METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

MEDDELANDEN FRÅN SKOGSFORSKNINGSANSTALTEN I FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALTEN IN FINNLAND
PUBLICATIONS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÉRES DE LA FINLANDE

46

HELSINKI 1957

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA

COMMUNICATIONES
INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

MEDDELANDEN FRÅN SKOGSFORSKNINGSANSTALTEN I FINLAND
MITTEILUNGEN DER FORSTLICHEN FORSCHUNGSANSTALTEN IN FINNLAND
PUBLICATIONS OF THE FOREST RESEARCH INSTITUTE IN FINLAND
PUBLICATIONS DE L'INSTITUT DE RECHERCHES FORESTIÉRES DE LA FINLANDE

46

HELSINKI 1957

Helsinki 1957. Valtioneuvoston kirjapaino

COMMUNICATIONES

INSTITUTI FORESTALIS FENNIAE

46

46. 1 Nyyssönen, Aarne, 1955. On the estimation of the growing stock from aerial photographs. *Suomenkielinen selostus:* Puuston arvioimisesta ilmakuvien avulla ..... 1— 57

46. 2 Heikinheimo, Olli, 1955. Vesijaon kokeilualueen vaiheita. *Deutsches Referat:* Aus der Geschichte des Versuchsforstes Vesijako 1— 83

46. 3 Heikinheimo, Olli, 1956. Tuloksia ulkomaisten puulajien viljelystä Suomessa. *Deutsches Referat:* Ergebnisse von einigen Anbauversuchen mit fremdländischen Holzarten in Finnland ..... 1—129

46. 4 Sarvas, Risto, 1956. Investigations into the dispersal of birch pollen with a particular view to the isolation of seed source plantations. *Suomenkielinen selostus:* Tutkimuksia koivun siitepölyn leviämisestä erityisesti siemenviljelysten eristämistä silmällä pitäen 1— 19

46. 5 Mikola, Peitsa and Hintikka, Veikko, 1956. The development of a microbial population in decomposing forest litter. *Suomenkielinen selostus:* Mikrobiston muutokset hajaantuvissa metsäkarikkeissa ..... 1— 15

46. 6 Huikari, Olavi, 1956. Primäärisen soistumisen osuudesta Suomen soiden synnyssä. *Deutsches Referat:* Untersuchungen über den Anteil der primären Versumpfung an der Entstehung der finnischen Moore ..... 1— 79

46. 7 Rummukainen, Ukko, 1956. Käpysadon arvioinnista. *Deutsches Referat:* Über die Abschätzung der Zapfenernte ..... 1— 30

ON THE ESTIMATION OF THE GROWING STOCK FROM AERIAL PHOTOGRAPHS

AARNE NYYSSÖNEN

PUUSTON ARVIOIMISESTA ILMAKUVIEN AVULLA

SUOMENKIELINEN SELOSTUS

HELSINKI 1955

Helsinki 1955. Valtioneuvoston kirjapaino

Foreword

The first results of the investigation into the use of aerial photographs in forest surveys, on which the Forest Research Institute, Section for Forest Mensuration embarked a few years ago, are now published. Responsible for the research task, I wish to extend my best thanks for all the assistance I have received in the course of the work.

I would like to mention my chief, Professor Yrjö Ilvessalo, Member of the Academy of Finland, whose positive attitude to the work has been decisive for its completion and whose advice has always been available to me. In this connection I also wish to mention the valuable economic support received from the Institute mentioned above, the Academy of Finland and, especially, the Foundation for the Research of Natural Resources in Finland.

It would have been impossible to carry out the investigation without the aerial photography work done by the Defence Forces Topographic Corps, Department for Aerial Photography. I have had the opportunity of discussing many problems that arose in the course of the work with the experts of the Department, primarily Lieutenant-Colonel (Engineers) K. G. Löfström. Similarly I have received help from the Photogrammetric Bureau, General Survey Office, and especially its chief, Dr V. Erola, Dr. Tech.

Several persons have participated in both the aerial photo and ground measurements. Among them I wish to mention especially Forester Mikko Pitkäniemi, whose contribution to the progress of the work has been very significant, and Forester Kalervo Setälä, who in the initial stages of the investigation did partly independent research work even. In the mathematical calculations I received most valuable help from Miss Alli Salovaara, M. Sc.

The paper was translated into English by Mrs Hilkka Kontiopää, M. A. (Helsinki), and Mr L. A. Keyworth, M. A. (Cantab).

Finally I express my gratitude to Dr Kullervo Kuusela, who has perused the manuscript.

Helsinki, October 1955.

Aarne Nyyssönen

Contents

	Page
Introduction	7
Method of investigation	8
Review based on stand material	10
Material, its measurement and initial treatment	10
Mean height and crown closure as growing stock characteristics	12
Stand volume	12
Mean diameter of stems	14
Crown diameter as a growing stock characteristic	15
Mean diameter of stems	15
Stand volume	18
Some additional aspects	20
Height of the maximum crown diameter from the ground	20
Estimtaion based on single trees	21
Measurements from aerial photographs	23
Material and its treatment	23
Photo material	23
Control measurements on the ground	26
Organization of the measurements from the photographs	27
Height measurements	28
Parallax method	28
Shadow method	34
Crown closure measurements	37
Measurement of the diameter of the dominant crown	41
Discussion	46
Conclusions	50
Literature	52
Suomenkielinen selostus	55

Introduction

Forest management has so far utilized aerial photographs primarily for mapping purposes. In many cases the photos as such may constitute a sufficiently good forest map, but mostly they have to be used as an aid to the drawing of maps for different purposes. Specific methods have gradually begun to take shape. Professional foresters in Finland have recently published several papers on the problem (cf. e. g. L i n n a m i e s 1954; K u u s e l a 1955 b; S e t ä l ä 1955); the same is the case in Sweden too where conditions are very similar to those in Finland (e. g. H a g b e r g 1953, 1954; H a g s t r ö m 1953). Abandonment of the classical measuring line mapping for methods based on aerial photographs is beginning to be an accomplished fact.

It may be said that »the preparation of maps is the basic use to which aerial photographs are put by the forester, and the one in which the value of aerial photography is most apparent and clearcut» (S p u r r 1948, p. 3). However, attention has been devoted also to another aspect important for forest management, viz. estimation of the growing stock. The earliest really significant studies in this branch were made in Germany, but the emphasis has since been transferred to the U. S. A. and Canada. On Finnish conditions there are, outside certain pre-war papers touching on the matter (e. g. S a r v a s 1938), very few fresher investigations (e. g. O l e n i u s 1951). I l v e s s a l o's (1950) investigation into the correlation between the crown diameter and the stem of trees, however, throws significant light on the fundamentals of the problem.

