänviljelyn siementarve voitaisiin tällöin tyydyttää tähänastista paremmin siemenellä, jota alueen eteläosassa on useampina vuosina saatavissa kuin pohjoisempaan.

Siementen siirtomahdollisuuksien selvittelyn lisäksi suoritettussa inventoinnissa tehtiin mahdollisuuksien mukaan samalla havaintoja useista muista viljelyyn liittyvistä kysymyksistä, kuten kasvupaikkatekijöistä, viljelyvirheistä, viljelyä täydentävistä pääpuulajien taimista, tuhoista jne. Tällä tavoin on saatu yhtymäkohtia vertailulle muiden viljelyinventointien kanssa.

Inventointi on suoritettu ympyräkoealamenettelyinä siten, että jokaiselta viljelyalalta tai suuremman alan osalta on otettu 150 kpl 6 m<sup>2</sup>:n suuruista koealaa, joilta on mitattu pisimmän männyn taimen pituus tai sen puuttuessa muun puulajin taimi. Joka seitsemännellä ympyrällä tehtiin yksityiskohtaiset havainnot taimien pituudesta, istutustaimien juuriston tilasta, istutussyvyydestä, viljelytiheydestä, kylvötaimien lukumäärästä laikussa, humuksen paksuudesta ja mikäli mahdollista, tuhonaiheuttajista sekä muistiinpanoja kaikista viljelyyn liittyvistä yleistiedoista. Eräissä vertailuisissa on käytetty Jukka Valtasen suorittaman Metsähallituksen viljelyalojen inventoinnin tuloksia. Kyseinen inventointimenetelmä on jonkin verran tässä käytetystä poikkeava.

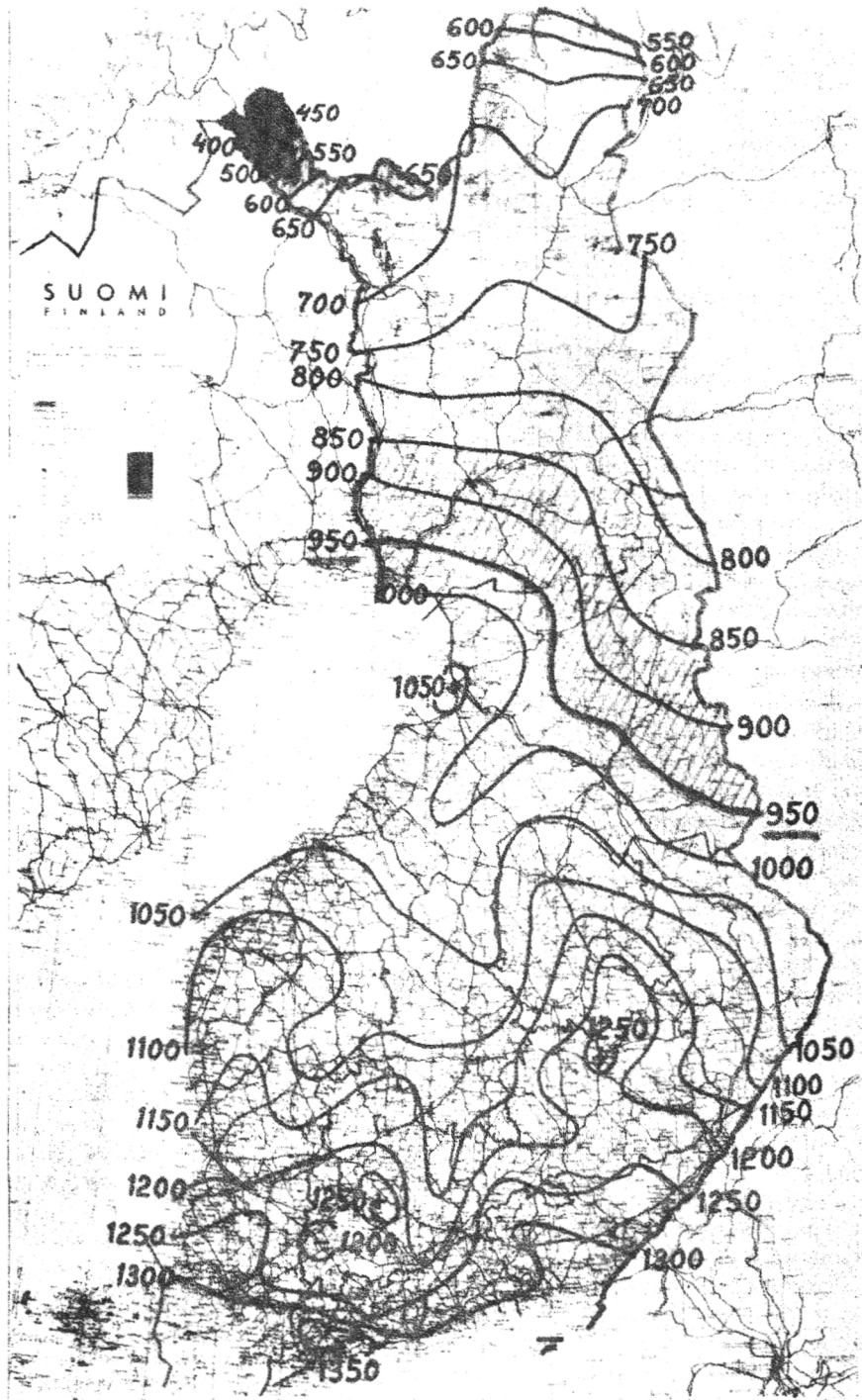


Fig. 5. Isograms at 50 d.d. -intervals in respect of the average yearly heat sums (degree days-scale) in Finland. The isograms refer to the average natural heights above sea level. Mean of years 1931–1960. Osmo Kolkkki. 1969. Katsaus Suomen ilmastoon. Ilmatiet. lait. tiedonant. 18, s. 50.

Inventointiaineisto käsitti noin 350 viljelyalaa, joista metsäntutkimuslaitoksen omia viljelyksiä oli 60 ja muut yksityismetsiä Lapin ja Koillis-Suomen piirimetsälautakuntien alueilta. Inventoitujen alojen yhteinen pinta-ala oli lähes 2000 ha. Perusvaatimus aineiston valinnassa oli, että alkuperä oli tunnettu ja Oulujoen pohjoispuolelta. Viljelyajankohta on 10-vuotiskausi 1954-64.

Tutkimuksessa käytetyn aineiston jakaantuminen kuntien, piirimetsälautakuntien ja tutkimuslaitoksen kesken näkyy taulukosta 1. Aineiston suhteen on tehtävä eräitä selventäviä huomautuksia. Tarkoituksena oli, että tutkimus käsittäisi viljelyaloja 10-vuotiskaudelta 1954-64, mutta alkuperätietojen puuttumisen vuoksi aineisto keskittyy kauden viimeisiin vuosiin. Inventointiin otettiin nimittäin mukaan vain sellaiset alkuperät, jotka olivat Oulujoki-Kainuu -linjan pohjoispuolelta. Samoin tietoja viljelytiheydestä, pintakäsittelystä, viljelymateriaalista jne. ei ollut esitiedustelulla saatavissa ja vuosien kuluttua niiden toteaminen paikan päällä oli useimmiten mahdotonta. Eräs valituisista viljelyvuosista johtuva puute aineistossa on se, että aurattuja tai paakkutaimilla istutettuja aloja ei vielä ole mukana.

Varsinaisessa inventointityössä karsiutui eri syistä huomattava määrä esitiedustelulla saaduista aloista pois. Joitakin oli **opastuksen puuttuessa** mahdotonta löytää ilman kohtuutonta ajanhukkaa. Eräät viljelyt taas oli perustettu sellaiselle alalle, että toimenpide ei ole ollut lainkaan perusteltu tai mielekäs.

Tutkimustulokset. Tuloksia laskettaessa on kiinnitetty päähuomio siementen siirron vaikutukseen viljelytulokseen. Tämän selvittämiseksi yksityismaiden ja tutkimuslaitoksen aineisto jaettiin aluksi kahteen osaan sen perusteella, onko siementen alkuperä ollut lämpösummakäyrän 950 dd:n pohjois- vai eteläpuolelta. Tämän lämpösummarajan pohjoispuolelta oleva siemen on siis peräisin prof. Sarvaksen esittämältä marginaalivyöhykkeeltä ja siemenen siirrolla ei tällä vyöhykkeellä pitäisi enää olla sanottavaa merkitystä viljelyn onnistumiselle. Tilastollisella käsittelyllä pyrittiin näistä kahdesta ryhmästä selvittämään, eroaako marginaalivyöhykkeen siemen sen eteläpuolelta tuodusta siemenestä viljelytulosten valossa.

## Pohjois-Suomen viljelytutkimuksen aineiston jakautuminen.

Omistajaryhmä, paikkakunta	Kylvö			Istutus			Viljelyjä yhteensä		
	kpl	Keskim. ha	Yht. ha	kpl	Keskim. ha	Yht. ha	kpl	Keskim. ha	Yht. ha
Lapin pml									
Simo	3	6,3	19,0	-	-	-	3	6,3	19,0
Alatornio	-	-	-	3	2,0	6,0	3	2,0	6,0
Karunki	1	3,0	3,0	3	2,0	6,0	4	2,2	9,0
Ranua	5	3,0	15,0	-	-	-	5	3,0	15,0
Tervola	30	2,4	75,0	2	1,5	3,0	32	2,2	78,0
Roi mlk	13	3,3	42,0	15	2,1	31,0	38	2,6	73,0
Ylitornio	6	3,1	17,7	11	2,3	23,5	17	2,4	41,2
Pello	20	2,5	52,8	3	3,2	9,7	23	2,7	62,5
Kolari	7	10,2	71,6	3	2,9	8,9	10	8,1	80,5
Sodankylä	8	2,6	21,0	-	-	-	8	2,6	21,0
Yht.	93	3,4	317,1	40	2,20	88,1	133	3,0	405,2
Koillis-Suomen pml									
Posio	27	4,3	118,5	-	-	-	27	2,4	118,5
Kuusamo	40	4,7	190,1	8	2,5	17,5	48	4,3	207,6
Kemijärvi	5	6,6	33,0	-	-	-	5	6,6	33,0
Salla	67	6,2	414,5	-	-	-	67	6,2	414,5
Pelkosenniemi	-	-	-	1	5,0	5,0	1	5,0	5,0
Yht.	139	5,4	756,1	9	2,50	22,5	148	5,3	778,6
Metsäntutkimuslaitos									
Kivalo	31	9,8	306,8	11	4,3	47,3	42	8,4	354,1
Pallasjärvi	4	26,2	105,0	3	27,6	83,0	7	26,8	188,0
Ääveriöjoki	7	28,1	197,0	7	245,0	35,0	14	16,5	232,0
Yht.	42	14,4	608,8	21	7,87	165,3	63	12,2	774,1
Kaikkiaan	274	6,1	1682,0	70	3,9	275,9	344	5,4	1957,9

Siemenen siirron vaikutusta tarkasteltiin aluksi erikseen kummallakin aineistoryhmällä graafisesti siten, että viljelyjen onnistumisprosentti merkittiin pystyakselille ja vaaka-akselille viljelypaikan lämpösumma (kuva 2). Tähän akselistoon sijoitettiin aineiston pisteet siten, että pisteen viereen merkittiin siirtomatkan lämpösumma, siis alkuperäpaikan ja viljelypaikan lämpösummien ero. Pisteille piirrettiin regressiosuora ja laskettiin siirtomatkan lämpösummien keskiarvot suoran ylä- ja alapuolella. Pienempi keskiarvo suoran yläpuolella osoittaisi pienemmän siirtomatkan merkitsevän parempaa onnistumista ja suurempi keskiarvo alapuolella, että mitä enemmän siementä siirretään, sitä huonompi on onnistuminen. Jos taas siirtomatkan lämpösummien keskiarvot olisivat yhtäsuuret, merkitsisi se sitä, että siirtomatka ei merkitse mitään viljelyn onnistumiselle. Näin pitäisi käydä, jos teoria marginaalivyyöhykkeestä pitää paikkansa. Yksityismaiden ja metsäntutkimuslaitoksen yhdistetyn marginaalivyyöhykkeen aineiston perusteella tehty graafinen esitys toi siirtomatkan lämpösummien keskiarvoksi 108,6 dd suoran yläpuolella oleville onnistuneille viljelyille ja 95,5 dd epäonnistuneilla suoran alapuolella. Tällä tavoin saatu tulos osoittaa, että siemenen siirto etelästä pohjoiseen 950 dd:n lämpösummarajan pohjoispuolella ei todella ole vaikuttanut viljelytulokseen heikentävästi, vaan pikemmin päinvastoin. Kun samat siirtomatkan lämpösummien keskiarvot laskettiin viljelyksistä, joiden siemenen alkuperä oli lämpösummakäyrän 950 dd eteläpuolelta, ilmeni pidemmän siirtomatkan vaikutus viljelyn onnistumiseen jo selvästi heikentävästi. Siemenen siirtomatkat ovat paremmin onnistuneissa eli suoran yläpuolella keskimäärin 163,2 dd ja alapuolella 204,4 dd. Pidempi siirto on siis merkinnyt huonompaa onnistumista.

Saatu tulos näyttää selvältä edellä selostetulla tavalla saatuna, mutta asiaa haluttiin varmistaa suorittamalla myös lineaarinen regressioanalyysi. Sen antama tulos ei aseta tehtyjä päätelmiä kyseenalaiseksi.

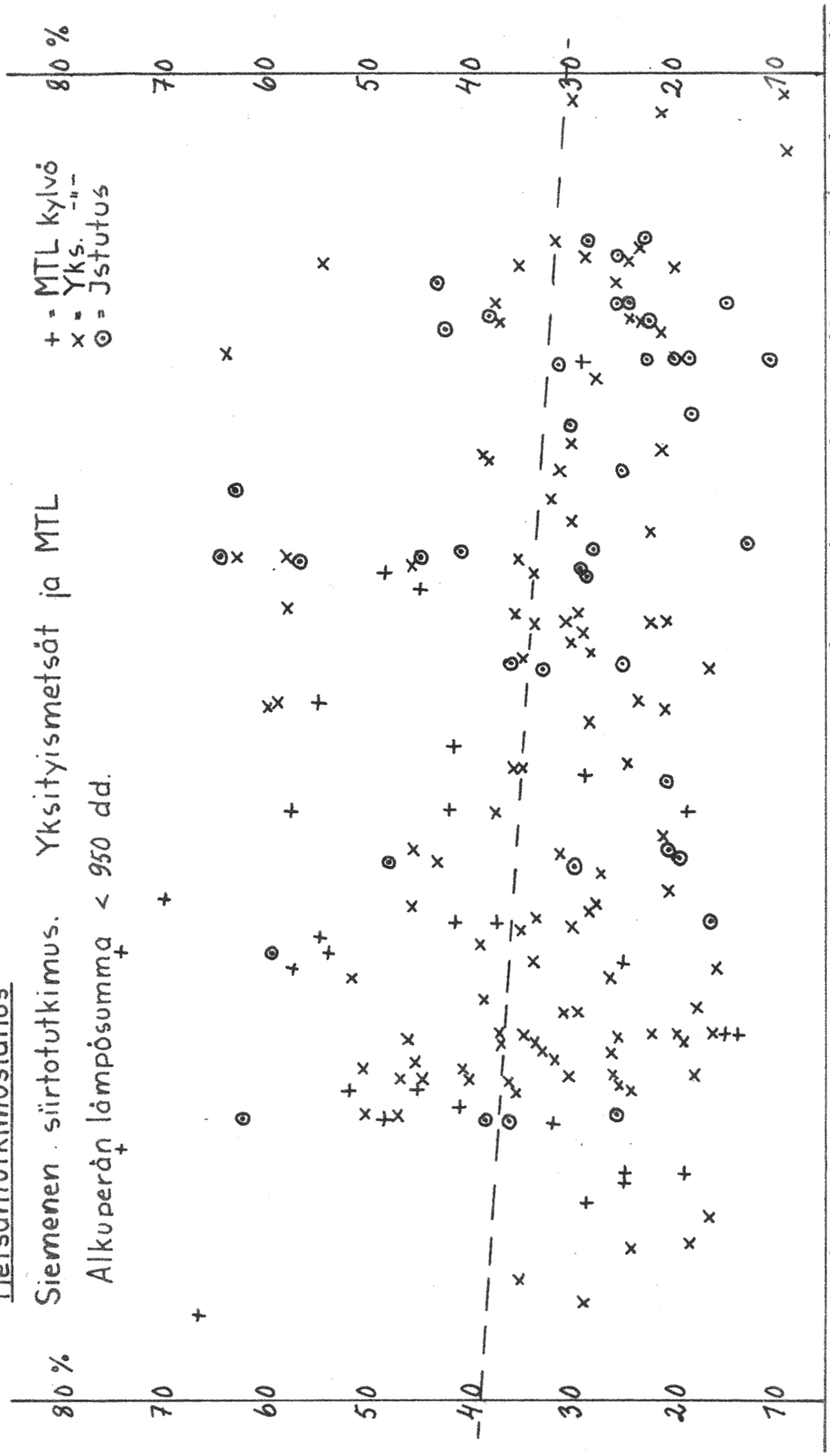
Teoreettinen tarkastelu ja tämä käytännön viljelyalojen inventoinnin tulos osoittavat siis olevan ilmeistä, että siemenen alkuperällä ei pohjoisen reuna- eli marginaalivyyöhykkeen sisällä eli lämpösummakäyrän 950 dd:n pohjoispuolella ole enää sanottavaa merkitystä. Muut viljelyn onnistumiseen vaikuttavat tekijät ainakin peittävät alkuperän vaikutuksen merkityksettömäksi.

Metsöntutkimuslaitos

Siemenen siirtotutkimus. Yksityismetsät ja MTL

Alkuperän lämpösoma  $< 950$  dd.

+ = MTL kylvä  
 x = Yks.  
 ⊙ = Jstutus



Viljelypaikan lämpösoma, keskim. dd.

Tämän lämpösummarajan eteläpuolelta tuodulla siemenellä siirron vaikutus on jo todettavissa ja sen käyttöön voidaan soveltaa määrättyä varovaisuutta.

Inventoinnin muista tuloksista mielenkiintoisin on luultavasti tieto viljelyjen yleisestä onnistumisesta. Tässä suhteessa suoritettu inventointi ei avaa yhtään valoisampia näköaloja kuin aikaisemmatkaan tutkimukset. Yhteenvedo inventoinnin tuloksista näkyy taulukosta 2. Viljelyjen keskimääräinen onnistumisprosentti 35,9 vastaa hyvin tarkasti eräiden muiden tutkimusten tulosta Pohjois-Suomessa. Korkein prosentti oli metsäntutkimuslaitoksen omilla viljelyksillä 45,0 ja heikoin Lapin piirimetsälautakunna yksityismetsillä 28,0. Kylvöt ovat onnistuneet paremmin kuin istutukset muualla paitsi Lapin piirimetsälautakunnan alueella. Keskimäärin kylvöissä on onnistuminen 37,1 ja istutuksissa 31,1 %. Vaihtelut tämän keskiarvon ylä- ja alapuolelle ovat suuret, mutta voidaan sanoa, että hyvin onnistuneita eli sellaisia aloja, joilla alkuperäinen viljelty taimisto olisi riittävä alan metsittymiseen männyllä ilman täydennystä on vain aniharvoja.

Syitä viljelytulosten alueellisiin eroihin ei voida esittää täsmällisinä numeroina, mutta aineistoa vertailemalla voidaan todeta, että Lapin pml:n selvästi heikompi viljelytulos ja varsinkin kylvöjen epäonnistuminen selittyy osaksi alueen eteläosan tiiviistä maalajeista ja rikkakasvillisuudesta sekä vesottumisesta johtuvaksi. Taimiston hoitotoimenpiteillä on tällä alueella jo merkitystä suurella osalla viljelyksiä. Metsäntutkimuslaitoksen muita parempaan tulokseen vaikuttaa viljelyjen erikoisluonteesta johtuva tehokkaampi valvonta eri toimenpiteissä, mutta myös kasvu- paikkojen edullisuus ja kulotettujen alojen runsaus. Koillis-Suomen yksityismetsien kylvöjen suhteellisen hyvä onnistuminen on syytä panna merkille.

Kun verrataan keskenään yksityismetsien ja Metsähallituksen viljelyaloja, voidaan todeta viljelyjen onnistuneen jokseenkin yhtä hyvin, vaikka viljelyalojen koko on täysin eri luokkaa, tutkimusmenetelmät erilaiset ja tutkittu aluekin toisistaan poikkeava. Tähän vertailuun lainatut maisteri Valtasen tutkimuksen Metsähallituksen viljelyalat sijaitsevat nimittäin Pohjois-Lapissa, mihin tämän tutkimuksen aineisto ei ulotu.

## Siemenen siirtotutkimus

Yhteenveto viljelyn onnistumisesta ja viljelyalojen metsittymisestä.

Omistaja-ryhmä	Onnistumis-%			Metsittymis-% (1600 kpl/ha)				
	kylvö	istutus	viljely keski-määrin	mänty		mänty+kuusi	mänty+kuusi+raudus	mänty+kuusi+raudus+hies
				viljely	viljely+luont.			
Lapin pml	26,8	30,6	28,0	43,5	50,6	59,3	60,7	71,8
Koillis-Suomen pml	35,9	23,4	34,8	54,0	59,4	62,2	62,7	69,1
Metsänt.laitos	48,6	39,3	45,0	48,7	54,6	57,9	63,5	75,8
Kaikki alat	37,1	31,1	35,9	48,7	54,9	59,8	62,3	72,2
Metsähallitus	32,0	28,0	30,0					

Käsitys viljelyn onnistumisesta etelässä ja pohjoisessa sai aineiston graafisen esityksen mukaan ehkä yllättävän muodon. Viljelyt näyttävät onnistuvan jonkinverran paremmin pohjoiseen ja itään päin siirryttäessä. Vaikka tulosta koetettaisiin selittää sillä, että tulokseen vaikuttaa pohjoisessa kohtuuttomasti poikkeukselliset Pallasjärven alat ja toisaalta lukuisat epäonnistuneet Kemin-Tervolan seudun alat, jää tämän tutkimuksen mukaan jäljelle kuva, että viljelytulokset eivät huonone pohjoista kohti, niinkuin varmaankin yleisesti oletetaan.

Syitä viljelyn epäonnistumiseen pyrittiin jossakin määrin selvittämään inventoinnin yhteydessä, vaikka niiden keskinäiset suhteet ja yhteisvaikutukset jäivätkin avoimiksi. Taimikuolleisuutta lisäävinä tekijöinä voidaan esittää monia syitä, asettamatta niitä tärkeysjärjestykseen. Kuokkalaikutetuilla aloilla, joita viljelyaloista oli suurin osa, voitiin varsinkin tiiviillä maalajeilla todeta suuremmat taimituhot kuin konelaikutetuilla aloilla. Laidoissa vaikuttaneen seisovan veden ja siihen läheisesti liittyvän roudan lisäksi näillä vaikeilla mailla heinittyminen ja vesottuminen sekä soistuminen olivat suhteellisesti runsaampana esiintyviä, kuin läpäisevillä mailla. Tiiviiden maalajien runsaus läänin lounaisosissa selittänee osittain Lapin piirimetsälautakunnan muuta heikomman viljelytuloksen.

Istutusaloilla todettiin juuriston istutuksessa ja jo ehkä taimitarhavaiheessa aiheutuneen epämuotoisuuden heikentävän selvästi istutustulosta. Sama vaikutus on liian syvään istutuksella.

Välittömänä taimien kuoleman aiheuttajana oli useimmin männynversosyöpä. Lumikaristetta esiintyi runsaimmin, mutta harvemmin taimien tuhoajana. Männynversoruostetta on aikaisemmin esiintynyt runsaasti viljelyaloilla, varsinkin Länsi-Lapissa, mutta inventoimisvuosina tauti ei missään ilmennyt aktiivisena.

Vesottumisesta ja heinittymisestä tehtiin inventoinnissa muistiinpanoja, joiden perusteella voidaan sanoa, että varsinkin Etelä-Lapin tuoreilla kangkailla ne ovat suuressa määrin männyn viljelytaimistojen välittömiä tuhoutumisen aiheuttajia. Täten viime aikoina taimiston hoitoon kiinnitetty huomio tuntuu täysin perustellulta. Monilla rehevillä aloilla voi männyn valintaa viljelyn puulajiksi pitää epäonnistuneena.

Suoritetussa inventoinnissa on useihin aikaisempiin samansuuntaisiin tutkimuksiin verrattuna selvemmin tarkasteltu myös männyn luonnontaimien ja muiden puulajien taimien osuutta eli alojen metsittymismahdollisuuksia luontaisesti itse viljelyn epäonnistuuksessa. Inventointityössä merkittiin lomakkeelle koeympyrästä viljelytaimen puuttuessa tiedot luonnontaimesta, kuusesta, rauduskoivusta tai hieskoivusta mainitussa järjestyksessä ensiksi esiintyvä. Metsittymismahdollisuutta tarkasteltiin pitämällä taimitiheyttä 1600 kpl/ha metsittymisen kannalta tyydyttävänä. Tämän tavallaan luonnon itsensä suorittaman viljelyn täydennyksen avulla tulevaisuudennäkymät näyttävät jo huomattavasti valoisammilta kuin pelkkää viljelyn onnistumista tarkasteltaessa. Voidaan luonnollisesti kiistellä eri kokoisten luonnontaimien aiheuttamasta taimiston epätasaisuudesta, kuusen tai koivun arvosta puulajina, alikasvotaimien kehityskelpoisuudesta jne. Tästä vieraasta taimiaineksesta on osa, varsinkin runsas hieskoivu, viljelytaimille suorastaan tuhoisa ja osoittaa vain viljelytaimiston hoidon laiminlyöntiä. Myöskin osa kuusen luonnontaimista on todennäköisesti liian vanhaa ja kehityskelvotonta.

Koska koko aineiston keskiarvon mukaiset kaikkien puulajien yhteismäärätkin edustavat verrattain alhaista runkolukua, 1150 kpl/ha, josta vielä osa viljelytaimia tuhoutuu, voidaan alojen keskeisen suuren vaihtelun huomioonottaen päätellä, että hyvin suuri osuus tutkituista aloista on selvästi vajaatuottoisia.

Nykyisellään kelvollisten tai täydennystä tarvitsevien alojen raja lienee tällä hetkellä vaikeasti ratkaistavissa, koska eri tahoilla parhaillaan kehitellään uusia metsänhoito-ohjeita ja eri puulajien keskinäiset arvosuhteet ovat muuttumassa. Vertailun vuoksi voidaan kuitenkin todeta, että kun eräissä tutkimuksissa katsotaan kehityskelvottomaksi taimisto, jossa on vähemmän kuin 900 kpl viljelytaimia hehtaarilla, on tässä aineistossa tällaisia aloja yksityismailla 55 %, vaikka männyn luonnontaimetkin luetaan mukaan. Kuusen ja koivun luonnontaimien hyväksyminen pienentää vain rajoitetusti kelvottomien taimistojen osuutta.

Edellä esitettyjen tulosten ja kannanottojen perusteella voidaan tehdä eräitä käytännöllisiä johtopäätöksiä. Siemenen siirtomahdollisuuksien helpottuminen merkitsee erään Lapin metsän-

viljelyn pullonkaulan, siemenpulan poistumista. Sen voi aikaansaada hetkeksi myös hyvä siemenvuosi tai jossakin määrin käpyjen kypsytysmenettely, mutta siemenen siirron merkitys on perustavaa laatua. Siementilanteen helpottuessa viljelyrästejä ei pääse syntymään, koska kylvöä, jonka kustannukset ovat tuntuvasti istutusta pienemmät, voidaan käyttää runsaammin.

Männyn viljelyn on jälleen kerran todettu hyvin usein epäonnistuvan. Syy on useimmiten jossakin muussa kuin alkuperässä. Monessa tapauksessa syntyy epäily, että mänty ei ole ollut sillä paikalla oikea puulaji. Viime aikoina virinnyt keskustelu kuusen uudelleenarvioinnista vahvistaa tuollaista epäilyä.

Uusien ja tällä hetkellä laajasti käytettävien pintakäsittelytapojen, lähinnä aurauksen sekä uuden viljelytekniikan ja uudenlaisten taimimateriaalien vaikutus viljelytulokseen tulee näkyviin toisissa nyt käynnissä olevissa tutkimuksissa, esim. runkotutkimuksessa. On hyvin perusteltua olettaa, että viljelyssä on menty eteenpäin ja seuraavat tulokset ovat jo parempia.

Tämä ja aikaisemmat tutkimukset kuitenkin vielä osoittavat, että valtaosa Lapin vanhemmista viljelyaloista on joko täydennyksen tai hoidon tarpeessa ellei aloja haluta pitää vajaatuottoisina. Siihenhän tiettävästi tulevaisuudessa ei ole varaa. Tähän mennessä viljelyksiä on täydennetty minimaalisen vähän. Taimiston hoito ja perkaukset ovat toinen pahasti laiminlyöty toimenpideryhmä. Silloinkin, kun siihen on ryhdytty, on se yleensä tehty liian myöhään. Tavallisimmin viljelyala on unohduksissa niin kauan, että jäljellä on vain vähän pelastettavaa.

Vanhojen, hoidotta jääneiden ja vesottuneiden viljelyalojen käsittelyssä ollaan tienhaarassa. Täydennysviljely pitkälle ennätäneiden entisten taimien väliin ei aina ole mielekästä. Vähän tutkittu ja tarkemmin määrittelemätön keino on silloin alalle jääneen luontaisen kuusen ja koivun käyttö täydennyksenä eli sekametsän kasvattaminen. Rauduskoivua on ikävä kyllä, tässä joukossa niukasti.

Metsien yleisen uudistumisen kannalta tilanne on huomattavasti lohdullisempi kuin viljelytulos osoittaa, sillä luontaista uudistamista voidaan menestyksellä käyttää erittäin monessa sellaisessa tapauksessa, missä viljely voi epäonnistua.

Matti Leikola

## MAAN JA MAANLÄHEISEN ILMAKERROKSEN LÄMPÖOLOISTA

### III. Tuloksia maan lämpötilan mittauksista Pohjois-Suomessa, erityisesti Kivalossa kesällä 1970

Taulukossa 1 on esitetty tuloksia PESSIn suorittamista lämpötilan mittauksista Hattulan Leteensuolla ja Vaalan Pelsonsuolla. Nämä mutasuolla tehdyt havainnot, jotka ovat vertailukelpoisia keskenään, valaisevat maan lämpöolojen muuntumista siirryttäessä Etelä-Suomesta Pohjois-Suomeen seuraavasti: Etelä-Suomessa on maan lämpötila (lämpösummana ilmaistuna) selvästi suurempi kaikilla syvyyksillä, vieläpä niin että lämpötilan suhteellinen ero kasvaa sitä enemmän, mitä syvemmälle maan pinnasta siirrytään. Jos siis vertailupohjana pidetään Etelä-Suomen olosuhteita, maan lämpöolot ovat Pohjois-Suomessa suhteellisesti suotuisimmat maan pintakerroksessa kuin syvemmillä. Tarkasteltaessa kuukausikohtaisia lämpösummia havaitaan, että maan lämpöolojen välinen ero ikäänkuin jättäytyy kesän mittaan mitä syvemmälle siirrytään. Alkukesällä on siten maan syvemmissä kerroksissa suhteellisesti kylmempää kuin pintakerroksissa, jos vertailukohteiksi otetaan samanaikaisesti sekä ajankohta että mittaus-syvyys.

Taulukossa 2 on laskettu Sodankylän observatorion toimesta hiekkamaassa tehtyjen mittausten perusteella 10 vuorokauden tuntikohtaisiin keskiarvoihin perustuvat lämpösummat (RESULTS OF SOIL TEMPERATURE MEASUREMENTS.... 1969). Lämpösumman koostamismenettelynä on käytetty ns. tuntikohtaista periaatetta (degree-hours), joka tuntikohtainen lämpösumma on sitten jaettu vuoro-

Taulukko 1. Mutasuon lämpösummien vertailua. Havainnot Leteensuolta (61°04'N, 24°15'E, Hm 88 m) ja Pelsonsuolta (64°31'N, 26°28'E, Hm 113 m) PESSIn mukaan. Lämpökynnys +5°C, tulokset 3 vuoden keskiarvoja. Leteensuo = 100.

Maan syvyys	Paikka	Kuukausikohtainen lämpöt. summa, dd.										Yht. dd.	Yht., % Let.suo = 100	Yht., % 20 cm = 100	
		V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	summa, dd.					
20 cm	Leteensuo	70	279	386	338	201	40	0	1314	100					
	Pelsonsuo	0	53	267	263	117	3	0	702	53					
	Erotus " , %	70 100	226 81	119 31	75 22	84 42	37 93	0 0	612 47	47 -					
50 cm	Leteensuo	38	201	288	285	219	139	36	1207	100					
	Pelsonsuo	0	7	133	198	135	19	0	493	41					
	Erotus " , %	38 100	194 97	155 54	87 31	84 38	120 86	36 100	714 59	59 -					
100 cm	Leteensuo	7	96	198	254	219	170	107	1045	100					
	Pelsonsuo	0	0	31	118	111	46	0	306	29					
	Erotus " , %	7 100	96 100	167 84	136 54	108 49	124 73	107 100	739 71	71 -					

Taulukko 2. Paljaan hiekkamaan kuukausikohtaiset lämpösummat Sodankylässä (67°22'N, 26°39'E, Hm 178 m) Ilmatieteen laitoksen mittauksen mukaan. Lämpökynnys +5°C (tunti x aste) /24. Tulokset 3 vuoden (1958-1960) keskiarvoja. Lämpösumma 2 m kork. = 100.