Naturally there are important reasons why the use of aerial photographs in the estimation of growing stock has not gained the same popularity as in mapping. One great obstacle has been the fact that aerial survey has been found to have significant limitations. On the other hand surprisingly good results have been achieved. On the whole the problem is still surrounded by an aura of great uncertainty, and investigations into the possibilities of aerial photographic survey in Finnish conditions are sorely needed. Until such studies have been made it is impossible to draw conclusions on e. g. the mutual relations between ground survey and aerial surveys. Obviously aerial survey cannot now be compared with ground survey for which present methods are the result of centuries of development and research.

The present investigation is an attempt to throw light on the use of aerial photographs in the estimation of growing stock. The problem and its limitations are detailed more clearly in the following outline of the method of investigation.

Method of investigation

As estimation of growing stock from aerial photographs cannot be based on all the factors known from ground surveys the first important task is to define the stand characteristics to be used. Two fundamental aspects must be taken into account in selecting them (cf. F l y g b i l d e n ... 1951, p. 68). To start with, the characteristics must be really illustrative of the growing stock or, if they are not so themselves, factors sufficiently closely correlated with them must provide a good idea of the growing stock. Another requirement is that it must be possible to ascertain these factors from aerial photographs with sufficient reliability and ease.

This latter requirement seriously limits the number of characteristics that can be considered. In the present investigation no assumption is made of special types of photography and surveys based on them. It is based on ordinary vertical photography with stereo overlap, on a scale etc. suitable for normal mapping purposes also. The characteristics immediately visible and measurable on such photos are primarily the tree height and the characteristics illustrating the tree crowns, such as crown closure and crown diameter. As, on the one hand, the height relations familiar from ground surveys are known as essential characteristics of the growing stock and, on the other hand, a certain correlation has already in earlier investigations (e. g. I l v e s s a l o 1950) been shown to obtain between the crown diameter and the diameter at breast height, there seems every reason to study the possibilities of surveying the growing stock from aerial photographs on the basis of these characteristics.

There are no earlier investigations sufficiently precise on the significance of the characteristics concerned as illustrators of the growing stock expressly from the point of view of the problem now under review. As a result, the first section of the present investigation is a study of the accuracy with which the stand volume and mean diameter can be determined by the height and crown characteristics; the stand volume and mean diameter are considered of primary importance. It proved advisable to confine the study to a single type of tree stand, the most important in Finland, viz. pure Scots pine stands. The second section describes an attempt to determine the accuracy with which the height and crown characteristics can be measured from aerial photographs. The study of this point is based on actual photographs, on measurements taken from photographs thus obtained, and

on the necessary control measurements on the ground. Combining the results of these two sections leads to the most important conclusions of the investigation.

The method outlined above is by no means the only one of studying the scope of aerial photographic survey. If the purpose were e. g. to study the problem by means of an aerial stand-volume table it would suffice to ascertain the height and crown characteristics by measurements from the aerial photographs alone. Knowing the real stand volumes it would still be possible to work out the table and to study its reliability. But analysis of potential errors, considered important in the present investigation, would then be difficult. The conclusions would be restricted e. g. by the type of photography or by the possibly subjective judgment of the persons employed on taking measurements from the photographs. Nor could the comprehensive material required for a concise table have been obtained from the photographed areas involved in the present investigation.

It can also be assumed that representative stereograms for which the volumes are known (cf. e. g. S p u r r 1948, pp. 176—179) preclude errors. Although stereograms can be successfully used in certain cases they have so many inherent drawbacks — it is hardly possible even to obtain representative stereograms in quantities sufficient for different conditions — that some sort of tabular compilation is probably indispensable in aerial survey (cf. M o e s s n e r 1953, p. 503). In addition, the potential use of the stereograms is ultimately based on the problems to be analysed in the present investigation: the significance of the characteristics visible on aerial photographs as factors for estimation of the growing stock and the accuracy with which observations can be made from them.

It must be pointed out, further, that two possible courses were open for the method of investigation: the study could have been based either on single trees or on stands of trees. The latter was decided on, which seems generally preferable in aerial photographic survey. This simply because it is impossible to distinguish all the individual trees in photography on the ordinary scales, and the determination e. g. of tree height and diameter necessarily is less accurate than if effected on the ground. Hence the potential errors connected with a survey based on individual trees are evidently on the whole greater than in a survey based on stands of trees; in addition, survey by stands is less time-consuming (cf. M o e s s n e r-B r u n s o n-J e n s e n 1951, p. 1).

Review based on stand material

Material, its measurement and initial treatment

The objects selected for the investigation were Scots pine stands in the southern part of the country, approx. 61—63° N lat. In addition, 5 sample stands were measured in Inari, close to the northern limit of pine distribution area, just south of the 69th parallel. The sample plots were located in single-storey stands, as a rule fairly evenaged and as pure as possible, on productive firm soils.

In general 20—40, i. e. an average of 30, tree individuals were measured; in Inari, however, twice the number. Thus the size of the sample plot in the southern parts of the country was 0.01—0.10 hectares. As to shape, the sample plot was mostly circular. Notes were made, tree by tree, of the diameter at breast height (dbh), taper (mostly the difference between dbh — $d_{6.0\ m}$; cf. Ilvessalo 1947, p. 143) and height. In addition, the height of the maximum crown diameter from the ground and the height of the lower limit of the crown were measured (cf. e. g. Lönnroth 1925, p. 103, footnote). Furthermore, the crown diameter was measured as described below; the crown diameter here and further on unless otherwise specified refers to the maximum diameter of the crown.

A measuring rod, with the 0-point at the middle of the stem was placed at the butt of the tree on the ground, roughly horizontally and extending in a random direction from the tree. Using Cajanus's cylinder (cf. e. g. Sarvas 1953), the distance to which the extreme edge of crown extended in the measuring direction was determined. A corresponding measurement was made on the opposite side of the tree and again at right angles to these measuring directions from two opposite sides. The mean value of these measurements was taken as the crown diameter.

In treating the material, the area of the vertical projection of the crown was computed from the formula for the area of a circle. Naturally this method is not precise as the vertical projection is seldom circular in shape. Hence, when diameters at right angles to one another differ it might be more correct to compute the area as an ellipse, which would give a smaller result. Since taking the middle of the stem at the butt of the tree as the

basis of crown measurement does not always give the maximum crown diameter in the direction involved, however, it is better to treat the crown as a circle; in such a case the error factors mentioned are opposing and thus offset one another.