Maan syvyys	Kuukausikohtainen lämpösumma d.h.d.							Yhteensä d.h.d
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
1 cm	0	118,3	336,3	410,4	275,4	78,7	△	1219
5 cm	0	89,3	304,3	389,5	293,4	62,7	0	1139
10 cm	0	68,9	282,0	377,6	285,2	57,7	0	1071
20 cm	0	43,0	219,7	350,7	280,1	68,0	0	961
Ilma	4,4	74,0	209,7	290,4	243,2	53,0	5,8	881
2m d.d.	100	100	100	100	100	100	100	100
	%	%	%	%	%	%	%	
1 cm	0	160	160	141	113	148	△	138
5 cm	0	121	145	134	121	118	0	129
10 cm	0	93	134	130	117	109	0	122
20 cm	0	58	105	121	115	128	0	109

kauden tuntien lukumäärällä (= 24). (Lämpösummien laskentamenetelyistä katso esim. SARVAS 1965, Suom. Tiedeakat. ptk.).

Toistaiseksi kun ei ole käytettävissä havaintoihin perustuvia tuloksia juurten elintoiminnoista ja kasvusta Lapissa, on ollut pakko tyytyä yllä kuvattuihin, kieltämättä karkeihin termistä elinympäristöä kuvaaviin indekseihin.

Hyvin selvästi havaitaan, että siirryttäessä maan pinnalta alaspäin lämpösumma pienenee ensin jyrkästi ja sitten vähitellen yhä loiveten. Toiseksi havaitaan se ehkä tavanomaista käsitystä vastaamaton seikka, että maan pintakerroksessa on yleensä suuremmat vuotuiset lämpösummat kuin ilmassa. Tämä ero, samoin kuin maasta eri syvyyksiltä mitattujen lämpösummien ero on suurimmillaan alkukesällä, mutta se pienenee edettäessä ajassa syksyä kohden. Loppukesällä, kun maa on ehtinyt lämmitä syvemmältäkin ero on melko vähäinen, mutta syksyllä ero näyttää jälleen kasvavan jonkin verran.

Kolmen eri vuoden lämpösummia tarkasteltaessa havaittiin, että mitä lämpimämpi vuosi oli ollut, sitä äärevämpinä näkyivät erot eri syvyyksiltä mitattujen lämpösummien välillä. Keskimääräistä lämpimämpien vuosien vaikutus tuntuu tämän mukaan korostettuna maan pintakerroksessa.

Sitten voimme siirtyä tarkastelemaan alustavia tuloksia viime kesän lämpötilan mittauksista Kivalon kokeilualueessa. Taulukossa 3 on esitetty eri maanmuokkausaloille sijoitettujen termografien liuskoista lasketut kuukausikohtaiset lämpösummat. Ylimalkaan on järjestys suunnilleen sama kuin minkä mm. Pohtila, Turtiainen ja Valtanen sekä Äikäs ym. ovat jo aikaisemmin esittäneet. Viiden senttimetrin syvyydessä on koskematon (humuspeitteinen) maa kylmintä, sitten seuraavat jyrstyn alueen jyrstinjälki sekä auranpalle. Myös havaitaan, että ns. perustason valinnasta riippuen voidaan saada toisistaan poikkeavia arvoja (piirturit no 3

Taulukko 3. Eri tavoin muokatun moreenimaan lämpösummia (d.h.d.) Kivalon maanmuokkauskokeessa (26°40'N, 66°17'E, Hm 292 m). Mittattu maatermografeilla 5 ja 10 cm syvyydellä maan pinnasta. Mittauskausi alkoi 1.8.1970.

Maanmuokkaus tapa, anturi	Kojen n:o	KK-koht.lämpös.d.h.d.			Yht. d.h.d.	Yht., %
		VIII	IX	X		
<u>5 cm syvyys</u>						
Koskematon maa <sup>(1)</sup>	9	161,0	65,9	1,4	220,3	62
Koskematon maa	3	169,3	67,5	21,0	257,8	70
Aura 240, piennar	7	206,7	70,0	0	276,7	76
Koskemat., vert. jyrs.	8	196,4	89,8	0	286,2	78
Aura 240, palle	5	217,4	105,7	6,9	330,0	90
Aura 240, piennar	1	251,8	85,5	0	337,3	92
Jyrsitty, jyrs. j. (Jyrsitty, % koskem.) <sup>(2)</sup>	8	234,8	131,6	7,0	373,4	102 (130)
Ilma, 2 m		252,4	105,4	8,5	366,3	<u>100</u>
Ilma, latv. tasa		233,6	58,9	0	292,5	
<u>10 cm syvyys</u>						
Koskematon maa <sup>(1)</sup>	9	127,9	32,2	8,0	168,1	46
Koskematon maa	3	185,0	50,6	-	235,7	64
Aura 240, piennar	1	254,3	35,9	1,2	291,4	80
Aura 240, "	7	224,3	75,2	0,2	299,9	82
Aura 240, palle	5	215,2	99,4	3,0	317,6	87

1) humuksen ja kivennäismaan rajasta

2) prosenttiluvun perusarvona koskematon maa, mittari numero 8

ja 9). Jyrsinalalla ovat maan lämpöolot ilmeisesti muista koe-lohkoista jonkin verran poikkeavat, mutta täälläkin näkyy maan käsittelyn vaikutus selvänä vertailukohtaan nähden (piirturi no 8).

Tarkemman ja yksityiskohtaisemman kuvan maanmuokkaustoimenpiteiden vaikutuksesta maan lämpöoloihin loppukesällä saamme taulukosta 4, johon on yhdistelty alustavia tuloksia termoelementtimittauksista Kivalossa. Mittausjakso oli aina joka toinen vuorokausi, tällöin 24 tunnin ajan joka toinen tunti. Lämpösummat on koostettu d.h. periaatetta noudattaen käyttäen  $+5^{\circ}\text{C}$  kynnyslämpötilana. Kaikki havainnot ovat 5 cm syvyydeltä maan pinnasta.

Hyvin selvä on järjestys jopa eri pintakasvillisuustyyppejä edustavien kohtien välillä: kylmintä on varpukerroksen tai risukasan alla, sitten seuraa lämpöoloiltaan suotuisampi kynsisammalta kasvavat kohdat. Seuraavaksi lämpimin on kuokkalaikutuksen jälki, jonka jälkeen seuraa vakoaurauksen piennar. Koealalla vaot kulkevat pohjoisesta etelään, joten länsisivun piennar edustaa aamupäivällä auringossa olevaa, itäsivu taas iltapäivällä auringossa olevaa puolta. Onkin luonnollista, että päivän kuumimpana aikana varjoon jäävä sivu on hieman viileämpi kuin se sivu joka on ollut varjossa yleensä viileämmän aamupäivän ajan. Jyrsintäjälki edustaa myös melko lämmintä maakerrosta, samoin TTS-metsä-äkeellä tehty äestysvalli. Ison auran (no 240) palle näyttää olevan kaikkein lämpimin. Tässä kohdin ei kuitenkaan enää ole suurta eroa eri ilmansuuntien välillä. Vertauksen vuoksi kannattaa mainita, että Valtanen ja Turtiainen ovat todenneet että Simossa, Hirvaalla ja Kittilässä itä-länsisuuntaa kynnetyn auranvaon pohjoisen (auringossa olevan) pientareen lämpimämmäksi kuin eteläisen (varjossa olevan).

Tässä yhteydessä ei ole syytä ryhtyä esittämään liian rohkeita johtopäätöksiä siitä, mitkä tekijät vaikuttavat eri maan-

Taulukko 4. Eri tavoin muokatun moreeniimaan lämpösummia (d.h.d.) Kivalon maanmuokauskokeessa. Mitattu termoelementeillä 5 cm syvyydeltä maan pinnasta. Mittauskausi alkoi 1.8.1970. Vakojen suunta pohj.-etelä, tämän idän ja lännenpuoleiset pientareet ja palteet ovat sivuja, palteiden kyljet taas kylkiä.

Muokkausmenot	Anturin paikka	Anturin n:o	Lohkon n:o	KK-koht. lämpö- summat d.h.d.			Yht. d.h.d.	Yht. %	Yht. %
				VIII	IX	X			
Muokkaamaton	Koskematon maa, mustikka pintak.	1	V	217,3	63,8	1,7	282,8	77	100
"	"	2	V	218,5	62,4	2,0	282,9	77	100
"	Koskematon maa, risukasan alla	3	V	216,8	68,5	3,2	288,5	79	102
	Koskematon maa, harvaa mustikkaa								
Aura 240	Pleurozium	8	VI	236,4	85,5	5,0	326,9	89	116
	Vaon pohja	17	VI	245,5	78,9	3,5	327,9	90	116
Muokkaamaton	Koskematon maa, Dicranum pintak.	5	VI	250,0	79,4	3,2	332,6	91	118
Aura 240	Vaon pohja, keskellä	10	V	248,2	82,1	3,1	333,4	91	118
	Koskematon maa, harvaa mustikkaa								
Muokkaamaton	Pleurozium	7	VI	243,4	87,4	4,3	335,1	91	118
	Koskematon maa, Dicranum pintak.	6	VI	254,1	81,7	3,3	339,1	93	120
"	Kuokkalaikun keskellä	4	V	264,1	73,4	2,2	339,7	93	120
Jyrsitty	Koskematon maa	22	II	245,2	97,3	6,7	349,2	95	123
"	Koskematon maa	23	II	256,3	90,9	4,8	352,0	96	124
Äestetty	Vakojen välissä, koskematon maa	27	V	260,9	90,5	4,9	356,3	97	126
Aura 240	Piennar, länsisivu	12	V	270,6	87,6	3,4	361,6	99	128

Aura 240	Piennar, länsisivu, vertailu 16 kans.	13	VI	269,8	89,7	3,8	363,3	99	128
"	Piennar, itäsivu	18	VI	274,3	86,0	3,6	363,9	99	129
"	Palle, itäsivu, länsikylki	15	VI	279,5	83,1	2,4	365,0	100	129
"	Vaon piennar, itäsivu	9	V	279,4	82,8	3,6	365,8	100	129
"	Piennar, itäsivu, vertailu 13 kans.	16	VI	278,4	86,2	3,4	368,0	100	130
Jyrsitty	Jyrsintäjälki	21	II	266,5	96,6	5,3	368,4	101	130
Aura 240	Piennar, itäsivu	14	VI	279,3	86,1	3,1	368,5	101	130
Äestetty	Äkeen vaon pohjalla	25	V	273,5	91,8	4,2	369,5	101	131
Aura 240	Piennar, itäsivu	20	VI	281,0	89,6	3,3	373,9	102	132
Jyrsitty	Jyrsintäjälki	24	II	272,7	101,5	5,2	379,5	104	134
Äestetty	Palteen harjalla, länsisivu	28	V	281,8	95,0	5,4	382,2	104	135
Aura 240	Palle, itäsivu, länsikylki, melkein harja	11	V	298,8	83,1	2,3	384,2	105	136
Äestetty	Palteen harjalla, hivenen itäpuol.	26	V	317,2	97,0	3,5	417,7	114	148
Aura 240	Palle, länsisivu, itäkylki, melkein harja	19	VI	327,3	95,4	3,0	425,7	116	150
	Ilma, 2 m (d.h./24)			252,4	105,4	8,5	366,3	100	
	Ilma, 2 m d.d.			250,3	101,2	5,2	356,7		
	Ilma, latv. tasa d.d.			233,6	58,9	-	292,5		

muokkauskäsittelyjen tuloksena syntyviin maan pintakerroksen lämpöolojen eroihin. Suurin osa johtunee niistä seikoista, jotka esiteltiin jo aikaisemmin kuvattaessa erilaisten metsiköiden lämpöoloja tyyppiesimerkkien valossa. Maan pinnan väri ja kosteus vaikuttavat asiaan, samoin lämmönjohtokyky ja ominaislämpö. Lisäksi tulevat maan pinnan muodot ja metsänhoidollisten toimenpiteiden vaikutus mikrotopografiaan jne. Vieläpä maan lämpöolojen perusteellinen analyysi on mahdollinen vasta vuonna 1971 kun olemme päässeet aloittamaan mittaustoiminnan niin aikaisin keväällä, että tiedämme koko kasvukauden aikaisen tilanteen.

Onko nyt esitetty maan lämpöolojen yleiskuva sitten taimien kannalta hyvä vai huono, on vaikeata sanoa suoraan muutoin kuin järjestämällä viljelykokeita ja vertailevia havaintopisteitä eri puolille Pohjois- ja myös Etelä-Suomea. Vuonna 1971 yritetään metsäntutkimuslaitoksessa edetä tähän suuntaan voimien ja käytettävissä olevien varojen puitteissa.

MAAN FYSIKAALISET OMINAISUUDET JA MÄNNYN  
TAIMISTOJEN KEHITYS POHJOIS-SUOMESSA

Pohjois-Suomen ilmastollisesti humidisissa olosuhteissa on maan fysikaalisilla ominaisuuksilla merkittävämpi vaikutus metsän uudistumisen onnistumiseen kuin Etelä-Suomen vähemmän humidisissa olosuhteissa. Suuri humidisuusaste johtuu epäsuhteesta haihdunnan ja sadannan välillä viimeainitun hyväksi. Ilmaston kylmyydestä seuraa haihdunnan hitaus, jolloin huonosti vettä läpäisevään maahan kertyy puiden juuriston kannalta haitallisen paljon vettä, ts. tällaiset maat kärsivät liiasta vedestä ja sen seurauksena hapen puutteesta.

Nähdäkseni maan vesi- ja happipitoisuuden ja niihin liittyvien tiiveys- ja raekoostumiskäsitteiden merkitystä männyn taimistojen tuhoutumiseen Pohjois-Suomessa ei ole riittävästi korostettu. Useimmat ekologiset tekijät eivät kuitenkaan ole erillisiä, vaan ne ovat riippuvuussuhteessa toisiinsa. Esim. maan ilma- ja kosteuspitoisuus ovat kiinteässä riippuvuussuhteessa keskenään samoin kuin maan ilman happi- ja hiilidioksidipitoisuudet. Kun maan kosteuspitoisuus nousee, ilmapitoisuus laskee ja kun hiilidioksidipitoisuus maan ilmassa nousee, niin hapen osuus pienenee. Vastaavana esimerkkinä on suhde hapen maahan diffundoitumisen ja maan lämpötilan välillä.

Maan kosteus- ja happipitoisuus vaikuttavat ratkaisevasti puiden juurten toimintaan. Juuret tarvitsevat molempia; vettä ravinteiden otossa ja kuljetuksessa sekä happea hengittäääkseen. Kosteus- ja happipitoisuuskäsitteisiin liittyy kiinteästi ilmanvaihto, millä ymmärretään kaasujen vaihtumista maan ja ilmakehän välillä. Ilmanvaihdon osoittajana on kaasujen diffundoituminen, mikä aiheutuu maan ja ilmakehän kaasujen erilaisista osapaineista. Kaasumolekyylit siirtyvät kaasun suuremman konsentraation tilasta pienemmän konsentraation tilaan. Tämä tärkeä kaasunvaihto hidastuu ja osin suorastaan estyy, jos maan huokostilasta on alle 10 % ilman täyttämää, eli ts. maan huokostila on yli 90 prosenttisesti veden täyttämää. Näin on asianlaita luonnontilaisilla avosoilla.

Juurten ja mikrobien hengityksestä seuraa, että CO<sub>2</sub>-pitoisuus on maan ilmassa suurempi kuin ilmakehässä ja vastaavasti O<sub>2</sub>-pi-

toisuus pienempi. Tämä juuri on sitä konsentraatioeroa, minkä tuloksena on maan ilmanvaihto eli tuuletus. On myös todettu, että jos kaasujen suhde muuttuu liiaksi hiilidioksidikonsentraation lisääntymisen suuntaan, niin sekin on haitallista ja suorastaan myrkyllistä juurten elintoiminnalle. Rajana pidetään n. 10 % maan ilmatilasta. Toisaalta happipitoisuuden laskiessa alle 10 % tullaan myös juurten toiminnan kannalta kriittiselle rajalle. Kaikkea happea juuret eivät näet pysty käyttämään. Esimerkkinä kerrottakoon, että lajittuneessa hiekkamaassa CO<sub>2</sub>-pitoisuus vaihtelee tutkimusten mukaan 0,2-0,5 % ja happipitoisuus 20 % vaiheilla (KURAJEV ja SESTAKOVA 1970), mutta kuivina kausina hiekkamaassa myös ilmatilan osuus huokostilasta saattaa nousta liian suureksi, jolloin juuret kärsivätkin veden puutteesta.

Edellä mainitut tekijät; maan ilman koostumus ja maan rakenne, erityisesti hienorpien ainesten, kuten hiesun ja saven, osuus vaikuttavat ratkaisevasti sekä juurten että verson kasvuun. Maan rakenne määrää maan tiiveyden siten, että yleensä mitä hienojakoisempaa maa on, sitä helpommin tiivistyvää se myös on. Esim. tomaateissa tapahtuu maan tiiveyden seurauksena haitallisia muutoksia antosyaaniväriaineiden, proteiinien ja sokerien määrissä. Liiallinen tiiveys saattaa myös olla suorastaan esteenä juurten tunkeutumiselle maassa, ja se myös vaikuttaa hapen diffundoitumisnopeuteen ilmasta maan huokosiin ja, kuten jo edellä todettiin, juurten hengitys on riippuvainen ilmanvaihdosta.

Taulukossa 1 nähdään samanaikaisesti maan rakenteen, kosteuden ja ravinnepitoisuuden vaikutus maissin kasvuun. Karkearakenteinen, kostea ja hyvin lannoitettu maa on selvästi paras maissin kasvatusalusta. Kuvasta 1 nähdään maan ilman hapen konsentraation vaikutus erään papulajin verson pituuteen sekä kokonaispainoon. Pituuskasvuun vaikutus ei ole yhtä voimakas kuin kokonaiskuiva-ainetuotokseen. Kuvasta on myös nähtävissä hapen konsentraation optimiarvo, mikä on n. 15 % tienoilla. On syytä muistaa, että tuuletus hidastuu O<sub>2</sub>-pitoisuuden noustessa lähelle 21 %. Vastaavasti hapen konsentraatio vaikuttaa juurten kasvuun (kuva 2).

On tietenkin muistettava, että viljelykasvit eroavat toisistaan huomattavasti hapen vaatimusten suhteen. Riisi kasvatetaan suorastaan veden alla. Tupakka taas on niin tarkka heikon tuuletuksen suhteen, että se joutuessaan tulvan alle muutamiksi tunneiksi,

vaurioituu vaarallisesti. Useimmat viljelykasvit vaativat hyvää tuuletusta ja sopivaa maan rakennetta pystyäkseen tuottamaan maksimisaadot.

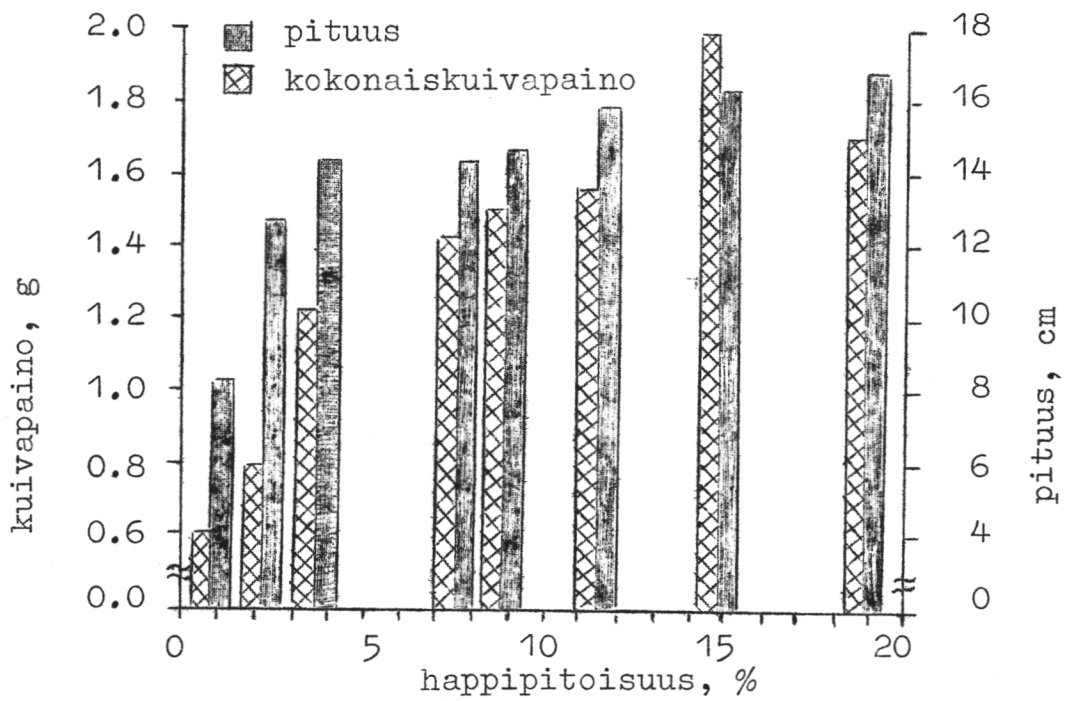
Metsäpuista puheenollen neuvostoliittolaisten tutkimusten mukaan tärkeimmistä meillä kasvavista puulajeista koivu kestää paremmin vajaahappisia olosuhteita kuin kuusi ja kuusi taas paremmin kuin mänty. Tämä selittää myös sen, miksi lehtipuut, etenkin hieskoivu, menestyvät luonnontilaisilla hapen puutteen vaivaamilla soilla. Kuusen ja männyn välinen ero saattaa johtua vain siitä, että kuusi luontaisesti kasvattaa juurensa lähemmäksi maan pintaa kuin mänty. Toisaalta on syytä pitää mielessä, vaikka koivu, erityisesti hieskoivu, kestää hyvinkin vajaahappisia olosuhteita, senkin kasvua elvyttää ratkaisevasti maan happitalouden parantaminen. Missä määrin milläkin puulajilla kasvua erilaisissa olosuhteissa esim. Pohjois-Suomessa voidaan parantaa, ei nykyisten tietojen perusteella vielä voi sanoa, mutta kasvun paraneminen veden vaivaamilla mailla on varmaa. Käynnissä olevat tutkimukset tuonevat valaistusta asiaan. Kuriositeetin vuoksi mainittakoon, että tupelo-nimisen suopuun juuret pystyvät hengittämään jopa happeettomissa eli anaerobisissa olosuhteissa.

On olemassa mittaustuloksia ylikosteiden metsämaiden maan huokostilasta ja kaasusuhteista. KURAJEV ja SESTAKOVA mittasivat ajoittain liikaveden vaivaaman hienojakoisen metsämaan huokostilan vaihtelevan 5-10 %:iin, jolloin maan ilmassa on vain 1,5-4 % happea ja hiilidioksidipitoisuus 13-16 %. Kaikki esitetyt arvot ovat sopimattomia puiden juurten kehitystä ajatellen, jos vertaamme niitä aikaisemmin esitettyihin raja-arvoihin. Nehän olivat hapen osalta vähintään 10 % ja hiilidioksidin osalta korkeintaan 10 %. Lisäksi hapen puuttuessa maassa tapahtuu pelkistymisreaktioita, joissa eräät kemialliset ammonium-, rikki-, rauta- ym. yhdisteet pelkistyvät juurille myrkylliseen muotoon, jolloin seurauksena on suorastaan taimien kuoleminen. Orgaanisessa maassa happeettomissa olosuhteissa taas erittyy kaasuja, jotka ovat vastavasti myrkyllisiä puiden juurille. Näistä kaasuista mainittakoon esim. rikkivety, metaani ja merkaptani.

Taulukko 1. Kosteuden, ravinnetason ja maan tiiviysasteen vaikutus maissin kasvuun. (BERTRAND ja KOHNE 1957)

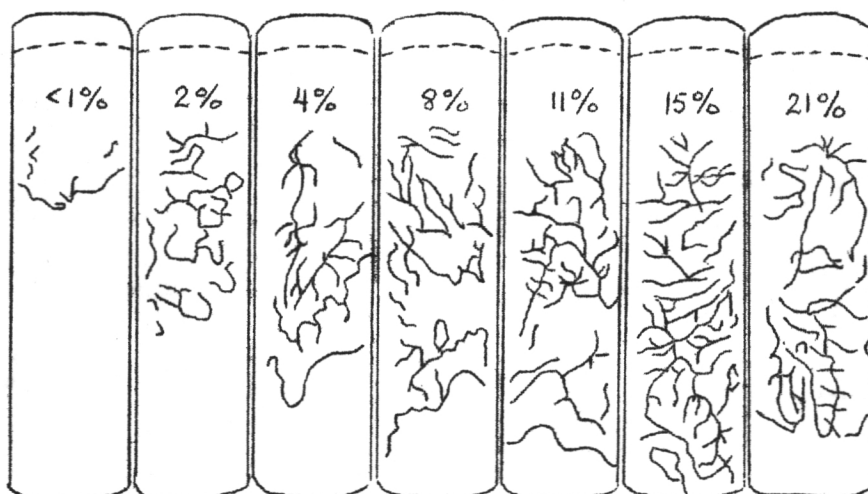
Käsittely	Verson paino, g	Juuriston paino, g	Verso-juurisuhte	Koko paino, g
1. Karkea, märkä, lannoitettu	39.4	14.8	1:0.38	54.2
2. Karkea, märkä, lannoittamaton	23.5	10.1	1:0.43	33.7
3. Karkea, kuiva, lannoitettu	27.5	9.3	1:0.34	36.8
4. Karkea, kuiva, lannoittamaton	20.3	9.3	1:0.46	29.6
5. Tiivis, märkä, lannoitettu	16.0	6.5	1:0.40	22.5
6. Tiivis, märkä, lannoittamaton	17.0	7.7	1:0.45	24.7
7. Tiivis, kuiva, lannoitettu	20.1	11.3	1:0.56	31.4
8. Tiivis, kuiva, lannoittamaton	19.3	9.9	1:0.51	29.2

Kuva 1.



Maan ilman happikonsentraation vaikutus pavan verson kasvuun. (Letey et al. 1961)

Kuva 2.



Maan pintakerroksen happipitoisuuden vaikutus pavun juurten kehitykseen. (Stolzy et al. 1961)

Taulukko 2. Maan hienoimpien aineiden keskimääräiset prosenttiset osuudet tuhoutuneissa (1), epävarmoissa (2) ja hyväkuntoisissa (3) männyn taimistoissa Pohjois-Suomessa.

Uudistamis- tapa	0-10 cm kerros					
	1		2		3	
	< 0.02	< 0.06	< 0.02	< 0.06	< 0.02	< 0.06
Ist.	21.2	40.8	8.2	22.2	7.3	13.9
Kylvö	24.3	56.0	6.0	13.1	10.7	22.1
Luont.					7.1	17.8
$\bar{x}$	22.8	45.4	7.4	19.3	8.2	18.2
	10-20 cm kerros					
Ist.	21.9	42.5	9.0	24.3	7.1	13.9
Kylvö	24.7	49.8	5.5	11.5	10.3	22.1
Luont.					6.2	15.4
$\bar{x}$	23.3	46.2	7.7	19.7	7.7	17.1

Edellä esitetyt karkeahkot raja-arvot maan ilmatilasta ja happipitoisuudesta sekä eri puulajien juurten suhtautumisesta kyseisiin tekijöihin antavat perusteet lähteä tarkastelemaan metsän uudistamista Pohjois-Suomen ns. ongelmallisilla mailla ja löytää mahdollisesti syyt tapahtuneisiin epäonnistumisiin. Hakattaessa enemmän tai vähemmän täyspuustoinen metsikkö hienojakoisella moreenimaalla, joista monesti ns. paksusammalkuusikot ovat esimerkkeinä, on selvää, että tapahtuu muutoksia maan vesi- ja happitaloudessa. Vettä runsaastikin haihduttava puusto on poistettu, jolloin haihdunta heikkenee ja paikallinen ilmasto muuttuu yhä humidisemmaksi. Pohjavesi nousee maassa. Tällöin seurauksena on, että huonosti vettä läpäisevä hienojakoinen maa on liian veden vaivaamaa. Maan kosteuspitoisuuden noustessa ravinne-ionien otto aluksi vilkastuu, mutta kosteuden edelleen noustessa tiettyyn rajaan juurten hengitys estyy, ja siten myös ravinteiden otto estyy, jolloin seurauksena on verson jatkaessa elintoimintojaan, että taimen kunto heikkenee, ja se on altis ulkoisille tuhoille, vaikka päällisinpuolin tarkastellen ei vielä havaitakaan merkkejä tulevasta tuhosta.

Karhunsammalen ja rahkasammalen ilmestyminen hakkuualalle on merkki pintamaan kosteus- ja myös valosuhteiden muuttumisesta. Matala karhunsammalmatto on aluksi pari ensimmäistä vuotta edullinen siementen itämiselle ja taimien alkukehitykselle, mutta vähitellen vaikutus muuttuu negatiiviseksi, koska kyseisten sammalten myötävaikutuksella maan vesi- ja ilmasuhteet yhä huononevat. Varsinkin keväisin ja syksyisin karhunsammalen (*Polytrichum commune* ja *strictum*) alla maan kunnan happipitoisuus on hyvin pieni (TŠERTOVSKI 1959 b). Juuriston ilmanvaihto heikkenee ja seurauksena on taimien elinvoimaisuuden heikkeneminen ja tautialttius. Maa lämpenee karhunsammalmaton alla hitaasti, mikä edelleen heikentää taimien elinympäristöä.

Männyn taimistojen kunnan riippuvuutta maan raekoostumuksesta ja tiiveydestä on kirjoittaja alustavasti selvitelty. Muutamia männyn taimistoja luokiteltiin silmävaraisesti seuraaviin ryhmiin: tuhoutuneet, epävarmat ja hyväkuntoiset. Kyseisistä taimistoista otettiin maanäytteet 0-10 ja 10-20 cm:n kerroksista ja niistä määriteltiin raekoostumus. Keskimääräisiä tuloksia esitetään taulukossa 2. On merkillepantavaa erot eri ryhmien välillä. Tuhoutu-

neissa taimistoissa maa on huomattavasti hienorakenteisempaa kuin epävarmoissa ja hyväkuntoisissa taimistoissa. Edelleen käy ilmi se seikka, että hyväkuntoisten viljelytaimistojen maa on varsin karkearakenteista, mikä selittääkin erinomaisen hyvin niiden menestymisen. Tämän laatuksen taimien elinympäristötutkimuksen edelleen edistyessä voidaan vähitellen, tiedettäessä taimiston topografia, sijainti ja maan rakenne sekä sen käsittely ennen viljelyä, laatia ennusteet taimiston tulevasta menestyksestä.

Mitkä sitten ovat keinot näiden ongelmallisten maiden haitallisten fysikaalisten ominaisuuksien muuttamiseksi? Jo esim. Theophrastus n. 300 vuotta ennen ajanlaskumme alkua kirjoitti, että sekoittamalla karkea- ja hienorakenteista maata keskenään voidaan parantaa viljakasvien kannalta maan ilma- ja vesisuhteita. Neuvostoliittolainen TŠERTOVSKI (1959 a) esitti tutkimuksessaan, jossa käsiteltiin metsän uudistumisen alkuvaiheita paksusammalkuusikoiden hakkuualoilla, että kuusi on uudistettava viljellen ja kylvettäessä on otettava huomioon, että maa on koko kasvukauden märkää, minkä vuoksi kylvölaikkuja käsin tehtäessä on ne tarkoin sijoitettava kohoumille, koska tutkimusten mukaan niillä on edullisimmat vesi-, happi- ja pienilmasto-olosuhteet. PJATETSKI (1961) korosti, että Etelä-Karjalassa hakkuualojen kuivatuksen päätarkoituksena on keväisin ja syksyisin viedä pois lumen sulamis- ja sadevedet, koska kyseisinä aikoina pohjaveden tulee olla ainakin 25-30 cm:n syvyydessä. Kevään ajankohta on erittäin tärkeä, kun tiedetään, että juurten kasvurytmi (hengitys ja ravinteiden otto) männyllä on voimakkaimmillaan juuri silloin. Tästä on olemassa useitakin tutkimuksia (esim. RAHTEJENKO 1960, LÄHDE 1966).

Vuonna 1950 tekemistään tutkimuksista MJAKOTINA (1956) toteaa, että mustikka- ja paksusammalhakkuualoilla luontainen uudistuminen oli vaikeutunut maaperän liiallisen kosteuden vuoksi. Hän neuvoi käytettäväksi aurausta, jolloin viillossa eli palteessa luonnontaimet voivat tulla toimeen. Vaon pohjalla ei hänen mielestään ollut suotuisia ekologisia olosuhteita, mikä on täysin luonnollista, vaikkakin meillä jotkut aurauksen jälkivaiheissa viljelivät vaon pohjalle. Samoihin aikoihin 50-luvulla Pohjois-Suomessa ehdoteltiin innokkaasti kulotusta yleiseksi maan valmistusmenetelmäksi, mutta se on riittämätön toimenpide ns. ongelmallisilla mailla.

Mjakotina totesi pintamuokkauksesta edelleen, ettei se sellaisenaan ilman liikaveden poisjohtamista ja hapen pääsyn järjestämistä maaperään, paranna maan metsänkasvatuksellisia ominaisuuksia. Luonnontaimien kehitys ei tällaisilla aloilla eronnut luonnontaimien kehityksestä muokkaamattomilla aloilla, mikä edelläesitetyn perusteella on täysin ymmärrettävää.

Taimien edullisemmasta kehityksestä kohoutumilla verrattuna tasapintaan mainitsee mm. Valtanen eräässä kirjoituksessaan viime vuonna (VALTANEN 1970). MIRONOV ehdotti v. 1968 luopumista jo silloin traditionaaliseksi kutsumastaan aurauspalteesta ja siirtymistä käyttämään kumpumaisia, muokatusta maasta tehtyjä kohoumia siis eräänlaisia "nattasia". Hänen suosituksensa perustuivat GODNEVIN ja BARANOVAN tuloksiin vuodelta 1962. Kokemukset olivat osoittaneet, että mikä tahansa 20-25 cm:n kohouma turvasi havupuutaimien elinvoimaisuuden tuoreilla ja kosteilla mailla. Kohoumien merkityksestä ovat erinomaisina luonnonesimerkkeinä luonnontilaiset suot, joilla puut kasvavat mättäillä. Kohoutumien merkityksen ohella KURAJEV ja SESTAKOVA korostavat ns. ylikosteilla mailla myös liikaveden poisjohtamisen tärkeyttä. Kohoutumien koosta esitetään seuraavia mittoja: korkeus 25-30 cm ja läpimitta 0,6-0,8 m.

Myös maan lämpeneminen on oleellista aurauspalteilla ja samoin luonnollisesti myös muunlaisilla kohoutumilla. Maan lämpeneminen taas edesauttaa mikrobien toimintaa ja haihduntaa kuivattamalla ja vähentämällä liikakosteutta. Aurauksen vaikutuksesta maan lämpötilaan on neuvostoliittolaisten tutkimusten ohella mainittava POHTILAN tekemät mittaukset (1970).

#### KIRJALLISUUTTA

- BERTRAND, A.R. ja KOHNKE, H. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 21:135. 1957.  
 KURAJEV, V.N. ja ŠESTAKOVA, V.A. Lesovedeniye 1. 1970.  
 LETEY, J. et al. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 25:184, 1961.  
 LÄHDE, E. Acta Forestalia Fennica 81.8. 1966.  
 MIRONOV, V.V. Lesnoje Hozjaistvo 4. 1968.  
 MJAKOTINA, G.V. Lesnoje Hozjaistvo 11. 1956.  
 PJATETSKI, G.E. Trudy Karelskogo Filiala AN SSSR XXV. 1961.

POHTILA, E. Metsä ja Puu 2. 1970.

RAHTEJENKO, I.N. Lesnoje Hozjaistvo 9. 1960.

STOLZY, L.H. et al. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 25:464. 1961.

TŠERTOVSKI, V.G. Hakkuualojen typologian perusteet. 1959.

TŠERTOVSKI, V.G. Trudy instituta lesa XLIX. 1959 b.

VALTANEN, J. Metsä ja Puu 4. 1970.

## VAJAASTI KYPSENEEN MÄNNYN SIEMENEN KEHITYK- SESTÄ KÄPYJEN VARASTOINNIN AIKANA

Eräs erityisesti Lapin metsien uudistamistyötä haittaava tekijä on kylmästä ilmastosta johtuva riittämätön siemensato. Ongelma kärjistyy pahimpana männyn kohdalla, koska kukkimiseen ja siemenen riittävään valmistumiseen tarvitaan peräti kolme perättäistä suhteellisen lämmintä kesäkautta. Tosin toisen eli kukkimiskesän lämpösummavaatimukset ovat melko vaatimattomat ensimmäiseen ja kolmanteen verrattuna. Tällaisia jaksoja esiintyy kuitenkin valitettavan harvoin. Jos pikkukäpyjä kahden tyydyttävän vuoden seurauksena on lupaavasti, mutta kolmas kesä jää kylmäksi, menetetään odotettu siemensato. Siemenen 50 prosenttiseksi tuleentumiseksi tarvitaan tietty 845 d.d. lämpösumma (SARVAS 1970)(Sodankylän keskimääräinen arvo on 780 d.d.). Kolmannen kesän lämpösumman lisääminen jollakin tavoin ihmisen toimenpitein on kohta, mikä on tarkoin selvitettävä. Ensimmäiseksi tulee eteen kysymys, voidaanko alhaiseksi jääneen kesän lämpösummaa lisätä keräämällä kävyt syksyllä ja kypsytämällä siemenet edelleen kävyissä kontrolloiduissa olosuhteissa?

Haettaessa muista maista Lappia vastaavia ilmastollisia olosuhteita on pakko todeta, että yhtä intensiivistä männyn kasvatusta ei muualla harrasteta. Näin ollen kysymyksen selvittely jää suurelta osin suomalaisten tutkijoiden harteille. Joitakin viitteitä antavia tuloksia on kuitenkin saatavissa esim. Yhdysvaltojen luoteisista vuoristovaltioista. Amerikkalaisen SILENIN tutkimuksessa vuodelta 1958 osoitetaan, että Douglas-kuusen käpyjen keruu voidaan aloittaa elokuun alussa, vaikka varsinainen kypsyminen tapahtuu normaalisti vasta elokuun lopussa (taulukko 1). Koska variseminen tapahtui ilmaston syksyisestä kuivuudesta johtuen heti syyskuun alussa, oli välttämätöntä pidentää käpyjen keräysaikaa. Oikein varastoituna siemen jatkoi kehitystään kävyissä. LAVENDERIN (1958) sekä REDISKEN ja SHEAN (1965) tutkimuksissa todettiin, että käpyjä voitiin ilman menetyksiä varastoida, kun kosteuspitoisuus oli n. 40 % ja lämpötila n. 10°C.

Metsähallituksen kehittämisaikana sekä metsäntutkimuslaitoksen Kolarin ja Rovaniemen tutkimusasemilla runsaan vuoden aikana tehdyissä tutkimuksissa todettiin, että männyn siemenen itävyys laskee keräysajankohdan siirtyessä syksystä talveen (taulukko 2). Toisaalta todettiin, että syksyllä (marraskuussa) kerättyjä käpyjä eri tavoin varastoitaessa, esim. huoneessa ja kate-

tussa ulkovarastossa, siemenen itävyys parani 5-20 %-yksikköä ja myös saanto suureni (kuvat 1-9). Vastaava ilmiö tapahtui myös myöhemmin kerätyissä käpyerissä, mutta kevättä kohti heikentyen. Syynä ilmiöön näytti olevan se, että siemen jatkoi varastossa kehitystään kävyissä, mikä voitiin osoittaa röntgenanalyysin avulla (taulukko 3). Samanlaista siemenen kehitystä näyttää tapahtuvan myös puussa (taulukko 2), mutta talven pakkasista johtuen tapahtuu toisaalta ainakin vajaasti kehittyneiden siemenien kuolemista niiden jouduttua kesken aktiivista periodia pakkasen vaikutuksen alaisiksi.

Eräs tärkeä kysymys, johon Pohjois-Suomessa tulisi saada pikaisesti vastaus on se, miten vajaasti kehittynyt siemen menestyy taimitarhaan tai maastoon kylvettäessä ja edelleen, miten tällaisesta "keskossiemenestä" syntynyt sirkkataimi kestää vaikeissa olosuhteissa ja kilpailussa? Tähänastiset tulokset viittaavat siihen, että sirkkataimi jää pienemmäksi, mutta on yhtä elinvoimainen kuin täysikasvuisesta siemenestä kehittynyt sirkkataimi. Erot häviävät suhteellisen pian. Joka tapauksessa vielä II röntgenanalyysiluokkaan luokitellutkin siemenet pystyvät keräysajankohdasta riippumatta itämään idätyskokeessa (IV luokka tarkoittaa täysinkehittyneitä) (taulukko 4).

Osin viimeistelemättömien tutkimustulosten esittäminen jo tässä vaiheessa on aiheellista siitä syystä, että syksyllä 1971 on odotettavissa männyn siemenvuosi Pohjois-Suomeen edellyttäen, että lämpöä kesällä saadaan riittävästi. Keräyksestä ei kuitenkaan pitäisi luopua, vaikka lämpösumma ei nousisikaan vaadittuun 845 d.d:hen vaan puuttuva lämpösumma (ehkä n. 100-200 d.d.) voitaneen korvata käpyjä varastoimalla, jos sopivia varastoja on käytettävissä. Tosin ongelmana on myös se, että ei vielä voida tietää etukäteen, milloin keräys tulisi aloittaa, jotta päästäisiin parhaaseen mahdolliseen tulokseen. Ennakolta on myös arvioitavissa, että optimaalinen keruu-aika jäänee suhteellisen lyhyeksi.

Taulukko 1. Kymmenen päivän välein kerättyjen ja erilaisissa varastointiolosuhteissa säilytettyjen Douglaskuusen käpyjen siementen itävyys-%. Analysointi 30.8. (SILEN 1958).

Varastointi- tapa	Puu n:o	Keräys pvm					
		11.7.	21.7.	1.8.	10.8.	20.8.	30.8.
Kuiva	1	0	0	0	0	6	28
	2	0	0	0	0	48	32
	3	0	0	0	0	8	40
	4	0	0	5	0	4	35
	5	0	0	0	0	45	50
	$\bar{x}$	0	0	1	0	22	36
Kostea	1	0	0	22	38	18	18
	2	0	0	6	39	48	33
	3	0	0	27	14	15	32
	4	0	2	59	38	23	24
	5	0	4	40	30	48	40
	$\bar{x}$	0	1	31	32	30	29
Märkä	1	-	-	0	0	0	2
	2	-	-	0	0	2	39
	3	-	-	0	0	0	0
	4	-	-	0	0	0	2
	5	-	-	0	0	0	39
	$\bar{x}$	-	-	0	0	0	17



30?

60?

Taulukko 2. Männyn siemenen itävyys ja tuleentuneisuus röntgenanalyysin mukaan läheisistä metsäkoista syksyllä 1969 ja kevättalvella 1970 kerätyissä kävyissä. Tyhjät ja rikkoutuneet siemenet eivät ole mukana röntgenanalyysituloksissa. Keräysaika S = syksy, T = talvi.

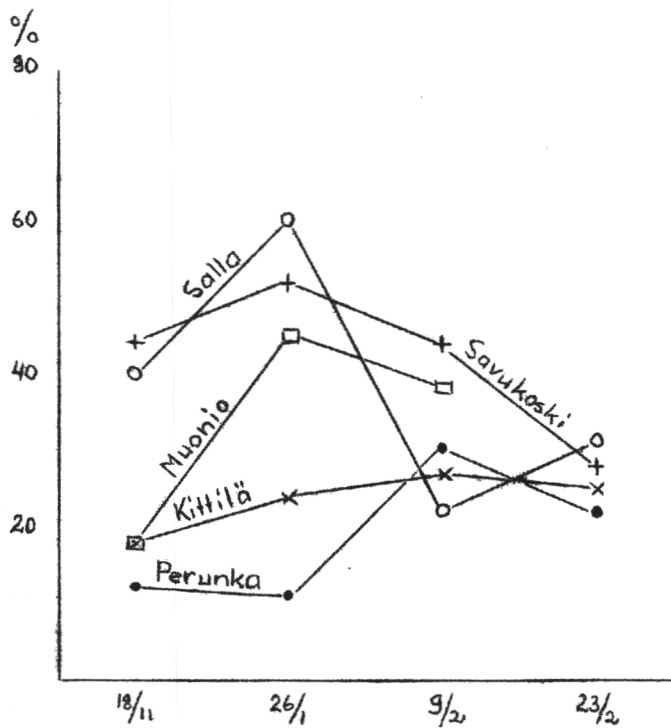
Metsäko- pari	Keräys- paikka	Ke- räys- aika	Sie- meniä, yht.	Tuleent.% röntg. anal. luokitt.				$\% = \frac{100 \times IV}{II+III+IV}$	Itäv. %
				I	II	III	IV		
1	Kuhmo	S	351	27	4	31	38	52	93
		T	190	3	3	21	73	75	54
2	Kuhmo	S	308	19	4	30	47	58	83
		T	185	1	10	16	73	74	43
3	Kuhmo	S	332	27	7	33	33	45	34
		T	185	0	10	18	72	72	85
4	Puolanka	S	346	31	1	16	52	75	99
		T	278	3	18	21	58	60	54
5	Puolanka	S	90	1	14	19	66	67	
		T	267	2	15	26	57	58	42
6	Puolanka	S	366	19	3	37	41	50	92
		T	275	2	21	27	50	51	54
7	Hyrynsalmi	S	346	17	5	33	45	54	83
		T	261	2	12	26	60	61	57
8	Hyrynsalmi	S	90	0	32	25	43	43	85
		T	275	1	8	20	71	72	45
9	Kolari	S	171	2	32	30	36	37	84
		T	295	0	26	29	45	45	85
10	Kolari	S	164	1	29	22	48	48	70
		T	281	1	22	25	52	53	79
XI		S		14	13	28	45	53	80
		T		2	14	23	61	62	60

Taulukko 3. Huoneessa varastoinnin (18.11.-23.12.) vaikutus männyn siemenen kehitykseen röntgenanalyysin mukaan.

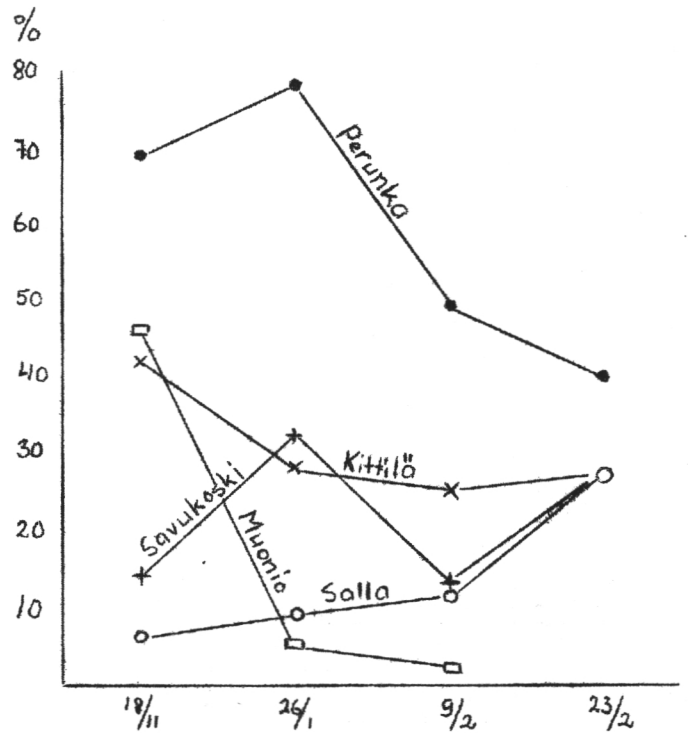
Alku- perä	Varastointi- vaihe	Röntgenanalyysiluokat				$\% = \frac{100 \times IV}{II+III+IV}$
		I	II	III	IV	
Salla	alussa	26	74	-	-	0
	lopussa	19	72	7	2	3
Savukoski	alussa	-	95	5	-	0
	lopussa	20	75	4	1	1
Kittilä	alussa	2	80	14	4	4
	lopussa	4	73	13	10	10
Muonio	alussa	2	79	14	5	5
	lopussa	36	41	10	13	20
Perunka	alussa	-	43	43	14	14
	lopussa	4	33	29	34	35

Taulukko 4. Syksyllä 1969 ja talvella 1970 kerättyjen männyn siemenien itävyys-% röntgenanalyysiluokittain.

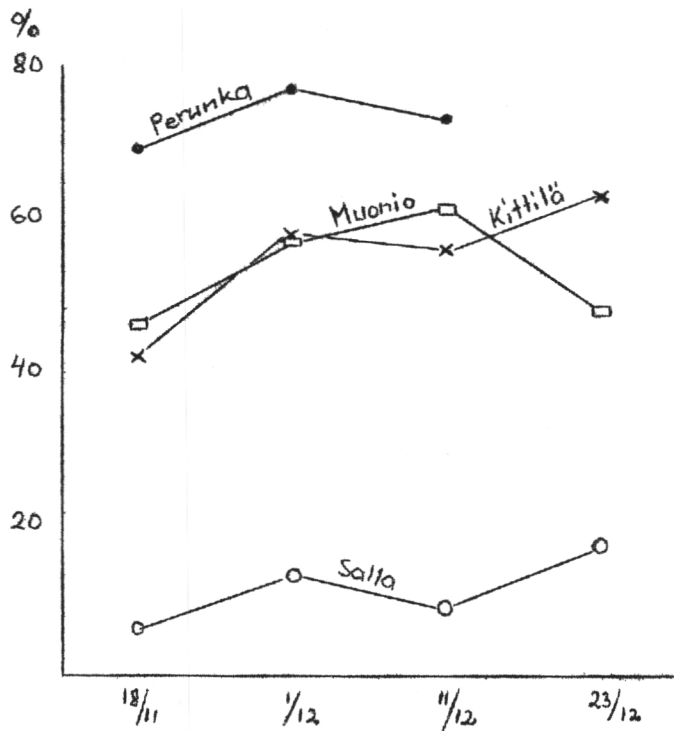
Syksyllä kerätyt									Talvella kerätyt								
Keräys- paikka	Röntg.anal.lk.								Keräys- paikka	Röntg.anal.lk.							
	I		II		III		IV			I		II		III		IV	
	Kpl	%	Kpl	%	Kpl	%	Kpl	%		Kpl	%	Kpl	%	Kpl	%	Kpl	%
Kolari	6	0	140	58	116	81	90	82	Kolari	8	0	141	71	103	82	118	85
Kolari	5	0	140	84	110	91	88	99	Kolari	15	13	124	73	109	85	139	85
Kuhmo	4	0	78	13	95	23	186	25	Kuhmo	6	17	47	64	58	83	167	77
Kuhmo	3	0	54	72	90	86	215	81	Kuhmo	1	0	35	71	64	75	200	71
Puolanka	9	56	79	88	91	96	181	99	Puolanka	8	0	74	47	75	59	175	55
$\bar{x}$		11		63		75		77	$\bar{x}$		6		65		77		75



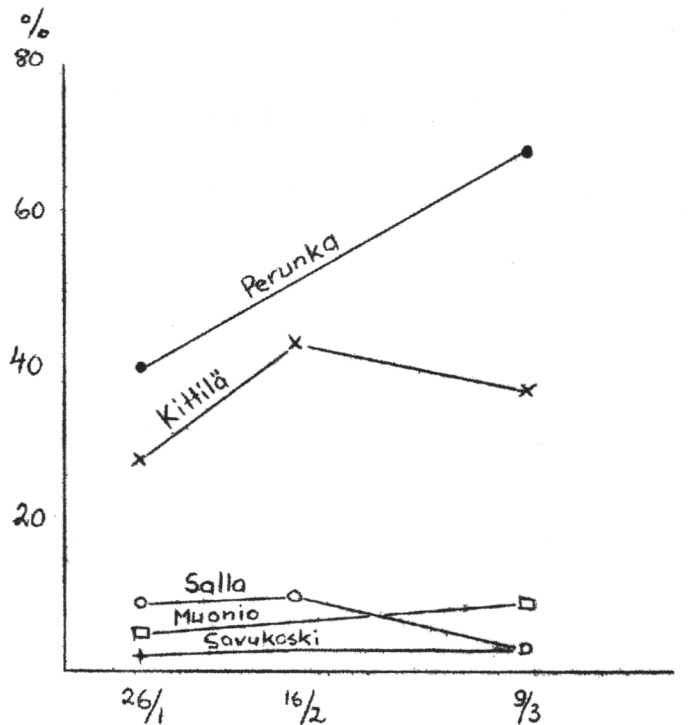
Kuva 1. Tyhjien siemenien osuus (%) eri ajankohtina ja eri paikkakunnilta kerätyissä käpyerissä.



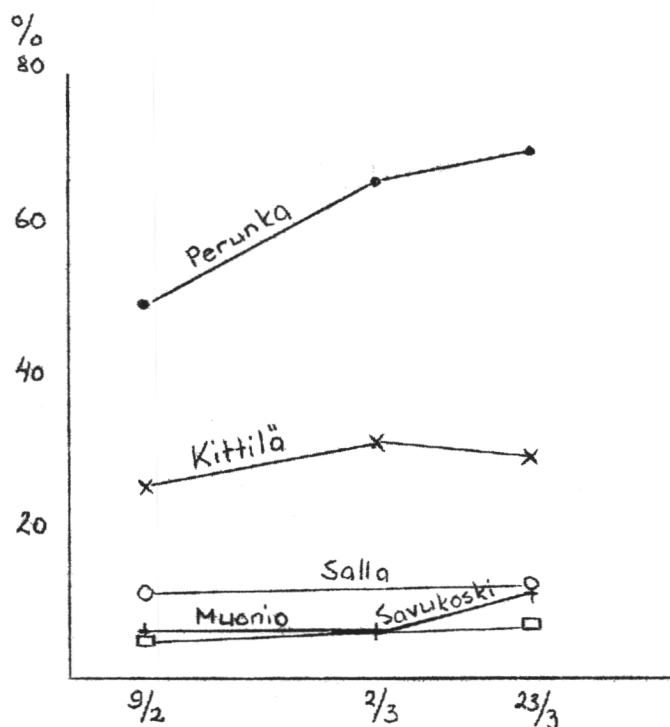
Kuva 2. Itämis-% muutos keräysajankohdan mukaan (marras-helmik.).



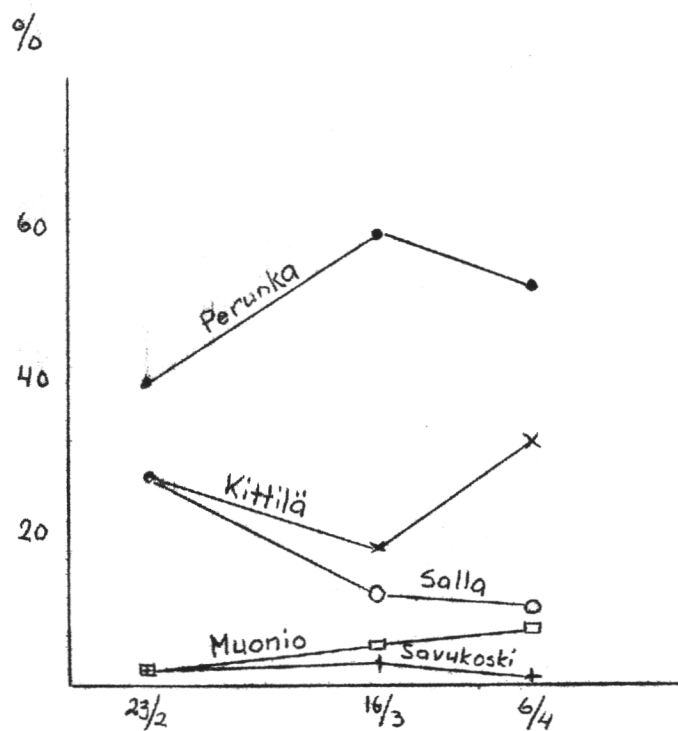
Kuva 3. Itämis-% muutos käpyjä huoneessa säilytettäessä, keräys 18.11.-69



Kuva 4. Itämis-% muutos käpyjä huoneessa säilytettäessä, keräys 26.1.-70

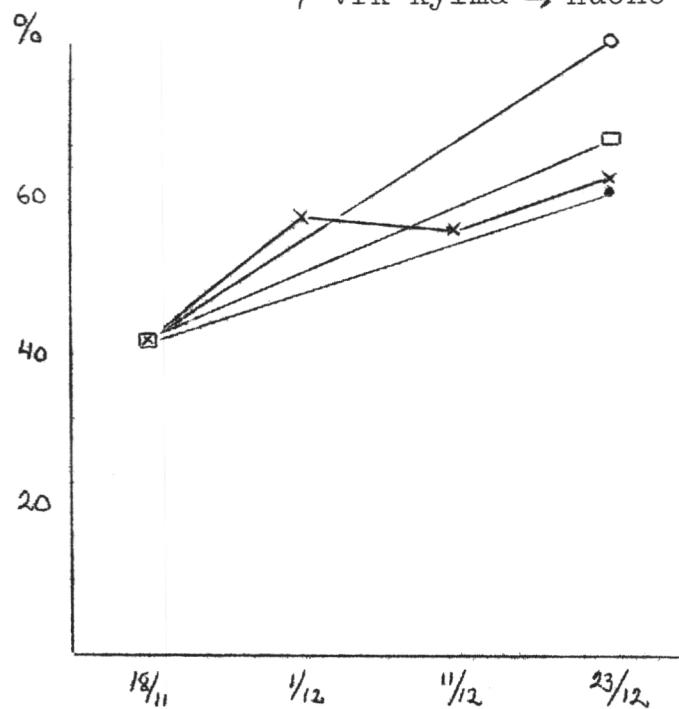


Kuva 5. Itämis-% muutos käpyjä huoneessa säilytettäessä, keräys 9.2.-70.



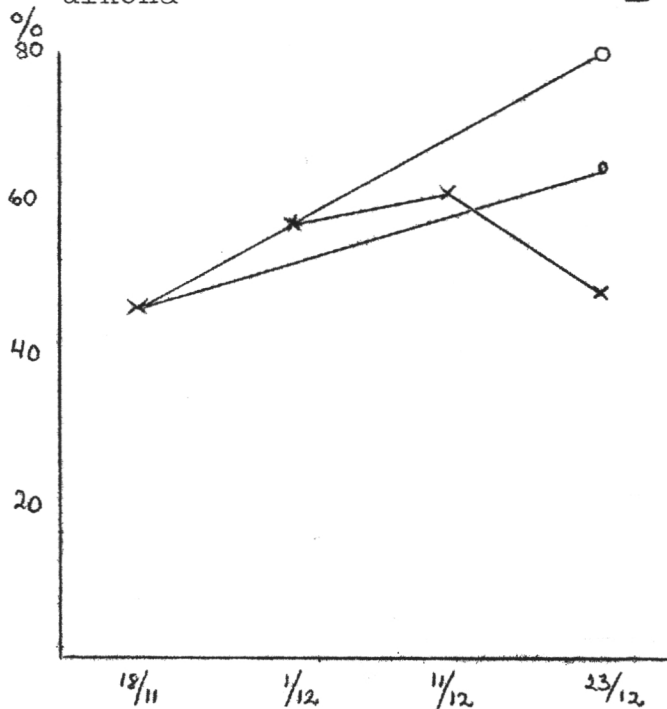
Kuva 6. Itämis-% muutos käpyjä huoneessa säilytettäessä, keräys 23.2.-70.

Tunnukset: Säilytystapa: huone x  
7 vrk kylmä → huone •

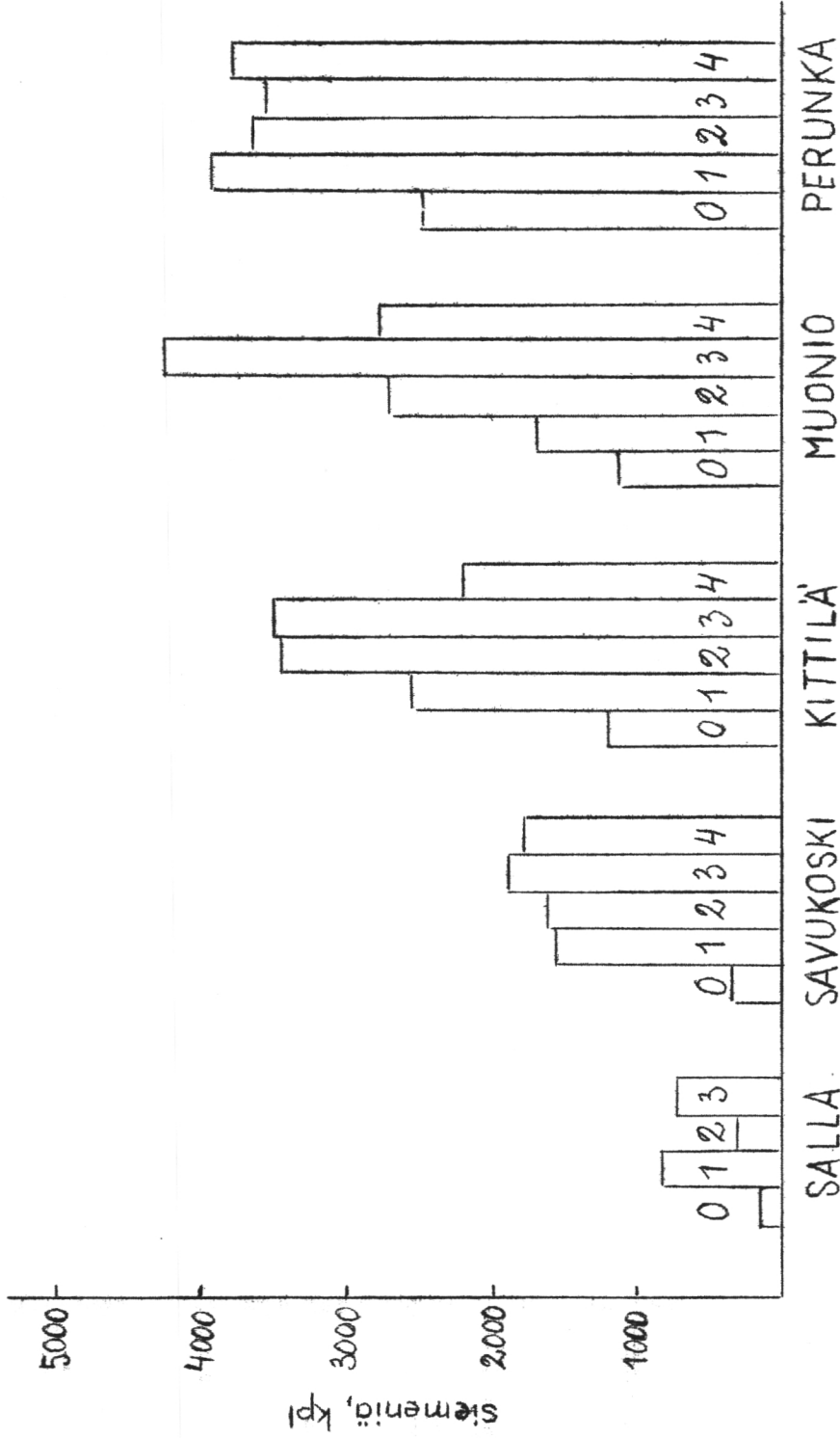


Kuva 7. Itämis-% muutos Kittilän eri tavalla säilytettyjen käpyjen siemenissä, keräys 18.11.-69.

7 vrk välein kylmä ↔ huone o  
ulkona □



Kuva 8. Itämis-% muutos Muonion eri tavalla säilytettyjen käpyjen siemenissä, keräys 18.11.-69.



Kuva 9. Itävien siementen saanto (kpl/1 kg käpyjä) eri alku-  
perää olevia käpyjä eri tavalla varastoittaessa. ~~Varastointi-~~  
~~tevat 4-4 ks. s. Käpyjen keruu 18.11.-69.~~

- 0 = Kontrolli
- 1 = Huoneessa +15° - +20° suhteellinen kosteus 30-60 %.
- 2 = Kylmävaunu 7 vrk (-15°C) ja loppuaika huoneessa.
- 3 = Kylmävaunu-Huone vaihtuen 7 vrk:n välein.
- 4 = Ulkovarasto.

## Kirjallisuutta

- LAVENDER, D.P. 1958. Viability of Douglas-Fir Seed after Storage in the Cones. Ore. Forest Lands Res. Center, Note 31.
- REDISKE, J.H. ja K.R. SHEA. 1965. Loss of Douglas-Fir Seed Viability during Cone Storage. Forest Sci. 11:463-472.
- SARVAS, R. 1970. Establishment and Registration of Seed Orchards. Folia Forestalia 89.
- SILEN, R.R. 1958. Artificial Ripening of Douglas-Fir Cones. Journal of Forestry 56:410-413.

## MÄNNYN VILJELYTAIMISTOJEN TUHOISTA POHJOIS-SUOMESSA

## 1. Johdanto

Taimien tuhoutumistilastot on saatu inventoimalla metsähallinnon männynviljelytutkimuksen (nyk. avoalan suuruuden vaikutus) koealoja, jotka Jukka Valtanen perusti vv. 1962-65 Valtimolle, Pudasjärvelle ja Savukoskelle Luiiron hoitoalueeseen. Tutkimukseen kuului yhteensä 110 000 istutustainta ja 55 000 kylvölaikkua. Kaikilla kolmella alueella neljännes koealoista tarkastettiin ensimmäisen kerran erikseen v. 1968 taimien kuolinsyyän määrittämistä varten. (VALTANEN 1971) Tilastoja on siten käytettävissä kolmelta viime vuodelta.

## 2. Tuhojen kokoneismäärän vaihtelu vv. 1968-70

Kuusikymmentäluvun loppupuoli muodostui varsin tuhoisaksi tämän tutkimuksen koealoillakin. Vuosi 1969 edustaa selvää huippua (kuva 1). Tuhot keskimäärin lähes kolminkertaistuivat kaikilla kolmella alueella edellisvuodesta. Viime kasvukautena kuolleiden taimien määrä laski Luirolla puoleen ja Pudasjärvellä 1.5 kertaa pienemmäksi, mutta Valtimolla tuhot jatkuivat miltei yhtä suurina. Vuonna 69 kuoli keskimäärin yhtä paljon taimia kuin vuosina 68 ja 70 yhteensä. Luvut 2, 3 ja 5 kuvaavat kokonaiskuolleisuuden suhteita inventointikoealoilla järjestyksessä etelästä pohjoiseen.

Männyn versosyöpä on ollut ylivoimaisesti suurin tuhoniheuttaja kaikkina kolmena vuonna, mutta erityisesti v. 69 (taulukko 1). Viime vuonna sen osuus laski kauttaaltaan melko selvästi ja Pudasjärvellä lumikaristetta oli hivenen enemmänkin. Yhteensä versosyöpää on esiintynyt 72 %:ssa kuolleista taimista ja toiseksi tärkeintä sienitautia, lumikaristetta 18 %:ssa. Jälkimmäisen osuus on vuosi vuodelta noussut voimakkaasti.