The area of the vertical crown projections (or crown cover) of the individual trees provided the basis for determining the crown cover of the stand, whose ratio to the area of the sample plot constitutes a characteristic very important from the point of view of the present investigation, crown closure. Simply adding together the crown covers of the individual trees will not give the crown cover of the stand. Firstly, inclusion of the border trees in each circular sample plot was decided on the position of the middle of the stem (at breast height). With a tree growing on the borderline and yet included in the trees to be measured the crown cover falling inside the sample plot is in general less than that falling outside it. For this reason a certain deduction was made from the total crown cover values. On the basis of the sample plot radius, the average crown radius and the number of trees, this deduction amounted to approximately a half of the average crown cover.

Usually of greater importance, however, was the deduction made for the overlapping crowns of neighbouring trees. In connection with the crown measurement already described an estimate was made of the crowns possibly overlapping along the radiuses measured in four directions from the stem. The deduction was effected on the basis of certain additional comparisons in the field. Its amount depended on the size of the crowns and on the amount of the overlap. Together with the deduction for sample plot shape, the necessary deduction usually amounted to a minimum of 2—3 per cent of the sum of the crown covers of the individual trees; the deduction could frequently, however, be as high as approx. 10 per cent. In exceptional cases only, in certain young stands (cf. L ö n n r o t h 1925, pp. 197—198) up to 30 per cent had to be deducted.

For the initial treatment of the material, the unit volumes of the trees were obtained from I l v e s s a l o's (1947) tables. Also the mean height, mean diameter etc. of the stand were computed by weighting with the basal area. The difference between the other height characteristic generally employed in Finland, viz. the dominant height which will be discussed further below in connection with height measurements from aerial photographs, and the mean height employed here, is e. g. in the earlier pine stand material of the present author 0.5—1.0 m. in most cases (cf. N y y s s ö n e n 1954 a, pp. 46—51). In addition, the present author has previously indicated that the difference between the highest trees and the mean height of the stand, excluding a few marginal variants, averages approx. 2 m. in Scots pine stands (N y y s s ö n e n 1954 b, p. 29).

The distribution of the 118 Scots pine stands of the present material between the different forest site types is:

Oxalis-Myrtillus	*Type*	16 stands
Myrtillus	»	24 »
Vaccinium	»	62 »
Cladina	»	11 »
Ericaceae-Cladina	»	5 »

Classified by the mean height, these stands assume the following grouping:

—10.0	10.1—15.0	15.1—20.0	20.1—25.0	25.1+ m.
7	14	45	40	12 stands

Furthermore, the distribution into crown closure classes is as follows:

10	20	30	40	50	60	70	per cent
4	6	17	27	39	16	9	stands

The 99 stands of 30—60 per cent crown closure classes are the main subject of study. It may be pointed out that the volume of the sample plot stands (total stem volume without stump), excluding the Inari sample plots, averaged 209 cu.m./ha including bark, with a variation range of 32—448 cu.m./ha. The volume of the 5 stands measured from ErClT in Inari varied from 43—80 cu.m./ha.

Mean height and crown closure as growing stock characteristics

Stand volume

To provide an idea of the part played by mean height and crown closure in estimates of stand volume it may be mentioned that the standard deviation of the volumes of the total material available (excluding the Inari sample plots) around the mean value of 209 cu.m./ha quoted before is 87.5 cu.m. or 42 per cent of the mean. When points representing the stands are plotted, by stands, into systems of coordinates with crown closure on the x axis and volume on the y axis, and the fitting curve is drawn, the accuracy by which crown closure determines the volume can be computed. The standard error of estimate (cf. Bruce-Schumacher 1950, pp. 148—152) is approx. ±35 per cent. (In this and corresponding cases later on the standard error of estimate is given in terms of relative figures as percentages can better be compared mutually. For instance, in the different parts of the fitted curve the percentages tend to coincide more closely than the absolute figures; cf. op. c., pp. 160—161.) If, again, the mean height only is taken into account in the same way the standard error of estimate

is ±29 per cent. Thus the mean height determines the volume slightly more accurately than the crown closure but still produces considerable deviations.

The following phase consisted of a graphic fitting of the stand volumes of the 30, 40, 50 and 60 per cent crown closure classes each in a separate system of coordinates with the mean height of the stand on the abscissa. The sparser and denser stands of the material were also used as an aid for fitting; they seemed to fit in logically with the results provided by the balance of the material. The results obtained by fitting are given in Table 1.

Table 1. Aerial stand-volume table for Scots pine (Southern Finland).
Taulukko 1. Männikön kuutioimistaulukko ilma-arviointia varten (Etelä-Suomi).

Crown closure, per cent *Peittävyys, %*	Mean height, m. — *Keskipituus, m*								
	10	12	14	16	18	20	22	24	26
	Volume incl. bark, cu.m./ha. — *Kuutiomäärä kuorineen, m³/ha*								
30	57	70	83	101	123	150	180	212	247
40	73	88	105	125	149	180	216	254	294
50	88	105	125	148	180	216	257	299	341
60	105	123	145	173	212	254	297	342	391

It may be pointed out that the stands measured in Inari seem to correspond roughly to volumes represented by a 10 per cent greater crown closure class of Southern Finland.

Computing the standard error of estimate from the fitted curves gave the value of ±12.8 per cent. A comparison of this figure with the percentages quoted above provides clear proof of the fact that both the mean height and the crown closure are essential volume factors, and both must be taken into account in volume estimations.

It is difficult to compare the results in Table 1 with the earlier results as crown closure has not really been studied in Finland before. However, L ö n n r o t h's (1925) results for unthinned pine stands offer a possibility. Primarily on the basis of Figs. 12, 14, 25 and 27 of this investigation, it can be reckoned that volumes somewhat smaller (in the cases studied approx. 6—28 per cent) than the real volume would be obtained by means of Table 1 for the unthinned pine stands. The problem is connected with the development of the crowns. It will be touched upon later. But it seems that certain caution is required in any case when applying a stand volume table based on mean height and crown closure to stands that have clearly been subjected to different treatment (cf. also M o e s s n e r-B r u n s o n-J e n s e n 1951, p. 12).

Mean diameter of stems

Apart from the volume, the structure of the growing stock is often of essential importance. The structure is generally described by diameter relations, either e. g. by the mean diameter of the stand or by stem or volume distribution series. An attempt has been made in the present investigation to form an opinion on this question by studying the mean diameter. The distribution series can, if required, be derived from the mean diameter; reference is made on this point to the paper by P r o d a n (1953) and the viewpoints that emerged in the present author's earlier investigation (N y y s s ö n e n 1954 a).