Fysiogeeniset tuhot, joista on käytetty nimikettä "muu syy", ovat olleet merkitykseltään kolmanneksi tärkeimpiä. Keskimäärin niiden osuus on ollut 7 %. Luirolla on näistä syistä kuollut eniten (9 %) ja Valtimolla vähiten (4 %). Männyn karisteen osuus edustaa 2 %:n suuruusluokkaa. Muiden tuhoniheuttajien merkitys on ollut satunnainen inventointivuosina.

### 3. Männyn versosyövän esiintymisestä ja siihen vaikuttavista tekijöistä

Männyn versosyöpä (Scleroderris lagerbergii, syn. Crumenula abietina, konidioaste Brunchorstia pinea) on herättänyt paljon huomiota kahtena viime vuosikymmenenä muuallakin maailmassa. Ruotsalainen KOHH (1964) mainitsee, että Scleroderris on ollut 10-15 v. Norrlannin männyntaimistojen tärkein tuhosieni. Huippu osui vuoteen 59, kun Pohjois-Ruotsin taimitarhoillakin kuoli yli 20 milj. männyntainta. Samoin Norjassa on ollut suuria tuhoja niin taimistoissa kuin taimitarhoillakin 60-luvulla (KURKELA 1967).

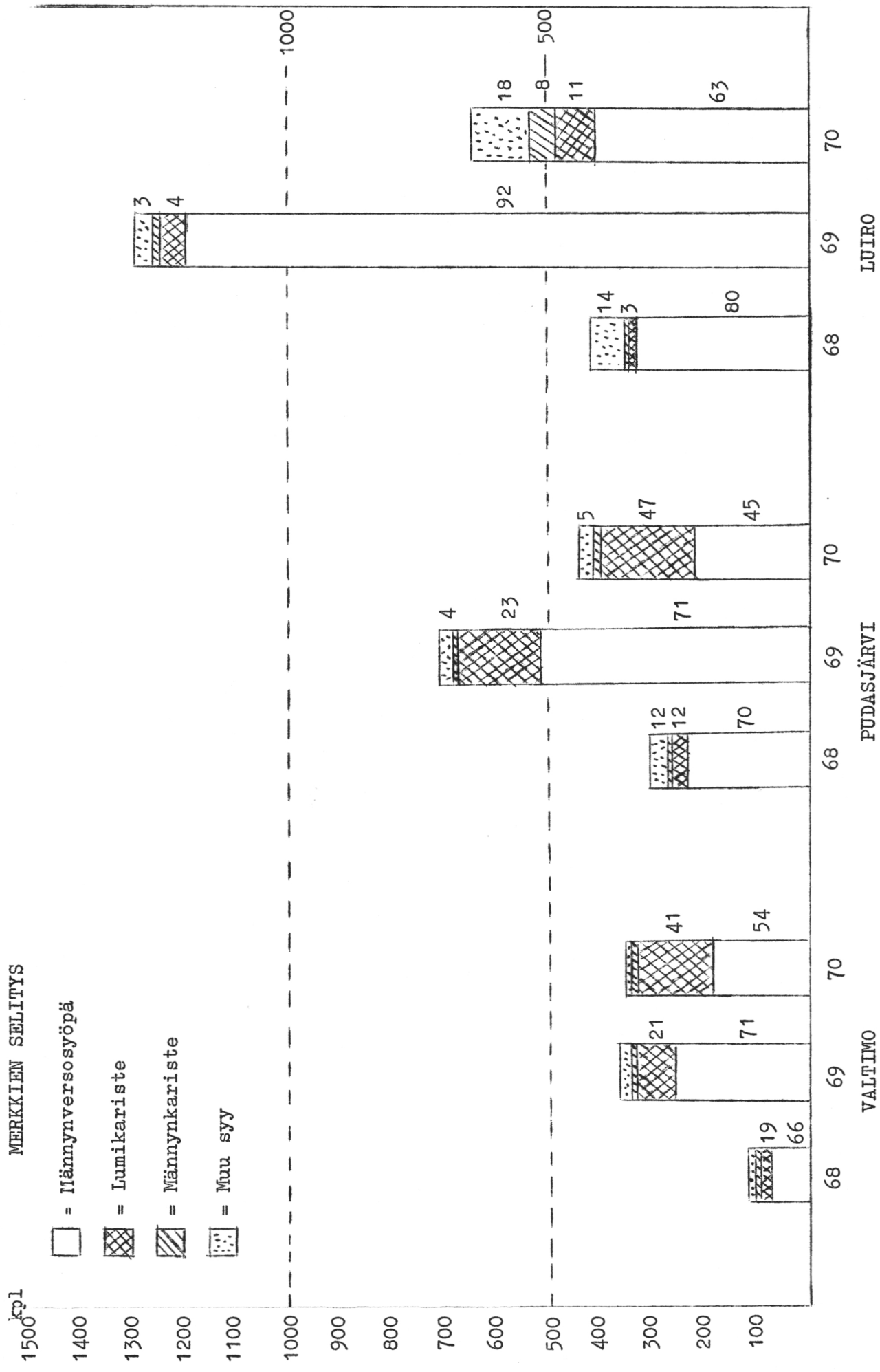
Toinen männyn versosyövän esiintymisalue on Keski-Euroopassa, missä se on tuhonnut eri aikoina Pinus nigra -taimistoja Pohjois-Hollannissa ja -Englannissa (READ 1966). Sembramäntytaimistoja on tuhoutunut Alppien rinteillä (ETTLINGER 1945).

Kolmas tärkeä Scleroderris-sienen esiintymisalue on Pohjois-Amerikassa suurten järvien alueella niin Kanadan kuin Yhdysvaltainkin puolella. Siellä on ollut laajojenkin tuhojen kohteena Pinus resinosa- ja P. Banksiana -taimistot 50- ja 60-luvulla (OHMAN 1966, SKILLING ja CORDELL 1966, PUNTER 1967).

Männyn versosyövän taksonomiassa ja patogeenisuuskysymyksessä on ilmennyt sekaannusta ja erimielisyyttä. Useat sienitutkijat ovat sitä mieltä, että Scleroderris on luonteeltaan fakultatiivinen parasiitti (= ehdollinen loinen), joka normaalisti esiintyy saprofyyttinä kuolleessa tai kuivuvassa taimimateriaalissa sekä hakkuutähteissä. Saadessaan tilaisuuden massaesiintymiseen suotuisissa olosuhteissa siitä tulee epideeminen tauti (BJÖRKMAN 1961, CORDELL ym. 1968, PUNTER 1967). KOHH (1964) on esittänyt kokeittensa perusteella, että aivan terveetkin taimet voisivat saastua, jos infektiio on riittävän voimakas.

Massalisääntymisen edellytyksenä on sopivan materiaalin runsas olemassaolo laajahkolla alueella. Terveudentilaltaan heikentyneet tai vastakuolleet taimet tarjoavat sellaisen mahdollisuuden. Huonot kasvuolosuhteet, kuten kesän alhainen lämpötila, heikosti tuuletettava tai niukkaravinteinen maaperä, kuivuus ja varjostus pienentävät taimien yhteyttämisintensiteettiä, jolloin kasvutase jää heikoksi ja liukenevien hiilihydraattien määrä vähäiseksi. Niukasti sokereita sisältävät silmut ovat erityisen herkkiä saamaan Scleroderris-infektion (READ 1967). Talvenkin aikana vaihteleva kuiva-ainesisältö vaikuttaa suorasti tai epäsuorasti taimen saastumiseen ja kuolemiseen.





Kuva 1. Taimien kuolinsyyjakautuma paikkakunnittain vv. 1968-70.

Kasvin karaistuessa syksyllä varsinkin sokeripitoisuus lisääntyy ja solun nesteeseen osmoottinen arvo nousee. Samalla jäätympiste alenee sekä alkuliman kolloidirakenteen vedenpidätyskyky suurenee. Myös soluketto vahvistuu. Karaistunut taimi ei kuluta energiavarojaan niin paljon kuin karaistumaton ja heikentyy siten talven aikana vähemmän (POHJAKALLIO 1963). Oletettavasti taimen karaistumisnopeus ja -aste pienenevät soluissa vallitsevan suhteellisen alhaisen hiilihydraattipitoisuuden takia, jolloin se on normaalia alttiimpi hallan tuhoille sekä pakkasvaurioille.

Monissa julkaisuissa on esitetty, että männyn versosyöpä saastuttaa kylmän vioittamia silmuja ja leviää niistä versoon sekä neulasiin (esim. KOHH 1964, ROLL-HANSEN 1964, EICHE 1966). Sieni iskeytyy myös rangassa oleviin pakkasnekrooseihin ja haavoihin. Toisaalta versosyöpä voi haitata isäntäkasvin talvehtimistä ja sen seurauksena tulee lisää kylmävaurioita.

Kuoren vioittumia aiheuttaa erityisesti keväällä hangen tai maan pinnassa oleva jääkerros, joka päivittäisessä lämpötilan vaihtelussa sulaa ja jäätyy uudestaan (EICHE 1966). Voimakas kevätaurinko vaikuttaa osaltaan haavojen syntymiseen ja taimen lumen päällisten osien kuivettumiseen varsinkin tuulille alttiilla paikoilla.

Männyn versosyöpä voi iskeytyä taimiin myös vioittuneiden tai jopa kuolleiden oksien kautta sekä levitä jälsi- ja nilakerroksessa päärankaan (ROLL-HANSEN 1964). Varsinkin lumikaristeen saastuttamat alaoksat näyttäisivät olevan edullisia infektion alkuun pääsulle. Tartuntakohdasta sieni leviää eri suuntiin tappamalla rihmaston erittämällä toksineilla kuorta. Täydellisen päärangan kuristuman muodostumiseen kuluu 1-3 vuotta tai enemmänkin. Puun vastustusreaktiot saattavat joskus kokonaan estää sienien kasvun. Päärangassa voi samanaikaisesti kehittyä useampia-kin nekroottisia laikkuja. Niiden laajeneminen hidastaa taimen kasvua ja johtaa vähitellen sen kuolemiseen.

Scleroderris-sieni pystyy kehittymään hangen alla läpi talven, koska sen elintoiminnat ovat mahdollisia  $-6^{\circ}$ ... $+27^{\circ}$ C:n lämpötilassa. Optimi on  $+19^{\circ}$ C (KOHH 1964). Talviaikaisen kasvun ansiosta versosyövän kehitys on pienissä taimissa normaalisti yksivuotinen. Suurissa taimissa sienien kasvu pysähtyy kokonaan syksyllä ja vasta kolmantena keväänä tai alkukesänä sairastumisen jälkeen koteloitiöt kypsyvät.

Pohjois-Suomessa aloitettiin 1950-luvulla laajamittainen metsänviljelytoiminta, joka 60-luvulla jatkuvasti lisääntyi. Keinoillista uudistamista on jouduttu käyttämään nimenomaan vanhoilla kuusikkoalueilla. Niiden maaperä on pääasiassa tiivistä, kosteata ja kylmää hieta-hiesumoreenia, joka ei ole edullista männyn juurien elintoiminnalle. 60-luvun viilleät kasvukaudet heikensivät taimistojen entisestäänkin huonoja kasvuolosuhteita sillä seurauksella, että männyn versosyöjä alkoi saada yhä enemmän sopivaa lisääntymismateriaalia. Itiörunsauden lisääntyessä sienien aggressiivisuus parani. Samoin itiöiden itämisenergia nousi lämpötilan laskiessa kohonneen ilman humidisuuden vuoksi.

Scleroderris oli päässyt hyvään massal lisääntymisen vaiheeseen v. 1968, jolloin tuli sienen kannalta olosuhteiden huipentuma: kesä oli erityisen kylmä ja kostea, taimien ravinnetase jäi huonoksi, syyskuun alussa Pohjois-Suomeen levisi voimakas lämpöaalto, joka kiihdytti sienen itiötuotantoa tehokkaasti ja samalla esti taimien karaistumista. Lämpimien päivien jälkeen tuli nopeasti pakkaskausi ja täysi talvi. Heikkokuntoiset, karaistumattomat taimet kuolivat runsain määrin kesän 69 aikana pakkasen ja massainfektion vuoksi. Tuhoaalton huippu karsi pois niin paljon parempikuntoisiakin taimia, ja kasvuolosuhteet paranivat, että männyn versosyövän määrä laski selvästi viime vuoteen, mutta jäi silti hiukan korkeammaksi kuin v. 68.



Scleroderris on jatkuvasti iskeytynyt enemmän suurimpiin, koulittuina istutettuihin taimiin. Kolmen vuoden keskimääräinen jakautuma on seuraava: kylvötaimet 26 %, 2+0 -taimet 31 % ja 2+1 -taimet 43 %. Suuret taimet kärsivät ilmeisesti enemmän huonoista maan kasvuolosuhteista, ja niissä on myös enemmän sopivia infektiokohtia.

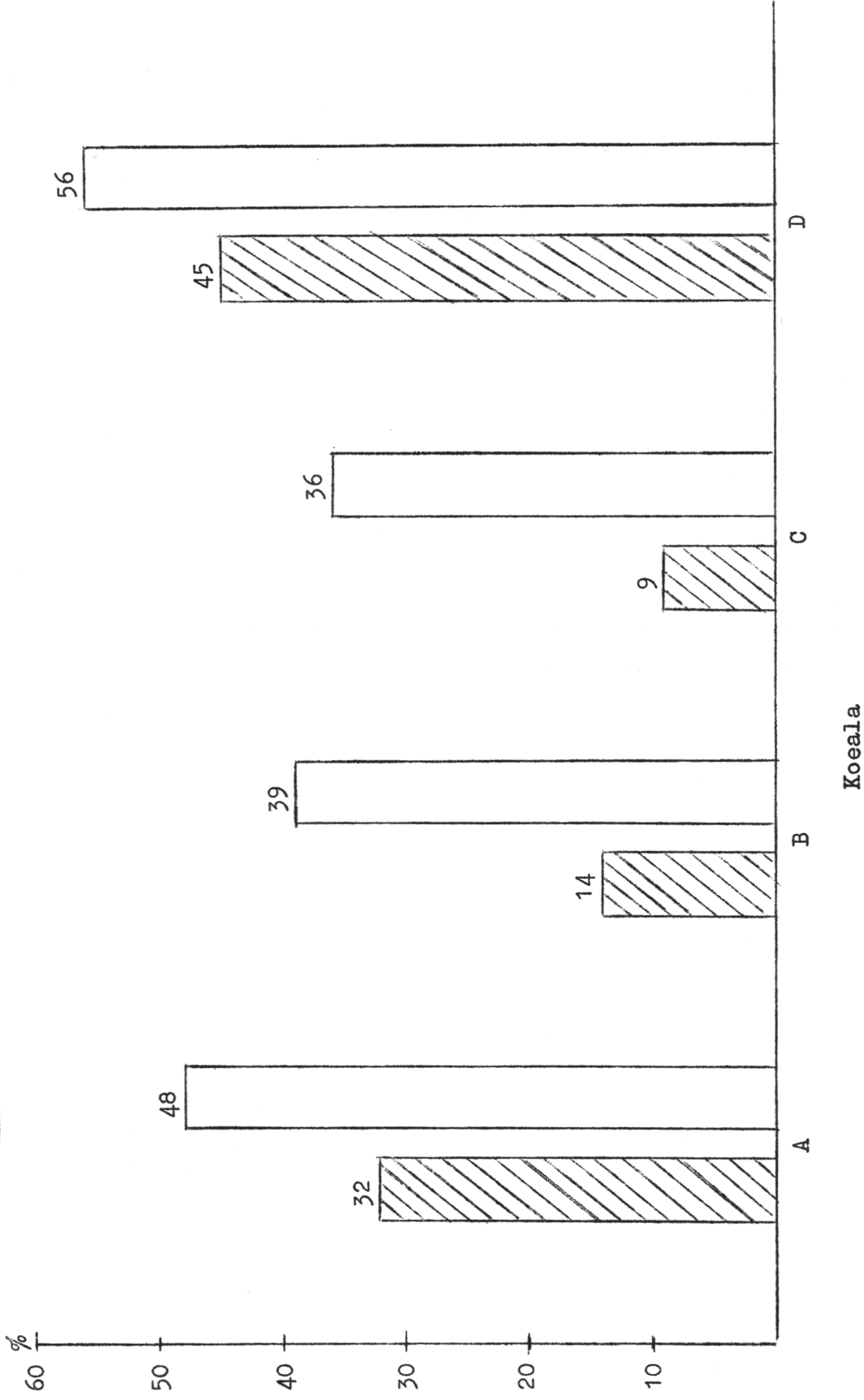
#### 4. Lumikaristeen esiintymisrunsaus ja siihen vaikuttavista tekijöistä

Lumikaristeen (Phacidium infestans) merkitys on tutkituilla koealoilla jatkuvasti lisääntynyt: vuonna 68 sen osuus oli kaikista tuhoista keskimäärin 9 %, v. 69 13 % ja viime vuonna 32 %. Eniten taimia on kuollut lumikaristeeseen Pudasjärvellä (29 % kaikkiaan ja 47 % v. 70) ja vähiten Luirolla (vastaavasti 6 % ja 11 %). Taudin määrä on lisääntynyt vuodesta 68 vuoteen 70 kaikkiaan kuusinkertaiseksi. Seuraavat prosenttiluvut kuvaavat sii-

Taulukko 2. Lumikaristeen tappamien taimien jakautuma eri koealoilla v. 1970, %.

Hoitoalue	Koealojen laatu			
	Kulottamaton		Kulotettu	
	pieni	laaja	pieni	laaja
	kuolleita taimia, %			
Valtimo	12	3	27	57
Pudasjärvi	5	7	29	59
Luiro	16	20	23	41
Keskimäärin	10	8	27	55

 = kuolleiden taimien osuus, %  
 = kenttäkapasiteetti, paino-%



Kuva 2. Luiron hoitoalueessa fysiogeenisistä syistä kuolleiden taimien jakautuma koealoittain (1970) v. 1970 ja vastaava vesitalouden kenttäkapasiteetti painoprosentteina.

hen kuolleitten taimien keskimääräistä jakautumista perättäisille vuosille: 9, 37 ja 54.

Kuten tunnettua lumikariste tekee tuhoaan männyntaimistossa hangen sisällä. Pohjois-Suomessa lumipeitteen vahvuuden vaihtelu eri vuosina pysyy aina sellaisissa rajoissa, että sienien esiintyminen ja leviäminen on mahdollista. Hangen paksuus ja sulamisajan pituus vaikuttavat oleellisesti tuhojen ankaruuteen (BJÖRKMAN 1948). Sienen rihmasto leviää taimen neulasissa siihen asti, kunnes kaikki ovat saastuneet tai ulkoiset olosuhteet estävät sen. Lumi peittää taimen neulastoa niin, että neulasten väliin jää jonkin verran ilmatilaa, joka talven kuluessa laajenee vähitellen ja muuttuu eräänlaiseksi "kasvukammiksi" (MOROZ 1964). Sellaisessa kosteus ja lämpötila ovat kauan riittäviä sienien kehittymiselle. Pitkät ja tiheässä olevat neulaset, kylvötuppaat ja taimen pensastuminen vioitusten vuoksi edistävät voimakkaasti sienelle suotuisien olosuhteiden syntymistä. Tämä ilmeni inventoinneistakin: lumikaristeen tappamista taimista kaikkiaan 51 % oli kylvötaimia, 21 % 2+0 -taimia ja 28 % 2+1 -taimia.

Sienen rihmasto voi levitä neulasissa enintään metrin vuodessa. Koteloitiöt infektoivat taimia vähän laajemmalti, mutta pääasiallisin leviämistapa on saastuneiden neulasten kulkeutuminen kosketuksiin terveitten kanssa. Kulkeutumisen määrä ja etäisyys riippuvat tuulen nopeudesta. Pintakasvillisuus estää tehokkaasti leviämistä, koska maahan putoavat neulaset pysähtyvät heinä- ja sammalkerrokseen, kastuvat eivätkä enää kulkeudu (MOROZ 1964).

Tuulen ja pintakasvillisuuden vaikutus ilmenee myös tutkimuskoealoilla. VALTASEN (1967) tutkimusten mukaan pienillä hakkuu-aloilla tuulen nopeus on 2/3 suurien alojen tuulen nopeudesta. Laajoilla kulotetuilla alueilla oli keskimäärin 55 % lumikaristeen v. 70 tappamista taimista. Pienillä kulotetuilla aloilla luku oli 27 % ja kulottamattomilla vastaavasti 8 % ja 10 % (taulukko 2). Jälkimmäisillä koealoilla tuulen voimakkuuden vaikutus ei ilmene runsaan vesoitumisen vuoksi, varsinkaan Valtimolla.

Lumikaristeen levitessä taimistoon aluksi vain muutamat taimet infektoituvat ja niissäkin pieni osa neulasista. Seuraavana talvena sieni tappaa lisää saastuneiden taimien neulasia. Infektio-  
lähteiden lisääntyessä esiintymän koko alkaa kasvaa voimakkaasti ja sairastumisen intensiivisyys moninkertaistuu (MOROZ 1964).

Taimien kuolleisuuteen vaikuttaa ratkaisevasti se, kuinka nopeasti ne selviytyvät hankirajan yläpuolelle. Saastuneiden taimien elinvoimaisuus on tärkeätä toipumisen kannalta. Hyväkuntoisetkin neulasat voivat infektoitua, mutta ilmeisesti kuiva-ainepitoisuudeltaan paremmat taimet ovat vastustuskykyisempiä. Niiden neulasten soluissa on suurempi osmoottinen paine, ja sienen hyffissä pitää olla vastaavasti suurempi paine, jotta se voisi tunkeutua isäntäkasvin solukkoon (BJÖRKMAN 1963).

Valtimolla istutustaimet saavuttavat lumirajan n. 5 v:ssa ja kylvötaimet 7 v:ssa. Pudasjärvellä menee vastaavasti 6-9 v ja Luirolla yli 10 vuotta. Pohjoisempaan mentäessä lumikaristeelle suotuisa aika pitenee taimistossa, mutta toisaalta taudin alkun pääsy näyttäisi siirtyvän myöhemmälle iälle. Leviäminenkin on ehkä hitaampaa kuin etelämpänä.

## 5. Muiden tuhojen esiintyminen

Männynsyöpää (Lachnellula pini, syn. Dasyscypha pini) tavattiin viime vuonna ainoastaan Pudasjärvellä kahdesta taimesta. Näitäkin esiintymiä voidaan pitää satunnaisina, koska sieni aiheuttaa tuhoa vain Pohjois-Suomen kuivien kankaiden luonnontaimistoissa. Kaikki tämän tutkimuksen koealat on perustettu tuoreille, tiivisrakenteisille moreenimaille. Myöskään männynsyövän varsinainen esiintymisalue ei ulottune niin etelään kuin Valtimo, jossa sen sijaan oli paikoin runsaastikin samaan Lachnellula-sukuun kuuluvia saprofyttisiä.

Männyn versoruostetta (Melampsora pinitorqua), joka toisinaan saattaa olla pahimpia männyntaimistojen tauteja Pohjois-Suomessa (KANGAS 1937), ei ole esiintynyt tuhonaiheuttajana parina viime vuonna ollenkaan, koska sienen kantaitiöiden muodostuminen on estynyt liian kuivan alkukesän vuoksi, eivätkä taimet ole muulloin saastumisalttiita.

Eläintuhojen esiintymisellä koealoilla ei ollut käytännön merkitystä. Kylmät kesät ovat omiaan rajoittamaan tuhohyönteisten esiintymistä Pohjois-Suomessa.

Kaikki fysiogeeniset tuhot on luokiteltu ryhmään "muu syy", kun kuolleissa taimissa ei ole ollut havaittavissa merkkejä mistään tuhosienestä tai -eläimestä. Kuivettuminen on johtunut suoranaisesti huonoista kasvuolosuhteista, lähinnä kai tiiviistä ja kosteasta maaperästä. Tällaista ilmeni varsinkin viime vuonna

Luirolla, jossa kahdella koealalla jopa neljännes kuolleista taimista kuului fysiogeenisiin tuhoihin.

Verrattaessa Luiron eri koealoilla maan vesitalouden kenttäkapasiteettia ja fysiogeenisten tuhojen määrää voitiin havaita selvää riippuvuutta (kuva 2). Maan hienojakoisuuden lisääntyessä vesikapasiteetti nousee ja vastaavasti juurille välttämätön tuuletus heikkenee. Tietyn rajan jälkeen taimi kuihtuu juurien toimintakyvyttömyyden vuoksi. Kasvuolosuhteiden humidisuutta Luirolla ilmentää myös voimakas karhunsammalkerroksen muodostuminen, mikä osaltaan tukahduttaa taimia.

Fysiogeeniset tuhot esiintyivät pääasiassa pienissä taimissa, joita männyn versosyöpä ei ollut erityisemmin saastuttanut. Sen sijaan männynkariste (Lophodermium pinastri) ilmeisen herkästi infektoi sellaisia kituvia taimia. Tästä johtuneen sen selvä lisääntyminen Luirolla viimeisimmässä inventoinnissa. Myös männyn versosyövän saastuttaman taimen sairastuneet neulaset voivat saada sekundaarisen männynkaristetartunnan.

## 6. Päätelmiä

1960-luku ei ollut Pohjois-Suomessa kasvukausien alhaisten lämpötilojen puolesta kovin harvinainen poikkeus. Tällä vuosisadalla on ollut vastaavanlaisia lähekkäisiä huonoja kesiä ainakin 1910-luvulla, 20- ja 30-luvun vaihteessa ja 40-luvun alkupuolella, mutta mitään katastrofaalisia tuhoja ei ole esiintynyt. Oleellinen ero nykyisen ja aikaisempien kausien välillä on siinä, että vasta 60-luvun alusta lähtien on alkanut olla laajoja uudistusaloja huonokuntoisina istutustaimistoineen. Ne ovat tarjonneet erinomaiset mahdollisuudet männyn versosyövän massallisääntymiselle. Sienen esiintymismäärä ja aggressiivisuus ovat vielä niin korkealla tasolla, että viljelytaimistojen sairastumisriski on edelleen melko suuri. Vaikka männyn versosyöpä aiheuttaa tuhoa lähinnä vain heikkokuntoisissa tai vioittuneissa taimissa, sillä on tärkeä merkitys siksi, että ilman sen massaesiintymistä monilla taimilla olisi mahdollisuus toipua kasvuolosuhteiden kohentumisesta.

Vielä ei tiedetä varmasti, riittääkö metsämaan auraaminen parantamaan tarpeeksi olosuhteita, jotta männyn taimet selviytyisivät hengissä epäedullisista vuosista entisillä kuusimailloilla. Siksi tiiviille moreenimaille ei pitäisi pyrkiä saamaan puhtaita männyn taimistoja, vaan olisi suosittava myös kuusta ja koivua-

kin ainakin taimiston sulkeutumiseen asti. Vaikeimmilla alueilla pitäisi luopua kokonaan männyn viljelystä. Jo vanha totuus on, että sekataimisto on biologisesti vahvempi erilaisia tuhoja vastaan.

## 7. Kirjallisuutta

- BJÖRKMAN, E. 1948. Studier över snöskyttesvampens (Phacidium infestans Karst.) biologi samt metoder för snöskyttets bekämpande. Medd. Stat. skogsf. inst. 37,2.
- " - 1961. The top canker of spruce and pine. Fungus: Scleroderris Lagerbergii (Lagerb.) Gremmen. IUFRO, 13. Kongress, Wien.
- " - 1963. Resistance to Snow Blight (Phacidium infestans Karst.) in Different Provenances of *Pinus silvestris* L. *Studia For. Suecica* 5.
- CORDELL, C.E., SKILLING, D.D. ka BENZIE, J.W. 1968. Susceptibility of three pine species to Scleroderris lagerbergii in upper Michigan. *Plant Dis. Rep.* 52,1.
- EICHE, V. 1966. Cold Damage and Plant Mortality in Experimental Provenance Plantations with Scots Pine in Northern Sweden. *Studia For. Suecica* 36.
- ETTLINGER, L. 1945. Über die Gattung Crumenula sensu Rehm mit besonderer Berücksichtigung des Crumenula-Triebsterbens der Pinus-Arten. *Bertr. zur Kryptogamenflora der Schweiz* 10,1.
- KANGAS, E. 1937. Tutkimuksia männyntaimistotuhoista ja niiden merkityksestä. *Metsätiet. tutkimuslait. julk.* 24.
- KOHH, E. 1964. Om tallens gren- och granens topptorka och dess bekämpning. *Skogen* 51,9.
- KURKELA, T. 1967. Keväällä havaitusta männyn taimitarhataudista ja Scleroderris lagerbergiista. *Metsätal. Aikakauslehti* 12.
- MOROZ, V.K. 1964. Männyn fasidioosi Karjalassa. Hakkuualojen uudistuminen ja taimien kasvatus taimitarhoissa. (suomenos) Karjalan metsäinstituutti, Petrosavodsk.
- OHMAN, J.H. 1966. Scleroderris lagerbergii Gremmen: the cause of dieback and mortality of Red and Jack pines in upper Michigan plantations. *Plant Dis. Rep.* 50,6.

- POHJAKALLIO, O. 1963. Kasvipatologia I. Porvoo-Helsinki.
- PUNTER, D. 1967. Scleroderris lagerbergii in and near Ontario forest nurseries. Plant Dis. Rep. 51,5.
- READ, D.J. 1966. Dieback Disease of Pines with Special Reference to Corsican Pine, Pinus Nigra var. Calabrica sch. Forestry 39.2.
- " - 1967. Some aspects of the relationship between shade and fungal pathogenicity in an epidemic disease of pines. New Phytologist (1968) 67.
- ROLL-HANSEN, F. 1964. Scleroderris lagerbergii (Crumenula abietina Lagerb.) and Girdling Pinus sylvestris L. Medd. norske Skogforsøksv. 19,68.
- SKILLING, D.D. ja CORDELL, C.E. 1966. Scleroderris canker on National Forests in upper Michigan and northern Wisconsin. U.S. Forest Serv. Res. Pap. NC-3, North Central Forest Exp. Sta., St. Paul, Minnesota.
- VALTANEN, J. 1967. Metsähallinnon männynviljelytutkimus. Selostus vuodelta 1966. Moniste.
- " - 1971. Avoalan suuruuden vaikutus männynviljelyn tulokseen Pohjois-Suomessa. Selostus vuodelta 1970. Metsäntutkimuslaitos, Pyhäkosken tutkimusasema. Tiedotus n:o 1.

## TAIMITYYPPILUOKITUKSEN PERUSTEISTA

Yhtä hyvin käytännön kuin tutkimuksenkin taholta on viime vuosina toistuvasti ilmaistu tyytymättömyys taimien kasvatushistoriaan perustuvan taimilajiluokituksen riittämättömyydestä metsänviljelyyn käytettävien taimien kuvauksena. Tutkimuksen puolella asiantilan korjaamiseksi on työskennelty jo pitkän aikaa, mutta tulokset ovat olleet toistaiseksi vähäisiä. Pari uutta luokitusehdotusta on tehty (RÄSÄNEN ja YLI-VAKKURI 1967, LAAJEMPI ESITYS. 1968, RÄSÄNEN 1970), mutta ne eivät ole saaneet laajempaa kannatusta. Yleinen käsitys tällä hetkellä näyttää olevan, että ilman laajoja ja aikaavieviä tutkimuksia ei päästä eteenpäin. Ennen kuin näihin tutkimuksiin ryhdytään, lienee syytä vielä kerran tarkistaa luokitusuudistuksen perusteet.

Taimilajiluokituksen heikkoudet

Taimilajitunnus voi antaa taimimateriaalin ominaisuuksista vain välillistä tietoa sen mukaan, kuinka homogeenista taimiaines kunkin taimilajin sisällä on. Tehdyt selvitykset (HUURI ym. 1970) ovat osoittaneet, että ainakin morfologisissa tunnukissa taimilajien sisäinen vaihtelu on huomattavan suuri. Toisaalta taimilajien välinen vaihtelu on niin pieni, että eri taimilajeista voidaan löytää useita toisiaan muistuttavia taimisatoja. Taimilajiluokituksen pätevyyttä voidaan parantaa vain vakioimalla entistä tarkemmin taimenkasvatusmenetelmiä ja -olosuhteita ja yksilöimällä entistä tarkemmin eri kasvatusvaiheet, mutta tällöin päädytään yhä uusiin taimilajeihin ja yhä vaikeammin hallittavaan tilanteeseen. Taimilajiluokituksen muut heikkoudet ovat edelläkuvatun asiantilan seurausta: se ei pysty pätevästi ohjaamaan taimimateriaalivalintoja, ei kelpaa kustannusvertailuihin eikä myöskään tutkimusten pohjaksi. Viimeksi mainittu heikkous lienee tällä hetkellä kaikkein ratkaisevin, sillä esim. laajoista viljelykokeista voi olla todellista hyötyä vain sillä edellytyksellä, että on olemassa pätevä taimiluokitus, jota käyttäen tulokset voidaan soveltaa käytäntöön.

### Metsänviljelyarvoon perustuva luokitus?

Taimilajiluokituksen puutteita on usein summattu sanomalla, että taimilaji ei ilmaise lainkaan taimien metsänviljelyarvoa ja samalla vaadittu luokitusta, joka sen tekisi. Tietyn taimierän suhteellisen metsänviljelyarvon määrittäminen on tietenkin periaatteessa mahdollista viljelykokeiden avulla ja se voidaan ilmaista yksinkertaisesti suhdeluvulla. Mutta ennenkuin tällaista arvoa voidaan käyttää taimiluokituksessa millään tavalla hyväksi, täytyy olla tiedossa mitattavia tunnuksia, joiden perusteella se on ennustettavissa jo siinä vaiheessa, kun taimet luovutetaan taimitarhalta. Jos taimen ominaisuuksien vaikutus metsänviljelyarvoon olisi pelkästään additiivista laatua, ennustamiseen voitaisiin ehkä piankin päästä. Todellisuudessa metsänviljelyarvoon sisältyy kuitenkin myös taimen ominaisuuksien ja ympäristötekijöiden yhteisvaikutus, jonka selittäminen on mahdollista vain siinä määrin, kuin taimen ja ympäristön ominaisuudet ovat mitattavissa. Monet metsänviljelyarvoon vaikuttavista tekijöistä ovat sen laatuksia, ettei niiden suhteen voida ajatellakaan päästävän luokittelevaa mittausta pidemmälle. Tästä seuraa, että metsänviljelyarvoa ei voida laskennallisesti ennustaa. Jos eläisimme normaalimetsätaloudessa, jossa mikään ei muutu, ongelma olisi ratkaistavissa tekemällä viljelykokeita kaikkien niiden tekijöiden suhteen, joiden kohdalla joudutaan turvautumaan luokittelevaan mittaukseen. Todellisuudessa metsänviljelyala on niin nopeasti muuttuva ja viljelykokeet niin aikaavieviä, ettei tällainen menettely tule kysymykseen. Kärjistäen voidaan sanoa, että taimiluokitusta tarvitaan metsänviljelyarvoa varten eikä päinvastoin.

### "Fysiologinen metsänviljelykelpoisuus"

Esim. tutkijaryhmä HUURI-KYTÖKORPI-LEIKOLA-RAULO-RÄSÄNEN (1970) on asettanut erääksi välitavoitteekseen taimien "fysiologiseen metsänviljelykelpoisuuteen" perustuvan luokituksen aikaansaamisen. Tutkijaryhmä ei kuitenkaan lähemmin määrittele, mitä "fysiologinen metsänviljelykelpoisuus" tarkoittaa. Ensimmäiseksi tulee mieleen, että se tarkoittaa taimen istutushetkitä kuntoa. Välittömästi ennen istutusta tapahtuvasta kuntoluokituksesta olisi varmasti hyötyä, mutta käytännöllisistä syistä

tähän ei useinkaan ole mahdollisuuksia. Ainakin pääosa luokituksesta joudutaan tekemään taimitarhalla taimien luovutuksen yhteydessä. Fysiologisessa metsänviljelykelpoisuusluokituksessa ei näin ymmärrettynä olisi periaatteessa mitään uutta, sillä tiettyä taimien kunnon ja laadun tarkkailuahan taimitarhoilla tehdään jatkuvasti (LEHTO ja SIMOLINNA 1966). Toistaiseksi on ollut vain puutetta hyvistä menetelmistä, joilla taimien fysiologista tilaa voitaisiin luotettavasti kontrolloida. Kuntoluokituksen tulee olla luonteeltaan taimimateriaalia karsivaa, sillä ei liene tarkoituksenmukaista ryhtyä käymään kauppaa taimen kunnosta.

On kuitenkin mahdollista käsittää "fysiologinen metsänviljelykelpoisuus" laajemminkin kuin vain taimen kuntoa koskevana. Esim. Vähä-Aasian kuivilla ja eroosion köyhdyttämällä viljelyalueilla taimella pitää olla tavallista tehokkaampi juuristo, jotta se pystyisi ottamaan laihasta maasta riittävästi vettä ja ravinteita. Pohjoisella metsänrajalla tarvittaisiin taas taimia, jotka pystyvät mukautumaan lyhyeen kasvukauteen jne. "Fysiologiseen metsänviljelykelpoisuuteen" voi siis sisältyä myös taimen fysiologisten ominaisuuksien ja kasvupaikan ominaisuuksien yhteisvaikutus. Näin ymmärrettynä "fysiologinen metsänviljelykelpoisuus" lähenee perusajatukseltaan metsänviljelyarvoa, jolloin sen mahdollisuudesta taimiluokitusperusteeksi voidaan tehdä samantapaisia huomautuksia kuin edellä metsänviljelyarvosta.

Teoriassa voidaan kyllä ajatella pohjata taimiluokitus sellaisiin fysiologisten ominaisuuksien eroihin, joilla on merkitystä viljelykohteiden laadun kannalta (vrt. RÄSÄNEN 1966). Käytännössä joudutaan kuitenkin suuriin vaikeuksiin sen vuoksi, että fysiologiset muuttujat ovat yleensä vaikeasti mitattavissa. Taimen luokka ei saisi olla sattuman vaan tietoisien säätelyn tulos, mikä laajentaa mittausongelmaa. Tällainen luokitus ei tulisi myöskään olemaan puhtaasti fysiologinen vaan pikemmin geneettis-fysiologinen sen vuoksi, että pysyvät ja luokituksen kannalta käyttökelpoisimmat fysiologisten ominaisuuksien erot johtuvat geneettisistä tekijöistä. Olisi varmasti myös vaikeata pitää tällaista fysiologista tyyppiluokitusta erillään kuntoluokituksesta, mikä olisi kuitenkin luokituksen toiminnan ehdoton edellytys.

### Laatuluokitus - tyyppiluokitus

Taimilajiluokituksen heikkoutena oli, että se kuvasi taimimateriaalia vain välillisesti ja taimilajien sisäisestä heterogeenisuudesta johtuen huonosti. Siirtyminen välittömään, itse taimien ominaisuuksiin perustuvaan luokitukseen olisi jo sinänsä huomattava parannus. Yhä suurempi parannus saavutetaan, jos luokituksen perusdimensioiksi voidaan ottaa sellaisia tunnuksia, joilla jo tiedetään olevan merkitystä viljelyn tuloksen kannalta. Luokitusta suunniteltaessa on kuitenkin muistettava, että taimen ominaisuudet voivat vaikuttaa viljelyn tulokseen kahdella tavalla: additiivisesti tai ympäristötekijöiden kanssa yhteisvaikutuksena. Esim. taimen kunto on tyypillinen additiivisesti vaikuttava ominaisuus, sillä viljelyn tulos on aina sitä parempi, mitä hyväkuntoisempia taimet ovat. Taimella voi olla kuitenkin myös sellaisia ominaisuuksia, joiden vaikutus viljelyn tulokseen riippuu esim. kasvupaikasta, jolloin on kysymys yhteisvaikutuksesta. Taimen käyttökelpoisuutta ilmaisemaan tarvitaan tämän vuoksi välttämättä myös kahdenlaista luokitusta: taimien laatuluokitusta, joka perustuu additiivisesti vaikuttaviin ominaisuuksiin ja taimityyppiluokitusta, joka perustuu yhteisvaikutusominaisuuksiin (LAAJEMPI ESITYS..1968). Kuten jo mainittiin, tiettyä yleismääräysten puitteissa tapahtuvaa laadun tarkkailua tehdään taimitarhoilla jatkuvasti. Varsinainen taimiluokituksen uudistus sisältyy näin ollen taimityyppiluokituksen kehittämiseen ja käyttöönottoon.

### Tyyppidimensiot

Taimityyppiajatuksen taustalla on yleisluontoinen olettaus, että erilaisissa metsänviljelytehtävissä tarvitaan erilaisia taimityyppejä. "Oikea taimi oikealle paikalle" on usein toistettu iskulause. Vaikka olettaus on mitä ilmeisimmin oikea, tyyppiluokituksen perusteeksi kelpaavia ominaisuuksia löytyy yllättävän vähän. Nykyisten tietojen mukaan vain taimen koko on sellainen suhteellisen helposti definioitavissa oleva ominaisuus, joka myös täyttää asetetun yhteisvaikutusvaatimuksen. On monia koetuloksia, jotka viittaavat siihen, että erilaiset kasvupaikat edellyttävät erikokoisia taimia (esim. HEIKINHEIMO 1941, VALTANEN 1967). Täydennysviljelyssä tarvitaan kookkaampia taimia kuin perusviljelys-

sä. Taimen koolla on ilmeisesti merkitystä myös viljelytekniikan kannalta. On todennäköistä, että aikaa myöten paljastuu muitakin tyyppiluokituksessa käyttökelpoisia yhteisvaikutuksia, mutta ennen sitä on varmintä käyttää tyyppiluokitusperusteena taimen kokoa.

Taimen kokoa kuvaavista tunnuksista on epäilemättä tehokkain verson pituus. Tehtyjen selvitysten mukaan verson kuivapainon suhteellinen osuus kokonaiskuivapainosta näyttää olevan ainoa morfologinen tunnus, johon verson pituuden vaihtelu ei sanottavasti vaikuta (HUURI ym. 1970). Verson pituus on myös helposti mitattavissa. Nykyajan liukuhihnatekniikalla on mahdollista mennä jopa taimikohtaiseen pituusluokitukseen. Vaikka verson pituuden korrelaatio muihin taimen kokoa kuvaaviin tunnuksiin on melko kiinteä, se ei ilmeisesti kuitenkaan yksinään definioi riittävän tarkasti taimen kokoa. Lisädimensioina tulevat kysymykseen ennen muuta erilaiset kuivapainotunnukset sekä verson läpimittajuuren niskasta. Kuivapainojen mittaus on melko työlästä ja se edellyttää luonnollisesti satunnaisnäytteitä. Tehokkain kuivapainotunnus lienee taimen kokonaiskuivapaino. Sen sijasta voidaan ajatella käytettäväksi verson läpimittaa, sillä näiden välinen riippuvuus on hyvin kiinteä - kiinteämpi kuin vastaava riippuvuus verson pituuden ja taimen kokonaiskuivapainon välillä (HUURI ym. 1970). Verson läpimitta korreloi myös melko voimakkaasti juuriston pinta-alaan (LÄHDE ja OKSANEN 1969). On kuitenkin kokemuksia, että varsinkin pienillä taimilla kuivapaino on käyttökelpoisempi tunnus kuin verson läpimitta (SCHMIDT-VOGT 1966).

### Tyyppiasteikon laadinta

Jos halutaan varmistua siitä, että tyyppiasteikkoon sisältyvät kaikki mahdolliset kokotyypit, luokitus voinee käytännössä olla enintään kaksisuuntainen. Tällöinkin taimityyppejä kertyy helposti ylivoimaisen paljon. Parempi kuitenkin on, että luokkia on liian paljon kuin liian vähän. Jos luokitusperuste on oikea kysyntä kyllä oikaisee pienet virheet. Luokkavälin määrääminen tulisi tapahtua samalla periaatteella kuin perusmuuttujan valintakin. Tyyppiasteikko pitäisi siis kiintiöidä kasvupaikkojen, viljelytekniikan tai jonkin muun metsänviljelyssä keskeisen tekijän vaatimusten mukaiseksi. Selvää on, että ratkaisu joudutaan teke-

mään suuressa määrin harkinnanvaraisesti. Verson pituutta lienee paras luokitella tasavälisesti. Sen sijaan kuivapainon kohdalla tulee harkittavaksi vaihteleva luokkaväli.

Oma ongelmansa on, pitäisikö kaksisuuntainen luokitus järjestää rinnasteiseksi vai hierarkkiseksi. Teoreettisesti näyttäisi oikealta järjestää luokitus rinnasteiseksi, mutta tällöin saadaan helposti liian paljon kombinaatiomahdollisuuksia ja taimityyppejä. Järjestämällä luokitus hierarkkiseksi niin, että pääryhmitys tehdään verson pituuden perusteella ja alaryhmitys kuivapainon perusteella; on mahdollista pysyttää tyyppien lukumäärä kohtuullisena käyttämällä suljettujen luokkien ohella avoimia kuivapainoluokkia (EHDOTUS ALUSTAVAKSI..1970). Tämäntapainen hierarkkinen tyyppiasteikko ei ehkä ole teoreettisesti aivan moitteeton, mutta silti se voi toimia käytännössä paremmin kuin rinnasteinen asteikko.

### Taimilaji - taimityyppi

Tyyppiluokitusyrityksissä on yleensä tähdätty ylitaimilajiseen luokitukseen. Ei ole kuitenkaan epäilystäkään, etteikö viljelijää kiinnostaisi edelleenkin sellainen taimilajitieto, joka ilmaisee, millaisessa "paketissa" hänelle tulevat taimet on kasvatettu, ts. ovatko taimet paljasjuurisia, rulla- vai kennotaimia. Onkin myönnettävä, että tässä on kysymys tärkeästä viljelytekniillisestä ominaisuudesta, joka kaikkein helpoimmin lienee ilmaistavissa mainituilla taimilajinimikkeillä. Jos voidaan otaksua, että käytännön metsänviljelyssä sekä paljasjuurisilla, rulla- että kennotaimilla on käyttösektorinsa, jolle ko. taimilaji soveltuu muita paremmin, taimityyppiasteikko on jaettava taimilajien mukaisiin pääluokkiin. Vaikka kyseistä taimilajitietoa pidettäisiinkin myös tärkeänä taimityyppitietona, ei kuitenkaan liene perusteita sovittaa kokoluokkia erikseen sekä paljasjuurisille että paakku-taimille ja näin ollen tyyppiluokitus ainakin tässä suhteessa muodostuu ylitaimilajiseksi. Taimilajitunnus voidaan tietenkin antaa myös erillisenä tavaraselostetietona, mutta jos halutaan kiinnittää päähuomio taimityyppiin, olisi sellaiset taimilajitiedot, jotka ilmaisevat taimen käsiteltävyyttä tai muita viljelytekniillisiä ominaisuuksia, paras antaa taimityyppitietoina. Taimityypin yhteydessä pitäisi toisin sanoen mainita, onko kysymys paljasjuurisista, rulla- vai kennotaimista. Sen sijaan taimen

ikää ja kasvatusvaiheita koskevat tiedot on syytä pitää taimityyppitiedoista selvästi erillään.

### Tyyppiluokituksen käyttöönoton edellytyksiä

Vaikka taimityyppikysymyksen yhteydessä onkin esiintynyt paljon luokitusperusteita koskevaa epävarmuutta, on meillä viime aikoina tehtyjä taimityyppiehdotuksia kokonaisuutena arvioiden pidettävä oikeaan osuneina. Jostakin syystä ne eivät ole kuitenkaan saaneet laajempaa kannatusta muiden puulajien kuin koivun kohdalla (RAULO 1970). Osasyynä lienee yksinkertaisesti se, että taimien tuottajat eivät ole valmistautuneet tämäntapaiseen uudistukseen. Taimityyppiluokituksen käyttöönotto edellyttää taimitarhoilta entistä tarkempaa taimimateriaalin lajittelua. On nähtävissä, että myöskään metsänviljelijät eivät ole riittävästi valmistautuneet uudistukseen. Ennen kuin taimityyppiluokitusta voidaan käyttää tehokkaasti hyväksi, erilaiset metsänviljelytehtävät pitäisi yksilöidä entistä tarkemmin.

### Lähdeluettelo

- EHDOTUS ALUSTAVAKSI taimiluokitukseksi metsänviljelykokeita varten. Moniste metsäntutkimuslaitoksessa.
- HEIKINHEIMO, O. 1941. Metsänistutusmenetelmistä. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisuja 29.4.
- HUURI, O., KYLÄKORPI, K., LEIKOLA, M., RAULO, J. ja RÄSÄNEN, P.K..1970. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten. Folia Forestalia 82.
- LAAJEMPI ESITYS uudesta taimityyppiluokituksesta. 1968. Konekirjoite metsäntutkimuslaitoksessa.
- LEHTO, J. ja SIMOLINNA, J..1966. Metsäpuiden taimien kasvataminen. Helsinki.
- LÄHDE, E. ja OKSANEN, A..1969. Morfologiset, gravimetriset ja fotometriset tunnuksot männyn taimien juuristojen kuvaajina. Silva Fennica 4.
- RAULO, J. 1970. Rauduskoivun taimilajit ja taimityypit. Puumies 10.
- RÄSÄNEN, P.K. 1966. Metsänviljelyä varten kasvatettujen havupuiden taimien arvosteluperusteista ja luokitusmenetelmistä. Metsätaloudellinen aikakauslehti 4.

- RÄSÄNEN, P.K. 1970. Taimien luokitus- ja käsittelyohjeiden uusiminen. Siemen ja taimineuvoston tiedotuksia 1.
- RÄSÄNEN, P.K. ja YLI-VAKKURI, P..1967. Taimien vähimmäisvaatimusten uusiminen. Alustava ehdotelma. Konekirjoite Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksessa.
- SCHMIDT-VOGT, H. 1966. Wackstum und Qualitet von Forstpflanzen. München.
- VALTANEN, J. 1967. 2/0-vuotisten männyn taimien käyttökel-  
poisuudesta. Metsätaloudellinen aikakauslehti 4.

## MÄNNYN KÄPYSATO POHJOIS-SUOMESSA TALVELLA 1970/71

## Johdanto

Kolarin tutkimusaseman toimesta metsäteknikko Unto Vuontisjärven johtama mittausryhmä suoritti syksyllä 1970 männyn käpysadon runsautta Pohjois-Suomessa talvella 1970/71 koskevan inventoinnin.

Työ oli jatkoa edellisenä vuonna alulle pannulle käpysadon ennakointipalvelulle, ja siinä noudatettiin pääasiassa samoja menetelmiäkin kuin syksyllä 1969.

Tarkoituksena oli tarjota käytännön metsätaloudelle täsmällisiä tietoja talven 1970/71 männyn käpysadosta. Toisena, ehkä vieläkin tärkeämpänä tavoitteena oli ennakointipalvelun kehittäminen.

## Tutkimusmenetelmä

Työ rajoitettiin nyt koskemaan vain Pohjois-Suomen eteläpuoliskoja, koska jo karkeiden silmävaraisten havaintojen perusteella tiedettiin, että pohjoisempana ei käpyjä ollut.

Inventointimenetelmän perusajatuksena oli keskittää havainnot eri puolilla Pohjois-Suomea keskenään mahdollisimman suuressa määrin vertailukelpoisiin metsikköihin. Tätä tarkoitusta näyttivät parhaiten palvelevan puhtaat, hoitonormaalit, täysi-ikäiset tai sitä lähentelevät männiköt. Tällaisista männiköistä, joiden vähimmäislaajuudelle asetettiin n. 2 ha:n vaatimus, rajoitettiin 0.5 ha:n koealoja, joilla suoritettiin käpyrunsauden mittauksia. Tämä tapahtui syksyllä 1970 seuraavasti.

Kullakin koealalla arvottiin 60 valtapuuta, joiden käpymäärät luettiin silmävaraisesti, kukin puu erikseen, kiikaria apuna käyttäen. Näin tarkastetuista puista arvottiin vielä 10 puuta, jotka kiivettiin ja joista kaikki kävyt poimittiin. Täten tuli silmävaraisarviointi tarkistettua ja täten saatiin käpyjä siemenen tuleentuneisuuden ym. ominaisuuksien selvittämistä varten. - Syksyllä 1969 menetelmä oli hiukan toinen: silloin arvottiin koealalta 15 valtapuuta, jotka kaikki kiivettiin ja joista poimittiin ja luettiin kaikki kävyt.

#### Tulos

Ensimmäisenä tehtävänä aineiston käsittelyssä oli selvittää, oliko silmävaraisarvioinnin ja käpyjen poiminnan antamien tulosten välillä systemaattista eroa. Tarkastus osoitti, että ero oli siksi pieni ja epävarma, että se ei antanut aihetta silmävaraisesti luettujen käpymäärien oikaisuun. Ilmeisesti tarkistus oli tehnyt tehtävänsä jo maastossa pitämällä jatkuvasti silmävaraisarvioinnin tasoa oikealla absoluuttisella tasolla.

Inventoinnin antama perusaineisto nähdään taulukossa 2. Vertailun vuoksi ja koska sitä ei ole aikaisemmin julkaistu, esitetään taulukossa 1 myös syksyn 1969 inventoinnin perusaineisto.

Aineiston jatkokäsittely perustui männyn kukkarunsauden vuotuisesta vaihtelusta vuosien 1957-69 aikana suoritettujen tutkimusten perusteella rakennettuun ajatusmalliin. Tämän mukaan vaihtelut johtuisivat suuressa määrin kukkimisvuotta edeltävän vuoden (C-vuoden) dormansi II:n d.u. (dormancy unit)- ja kukkimista edeltävän (B-) vuoden aktiivin periodin \_\_\_\_\_

Taulukko 1. Männyn käpyisyys Pohjois-Suomessa talvella 1969/1970

Koe- alan n:o	$\Sigma$ d.d. 1967	Käpyjä per valtapuu	Koe- alan n:o	$\Sigma$ d.d. 1967	Käpyjä per valtapuu
1	906	25.9	22	957	71.7
2	880	3.4	23	1060	139.7
3	1023	81.4	24	1100	146.3
4	868	14.0	25	1077	108.3
5	940	57.8	26	1008	28.8
6	940	22.8	27	1127	123.5
7	947	71.9	28	1093	74.1
8	992	28.7	29	1079	112.0
9	968	52.3	30	taimisto	
10	995	58.1	31		
11	1083	135.6	32	nuori männikkö	
12	1023	98.1	33		
13	1029	87.4	34	1014	62.6
14	998	80.1	35	ylitiheä	
15	930	24.6	36		
16			37	959	55.1
17	Smp.-as.		38	1017	54.9
18	1080	138.5	39	1010	103.7
19	947	70.7	40	tiheä	
20	985	46.7	41	876	11.2
21	956	65.0	42	taimisto	
			43	"	

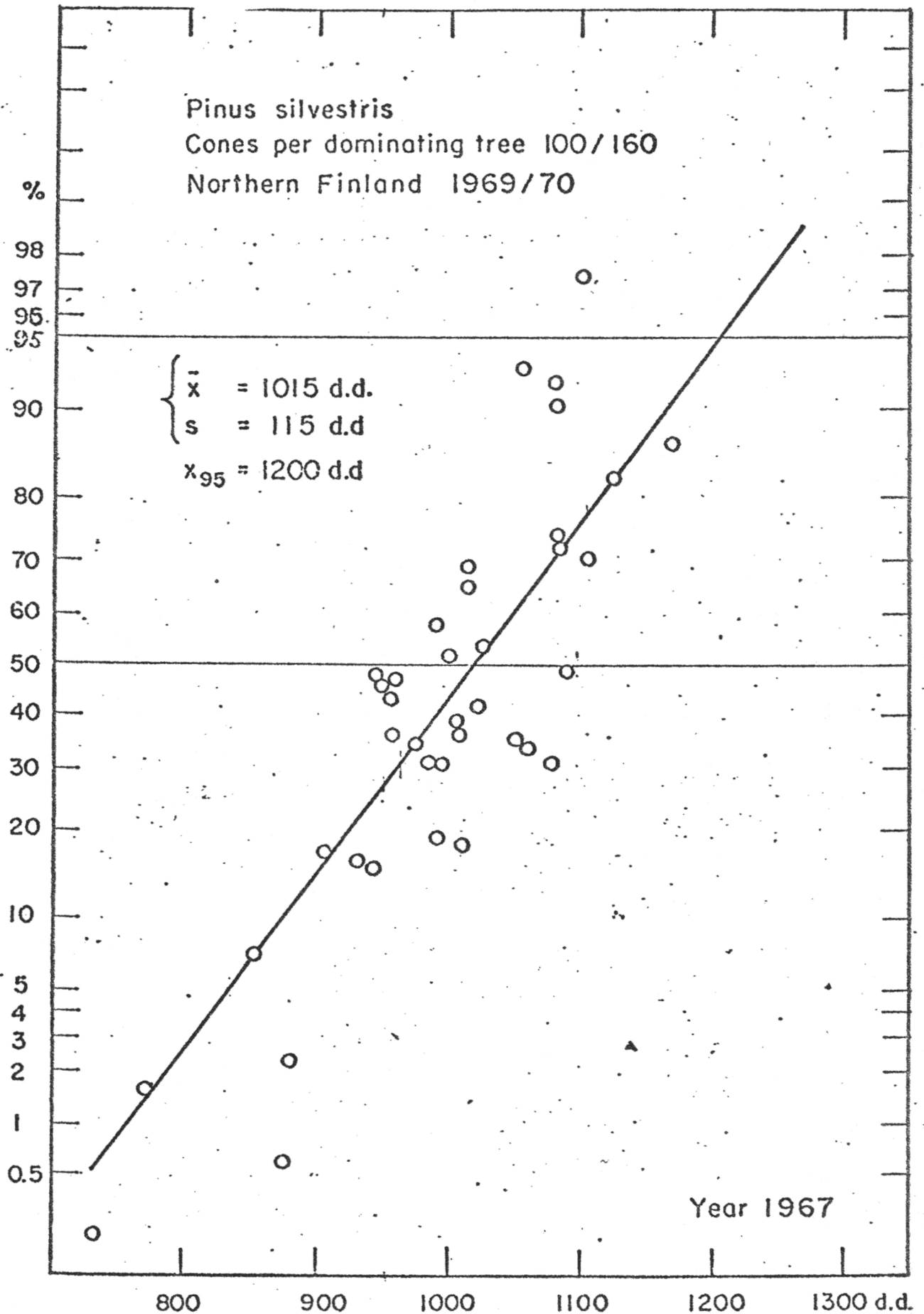
Taulukko 2. Männyn käpymäärät Pohjois-Suomessa talvella 1970/71

Koealan numero	Kunta	Korkeus merestä m	$\Sigma$ d.d.		Käpyjä per val- tapuu kpl	$\frac{100xyht.}{160}$
			meren pinta	luonn. korkeus		
14	Ranua	170	895	708	15,9	9,5
16	Pudasjärvi	125	980	843	41,7	26,0
17	Pudasjärvi	195	995	781	69,8	43,6
18	Pudasjärvi	135	950	802	16,7	10,3
21	Taivalkoski	240	950	686	23,3	14,6
24	Suomussalmi	210	1030	799	16,1	10,1
25	Kuhmo	205	1105	880	34,1	21,3
26	Kuhmo	220	1095	853	11,7	7,3
27	Kuhmo	175	1110	918	14,9	9,3
29	Kuhmo	205	1095	870	17,6	11,0
31	Sotkamo	230	1110	857	28,5	17,8
32	Sotkamo	150	1110	945	31,5	19,2
34	Puolanka	210	1040	809	33,0	20,6
36	Hyrnsalmi	200	1050	830	45,4	28,3
37	Suomussalmi	255	1005	725	31,3	19,6
38	Suomussalmi	225	1030	783	11,3	7,1
39	Puolanka	210	1020	789	1,9	1,2
48	Muhos	25	1050	1022	56,1	35,0
50	Rantsila	58	1050	986	60,8	38,0
51	Paavola	50	1045	990	42,1	26,3
52	Kiiminki	60	980	914	51,6	32,2
53	Kestilä	120	1090	958	41,2	25,7
54	Kajaani	160	1110	934	62,6	39,1

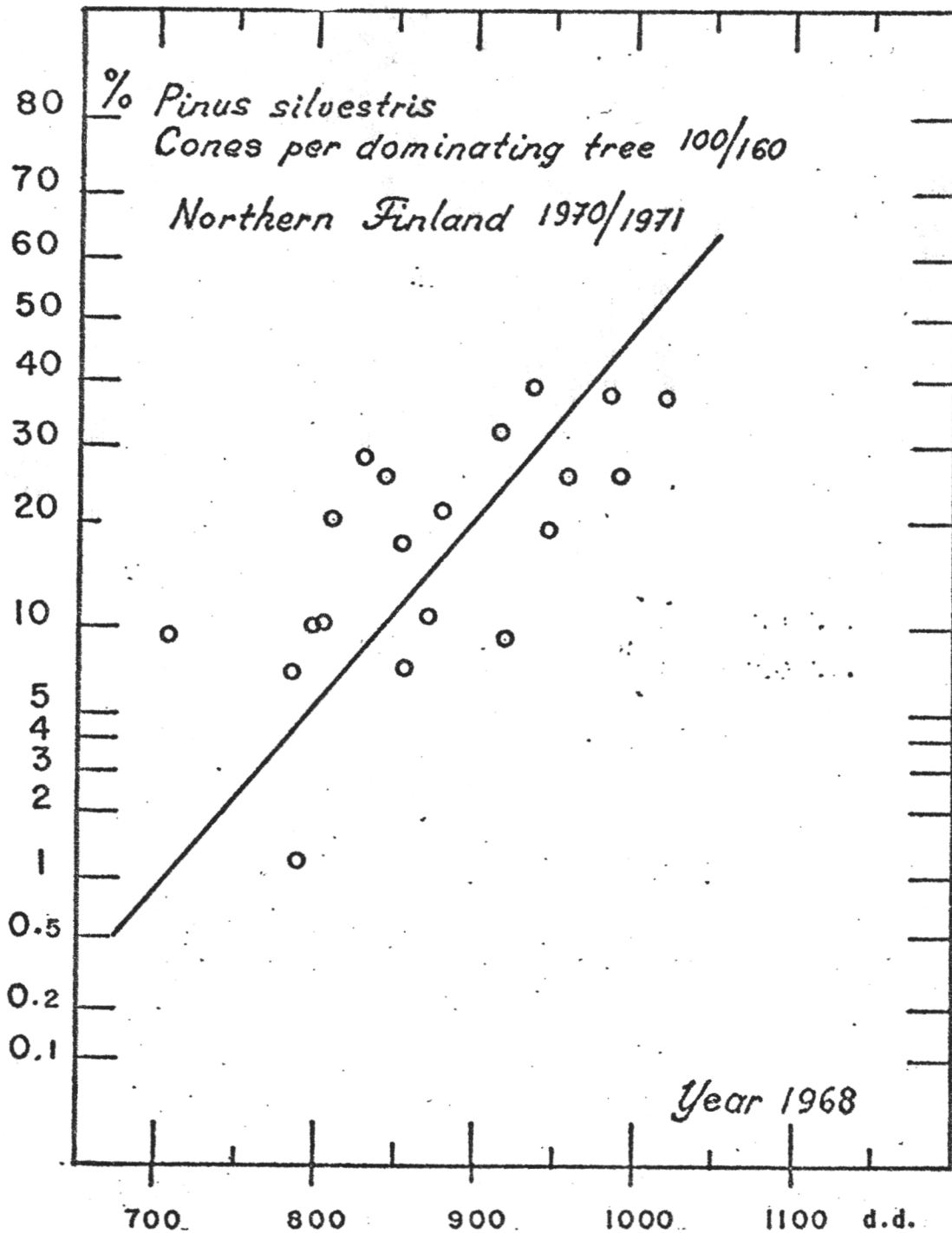
p.u. (period unit)-yhteissummasta. Tarkemmin sanoen siten, että käpysadon runsauden ja kukkimista edeltävän vuoden d.u.- p.u.- yhteissumman (lyhyesti dpu-summan) regressio voidaan graafisesti esittää normaalijakaantumana kerääntymäfunktion kuvaajalla. Kerääntymäfunktion raja-arvona olisi suurin mahdollinen keskimääräinen käpymäärä valtapuuta kohden. Ongelma huipentuu kysymykseen, mikä tämä on (kpl/valtapuu), mikä on kerääntymäfunktion keskipisteen dpu-summa ja mikä kerääntymäfunktion standardipoikkeama dpu-yksiköissä lausuttuna. Kuten huomataan, mallin perusajatuksena on, että on olemassa tietty keskimääräinen enimmäismäärä käpyjä per valtapuu, joka joko toteutuu kokonaan (hyvin lämpöisten kesien seurauksena) tai osaksi dpu-summasta riippuen. Nyt mainitulla enimmäismäärällä on mallissa tärkeä asema. Kaikki enimmäismäärää heikommat sadot ilmaistaan parhaiten sadanneksina enimmäissadosta.

Koska Pohjois-Suomen alueelta ei ole käytettävissä riittäviä ilmastollisia (lämpötilan) mittauksia dpu-summien laskemista varten, nämä on ollut pakko korvata B-vuoden d.d. (degree days)-summalla. Tällainen menettely ei periaatteessa ole väärä, mutta dpu-summan karkeana approksimationa B-vuoden d.d.-summan käyttö suurentaa tulosityhdistelmän sisäistä varianssia.

Ongelman ratkaisu tapahtui jo talvella 1969/70 syksyn 1969 inventointituloksiin perustuen. Tulokset esitettiin metsänviljelyn tutkijaryhmän retkeilyllä kesällä 1970. Ne on siis ensimmäistä kertaa julkistettu tämän retkeilyn selosteessa. Tässä yhteydessä on vielä syytä kiitollisuudella palauttaa mieleen, että aineiston matemaattisen käsittelyn suoritti professori Hannu Väliaho. Kerääntymäfunktion raja-arvoksi laskelmat antoivat 160 käpyä/valtapuu, kerääntymäfunktion keskiarvoksi  $\bar{x} = 1015$  d.d. ja kerääntymä-



Kuva 1. Valtapuiden keskimääräinen käpyluku lausuttuna sadanneksina keskimääräisestä enimmäismäärästä (160 käpyä/valtapuu) ja kukkimista edeltäneen vuoden d.d.-summa. Pistediagrammin tasoitus suoritettu pienimmän neliösumman menetelmällä. Lapin läänin alue talvella 1969/70.



Kuva 2. Valtapuiden keskimääräinen käpyluku lausuttuna sadan-  
 neksina keskimääräisestä enimmäismäärästä (160 käpyä/valta-  
 puu). Suora ei ole pistediagrammin tasoitussuora, vaan siir-  
 retty kuvasta 1. Lapin läänin alue talvella 1970/71.

funktion standardipoikkeamaksi  $s = 115$  d.d. Aineiston hajonta tasoitusviivasta näkyy parhaiten kuvasta 1. Pistediagrammi on siinä piirretty frekvenssiasteikkoon, jossa normaalijakaantumana kerääntymäfunktion kuvaaja oikenee suoraksi.

Syksyn 1970 inventointitulokset on käsitelty siten, että tulospisteet on asetettu frekvenssiasteikkoon. Pistediagrammia tasoittamatta on diagrammiin sitten siirretty syksyn 1969 inventointituloksen tasoitusasuora (kuva 2). Silmävaraisesti voidaan nyt todeta, että syksyn 1969 tasoitusasuora tyydyttävästi tasoittaa myös syksyn 1970 aineiston. Tämä toteamus ei tietysti todista, että aineiston käsittelyn pohjana oleva, edellä selostettu ajatusmalli olisi oikea, mutta se osoittaa, että syksyllä 1970 toistetun inventoinnin tulokset eivät ole ristiriidassa tämän ajatusmallin kanssa.