Table 2. Mean diameter of the Scots pine stand.
Taulukko 2. Männikön keskiläpimitta.

Crown closure, per cent *Peittävyys, %*	Mean height, m. — *Keskipituus, m*								
	10	12	14	16	18	20	22	24	26
	Mean diameter, cm. — *Keskiläpimitta, cm*								
30, 40	11.0	13.6	16.7	19.9	22.9	25.7	28.3	30.7	32.7
50	11.0	13.6	16.3	19.1	21.9	24.5	27.0	29.4	31.5
60	11.0	13.6	16.2	18.7	21.3	23.8	26.2	28.4	30.4

First, the mean diameters of the different stands were fitted, by crown closure classes, in systems of coordinates with the mean height of the stand on the abscissa. The results are given in Table 2. Crown closure classes 30 and 40 per cent showed a similar course of development. The mean diameter in otherwise smaller crown closure classes is, on an average, greater than that in the greater classes, although the differences are not very marked. The pine stands of Inari seem to differ markedly on this point from those of the southern part of the country. A fairly correct result for the stands measured in Inari could be obtained by adding 10 m. to their mean height and then using the average figures for the southern part of Finland.

The reliability of the results given in Table 2 is illustrated by the fact that, starting from the deviations of the above fitted values along the ordinate, the standard error of estimate is ± 12.1 per cent, i. e. if the result provided by the table for any one stand is 25 cm. the probability that the true mean diameter is 22.0—28.0 cm. is 68 out of a hundred. As the standard deviation around the mean value 24.2 cm. of the mean diameters of all the stands measured in the southern part of the country is 6.15 cm. or approx. 25 per cent of the mean value, it can be said that mean height and crown closure provide a basis on which fairly satisfactory results can be reached for the mean diameter.

Crown diameter as a growing stock characteristic

The mean height and crown closure provided a fairly reliable basis for estimation of growing stock. It is obvious that these two characteristics must be considered fundamental factors in this sense (cf. also S e e l y 1947, p. 4). However, a point that must also be studied is whether the estimation can be made more accurate by considering the crown diameter as well. This characteristic can in a certain way be considered to replace the number of stems in the stand (cf. S p u r r 1948, p. 220). As, however, working out the stem number from aerial photographs often encounters insuperable difficulties (cf. M o e s s n e r 1953, p. 503), and as the weakness of stem number as a characteristic of managed forests was shown in the present writer's earlier investigation (N y y s s ö n e n 1954 a, p. 19, 59), the crown diameter only will be discussed in the following.

It must be pointed out from the outset, however, that reliance on the mean crown diameter of the stand should be abandoned as this diameter is far from always determinable from aerial photographs. Apart from difficulties of calculation, the aerial photographs involved in practice usually do not show all the crowns, especially those of small size. So an effort was made to circumvent these difficulties. Special endeavours were made to find out how well a certain number of the largest crowns characterizes the stand. This was done primarily on the basis of the mean diameter of the stand.

Mean diameter of stems

The ratio between the mean diameter of the stems and the mean diameter of the crowns of the stand was first computed for all the sample plots. The ratio mean stem diameter to mean crown diameter was also calculated for each sample stand, taking as the crown diameter, successively, the mean of a third, a fifth and a tenth of the trees with the largest crowns in the stand. The stem number was determined by taking into account the size of the sample plot on the one hand and, the stem number obtained by fitting, by crown closure classes, from the stem numbers of the sample stands as a function of the mean height on the other hand. The fitted stem numbers were used because it was desirable that the method should be similar to that applied in possible estimations from aerial photographs; in the same way, the mean stem numbers based on mean height and crown closure can be used in these estimations.

The ratios of stem and crown diameter computed as described above were fitted by crown closure classes as a function of the mean height. Subsequently 4 mean diameters were computed for each sample stand, using mean height and crown closure and, alternatingly, either the mean diameter

of all the crowns of the stand or that of a certain number of the crowns as reported above, plus also the corresponding fitted ratio of the mean diameter of stem and crown diameter. The reliability of the results obtained is illustrated by the following standard errors of estimate of mean diameter:

based on all the crowns	±6.3 per cent
» » one-third of the largest crowns	±6.3 » »
» » one-fifth » » » »	±7.1 » »
» » one-tenth » » » »	±8.2 » »

When these percentages are compared with the standard error of estimate based on mean height and crown closure alone (p. 14), ±12.1 per cent, it is found that even one-tenth of the largest crowns leads to considerably better results, naturally provided that the crown diameter in question can be reliably ascertained. Even one-third of the largest crowns seems to give as good a result as all the crowns; the method of calculation, however, probably contributes to the result. Using one-fifth of the crowns the standard error grows slightly, and the same is true with one-tenth of the largest crowns.

Table 3. Number of stems in computing the diameter of the dominant crown.

Taulukko 3. Puuluku valtalatvuksen läpimittaa laskettaessa.

Crown closure, per cent *Peittävyys, %*	Mean height, m. — *Keskipituus, m*								
	10	12	14	16	18	20	22	24	26
	Number of stems per ha. — *Runkoluku, kpl/ha*								
30	285	195	140	105	80	68	60	60	60
40	375	250	180	135	105	90	80	70	70
50	450	315	225	175	140	115	100	90	80
60	600	415	290	215	170	145	130	115	105

It can be concluded, then, that at least one-fifth of the trees with the largest crowns still gives a satisfactory result. The characteristic obtained on their basis is termed in the present investigation the diameter of the dominant crown. Table 3, based on the available material, shows the stem numbers used in the various mean height and crown closure classes for computing the diameter in question. The aggregate crown cover of these trees averages 30—40 per cent of the total crown cover of the stand, variation range 20—55 per cent. Given the area of the sample plot concerned, the number of trees can be determined from Table 3. Of course the sample plots must not be so small that only 1 or 2 trees are measured; obviously, some exceptional tree may in such a case weaken the result.

In so far as the estimation of growing stock from aerial photographs is based on utilizing the diameter or the crown itself the above conclusion is probably very significant. By restricting the measurements to a certain proportion of the trees with the largest crowns it is easy to know which trees, usually readily conspicuous on the aerial photographs, are the ones to study. A so-called average crown diameter of dominant trees (M o e s s n e r - B r u n s o n - J e n s e n 1951) was used previously; the principle is fairly clear but it may prove difficult to decide which of the trees are dominant. Comparable to some extent with these characteristics is the mean diameter of visible tree crowns (crowns visible on aerial photographs) previously in use (cf. e. g. F e r r e e 1953, pp. 18—22). Although this method has certain advantages it varies in reliability with the quality of the aerial photographs. Hence the diameter of the dominant crown suggested by the present author may offer a more general solution of the problem. However, its value cannot be determined until its significance for volume estimation and its measurement from aerial photographs have been discussed, which is done further below.