#### Männyn käpyrunsauden ennakointi Pohjois-Suomessa

Tähän mennessä suoritettu teoreettinen tutkimus ja kahden kesän inventointitulokset yhdessä osoittavat, että käpyrunsauden ennakointi voidaan Pohjois-Suomessa nähtävästikin suorittaa käytännön tarpeiden edellyttämällä tarkkuudella kukkimista edeltävän kesän d.d.-summan perusteella. Luotettavuus nousee ehkä ainakin n. 80-90 %:n tasolle.

Tässä yhteydessä on paikallaan huomauttaa, että käpysadon ennakointi Lapin läänin alueella näyttää helpommalta ja varmemmalta kuin muussa osassa Suomea. Syynä on se, että tällä alueella männyn aktiivin periodin geneettinen vaihtelu on kovan selektiopaineen

johdosta supistunut lähes nolllaksi.

Nyt tarjoutuvan ennakointimenetelmän suurena etuna on, että se voidaan suorittaa jo runsaat kaksi vuotta ennen käpyjen keruun ajankohtaa. Tältä osin ennakointipalvelu siis voidaan kehittää varsin korkeat vaatimukset täyttäväksi. Ennakointipalvelun heikoin rengas nimenomaan Pohjois-Suomessa on se, että siemenen tuleentumista ei pystytä ennakoimaan kuin vasta välittömästi ennen keruukauden alkamista.

Koska kesä 1970 oli koko Lapin läänin alueella lämmin, voidaan talveksi 1972/73 odottaa runsasta käpysatoa koko Pohjois-Suomen alueelle.

Esim. Sodankylässä vuoden 1970 d.d.-summa nousi 959 d.d.:en. Kuvasta 1 nähdään, että Sodankylässä siis voidaan odottaa männyn valtapuiden keskimääräisen käpyluvun nousevan noin 35 %:iin teoreettisesta enimmäismäärästä. (Tämä kuitenkin myös samalla kouraan-tuntuvasti alleviivaa, miten heikot käpysadon kehittymisen keskimääräiset edellytykset ovat Sodankylässä). Sitä vastoin esim. Pudasjärvellä vuoden 1970 d.d.-summa nousi 1103 d.d.:en. Pudasjärvellä voidaan odottaa 70 % enimmäismäärästä toteutuvan. Edelleen huomataan, että Pudasjärvellä voidaan siis odottaa talvella 1972/73 käpyjä olevan valtapuuta kohden noin kaksi kertaa niin paljon kuin Sodankylässä siitähän huolimatta, että Sodankylässä odotettavissa oleva sato on siellä lähes maksimaalinen.

Vuoden 1969 d.d.-summa nousi Sodankylässä 749 d.d.:en ja Pudasjärvellä 949 d.d.:en. Vastaavat odotettavissa olevat käpysadot ovat 1 % ja 27 % enimmäismäärästä. Jos asetetaan taloudellisen käpyjenkeruun ehdoksi 20 % enimmäismäärästä, nähdään heti, että tämä ehto ei talvella 1971/72 ole täytetty Sodankylässä, mutta

kylläkin Pudasjärvellä.

Kaikki nyt sanottu korostaa ns. Pudasjärven linjan (vyöhykkeen) tärkeätä merkitystä Lapin läänin männyn siemenhuollossa. Tällä hetkellä onkin näköpiirissä vain kaksi ratkaisua Pohjois-Suomen männyn siemenhuollon parantamiseksi: siemenviljelysten kehityksen kaikin puolinen tehostaminen ja Pudasjärven vyöhykkeen käpyjen vielä nykyistä, jos mahdollista, tarkempi talteen otto. Aivan liian paljon aikaa on kulunut hukkaan odotettaessa runsasta (enimmäismäärään nousevaa), hyvin tuleentunutta (95 %) käpysatoa koko Lapin läänin alueelle. Sanan täydessä merkityksessä sellaisen todennäköisyys on häviävän pieni, käytännöllisesti katsoen nolla.

## SIEMENEN ITÄMINEN ALHAISISSA LÄMPÖTILOISSA

Siemenen itäminen tapahtuu luonnonoloissa, ainakin itämisen esivaiheet tapahtuvat, alhaisissa lämpöoloissa. Toisaalta tavanomaiset idätysanalyysit yleensä suoritetaan korkeissa lämpötiloissa, jopa niin korkeissa ( $+25 - +30^{\circ}\text{C}$ ), että ne lähentelevät fysiologisen toleranssin ylärajaa.

Siemenen itämistapahtuman kvantitatiivinen hallitseminen on vaikeata ennen kaikkea siitä syystä, että useilla, ehkä useimmilla lauhkean ja kylmän ilmaston puulajeilla siemen kypsyessään (aktiivin periodin päättyessä) siirtyy dormansiin. Esim. *Betula pubescens*in siemen, joka kerätään välittömästi siemenen tuleennuttua, on yleensä sitä kerättäessä dormansissa, tarkemmin sanoen dormansi I:ssä (vrt. Sarvas 1970). *Betula verrucosa*n siemenessä sitä vastoin ei nähtävästi esiinny dormansia missään muodossa. Mitä *Pinus silvestris*iin ja *Picea Abies*iin tulee, tietomme ovat vielä toistaiseksi puutteelliset ja osaksi ristiriitaisetkin.

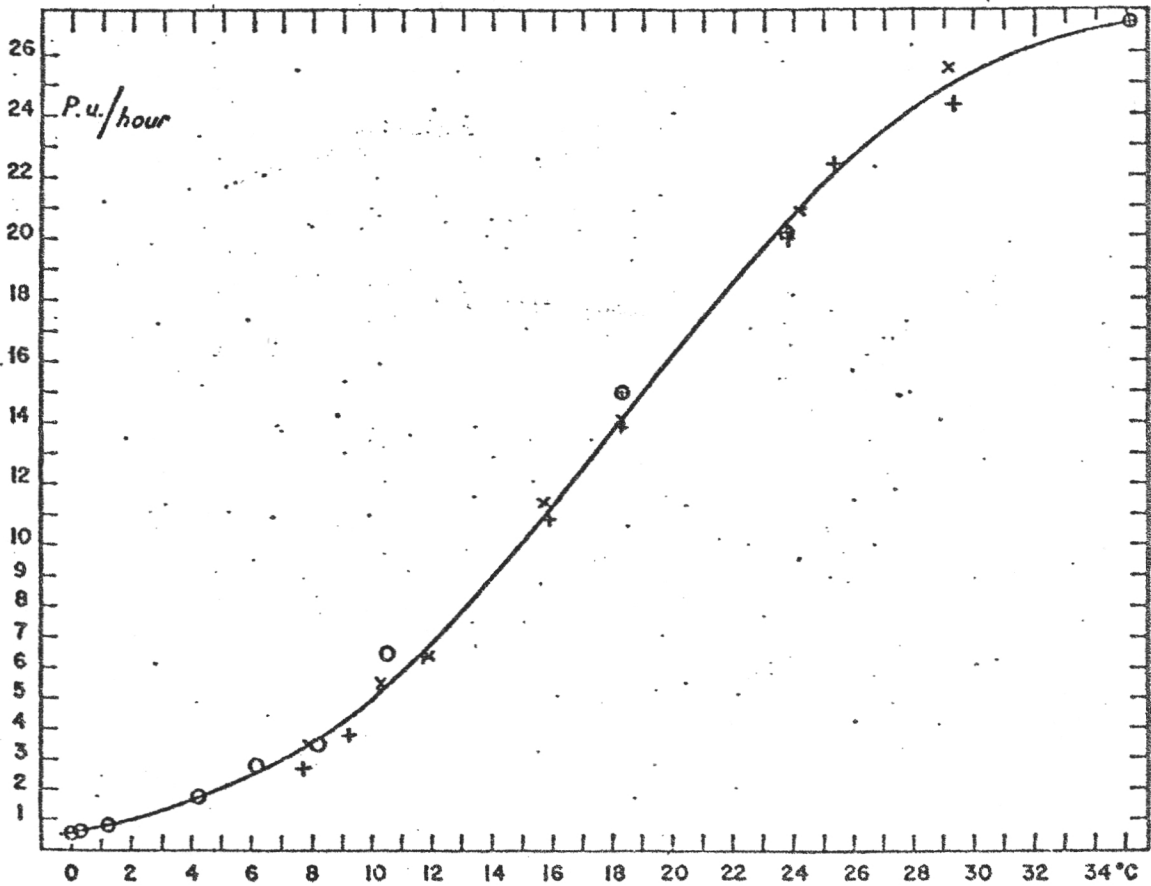
Mikäli siemen sitä kerättäessä ei vielä ole päättänyt kehityksensä aktiivia periodia, sen on tehtävä tämä jossakin myöhemmässä vaiheessa, ennen kuin se voi siirtyä dormansiin ja ennen kuin se ylipäänsä voi toteuttaa luonnollisen kehityksensä sykluksen.

Itämistapahtuma muodostuu täten epäedullisimmassa tapauksessa seuraavista kehitysvaiheista:

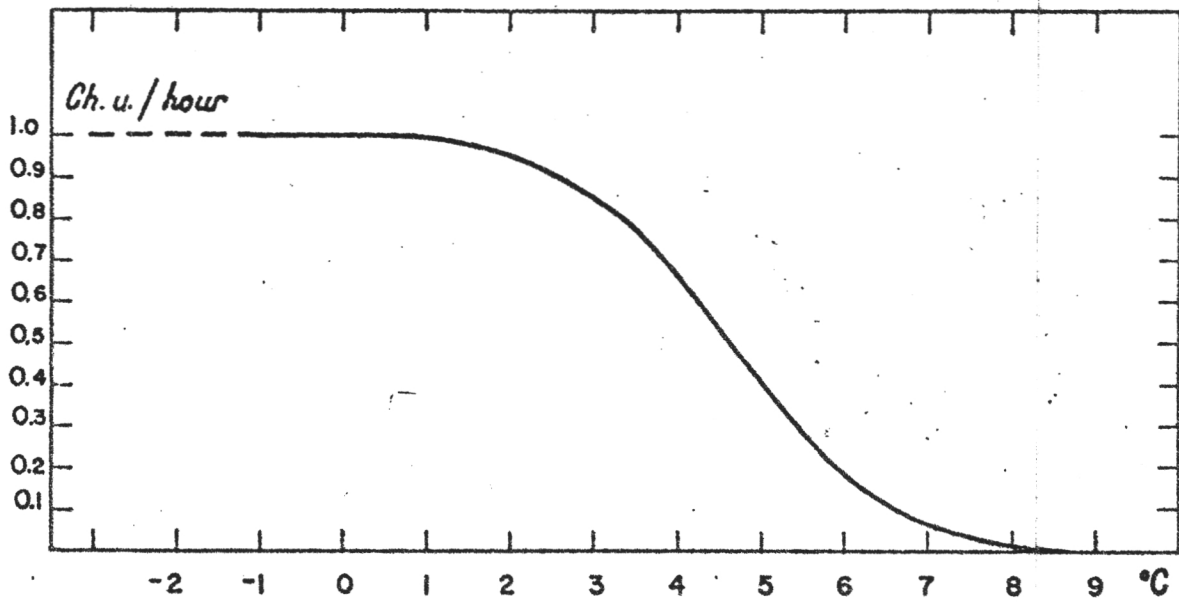
1. aktiivin periodin päättyminen,
2. dormansi I,
3. dormansi II,

4. aktiivi periodi dormansi II:n päättymisestä sirkkataimen esilletuloon siemenestä.

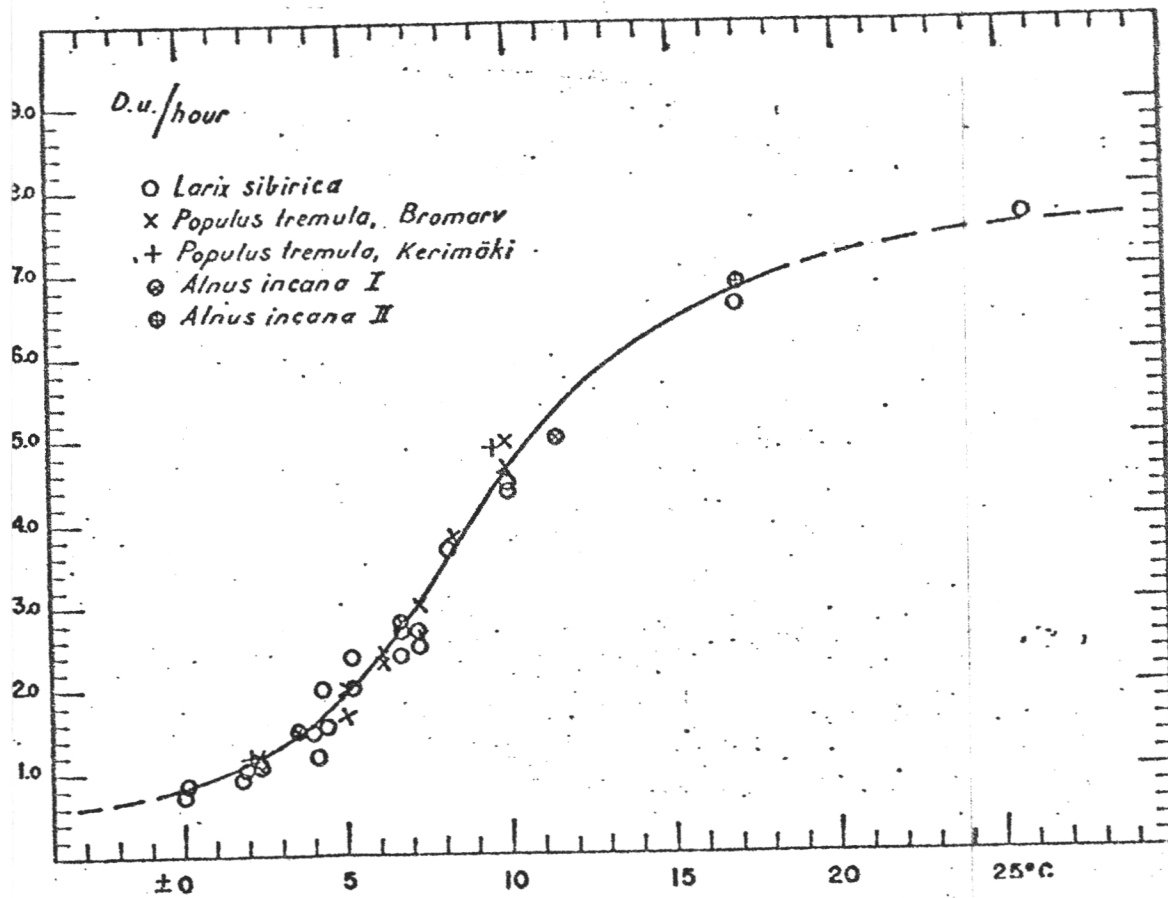
Kun huolehditaan siitä, että siemenen kosteustila on optimaalinen, n. 70-90 %, kehityksen eteneminen edellä mainituissa vaiheissa riippuu lähes yksinomaisesti lämpötilasta (esim. va- lolla tuskin on merkitystä). Eri vaiheissa kuitenkin etenemisen nopeuden ja lämpötilan regressio on hyvin erilainen. Kuvissa 1, 2 ja 3 nähdään kokeelliset mittaustulokset sykluksen etenemisen ja lämpötilan regressiosta. Yksinkertaisin oletus on, että nämä



Kuva 1. Aktiivin periodin etenemisnopeus (p.u./tunti) erilaisissa vakio­lämpötiloissa. Etenemisnopeus +10°C vakio­lämpötilassa määritelty = 5.0 p.u. (period unit)/tunti. Merkit: ympyrät Populus tremula-kokeet, vinoristit Betula verrucosa-kokeet, ristit Betula pubescens 1-kokeet, risti-ympyrät Betula pubescens 2-kokeet.



Kuva 2. Dormansi I:n etenemisnopeus ch.u./tunti erilaisissa vakiolämpötiloissa. Etenemisnopeus +0°C vakiolämpötilassa määritelty = 1.0 ch.u. (chilling unit)/tunti.



Kuva 3. Dormansi II:n etenemisnopeus d.u./tunti erilaisissa vakiolämpötiloissa. Etenemisnopeus +5°C vakiolämpötilassa määritelty = 2.0 d.u. (dormancy unit)/tunti.

regressiot ovat ainakin lauhkean ja viileän ilmaston puulajeilla ja eri meristeemilajeilla (vegetatiiviset silmut, kukkasilmut, juuret, siemenet) suurin piirtein samat. Ainakaan tähän mennessä saadut, tosin melko niukat tutkimustulokset eivät ole ristiriidassa tämän käsityksen kanssa. Ne ilmeiset erot, jotka eri puulajien ja eri meristeemien välillä ovat todettavissa, johtuisivat tämän käsityksen mukaan siitä, että aktiivin periodin, dormansi I:n ja dormansi II:n päättymiseen tarvittavat p.u. (period unit)-, ch.u. (chilling unit)- ja d.u. (dormancy unit)-summat vaihtelevat puulajista toiseen ja myös eri meristeemilajista toiseen.

Tässä yhteydessä on ehkä syytä vielä palauttaa mieleen Varparannassa keväällä 1970 esitetyn syklus-mallin pääperiaate: 1. sykli etenee, mikäli muut ympäristötekijät ovat  $\approx$  normaalit (se on, olosuhteissa, joissa kyseisen genotyypin reaktiot ovat homeostaattisia), jokseenkin yksinomaisesti lämpötilasta riippuvalla nopeudella, 2. sykluksen eri vaiheissa (aktiivi periodi, dormansi I ja dormansi II) etenemisnopeuden ja lämpötilan regressio on erilainen, 3. puulajeittain ja meristeemilajeittain kukin syklusvaihe kestää sille ominaisen syklusvälisumman, jota aktiivissa periodissa mitataan p.u.-yksiköillä, dormansi I:ssä ch.u.-yksiköillä ja dormansi II:ssä d.u.-yksiköillä. - Syklus kokonaisuudessaan voidaan siis tulkita fysiologisten tapahtumien ketjuksi, jossa tapahtumaketju periaatteessa aina etenee, tosin eri lämpötiloissa erilaisella nopeudella; mitään staattisia vaiheita ei ole, joskin tietyissä lämpötiloissa eteneminen on niin hidasta, että syklos käytännöllisesti katsoen niissä on paikoillaan. Koko syklosmalli voidaan täten pelkistää kuvissa 1, 2 ja 3 esitetyn kolmen regression sisältämään information.

Metsäkirjallisuudessa on menetelmiä, joilla dormansi keino-  
tekoisesti poistetaan, ehkä yleisimmin nimitetty stratifioimi-  
seksi. Stratifiointi on tavallisesti suoritettu jossakin alhai-  
sessa vakiolämpötilassa, esim.  $+2^{\circ}$ :ssa tai  $+5^{\circ}\text{C}$ . Edellä esitettyä  
taustaa vasten ymmärretään helposti, että stratifiointi vakioläm-  
pötilassa, oli se mikä hyvänsä, ei voi johtaa optimaaliseen tu-  
lokseen, vaan johtaa tarpeettoman pitkään käsittelyaikaan, mihin  
taas sisältyy homehtumis- ym. vaaroja.

Esim. Punkaharjun *Betula pubescens*-siemenen stratifiointi  
ja sitä seuraava idätys olisi, jotta se tapahtuisi optimaalises-  
ti, järjestettävä seuraavasti:

Siemen kylvetään sopivalle kasvatusalustalle ja huolehdi-  
taan siitä, että kosteus on jatkuvasti 70-80 %. Ensiksi varmis-  
tetaan, että aktiivi periodi on päättynyt pitämällä lämpötila  
2-3 vuorokauden ajan  $+20^{\circ}$ :ssa, sitten ajetaan dormansi I lävitse  
soveltamalla  $+2$  asteen lämpötilaa noin 20 vuorokautta, tämän  
jälkeen ajetaan dormansi II  $+10^{\circ}$ :n lämpötilassa noin 7 vuorokau-  
den kuluessa, minkä jälkeen lämpötila korotetaan  $+20^{\circ}$ :en, missä  
ajetaan varsinainen itäminen, aktiivi periodi, noin 5 vuorokauden  
kuluessa. Kaikkiaan stratifiointi ynnä itäminen täten optimaali-  
sesti järjestettynä kestäisi siis noin 34 vuorokautta.

Toisaalta, suorittamalla idätys heti korkeassa lämpötilas-  
sa, esim.  $+25^{\circ}$ :ssa, siemen itää noin viikon kuluessa ikään kuin  
ei mitään dormansia olisikaan.

Idätystulos on ehkä epätasaisempi, mutta menetelmä on  
tietysti paljon yksinkertaisempi ja nähtävästi halvempi. Emme  
kuitenkaan vielä tiedä, mitä riskejä tällaiseen menettelyyn si-  
sältyy. Olennaista on, onko korkeissa lämpötiloissa ainakin

näennäisesti tapahtuvaa dormansin häviämistä pidettävä homeostaattisena reaktiona vai ei. Esim. useilla maataloudellisilla kasveilla on dormansin tämän tapainen väkivaltainen sivuuttaminen johtanut vitaliteetiltaan normaalia heikompiin kasveihin (ei vain taimiin, vaan varttuneempiinkin kasveihin).

Edellä kuvattu optimaalinen idätysjärjestys osoittaa myös, mitä vaiheita itävän siemenen luonnon oloissa, jossa lämpötilat aina ovat suhteellisen alhaisia, on läpikäytävä.

Sen jälkeen, kun kuluneen syksyn ja talven kuluessa Punkaharjulla, pääasiassa metodisesti kiitolliseen *Betula pubescens*iin turvautuen, on selvitetty siemendormansin yleistä luonnetta (erityisesti dormansi I:n chilling-tarvetta), on nyt siirrytty tutkimaan metodisesti hankalampia *Pinus silvestris*tä ja *Picea Abies*tä. Tämän jälkeen on tutkimuksen kärki tarkoituksenmukaista siirtää luonnon oloihin ja selvittää, miten luontaisesti varisut siemen käy lävitse sykluksen eri vaiheet. Siitä tiedämme toistaiseksi vielä aivan liian vähän.

## TULOKSIA MÄNNYN PROVENIENSSIKOKEISTA POHJOIS-SUOMESSA

## A l k u s a n a t

Tässä esityksessä mainittujen kokeiden suunnittelu on tapahtunut metsänhoidon tutkimusosastolla. Niinpä nyt esitetään varsin usein professori R i s t o S a r v a k s e n ajatuksia mainitsematta joka kerralla siitä erikseen. Maisteri M a x H a g m a n on hankkinut suurimman osan em kokeiden siemenmateriaalista. Hän on myös pitänyt aiheesta esitelmän Suomen Metsätieteellisessä Seurassa. Ruotsinkylän taimitarhalla on kasvatettu kokeiden 232 ja 106 taimet istutuskelpoisiksi ja kokeen taimet yksivuotiaiksi. Kolarin tutkimusaseman henkilökunta on suorittanut muut taimien kasvatukset ja perustanut kokeet maastoon, koetta 106 lukuun ottamatta, sekä suorittanut koealojen hoito- ja inventointityöt. Tästä ovat lähinnä vastanneet metsäteknikot Reijo Rauniomaa, Kauko Taimi ja Unto Vuontisjärvi. Kokeilualuetoimiston metsäteknikot Erkki Leppänen ja Toivo Ryhänen ovat valvoneet eräiden kokeiden viljelytyöt. Kaikille työhön osallistuneille lausun parhaimmat kiitokseni.

Kolari maaliskuun 15 päivänä 1971

Erkki Numminen

## S i s ä l l y s

Johdanto .....	77
Tutkimustulokset .....	79
Koe n:o 232 .....	79
Koe n:o 243 .....	80
Koe n:o 241 .....	80
Koe n:o 106 .....	81
Varjostuskoe .....	82
Kylmien kesien vaikutus provenienssierien kestävyyteen ja kasvuun .....	83
Yhdistelmä .....	86
Liitteet	
Kokeiden 232, 243 ja 241 alkuperien kotipaikka ja sie- menen tuleentumisvuosi	
Taimien kasvatus ja istutus	
Kuvat	

## J o h d a n t o

Useissa maissa on tehty jo kauan provenienssitutkimuksia. Tässä viitataan eräisiin. Varhaishistoriaa edustavat itävaltalainen C i e s l a r v. 1890, saksalainen S c h o t t v. 1907 ja sveitsiläinen E n g l e r v. 1913. Ruotsissa on provenienssitutkimuksiin kiinnitetty runsaasti huomiota. Erittäin ansioituneita ovat ruotsalaisen D a n g l e t 'in useat tutkimukset vuosilta 1936-1968. Muina tämän vuosisadan alun ruotsalaisina tutkijoina voidaan mainita E n e r o t h v. 1926, P e t r i n i v. 1942, S c h o t t e v. 1914 ja W i b e c k v. 1912-1933. Suomesta on lähinnä mainittava H e i k i n h e i m o , A a r n o K a l e l a ja S a r v a s. Uusimpia ruotsalaisia pohjoisten seutujen männyn provenienssitutkijoita ovat G u s t a f s s o n, E i c h e , S i n k o ja S t e f a n s s o n. Vasta nimitetty Tukholman metsäkorkeakoulun provenienssiopin apulaisprofessori K i e l l a n d e r on lähinnä tutkinut kuusta.

Mänty on eräs maapallon laajimmalle alalle levinneitä puulajeja ja siitä syystä perintötekijöiltään rikas puulaji. Provenienssitutkimuksissa kiinnitetään huomiota lähinnä männyn sopeutumaominaisuuksiin, jotka palvelevat sopeutumista paikalliseen ympäristöön. Näistä on Pohjois-Suomessa ilmeisesti tärkein mukautuminen paikallisen kasvukauden pituuteen. Emme tiedä vielä, miten tärkeitä ovat ominaisuudet sopeutua paikalliseen valoilmastoon, hallaisuuteen, talvipakkasiin, kestämään paikallisia tauteja ja juuriston kyky mukautua kylmään, tiiviiseen ja vähän happea sisältävään maalajiin.

Tehdyt provenienssitutkimukset päätyvät varsin yksimielisesti sellaiseen käsitykseen, että kasvukauden muuttuessa etelästä pohjoiseen siirryttäessä yhä lyhyemmäksi myös männyn rodut ovat mukautuneet vastaavaan rytmiin ilman jyrkkiä rajoja. Tästä poikkeaa ainoastaan *S a r v a k s e n* ns Kajaanin linjan teoria. Se esitetään tässä lyhyesti, koska tämän tutkimuksen tulokset pyrkivät osaltaan vastaamaan kysymykseen, miten oikeaan osunut *S a r v a k s e n* teoreettinen malli Pohjois-Suomen mäntyrotujen sopeutumattomuudesta paikalliseen ilmastoon on.

On ilmeisesti olemassa raja, mitä lyhyempään kasvukauteen mänty ei voi mukautua. Mäntymetsien pohjoisrajalla keskimääräinen vuotuinen lämpösumma on noin 600 d.d. Kuitenkin ns pohjoisessa reunavyöhykkeessä, joka alkaa 950 d.d:n kohdalta, männyn vuotuinen kehitys katkeaa useimpina vuosina kesken, mistä on seurauksena mm niukka kukkiminen, siemenen heikko tuleentuminen, puuaineen alhainen kesäpuuprosentti ja siitä johtuva Etelä-Suomen mäntyä vähäisempi lujuus ja pienempi selluloosan saanto, taimien heikkous valmistautua ottamaan vastaan talvea ym kielteisiä ilmiöitä. Jopa taimen ensimmäisenä elinvuotena varsinkin, jos alkukesä on kuiva ja kylmä, saattaa käydä niin, että täysin tuleentuneenkin siemenen itäminen tapahtuu vasta talven kynnyksellä eikä aina silloinkaan, joten runsaskin siemensato saattaa mennä hukkaan. *S a r v a k s e n* teorian mukaan mänty ei ole pystynyt mukautumaan paikallisen kasvukauden pituuteen eikä ehkä muihinkaan ympäristötekijöihin 950 d.d:n rajan pohjoispuolella aivan metsänrajaseutuja lukuunottamatta, joka kysymys jätetään tässä yhteydessä käsittelemättä tutkimusten ollessa kesken.

## T u t k i m u s t u l o k s e t

Koe n:o 232

Koe n:o 232 on perustettu yhteentoista paikkaan Suomessa. Näistä neljä on Lapin läänissä nimittäin Rovaniemellä, Pallasjärvellä, Teuravuoman suoviljelyksellä ja Kolarin Rantalehdossa. Kuva 1 esittää kokeessa mukana olleiden alkuperien kotipaikat ja em neljä pohjoista kenttäkoetta.

Kuvissa 2-5 esitetään taimien kumulatiivinen kuolleisuus kokeiden perustamishetkestä osittain vuoteen 1969 osittain 1970 mennessä. Nähdään, että istutus on onnistunut hyvin. Vuoden 1966 syksyllä tehdyn inventoinnin mukaan havaitaan, että taimia on kuollut ensimmäisen kesän aikana vähän, vaikka kevätkesä 1966 oli erittäin kuiva. Vähiten taimia kuoli Teuravuoman suoviljelyksellä (2 %). Pallasjärvellä kuoli 4 %, Rovaniemellä 5 %, mutta Kolarin Rantalehdossa 17 %.

Kuvat 2-5 osoittavat yhtäpitävästi, että paikalliset rotut yleensä jäävät parhaiten eloon. Inarin, Rovaniemen ja Rannan lajikkeet ovat jääneet kaikissa kokeissa parhaiten eloon. Seuraavaksi parhaiten ovat tulleet toimeen Kemijärven, Posion ja Pudasjärven lajikkeet. Selvästi näitä heikommin ovat tulleet toimeen Pyhäjärven, Kolin ja Vaalan lajikkeet. Tästä etelään kotoisin olevat erät ovat yleensä tuhoutuneet niin, että elossa on alle 10 %. Pori - Tampere - Punkaharju-linjan eteläpuolelta

kotoisin olevat erät ovat tuhoutuneet erittäin pahasti. Näistä Teuravuoman suoviljelyksellä 7, Rantalehdossa 7 ja Pallasjärvellä 4 erää on tuhoutunut täysin.

Kuvat 6, 7 ja 8 osoittavat kuolleisuuden prosentteina koko istutetuista taimimääristä vuosina 1968, 1969 ja 1970. Nähdään selvästi, että Etelä-Suomesta Lapin läänin alueelle siirretyt alkuperät ovat tuhoutuneet romahdusmaisesti, mutta 950 d.d:n rajan pohjoispuolelta kotoisin olevien alkuperien kesken ei havaita selviä kuolleisuuseroja.

Kuva 9 esittää Muhoksen Ansasaaren koekentän kumulatiivisen kuolleisuuden. Eteläiset alkuperät ovat Oulujokilaaksossa menestyneet jo paremmin kuin Lapin läänissä.

Koe n:o 243

Kuva 10 osoittaa provenienssikokeen n:o 243 menestymistä Teuravuoman taimitarhalla. Nähdään, että kylmä kesä 1968 on voimakkaasti verottanut kaikkia alkuperiä talven 1968-69 aikana, mutta suhteellisesti eniten on kuollut eteläisten erien taimia.

Koe n:o 241

Kokeeseen n:o 241 kuului 12 neuvostoliittolaista alkuperää, yksi Sveitsin alpeilta, yksi Etelä-Suomesta ja yksi Ylitorniolta.

Kuva 11 osoittaa, että Ylitornion vertailuerä on tullut erittäin hyvin toimeen. Seuraavaksi parhaiten jäi eloon Itä-Hämeen erä. Ylä-Jenisein ja Auskiin erät tulivat tyydyttävästi toimeen vuoden 1967 syksyyn asti. Sveitsin alppien, Kievin, Krasnojarskin ja Pensenskin erät tuhoutuivat täysin jo 1968 syksyyn mennessä. Kokeen lopputulos on kuitenkin järkyttävä. Kylmän kesän 1968 jälkeen keväällä 1969 olivat neuvostoliittolaisten erien kaikki taimet kuolleet. Itä-Hämeen erästäkin oli hengissä vain 5 %, mutta paikallisesta Ylitornion lajikkeesta oli hengissä 74 %. Missä määrin neuvostoliittolaisten erien tuhoon vaikuttaa jyrkkä mannerilmasto ja viljelypaikasta suuresti poikkeava valoilmasto, selvinnee kokeen Etelä-Suomeen viljellyistä toistoista myöhemmin.

Koe n:o 106

Kuva 12 osoittaa pohjoisen (Kolari) ja eteläisen (Tenhola) sekä pohjoisen ja eteläisen kaukoristeytyksen (Petsamo x Solböle) menestymistä pohjoiseen ja etelään viljeltynä. Nähdään, että etelän alkuperistä on kuollut viiden vuoden aikana etelässä 22 % ja pohjoisessa 86 %. Pohjoisen alkuperästä on kuollut etelässä 66 % ja pohjoisessa 35 %. Kaukoristeytysjälkeläisistä on kuollut etelässä 18 % ja pohjoisessa 42 %. Kokeen yllätyksenä on pohjoisen lajikkeen suuri kuolleisuus etelässä sekä Petsamo x Tenhola risteytyksen verraten hyvä toimeen tulo. Taimien kasvua vertailtaessa havaitaan, että Petsamo x Tenhola risteytys on kasvanut parhaiten vieläpä pohjoiseen viljeltynä. Pohjoinen alkuperä on jäänyt pienimmäksi vieläpä etelään siirrettynä.

Kuva 13 osoittaa em erien taimien kumulatiivisen kuolleisuuden ja taimien keskipituuden kehitystä vuosina 1959-70 Kivalon koekentällä. Nähdään, että Tenholan erästä on elossa v. 1970 enää 3 % ja keskipituuskin useiden latvatuhojen tähden jäänyt jälkeen Kolarin taimien keskipituudesta. Petsamo x Tenhola risteytys-erän keskipituus on edelleen suurin, joskin kuolleisuus-% on 84. Kaikkien muiden kokeiden mukaisesti myös Kolarin erästä on kuollut runsaasti eli 60 % alkuperäisestä taimimäärästä. Kauko-risteytyksen taimien hyvä pituuskehitys antaa aihetta odottaa mielenkiintoisia tuloksia poly-crosskokeista, joita lähivuosina tullaan suurehkoina sarjoina perustamaan myös Pohjois-Suomeen.

#### Varjostuskoe

Varjostuskokeen tarkoituksena on tutkia, ovatko Pohjois-Suomen mäntyrodut erikoistuneet paikalliseen valoilmastoon. Siihen kuului kolme pohjoissuomalaista, kolme Kainuun ja kolme eteläsuomalaista alkuperää. Koe suunniteltiin kaksi vuotta kestäväksi. Etelä-suomalaiset alkuperät tuhoutuvat kuitenkin ensimmäisen talven aikana jokseenkin täydellisesti, kun ensimmäinen kesä 1968 sattui olemaan hyvin kylmä. Koe on kuitenkin sellaisenaan erittäin selvän tuloksen antava provenienssikoe.

K y l m i e n k e s i e n v a i k u t u s p r o v e n i e n s -  
s i e r i e n k e s t ä v y y t e e n j a k a s v u u n

Kuva 14 osoittaa Sodankylän ilmastoasemalla mitatut kasvu-  
kauden tehoisan lämpötilan summat alkaen vuodesta 1908. Nähdään,  
että 1960-luvulla oli kylmää kesää. Nämä olivat kesät 1962, 1965  
ja 1968. Vastaavat lämpösummat olivat 580, 641 ja 627 d.d:tä.  
Näitä kesiä vastaava ilmasto oli keskimäärin vuosina 1931-60  
Enontekiön Käsivarressa Kelottijärven ja Ropinsalmen välisellä  
alueella, jossa mäntyä ei enää esiinny. Toisaalta vuosikymmeneen  
osui vuosisadan toiseksi lämpimin kesä 1960, jolloin lämpösumma  
oli 1071, joka vastaa Keski-Suomen Saarijärven eli 550 km eteläm-  
pänä sijaitsevan paikan keskimääräistä lämpösummaa.

On tärkeätä tietää kylmien kesien sattumisajankohdat sil-  
loin, kun tehdään proveniensiitutkimuksia. Tätä osoittaa Teura-  
vuomalla suoritettun ns istutustapa- ja lannoituskokeen tulos.  
Kuva 15 osoittaa yhteenvedon taimien kuolleisuudessa vuosina  
1965-70. Yhteenvetoon on otettu mukaan vain vaon reunaan, har-  
jalle ja tasamalle istutetut taimet. Viljely on tehty v. 1965  
Ylitornion 2/0 avomaan taimilla ja täydennys v. 1966 2+1 samalla  
alkuperällä.

Kuva 15 osoittaa, että kylmän ja sateisen kesän 1965 seu-  
rauksena oli keväällä 1966 jäljellä enää 39 % taimista. Samana  
keväänä inventoinnin jälkeen täydennettiin koe uudelleen perusta-  
mistiheyteen asti. Vuodet 1966 ja 1967 olivat keskimääräisen

lämpimiä. V. 1967 keväällä oli kuollut 24 % taimista ja edelleen v. 1968 keväällä lisää 17 % täydestä v. 1966 kevään taimimäärästä. V. 1969 ei inventointia suoritettu, mutta v. 1970 syksyllä oli edelleen tuhoutunut 28 % vuoden 1966 täydestä viljelystä. Tästä kuolleisuudesta lienee n. 22 % tapahtunut vuoden 1969 keväeseen mennessä, koska 1969 kevään ja 1970 syksyn välisenä aikana vain pääasiallisesti myyrätuhot verottivat kokeen taimia. Vaikka jyrkkää kuolleisuuden nousua vuoden 1968 kylmän kesän jälkeen ei tapahtunutkaan, on ymmärrettävä, että vuosina 1965-68 suurin osa huonosti sopeutuvista yksilöistä oli jo kuollut sekä kokeessa että täydennystaimista taimitarhan avomaalla.

Istutustapa- ja lannoituskokeen aineistoa tarkasteltaessa voidaan todeta, että kylmä kesä 1968 on voimakkaasti pienentänyt pituuskasvua v. 1969 ja neulasten pituutta v. 1968.

E i c h e n ja G u s t a f s s o n (1970) julkaisusta voidaan myös todeta, että kylmät kesät ovat verottaneet kaikkia viljelytaimistoja, mutta erityisen voimakkaasti ne ovat vaikuttaneet viljelypaikkaa eteläisempien provenienssien kuolemiseen. Pohjois-Norrlannissa viljelypaikkaa eteläisemmät männyn provenienssit eivät jää eloon yhtä hyvin kuin paikalliset tai sitä pohjoisemmat provenienssit. Tutkimus osoittaa myös, että eräissä eteläisissä kenttäkokeissa kaukaa siirrettyjen taimien kuolleisuus ilmastollisista syistä ei ole erityisen vaikea ongelma. Pitkätkin materiaalin siirrot ovat mahdollisia. Em pohjoisen ja eteläisen alueen välillä esiintyy laaja vaihettumisvyöhyke, jossa paikalliset rodut eivät ole välttämättä erikoistuneet parhaiten kestämään ja jäämään eloon em ilmastossa.

E i c h e ja G u s t a f s s o n ovat myös sitä mieltä, että on mahdollista löytää maantieteellisiä alkuperiä, joiden kohdalla sekä hyvä kestävyys että hyvä kasvu ovat yht' aikaa mahdollisia saavuttaa. Kuitenkin Pohjois-Norrlannissa on varottava käyttämästä eteläisiä, nopeakasvuisia ja pitkän kasvuperiodin lajikkeita johtuen erilaisista talven ja kevään lämpötiloista sekä kevään lumen ja roudan sulamisen vaihteluista. Tällaiset ilmastolliset olosuhteet saattavat johtaa enemmän tai vähemmän yleisesti jällen vaurioitumiseen, rungon kuivamiseen ja hallavahinkoihin. Suomalaisen, lähinnä S a r v a k s e n käsityksen mukaan, tämä johtuu lähinnä kasvukauden tehollisen lämpösumman kylminä kesinä aiheuttamasta männyn taimien valmistautumattomuudesta ottaa talvea vastaan ts. kasvukausi loppuu kesken.

## Y h d i s t e l m ä

Kaikki tässä tutkimuksessa esitetyt provenienssikokeet osoittavat yhtäpitävästi, että Oulujoen eteläpuolelta Rovaniemelle, Kolariin ja Pallasjärvelle viljeltyt männyn alkuperät ovat erittäin pahasti tuhoutuneet. Alkuperien kuolleisuus-% kasvaa verraten selvästi Oulujoelta Suomenlahden rannikolle. Sen sijaan 950 d.d:n käyrän pohjoispuolelta valittujen erien välillä ei ole selvää eroa kuolleisuudessa. Uusia provenienssikokeita, joissa on runsaasti pohjois-suomalaisia alkuperiä, on pantu alulle.

Kuolleisuus on ollut jyrkintä kylmien kesien 1962, 1965 ja 1968 jälkeisinä keväinä. Ainoatakaan Lapin läänin alueelle 950 d.d:n rajaa etelämpää 1960-luvulla istuttaen viljeltyä alkuperää, joka olisi selvästi ollut kestävä, ei ole löydetty.

## Tietoja kokeessa olevista alkupeleistä.

Data for the provenances in the experiment.

Työ n:o	Tunnus	Alkupeleä	Latitude	Longitude	Korkeus Altitude m	Siemen kerätty Seed collected 1)
Prov. nr	Seed lot nr	Origin				
1	60-133	Utsjoki, St.1	69°38'N	27°07'E	50	1959
2	60-134	Utsjoki	69°32'N	27°15'E	50	1959
3	60-135	Utsjoki	69°32'N	27°15'E	50	1959
4	60-131	Inari	69°44'N	26°42'E	150	1959
5	60-132	Inari, St.2	69°05'N	27°10'E	150	1959
6	60-138	Inari	69°12'N	27°15'E	150	1959
7	60-452	Enontekiö	68°45'N	23°32'E	330	1959
8	60-453	Enontekiö	68°20'N	23°30'E	390	1959
9	60-454	Enontekiö	68°20'N	23°30'E	385	1959
10	58-034	Savukoski	67°30'N	27°31'E	250	1957
11	60-126	Salla, St.5	67°12'N	29°12'E	223	1959
12	58-030	Kemijärvi	66°52'N	28°02'E	185	1957
13	63-004	Rovaniemi mlk	66°22'N	26°45'E	100-180	1961
14	60-125	Kivalo, St.7	66°22'N	25°45'E	100	1959
15	60-130	Rovaniemi mlk	66°25'N	26°45'E	100	1959
16	60-136	Rovaniemi mlk	66°21'N	26°57'E	100	1959
17	62-013	Rovaniemi mlk	66°29'N	25°50'E	200	1962?
18	62-014	Fosio	66° 4'N	28° 8'E	300	1961
19	62-012	Ranua	65°52'N	26°30'E	170	1961
20	60-042	Pattijoki	64°43'N	24°36'E	50	1959
21	55-271	Paltamo	64°25'N	27°47'E	200	1955
22	60-043	Rantsila	64°30'N	25°30'E	65	1959

23	60-108	Pyhäjoki, St. 10	64°25'N	24°35'E	80	1959
24	60-109	Koli, St. 12	63°04'N	29°49'E	150	1959
25	60-037	Veteli	63°59'N	23°45'E	150	1959
26	60-032	Isokyrö	62°55'N	22°15'E	55	1959
27	58-251A	Kontiolahti	62°40'N	29°58'E	180	1958
28	60-026	Rääkkylä	62°27'N	29°43'E	100	1959
29	60-014	Virrat	62°30'N	23°47'E	120	1959
30	60-092	Kerimäki, St. 11	61°50'N	29°25'E	81	1959
31	60-069	Vilppula, St. 16	62°01'N	24°48'E	110	1959
32	55-237	Punkaharju	61°46'N	29°18'E	100	1955
33	60-068	Padasjoki, St. 17	61°25'N	25°00'E	115	1959
34	60-091	Jaala, St. 17A	61°06'N	26°39'E	80	1959
35	60-067	Bromarv, St. 22	59°55'N	22°55'E	10	1959
36	62-001	Sund, St. 23	60°13'N	20°13'E	20	1961
37	T3-63-3	USSR, Petro- savodsk meh.	61°50'N	34°00'E	100-200	1962
38	T3-64-28	USSR, Konosha	61°00'N	40°10'E	100-300	
39	T3-64-27	USSR, Konosha	61°00'N	40°10'E	100-300	

6

Koe 243

1) Vuosi, jolloin siemen on kypsynyt  
Refers to the ripening year of the seedcrop

lukko . Tietoja kokeessa olevista alkuperistä

le . Data for the provenances in the experiment.

n:o v. nr	Tunnus Seed lot nr	Alkuperä Origin	Latitude	Longitude	Korkeus Altit. m	Siemen kerätty Seed collected 1)
1	RI-55-266	Sotkamo	64° 9' N	28° 25' E	120	1955
2	RI-55-278	Pudasjärvi	65° 25' N	27° 25' E	110	1955
3	RI-58-030	Kemijärvi	66° 52' N	28° 02' E	185	1958
4	RI-60-028	Leppävirta	62° 30' N	27° 50' E	115	1959
5	RI-60-032	Isokyrö	62° 55' N	22° 15' E	55	1959
6	RI-60-035	Lappajärvi	63° 15' N	23° 37' E	120	1959
7	RI-60-044	Vaala	64° 30' N	26° 45' E	140	1959
8	RI-60-067	Bromarv, St. 22	59° 55' N	22° 55' E	10	1960
9	RI-60-068	Padasjoki	61° 25' N	25° 15' E	115	1960
10	RI-60-069	Kuorevesi	62° 01' N	24° 48' E	110	1960
11	RI-60-091	Jaala	61° 06' N	26° 39' E	80	1960
12	RI-60-092	Kerimäki	61° 50' N	29° 25' E	81	1960
13	RI-60-108	Pyhäjoki	64° 25' N	24° 35' E	80	1960
14	RI-60-109	Koli	63° 04' N	29° 49' E	130	1960
15	RI-60-125	Rovaniemi mlk	66° 22' N	25° 45' E	100	1960
16	RI-60-126	Salla	67° 12' N	29° 12' E	223	1960
17	RI-60-130	Rovaniemi mlk	66° 25' N	26° 45' E	100	1960
18	RI-60-132	Inari	69° 05' N	27° 10' E	150	1960
19	G-62-001	Sund	60° 13' N	20° 13' E	20	1962
20	G-62-012	Ranua	65° 52' N	26° 30' E	170	1962
21	G-62-014	Posio	66° 4' N	28° 8' E	300	1962
22	G-63-001	Inari	68° 35' N	27° 30' E	300	1961
23	G-63-003	Rovaniemi mlk	66° 25' N	25° 45' E	100	1961
24	T8-59/60-23	Sulkava	61° 44' N	28° 26' E	130	1959
25	T8-59/60-24	Sulkava	61° 44' N	28° 08' E	130	1959
26	T8-59/60-27	Sulkava	61° 40' N	28° 20' E	130	1959
27	T8-61-4-	Jaala	61° 00' N	26° 30' E	120	1961
28	T8-61-5	Asikkala	61° 10' N	25° 30' E	140	1961
29	T8-61-9	Kitee	61° 50' N	29° 50' E	120	1961
30	T8-61-10	Suomenniemi	61° 20' N	27° 30' E	130	1961
31	T8-62-12	Loppi	60° 40' N	24° 28' E	130	1962
32	T8-62-13	Loppi	60° 40' N	24° 28' E	130	1962

oe 232 Pinus silvestris

) Vuosi, jolloin siemen on kypsynyt

Refers to the ripening year of the seedcrop

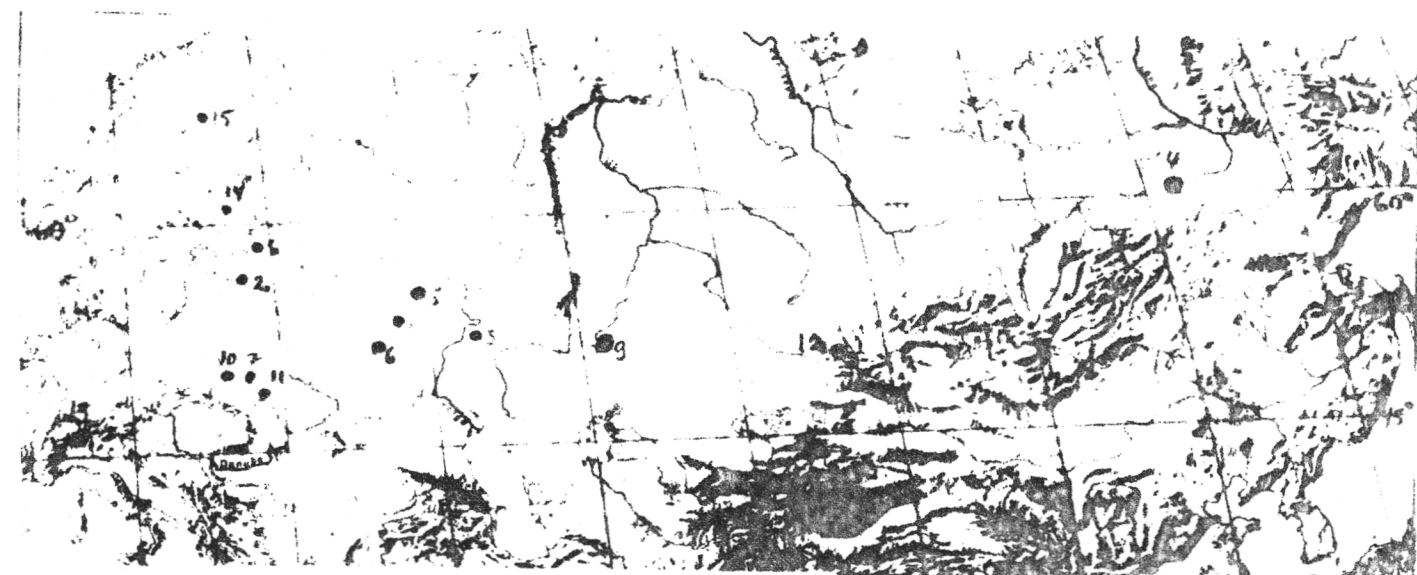
aulukko . Tietoja kokeessa olevista alkuperistä.

able . Data for the provenances in the experiment.

Tunnus Seed v. lot nr.	Alkuperä Origin	Latitude	Longitude	Korkeus Altit. m	Siemen kerätt. Seed collec
R-64-549	USSR, Pensenskoj lesh.	c.53°10'N	c.45°00'E	200-300	1961
R-64-551	USSR, Novorshenskij lesh.	57°00'N	28°55'E	100-200	1961
R-64-552	USSR, Krasnojarskoje lespr.	c.53°10'N	c.50°10'E	100-200	1962
R-64-553	USSR, Olekminskij lesh.	60°10'N	120°10'E	200-500	1962
R-64-556	USSR, Lipleiskoje lesvo.	54°15'N	43°00'E	100-200	1961
R-64-558	USSR, Savalskij lesh.	51°20'N	42°00'E	100-200	1962
R-64-559	USSR, Ovrugskogo lesh.	51°20'N	28°45'E	100-300	1962
R-64-566	USSR, Lushkij lesh.	58°40'N	29°28'E	0-100	1961
R-64-567	USSR, Mehonskogo lespr.	56°10'N	64°30'E	0-100	1961
R-64-568	USSR, Kovelskogo lesh.	51°10'N	24°40'E	100-200	1962
R-64-570	USSR, Kievskogo lesh.	50°30'N	30°15'E	100-200	1962
R-64-572	USSR, Osnatsenskoje lesvo.	53°02'N	91°25'E	750-1000	1961
R-64-525	Schweiz, Cažis, Domäne Realta	46°24'N	9°40'E	650	1963
-	Finland, Ylitornio	66°20'N	23°40'E	100-200	?
T3-57/58-1	Finland, Itä-Hämeen mhl: läntinen alue	c.61°10'N	c.25°20'E		1957

241. Venäläinen mänty

Vuosi, jolloin siemen on kypsynyt  
Refers to ripening year of the seedcrop



## Taimien kasvatusta ja istutus

### Koe 232

Taimet tuotiin suoraan istutuspaikalleen Ruotsinkylästä. Ne olivat silloin 1 M + 2 A-ikäisiä. Istutus tapahtui kourukuokkaa käyttäen siten, että maahan lyötiin kuokalla rako, johon taimien juuret levitettiin ja rako poljettiin kiinni jalalla painaen. Istutus tapahtui Kolarin Teuravuoman suoviljelyksellä 2-4.6. ja Rantalehdossa 6-8.6., Rovaniemen mlk:n Kivalon kokeilualueen Leipimaassa 31.5.-3.6. ja Kittilän kunnan Pallasjärven Matorovassa 3-4.6.1966. Teuravuomalla istutettiin aurapalteeeseen ja muissa paikoissa muokkaamattomaan maahan.

### Koe 243

Siemenet kylvettiin Rovaniemen Mortin taimitarhalle muovihuoneeseen keväällä 1965. Typen annossa tapahtuneen erehdyksen tähden taimet olivat heikkoja ja ne pidettiin muovihuoneessa koulimatta myös seuraavan vuoden. V. 1967 taimet koulittiin Teuravuomalle muovihuoneisiin. V. 1968 taimet koulittiin avomaalle Teuravuomalla. Keväällä 1969 perustettiin kenttäkokeet Kolarin Teuravuoman suoviljelykselle 16-18.6., Suomussalmelle 9-10.6. ja Valtimoon. Teuravuoman taimitarhalle jääneet koulittiin vielä kerran avomaalle ja näistä 2 M + 1 M + 1 A + 1 A taimista perustettiin vielä kenttäkokeet keväällä 1970 Hirvaalle, Soudankylään Luiron hoitoalueeseen ja Kolarisiin Huttusen kumpuun. Istutusmenetelmä oli sama kuin kokeessa 232.

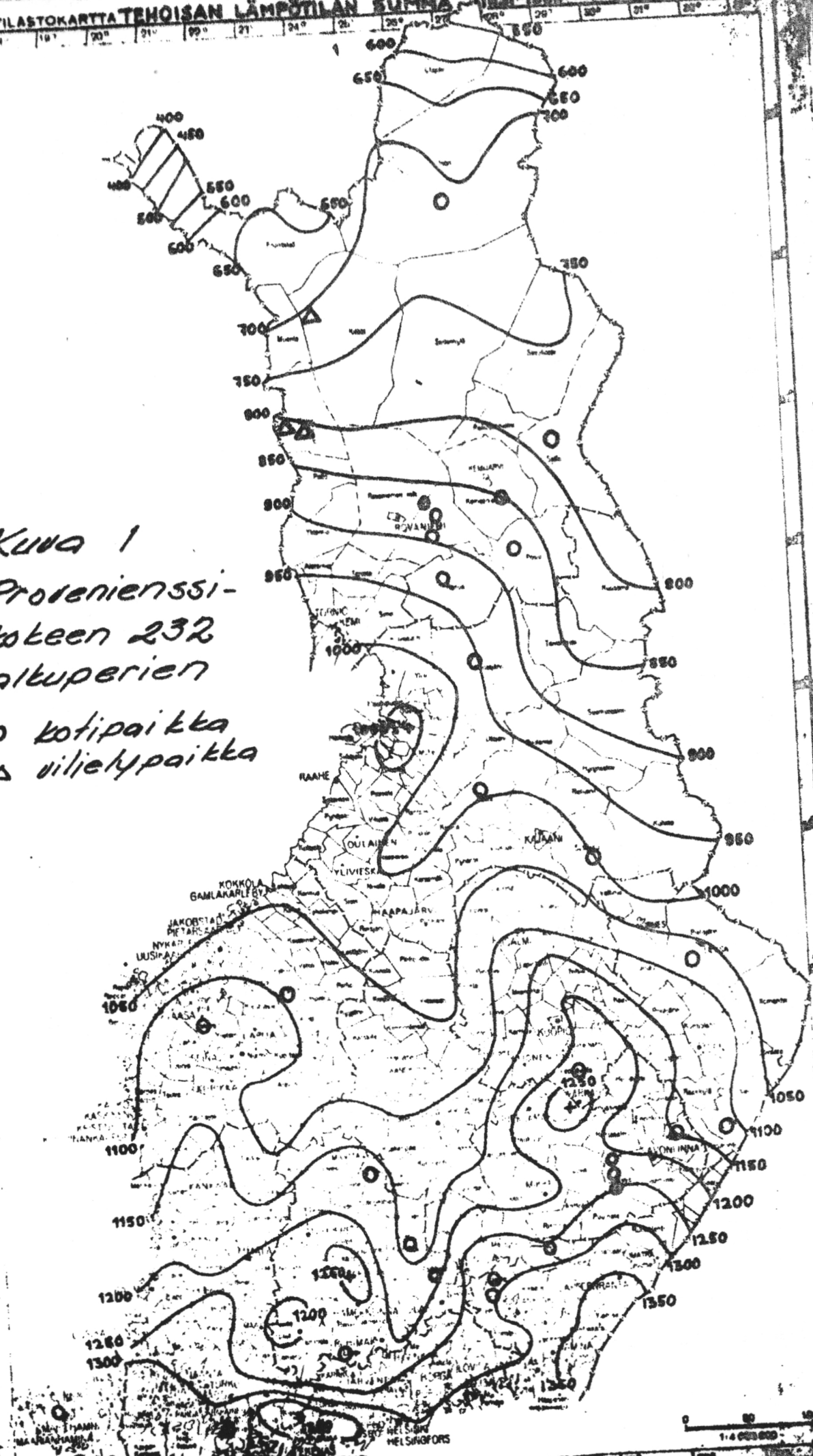
### Koe 106

Koe istutettiin 10-16.6. 1959 Kivaloon. Taimien ikä oli 2 A + 2 A.

### Koe 241

Kokeen taimet tuotiin Ruotsinkylästä 1 M-vuotuisina ja koulittiin Rovaniemen Mortin taimitarha-alueelle keväällä 1965. Taimet olivat koulimatta paikallaan kesät 1965 ja 1966. V. 1967 taimet siirrettiin Teuravuoman taimitarhalle avomaalle, jossa ne olivat koulimatta kaksi kesää. V. 1969 keväällä kaikki taimet olivat kuolleet.

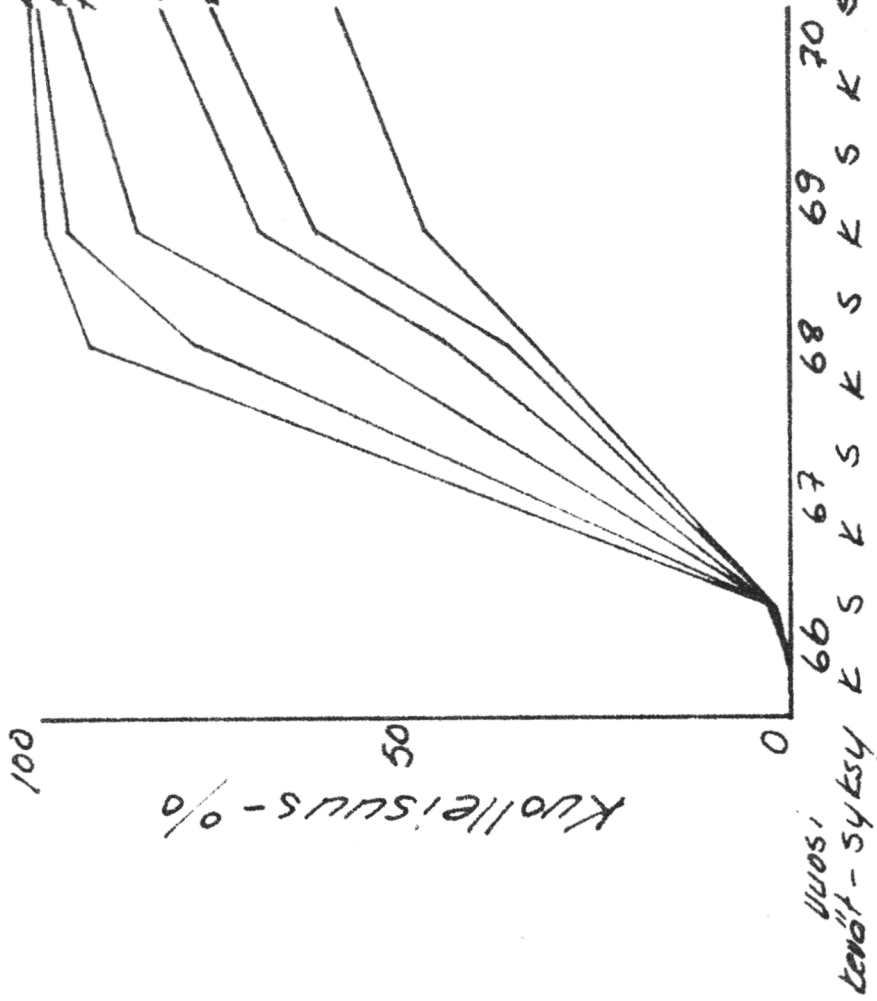
*Kuva 1*  
*Prodeniensi-*  
*tokeen 232*  
*altuperien*  
*o kotipaikka*  
*Δ viljelypaikka*



Suikava I, II ja III, Pudasjoki, Asikkala, Suna, Solballe,  
 Koli, Lappajärvi, Isokyrö, Leppävesi, Kuorevesi, Keskilampi,  
 Kerimäki, Suomenniemi, Jaala I, Jaala II, Loppi I, Loppi II,  
 Pyhäjoki, Sotkamo

Posio, Pudasjärvi, Kemijärvi, Kaala  
 Ronva, Roi II ja III

Inari, Rovaniemi I, Salla



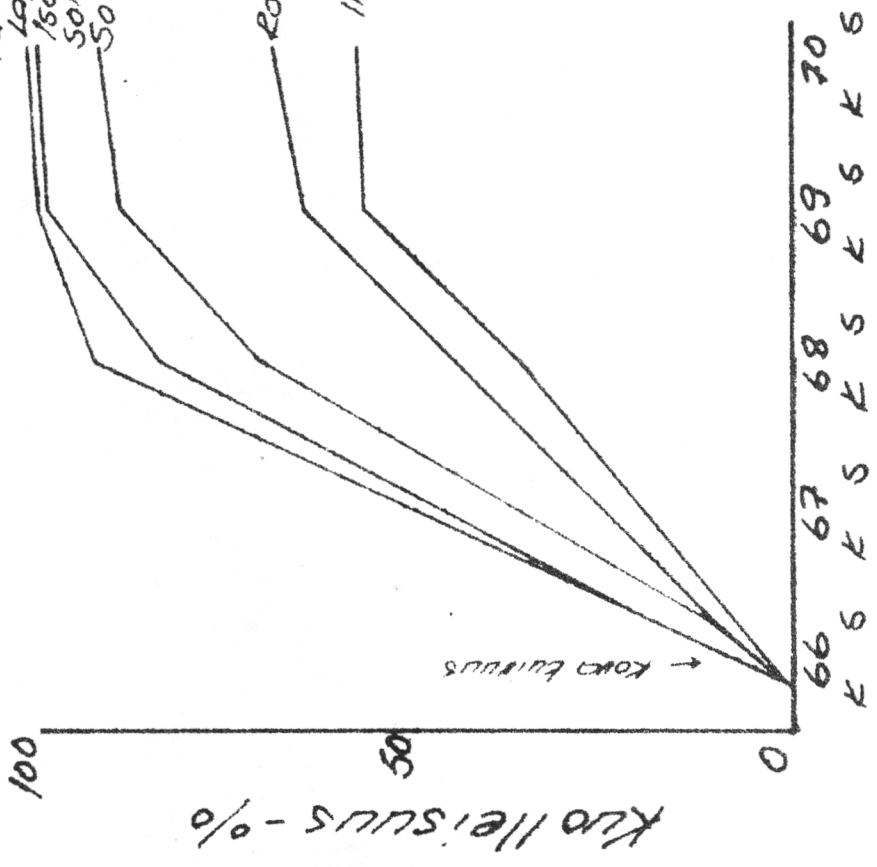
Lat. 67° 16'  
 Long. 23° 50'  
 Alt. 150m

Kuva 2. Provenienssitoe 232/6 Kolari, Teuraavuoman  
 suovihelys Taimien kumulatiivinen kuolleisuus.

Padasjoki, Kuoreres, Toola, Ija II, Kerimäki, Sulkava II,  
 Lappi, Sund (1150-1320 d.)  
 Isokyrö, Sulkava - Kesälahki, Suomensiem. Asikkola,  
 Solballe, Leppäyrkä (1120-1320 d.)  
 Sotkamo, Pyhäoeki, Koi (1000-1050 d.)

Roi II ja III, Ronua, Pudasjärvi (900-950 d.)  
 Inari, Roi I, Posio, (660-900 d.)