The average ratio between the mean diameter of stems and the diameter of the dominant crown is 4.4 per cent for a mean height of 10 m. in the different crown closure classes; it grows with increasing mean height. From stands of 10—15 m. onwards it is slightly bigger in the low than in the high crown closure classes. With a mean height of 20 m. the ratio is 5.7 per cent in crown closure classes 30 and 40 per cent, 5.4 per cent in the 50 per cent class and 5.2 per cent in the 60 per cent class, whereas in stands of 25 m. the ratios are 6.2, 6.0 and 5.8 per cent, respectively. Differences of this magnitude can be shown mathematically to hold good even when thinnings from above or below are assumed to have been made e. g. in stands of the 50—60 per cent crown closure classes.

Table 4. Mean diameter of the Scots pine stand in the 50 per cent crown closure class.

Taulukko 4. Männikön keskiläpimitta 50 %:n peittävyysluokassa.

Mean height, m. *Keskipituus, m*	Diameter of the dominant crown, m. *Valtalatvuksen läpimitta, m*										
	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	Mean diameter of stems, cm. — *Runkojen keskiläpimitta, cm*										
10	6.6	8.8	11.0	13.3	15.5	—	—	—	—	—	—
12	—	9.2	11.6	13.9	16.2	18.5	—	—	—	—	—
14	—	—	12.0	14.4	16.8	19.2	21.6	—	—	—	—
16	—	—	—	15.0	17.5	20.0	22.5	25.0	—	—	—
18	—	—	—	15.6	18.2	20.8	23.4	26.0	28.6	—	—
20	—	—	—	—	18.9	21.6	24.3	27.0	29.7	32.4	—
22	—	—	—	—	19.6	22.4	25.2	28.0	30.8	33.6	36.4
24	—	—	—	—	—	23.4	26.3	29.2	32.2	35.1	38.0
26	—	—	—	—	—	24.4	27.4	30.5	33.6	36.6	39.6

To correspond to these ratios, Table 4 gives an example in which the mean diameter of the stems in crown closure class 50 per cent has been calculated for the different mean height and crown diameter classes.

In the stands measured in Inari the average ratio of the mean stem diameter to the dominant crown diameter is considerably greater than that in the southern part of the country; the pine stands in Inari correspond on this point to South Finnish stands of a mean height 10 m. greater.

Finally, it is necessary to obtain an idea of the diameter of the dominant crown in the present material. Special attention is attracted by the fact that no systematic differences were found between stands of different crown closure classes. This can be considered to be due to the similar development of the dominant trees in pine stands of varying density (cf. e. g. Nyyssönen 1954 a, pp. 140—142). The following figures show the average diameter of the dominant crown in crown closure classes 30—60 per cent:

Mean height	10	12	14	16	18	20	22	24	26 m.
Dia. of dominant crown	2.50	2.94	3.38	3.82	4.22	4.55	4.80	5.02	5.16 »

The diameters listed above would seem to be applicable to the pine stands in Inari, too, if 10 m. were added to their mean height.

Deviations from the means quoted are considerable for, given the mean height of the stand, the standard error of estimate using the figures is ± 13.8 per cent.

Stand volume

In each mean height class the same crown closure may be composed of growing stock with very different crowns. Hence there is good reason to examine how the difference in crown diameter affects the stand volume.

Schematic calculations can be based on the figures presented by Ilvessalo (1950, p. 24). It will be found that in the 50 per cent crown closure class trees of crown diameter of 1.8 m. number 1 960 per ha and of 3.8 m. 440 per ha; it can then be calculated that the volume of a pine stand of height class 13—14 m. amounts to 170 cu.m./ha in the former and 130 cu.m./ha in the latter case. Similarly, the volumes of pine stands of height class 23—24 m. are 725 and 297 cu.m./ha. Thus the calculation suggests that in each height and crown closure class the growing stock volume is the greater the smaller the mean diameter of the crown and at the same time also of the stems.

The result was on the same lines when it was assumed that different cuttings had been effected in a couple of the sample stands. When trees with the largest crowns were assumed to have been removed from a stand of 379 cu.m./ha, reducing the crown closure from 53 to 35 per cent and the

mean height to 26.4 m, the volume remaining was 270 cu.m./ha; a similar reduction in crown closure by removing trees with the smallest crowns would have given a mean height of 26.7 m. and volume of 207 cu.m./ha. Removing the trees with the largest crowns from another stand, 244 cu.m./ha and crown closure 61 per cent, to reduce the crown closure to 40 per cent and the mean height to 16.9 m., left the volume of the stand at 165 cu.m./ha. On the other hand, although the mean height after removal of the trees with the smallest crowns down to an identical crown closure was 18.4 m., the volume was only 155 cu.m./ha.

Hence a negative correlation would seem to obtain between the mean diameter of the crown and the volume of the growing stock. For a closer study of the problem the following procedure was adopted. For each of the sample stands of 30—60 per cent crown closure classes a calculation was made of how many per cent up or down (+ or — direction) the volume of the corresponding mean height (obtained by fitting and shown e. g. in Table 1, p. 13) differed from the stand volume. Next, a similar calculation was made for the diameter of the dominant crown. The results were compiled in a correlation table (Table 5). 89 stands are included; stands of a mean height not exceeding 14.0 m. were excluded as the fitting curves for these stands, due to their limited number, were unreliable for the purposes of this calculation.

Table 5. Correlation between the stand volume and the diameter of the dominant crown in Scots pine, when the effect of the mean height and crown closure is eliminated.

Taulukko 5. Männikön kuutiomäärän ja valtalatvuksen läpimitan riippuvuussuhde, kun keskipituuden ja peittävyyden vaikutus on eliminoitu.