Lat. 67° 16'  
 Long. 23° 51'  
 A14 155 m  
 Laji kkeika 25 kpl  
 Taimia 25 kpl / ruuku  
 Toistola 6 kpl

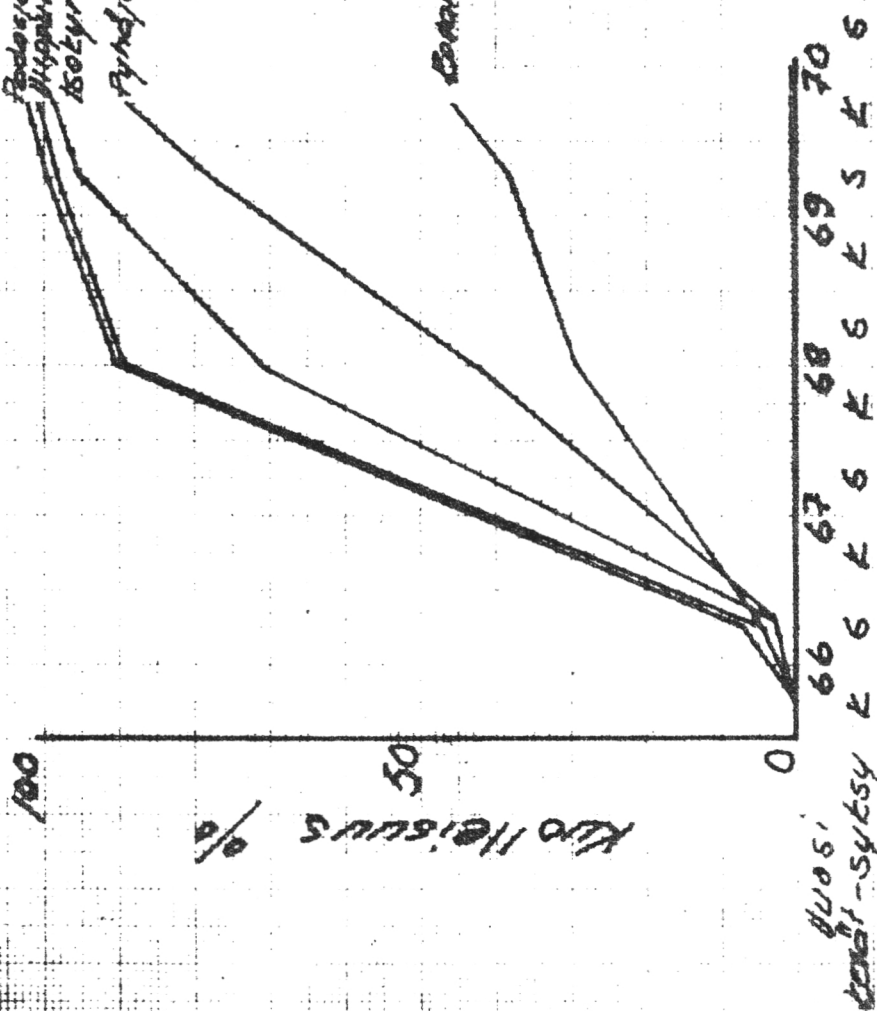


Kuva 3 Provenienssikoje 232/7. Kolari, Rantalehto  
 Taimien kumulatiivinen kuulleurisuus

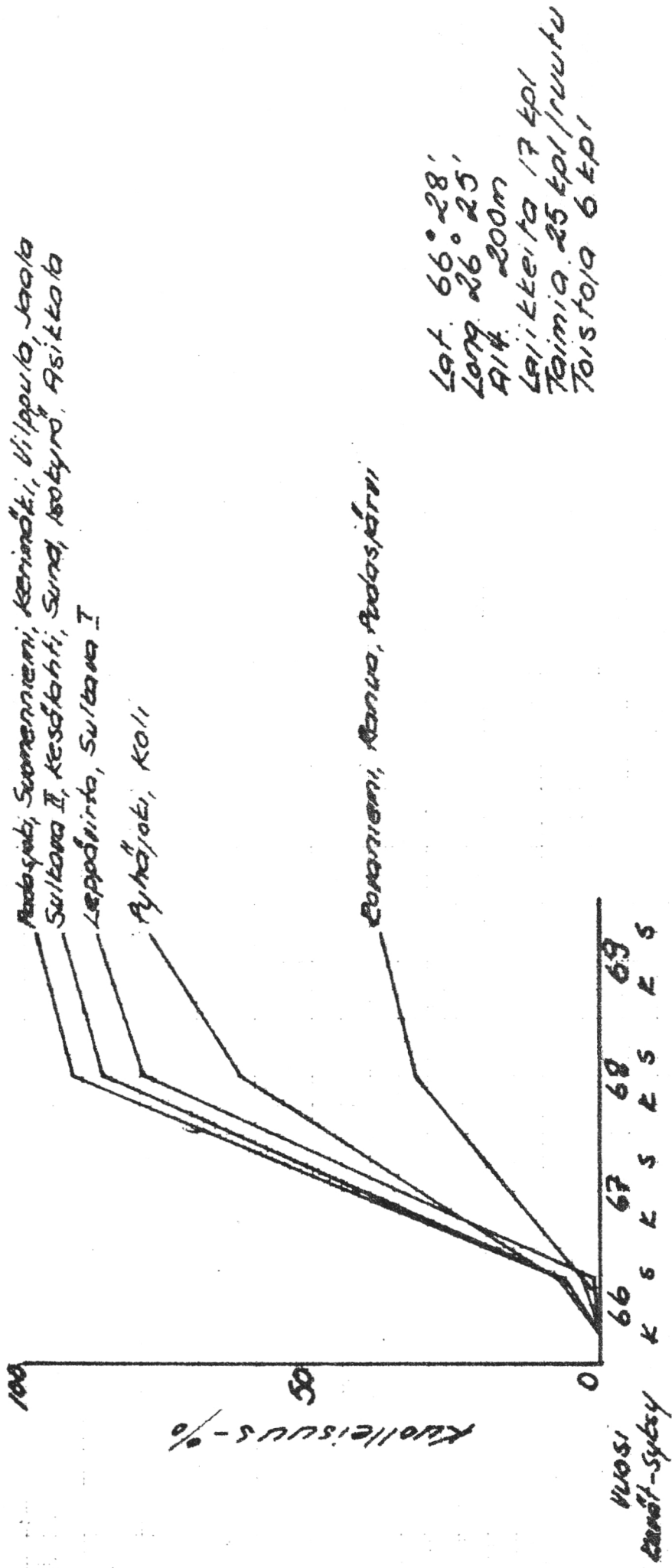
Pöytälahti, Karimäki, Sulbano II, Suomenniemi  
 Myllymäki, Toivola, Saarni  
 Isokyrö, Sulbano II, Pöytälahti  
 Pyhäjärvi, Koli

Bananiemi, Banua

Lat. 67° 50'  
 Long. 24° 10'  
 AHN 310 m  
 Lajittelu 15 kpl  
 Taimia 25 kpl / ruutu  
 Toistaja 6 kpl



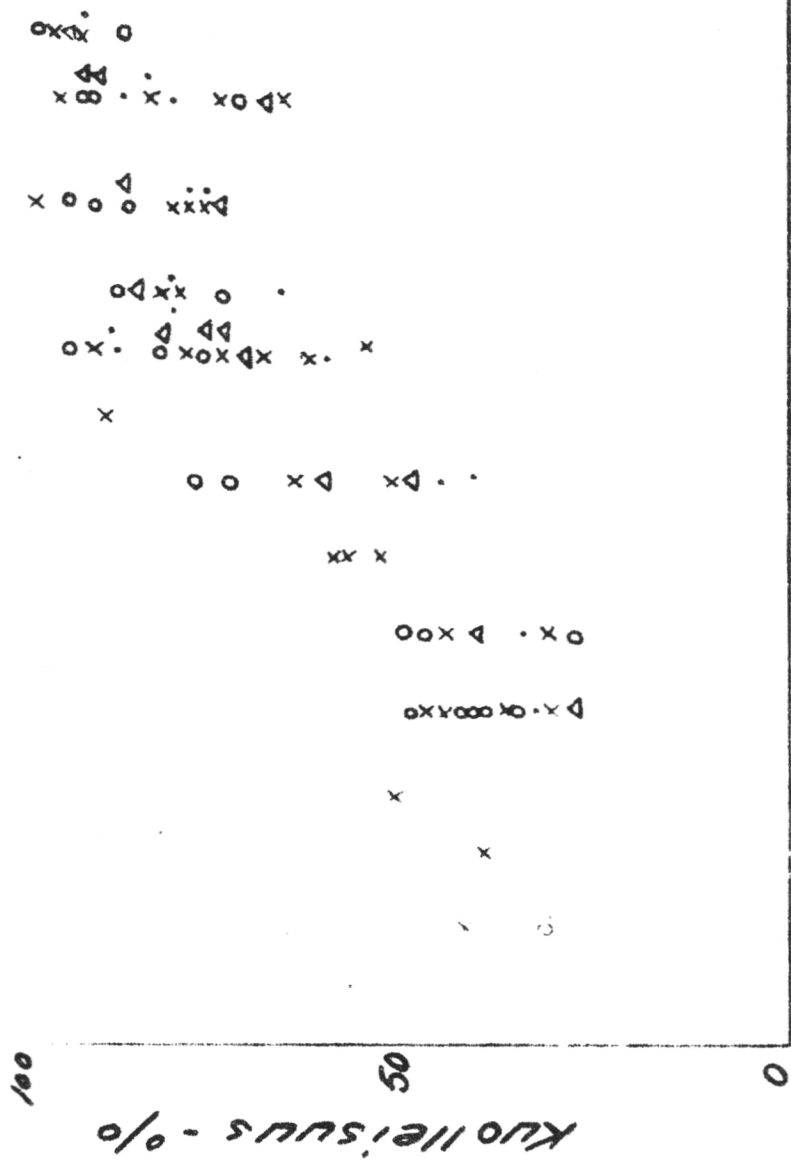
Kuva 4 Provenienssitoteen 232 taimien kumulatiivinen  
 kuolleisuus - % Pöytäjärven Motoron kokeessa



Lat. 66° 28'  
 Long. 26° 25'  
 Aik. 200m  
 Lajikkeita 17 kpl  
 Taimia 25 kpl/ruutu  
 Toistoja 6 kpl

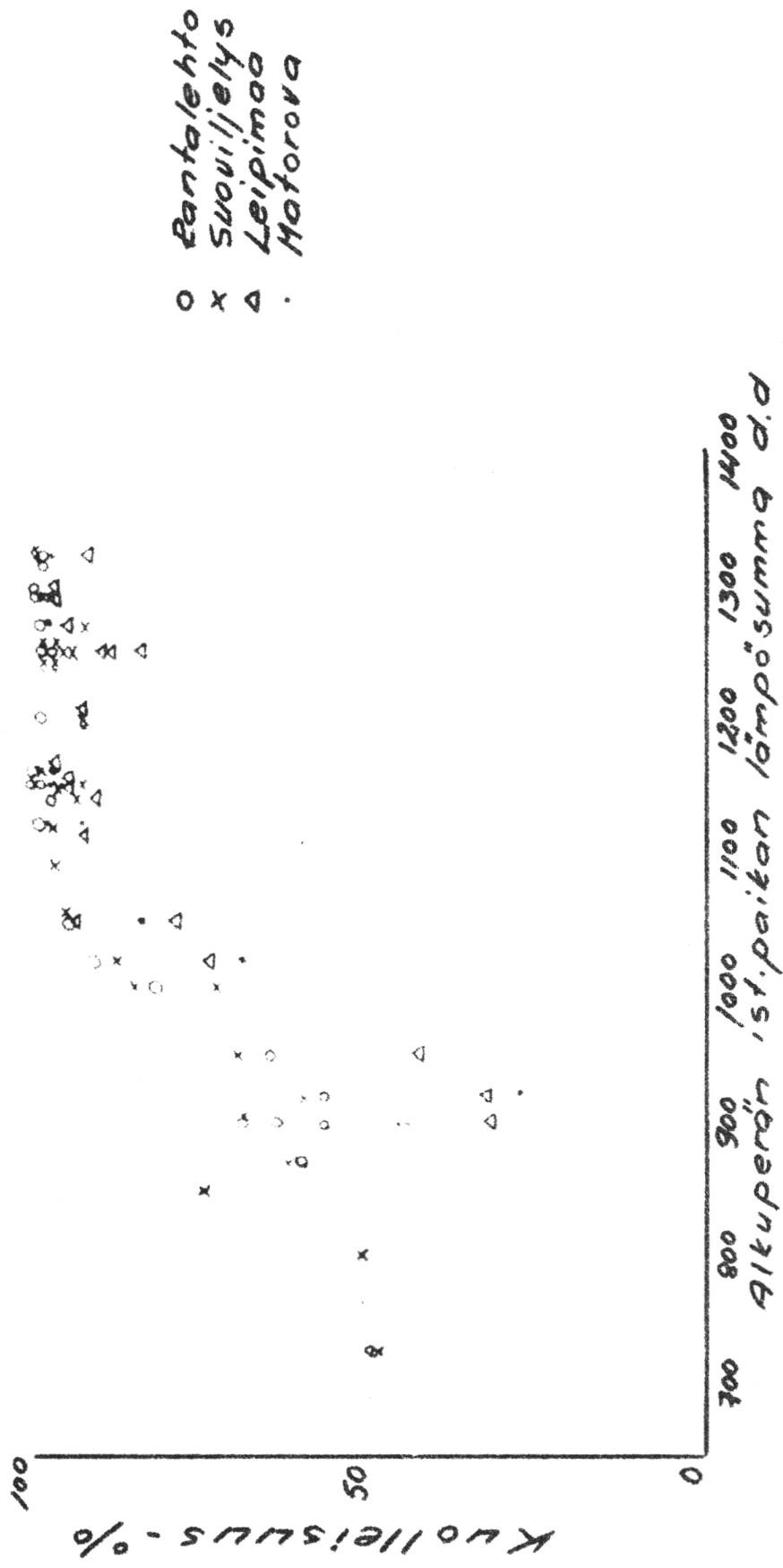
Kuva 5. Provenienssikoet 232/9 Rovaniemi mlk, Leipimaa.  
 Taimien kumulatiivinen kuoletisuus-%.

○ Rantalehto  
 x Suvilliellys  
 △ Leipimaa  
 • Matorova



700 800 900 1000 1100 1200 1300 1400  
 Aikuperän kotipäivä, kan lämpösumma, d.d.

KUVA 6 Koe 232. Istutettu 1966. Lapin läänin alueella sijaitsevien koealojen taimien kuolleisuus - % v. 1968.

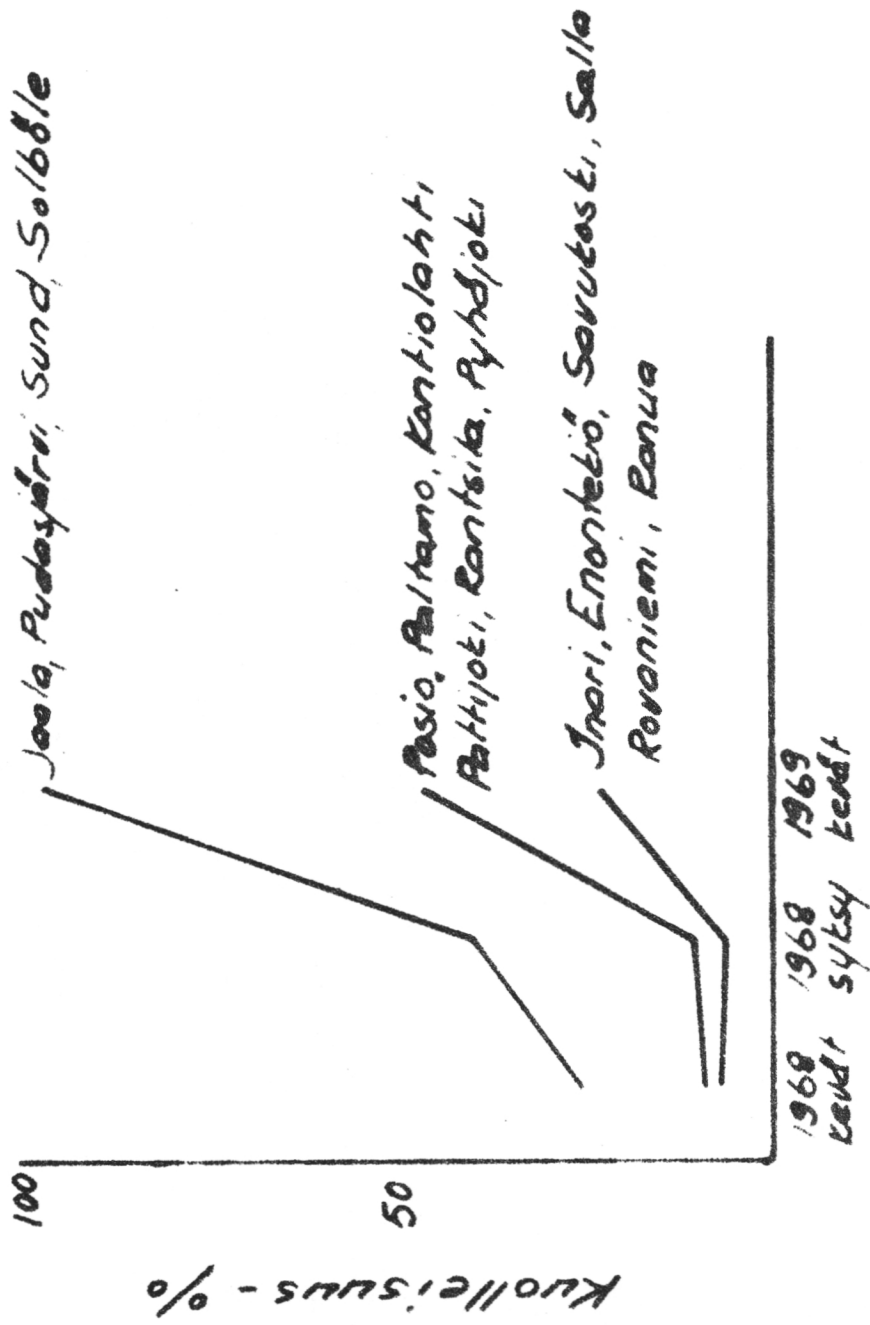


Kuva 7 Koe 232 Istutettu u. 1966. Lepin läänin alueella sijait-  
sevien koealojen taimien kuolleisuus - % u. 1969.



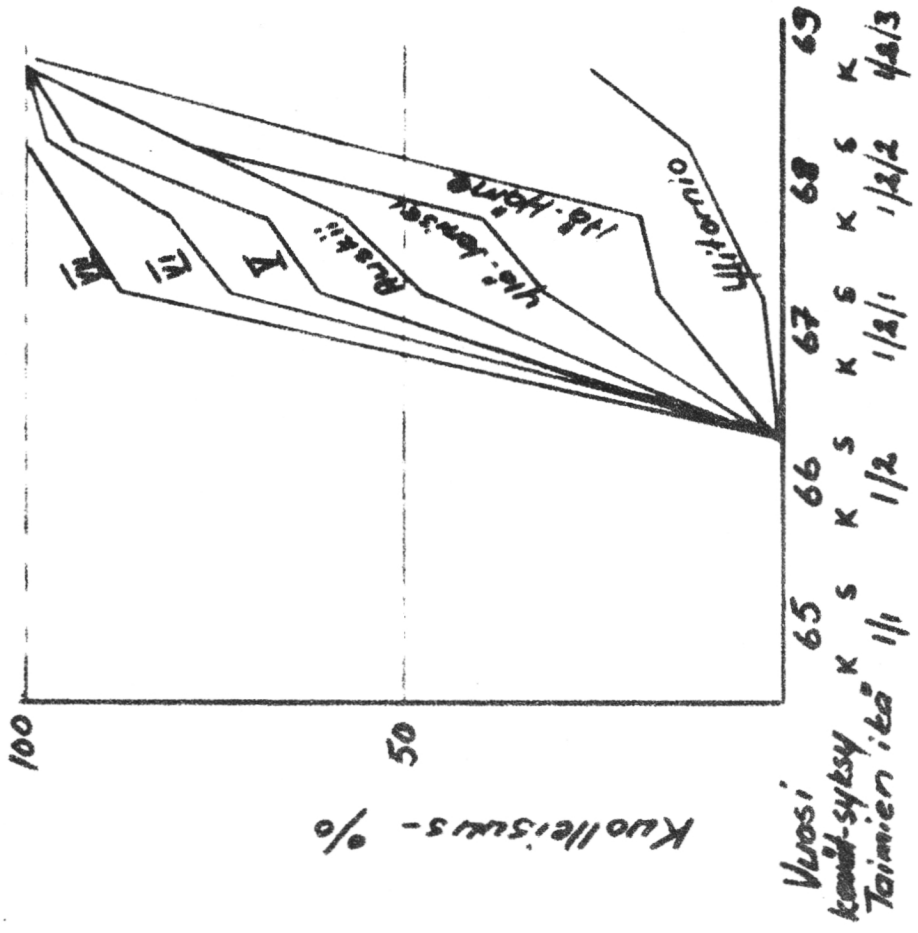
Alkuperä	Kuolleisuus-%
Inari	31
Salla	23
Kemijärvi	13
Rovaniemi mlk	9
"	17
"	15
Posio	5
Ranua	8
Pudasjärvi	10
Pyhäjoki	13
Sotkamo	17
Lappajärvi	63
Koli	13
Isokyrö	28
Leppävirta	12
Kuorevesi	41
Kesälahti	31
Kerimäki	36
Sulkava	51
"	34
Padasjoki	53
Suomenniemi	49
Asikkala	51
Jaala	58
"	51
Lappi	34
"	35
Sund	51
Solböle	49

Kuva 9. Koe 232. Muhoksen Ansasaari. Istutettu v. 1966.  
Taimien kuolleisuus-% syksyn 1970 inventoinnissa.



Kuva 10. Provenienssitöiden 243 erien  
kuolemien, % edellisen inventoinnin kpl-määrästä  
Kylä 1965. Koulinta 1966, 1967 ja 1968  
Taimiharhalta Kotarin Teuranuomalta.

- V Mehonsti, Oksanen, Savolainen
- VI Alpersen, Korhonen, Oksanen, Lippelä
- VII Penttinen, Koskenpää, Kivimäki

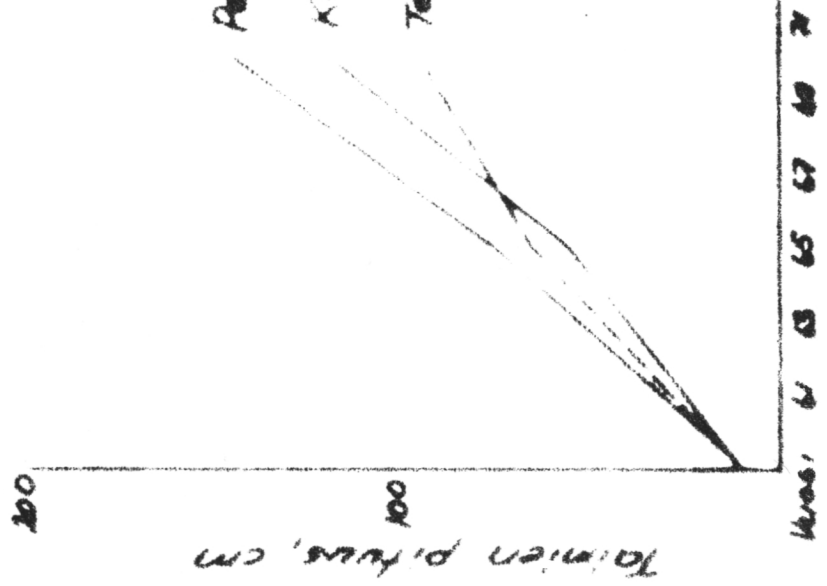
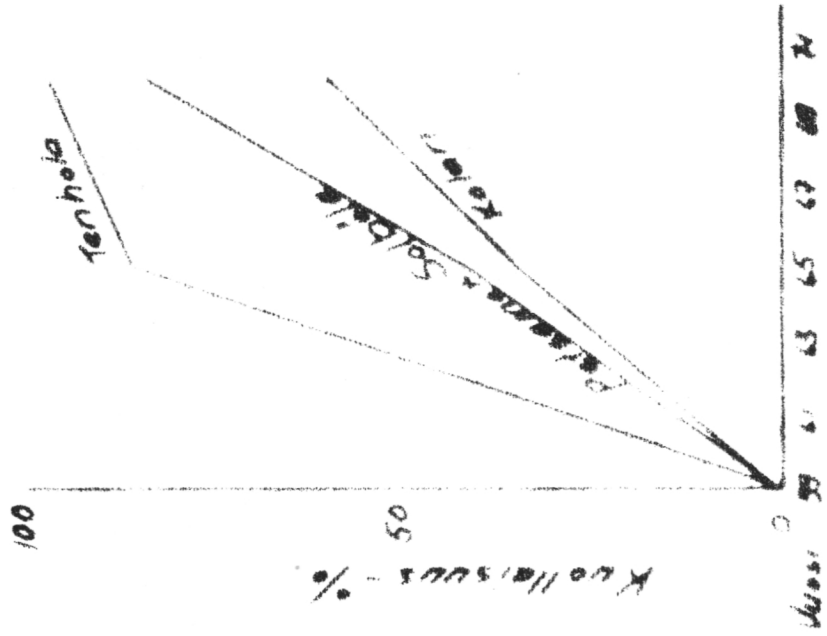


Kuva 11 Provenienssikoe 241. Neuvostoliittolaiset alkuperästä.  
 Kylvö Ruotsinkylään 1964. Koulinto Rovaniemelle (1/0) v. 1965.  
 Koulinto Teuravunon taimitarhalle 1967 kerralla.

Lajike	Viijetty Laanjoensuu 1950 (8+101 ta. mitta)		Viijetty Kivolaan 1959 (2+1 ta. mitta)	
	Ku. osat %	Taimien pituus, cm	Kuollut, %	Taimien pituus cm
Petsomox Solböle	18	71	42	77
Tenhola	22	67	86	66
Kolari	66	47	35	57

Kuva 12. Mönnytyksen n:o 106. Mittattu 1965.

Taimien kuolleisuuden ja pituuden vertailu, kun pohjoisen ja eteläisen sekä pohjoisen ja eteläisen lajitteen käyttökäytötyksen jälkeiset on viijetty Lapin- ja Rovellin ja Kivolaan. Kokeessa on kolme toistoa ja 289 tainta ruudussa.



Patsamo-Solbidie

Katori

Tenhoia

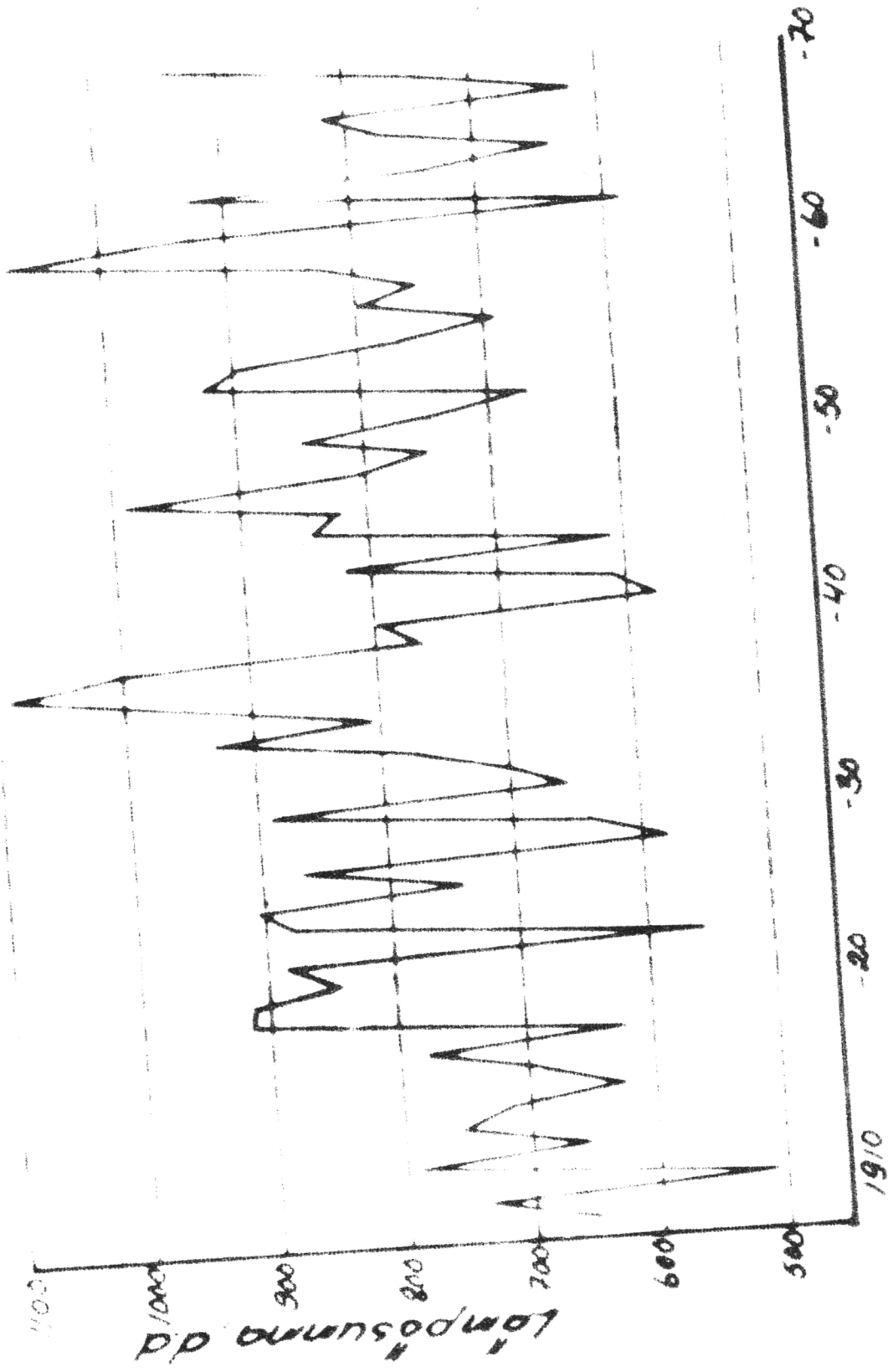
Lat. 66° 20'

Long. 26° 25'

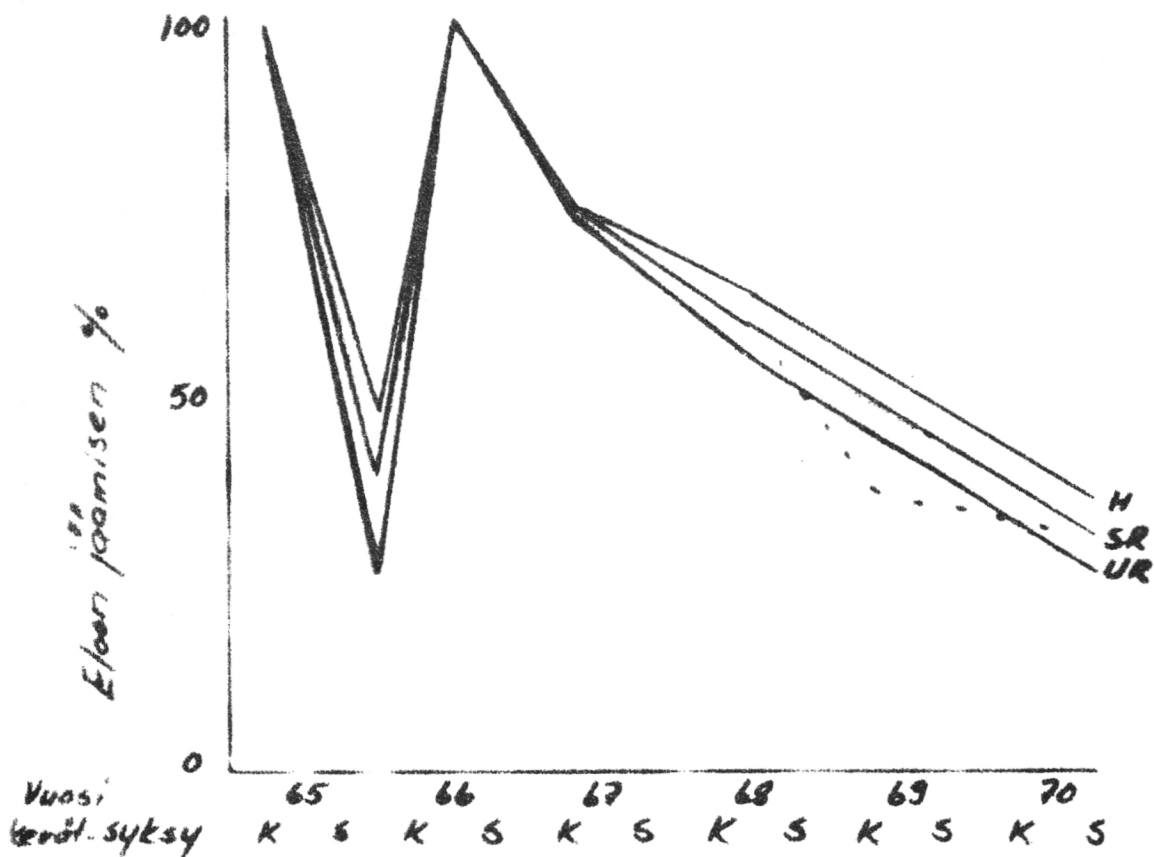
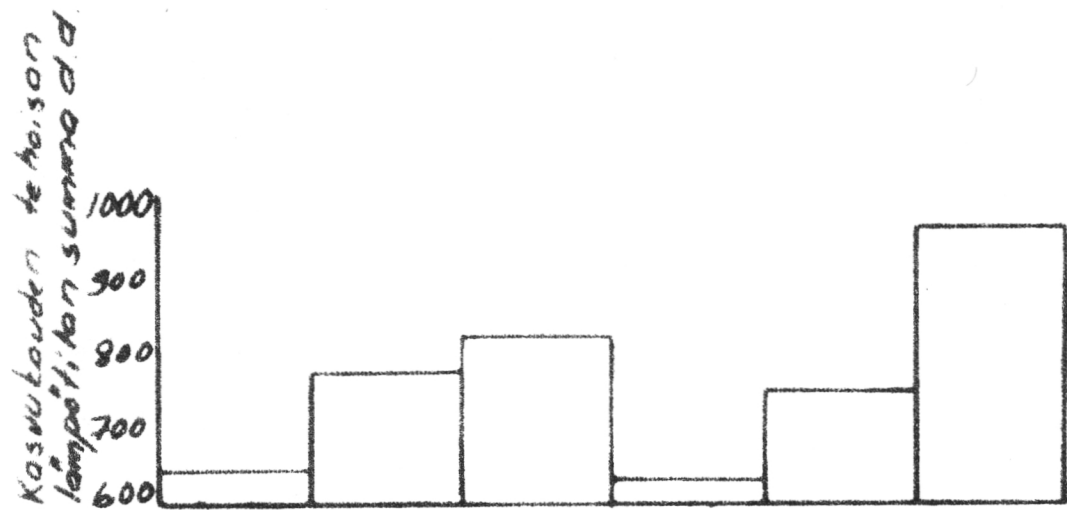
Alt. 200 m

Kuva 13 Koc 106 Hörmändisaan pohjan ja eteläisen suomalaisen  
 männyn ja niiden risteytyksen tuotoksen peitehöyryyden  
 verta. Vihreä on Ruonniemen maalaiskunnassa Kimalan  
 kotiteollisuus.

Sodankylän observatoriossa mitatut kasvukauden  
rehoisan lämpötilan summat alkaen vuodesta 1908



KUVA 14



Kuva 15. Eloön jääneet, % v.1965 istutetuista ja v.1966 täydennetyistä taimista Kolarin Teura-<sup>(N)</sup>vuomalla. Tässä kuvassa mukana vain vaon harjalte, sisäreunalle<sup>(SR)</sup> ja tasamaalle<sup>(UR)</sup> istutetut.