Deviation of the fitted diameter of the dominant crown from the actual, per cent
Valtalatvuksen tasoitetun läpimitan poikkeus todellisesta, %

Deviation of the fitted stand volume from the actual, per cent / *Metsikön tasoitetun kuutiomäärän poikkeus todellisesta, %*	−40	−35	−30	−25	−20	−15	−10	−5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	Σ
−40																		
−35																		
−30	Σ 7															Σ 23		
−25						1			1		1							3
−20						1	1		2	1			2	1				8
−15								1	2			5						8
−10						1		1			3	1	2		1			9
− 5								2	3	2	1			1				9
0					1	1	2	1	3	4		1					1	14
+ 5						1	4	4		2		1						12
+10					1	1	1		1	1	1							6
+15						1	2	1	2			1	2					9
+20						1	1	2	2	1								7
+25					2	1												3
+30	Σ 24															Σ 9		
+35				1														1
+40																		
Σ				1	4	9	11	11	15	13	6	9	6	2	1		1	89

A study of the table reveals a considerable dispersion of the observations. However, the bottom left and top right corners have more observations than the other corners, which indeed indicates negative correlation. The correlation coefficient naturally is relatively weak, -0.406 ± 0.089. However, K o l l e r (1943, pp. 48—51), for instance, considers that a correlation obtains in a case like this — taking into account the number of the observations.

From the point of view of the problem discussed it is in any case disputable whether, in estimating stand volume, it is worthwhile on the whole to consider crown diameter as well as mean height and crown closure. In addition to the uncertain correlation pointed out above, the potential errors inherent in crown diameter estimation from aerial photographs should be borne in mind; they will be discussed in greater detail below. The problem in its entirety, however, merits further research, especially considering that in some foreign volume tables the volume seems to undergo a fairly marked change when the crown diameter changes, although in some cases at least in the opposite direction to the changes in the Scots pine stands discussed here (cf. e. g. M o e s s n e r - B r u n s o n - J e n s e n 1951).

Some additional aspects

Height of the maximum crown diameter from the ground

For different measurements from aerial photographs it is necessary to know the height of the maximum crown diameter from the ground or, vice versa, its distance from the top of the crown. With pine, this maximum is generally fairly easy to recognize on the ground although its height above the ground usually cannot be determined as exactly as e. g. the height of a tree. Numerous measurements, however, can be assumed to even out possible chance errors that may arise.

The following figures indicate the average height of the maximum crown diameter from the ground:

Mean height	10	12	14	16	18	20	22	24	26 m.
Height of maximum crown diameter from ground	6.5	8.0	9.6	11.3	13.0	14.8	16.6	18.5	20.4 »

On this point the different crown closure classes and sites do not seem to differ consistently from one another, nor do the Inari pine stands from the corresponding stands in the south of the country. The figures seem to concur fairly well with the earlier results of I l v e s s a l o (1950, pp. 15—16). It may be mentioned, further, that the maximum crown diameter is usually just below halfway down the crown.

Estimation based on single trees

The tendency in the present investigation to effect the estimation based on aerial photographs by stands has been emphasized (p. 9). It means that the estimation is based on certain characteristics of the stand and not primarily on individual trees. However, there are cases in which data may be required on individual trees. This could happen with seed-tree stands, scattered stands cut more or less to a diameter limit, etc. Particularly in these instances the results of calculations like those carried out e. g. by I l v e s s a l o (1950) may be very desirable. As I l v e s s a l o's paper deals with the different aspects of the correlation between crown diameter and stem it was not considered necessary to go into this point in the present context. However, to obtain an idea of whether the important crown: stem diameter ratio is generally similar in value on the average, calculations were made for some crown closure classes. The results are given in Fig. 1, compared with I l v e s s a l o's results.

The increase in stem diameter with the crown growing thus follows a mainly similar course by height classes, though considerable differences are observable. For instance, among trees approx. 20 m. in height, a crown width of 4 m. may correspond, in I l v e s s a l o's material, to a stem a good 3 cm. thicker than in the 60 per cent crown closure class of the present material. Such differences probably imply up to 20 per cent differences in volume in many cases.

It is somewhat surprising that the differences between I l v e s s a l o's results and the 60 per cent crown class are more marked than those between

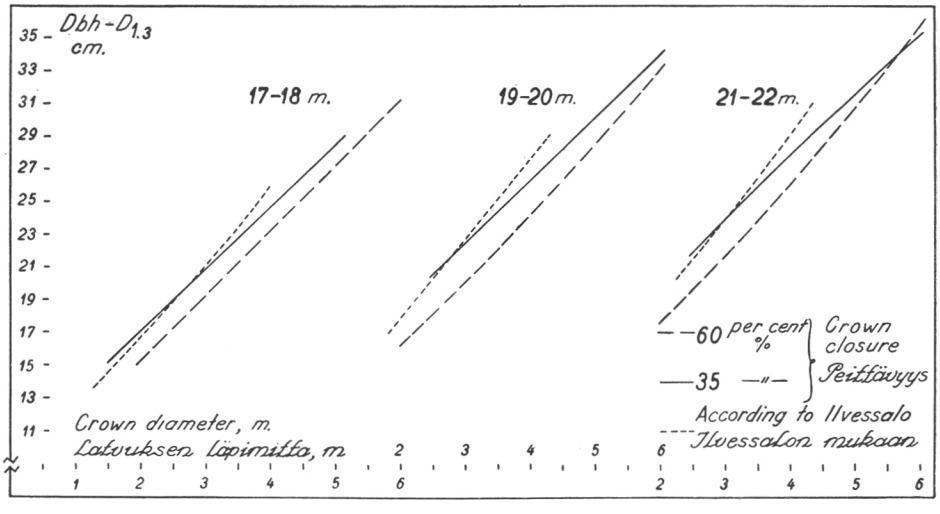


Fig. 1. Relationship between the crown diameter and the dbh.
Kuva 1. Latvuksen läpimitan ja $D_{1.3}$:n välinen suhde.

the latter and the 35 per cent crown closure class. The trees studied by Ilvessalo obviously derive from fairly dense stands; one indication of this is the fact that the crown diameter of 21—22 m. trees averages 3.44 m. whereas in the 60 per cent crown closure class it is 3.64 m. and in the 35 per cent class 3.94 m. The »wrong» order mentioned above may be due to the fact that the stands of the 60 per cent crown closure class that constitute the material for Fig. 1 derive from better sites, on an average, than the corresponding stands of the 35 per cent crown closure class. Five of the former grow on Vaccinium site type and nine on better sites, while 19 of the latter grow on Vaccinium or a poorer site type and 4 on better. In this light the results of Fig. 1 would seem to indicate that the crowns of the trees of each diameter class spread relatively vigorously after cuttings on good forest site types. These problems cannot be discussed at any length in this connection. But it is possible that a detailed analysis might lead to valuable results both for the estimation of the growing stock and in illustrating the development of crowns and growing stock. Such conclusions, primarily silvicultural, have proved possible before from studies of the crown: stem ratio (cf. Minor 1951).

In any case it seems that the fairly extensive variation in the crown: stem ratio found previously, in material distributed by height classes even (Ilvessalo 1950), is not just accidental; systematic differences also occur between trees from different stands. From the growing stock estimation point of view the crown closure seems a fruitful basis of classification in that it to some extent at least distributes the material according to the site also. Partly for this reason perhaps, no appreciable systematic errors arising from the site quality could be observed in the present investigation based on stand material.

Measurements from aerial photographs

Material and its treatment

Photo material

Some test photographs were taken to obtain the necessary aerial photo material. The areas photographed were selected so as to be typical of conditions throughout the country, i. e. they were situated in different parts of the country. Primarily to keep costs down, the areas had to be fairly easy to photograph and preferably connected with photography for some other purposes. In addition, the tendency was to select areas in districts where fresh ground survey results were available or where the necessary control measurements could be made, preferably in connection with some other assignment.

The photographed areas selected in this way were: a part of the Ruotsinkylä Experimental Area of the Forest Research Institute (situated approx. 60°20′N lat. and 25°5′E long.), the neighbourhood of Saarijärvi Forest School (62°45′N lat. and 25°10′E long.) and two lines running south-west—north-east in Inari (approx. 69°N lat. and approx. 26—29°E long.). The photography of Ruotsinkylä and Saarijärvi was carried out in the summer season of 1952, that of Inari in summer 1953. As photography in the fourth selected area, the Kivalo Experimental Area, (66°20′ N lat. and 26°40′ E long.) could not be carried out within 1954 even, for reasons of weather etc., this area must be excluded from the present study. It may be mentioned that it was possible to photograph the area in the late summer of 1955, using two cameras and different film-filter combinations simultaneously in the aircraft; thus this material probably makes it possible to draw conclusions regarding the different tree species.

A total of 12 photographic flights were made over the three areas listed. In the present study it is primarily 5 of these only that have been used for the measurements proper. Data on the flights are provided in Table 6. The suitability of the photography for measurements deserves a brief discussion first.

As to the scale of the photography, the Ruotsinkylä and Saarijärvi coverage was made on a scale of 1 : 10 000, that of Inari 1 : 15 000. Obviously the possibilities of estimating the growing stock improve as the scale increases. However, expenses rise fairly sharply at the same time;

Table 6. Data on the aerial photographic material.
Taulukko 6. Tietoja suoritetuista ilmakuvauksista.

No. of Flight *Kuvauksen n:o*	District *Alue*	Scale of photography *Kuvausmittakaava*	Time of photography *Kuvausajankohta*		Relative length of the shadow *Varjon suhteellinen pituus*	Film *Filmi*	Filter *Suodin*
			Date *Päivä*	Hour *Kello*			
1	Ruotsinkylä	1 : 10 000	11. 7. 52	10.15	1.0	pan-chromatic	orange *oranssi*
2	»	»	30. 7. 52	12.45	0.9	infrared	yellow - *kelta*
3	Saarijärvi	»	18. 6. 52	7.15	2.0	pan-chromatic	orange *oranssi*
4	»	»	22. 9. 52	10.33	2.1	infrared	minus blue
5	Inari	1 : 15 000	15. 6. 53	9.40—11.15	1.1—1.2	»	yellow - *kelta*

doubling the scale reduces the area covered by each photograph to a quarter and increases the costs approximately three-fold (cf. Tolkning ... 1955, p. 80). For this reason photography on a smaller scale must be the object. However, it is impossible to reduce the scale too far. 1 : 20 000 is considered the minimum for estimation of growing stock, and in some respects this is too small a scale even; 1 : 5 000 seems to constitute the opposite limit (cf. Spurr 1948, pp. 51—52; Tolkning ... 1955, pp. 54—56). The scales applied for the present study therefore seem very appropriate, though the material is less suitable for a special study of the scale problem.

All the photography was carried out with a normal lens (angular field 60°); photos made with this lens are generally better suited to estimation of growing stock than pictures taken with a wide angle lens. The camera was a Zeiss, RMK HS 20 18×18 cm, very commonly used in Finland to date. It must be noted, however, that quality of the objective of this camera leaves a great deal to be desired compared with the objectives of the newest cameras (cf. e. g. Löfström 1954). End lap was approx. 60 per cent. As only one strip was photographed in each area it proved necessary in some cases to use objects in the marginal parts of the photos even for the measurements; this tends to detract from the results obtained in the present measurements from aerial photographs. Normally the side lap of the strips is approx. 40 per cent and the marginal parts of the photos need not be used.

Selection of a suitable film-filter combination is very important, particularly in photographing forests; to improve interpretation the tones of the pictures should be the best possible for the purpose. A number of different problems are studied from aerial photographs. However, there is no film-filter combination to suit all purposes. Panchromatic film has become the most popular type used; it is considered the best for different measurements. Infrared film has also begun to attract increasing attention, especially since with a suitable filter coniferous and deciduous trees show up in perceptibly different tones on this film. While orange, yellow or also

green filters are mostly used in connection with the panchromatic film, the tone suitable for studies of growing stock is usually obtained on infrared film by using either the ordinary yellow filter or the so-called minus blue filter (cf. S p u r r 1948, pp. 32—38; cf. also K o d a k ... 1952, pp. 15—16).

In the photography of the present study both panchromatic and infrared film were used. In making measurements from the photos attempts have been made to give some idea of the suitability of these two types of film. Comparison is somewhat spoilt by the fact that the infrared film used for Flight 5 was evidently somewhat obsolete due to prolonged storage; the tones of the pictures differ from those seen on fresh film. Flight 4, again, was flown so late in the autumn — when the majority of the leaves were yellow — that the optimum season for infrared film was over.

All the flights but No. 4 were flown in the summer; at the time the Inari photograph were taken, however, the birch foliage had not fully developed. The hour was very suitable except at Saarijärvi; there the sun was so low when the pictures were taken that the length of shadow is approximately twice the height of the object casting it. It is generally considered that the relative shadow length should not exceed 1.5 (cf. T o l k n i n g ... 1955, p. 46). As the Saarijärvi material is important for the investigation the influence of the long shadow makes itself felt especially in the results of crown closure and crown diameter measurements.

Among factors causing errors in the measurement of the growing stock, attention must be focused on the scale of the photographs. The scale could be checked for the most important areas photographed, for Ruotsinkylä against the length of the boundary lines entered on ground maps, and for Saarijärvi against ground distance measurements, on which the scale based on flying height according to the statoscope was found approximately correct. For Inari no ground check was made. The flying height there was 3 000 m; the height at which photography was started can be determined by statoscope to an accuracy of ± 50 m., and the height during the flight could be kept constant to an accuracy of ± 5 m. even (cf. L ö f s t r ö m 1949, p. 134, 150). Hence the scale errors remain under ± 2 per cent. In the areas under review the errors arising from altitude variations on the ground are also relatively small, never greater than the percentage above. Similarly, from the point of view of the measurements effected, the error factor due to camera tilt is also of very little importance; the average tilt was probably approx. 1° only, and hence it was not considered necessary to rectify the photographs. It should be noted that there was no need to measure e. g. height differences between points on different sides of the photograph.

The resolving power of both the objective and the image causes certain limitations to and certain errors in the measurements. In addition, the

resolving power is weakened by the movement of the aircraft, poor filters, errors in developing the negative and making the prints, etc. As standard glossy prints were used for the measurement the resolving power must be assessed at approx. 0.03—0.05 mm. This implies that the smallest details on photographs of a scale of 1 : 10 000 are around 0.3—0.5 m. in size and on 1 : 15 000 photographs around 0.5—0.8 m. (cf. Tolkning ... 1955, p. 54). Although the resolving power of infrared film seems to be poorer than that of panchromatic film there is no essential difference between the two types (Kodak ... 1952, p. 23, 25).

The quality of the photographs is also affected adversely by the so-called halation phenomenon, spreading of brightly illuminated ground spots in aerial photos. As a result, e. g. in the Saarijärvi photos, the power wires themselves are distinctly visible although they should normally be indistinguishable in this scale of photo. Although the halation phenomenon is probably of no great importance as regards the growing stock it is possible that it might in some cases disturb e. g. crown measurements.

Control measurements on the ground

Ground measurements and surveys of the photographed areas must be distinguished from the measurement of the sample plots included in the above »Review based on stand material». Only 22 objects of these sample plots, spread over the different areas photographed, were used as an aid in measuring the dominant crown diameter; otherwise the control material of aerial photographic surveys is composed of a number of separate sample plots.

The tendency was to find for the purpose stands adequate in size in which measured sample plots could be fixed exactly in the aerial photographs. The usual size of a sample plot in the areas photographed in Ruotsinkylä and Saarijärvi was 0.25 ha, in Inari 1—2 ha. Stands of different tree species are represented among the sample plots, and not only pine stands as in the material reviewed in the first section. Measurements were taken in stands treated in different ways; similarly, efforts were made to ensure that the possibilities of measuring the sample stands from aerial photographs represented average conditions for the area photographed. The interval between the time of photography and measurement of the sample plots was generally not more than one growing season. The number of sample plots, by the areas photographed, was:

Ruotsinkylä	17	sample	plots
Saarijärvi	17	»	»
Inari	37	»	»
Total	71	sample	plots

It was primarily these 71 sample plots that were employed to check the height measurements. From these 71 sample plots 25 stands on which crown closure measurements had been made on the ground were selected for the estimation of crown closure. The control material for crown diameter was reported on above.

In addition to the material already mentioned, some data were available on individual trees visible in the photos. In the Saarijärvi area estimates were also made ocularly by stands. They will be discussed in the following, as will the different aspects of the method applied for ground measurements.

Organization of the measurements from the photographs

The measurements were made when possible by simple and cheap instruments generally available. Obviously, for height measurements highly accurate results can be achieved with a Zeiss Stereoplanigraph or a Wild Autograph, but to use such equipment generally is hardly an economic proposition.

The persons who carried out the measurements from the aerial photos had not seen the photographed areas in advance on the ground, nor were they even familiar with their general character. This procedure is different from that usually followed in practical photo interpretation; it is generally considered necessary that the interpreter be familiar, to some extent at least, with the area to be surveyed on the ground (cf. e. g. L o s e e 1949, p. 253; J o h n s o n 1952; D a h l 1954, p. 13). The intention here, however, was to get some idea of what could be achieved by mere measurement.

In order that the surveyors could carry out their work free from preformed ideas they were not told of any of the control measurements while they were still at work on a particular series of measurements. For the same reason also no absolute heights, for instance, were computed before all the parallax and shadow measurements of the series had been completed.

The measurements were the responsibility of five persons. This provided some opportunity of estimating whether the subjective methods of any one of the interpreters caused certain errors. This also made it possible to utilize the ground measurements, available within limits, better and without having any one person carry out the measurement of a series many times over. The five persons had little previous experience of aerial photographic survey, or even no experience of crown closure and crown diameter measurements; this of course detracted from the results obtained. Apart from Surveyor 2, all the surveyors were professional foresters.

The results of all the measurement series proper will be given later in this work; only the series completed for training are excluded.

Height measurements

Two methods differing in principle, parallax measurement and shadow measurement, enter into question for height measurements from aerial photographs. Both are considered in the following, though attention is concentrated on the former. The use of oblique photographs for height measurements has been discussed especially in Canada (e. g. S e e l y 1948; N a s h 1949); image displacement on single photographs can also be utilized for measurement (cf. S p u r r 1948, pp. 224—226). These methods involve certain limitations, expressly in Finnish conditions, and therefore need not be discussed here.

Parallax method

M e t h o d. Estimation of tree height by parallax measurement is effected by means of stereoscopic study. The details of the principles followed in the measuring and the fundamentals of photography and photographic survey in general cannot and probably need not be described here as they are to be found in numerous publications (e. g. S p u r r 1948; L ö f s t r ö m 1949; T o l k n i n g ... 1955). Suffice it to mention that the tree height was determined from the simple formula

$$h = \frac{H}{b} \cdot \Delta p$$

where h = tree height, H = flying height, b = photo base, and Δp = parallax difference between tree top and ground level. The average distance between the principal points after the location of the principal point of the neighbouring photo had been entered on both photos was used to find b.

That the formula is applicable to the relatively small height differences involved here can be seen from the formula

$$v_h = \frac{h^2}{H}$$

where v_h = the error in tree height arising from use of the above simple formula (cf. e. g. L ö f s t r ö m 1949, p. 94). As the lowest flying height for the present material was 2 000 m. and the maximum tree heights were approx. 30 m., v_h is always under 0.5 m. For most of the material the error is only 0.2—0.3 m. or less.

The parallax of the ground surface could by no means always be read at the butt of each tree; hence it was necessary in most cases to determine the height of a minimum of three points in the sample plot or in its im-

mediate neighbourhood — never e. g. on the opposite side of the picture — and use the graphic method assuming that the surface of the ground generally was flat. The influence of variations in ground level is often difficult to take into account in height measurements; clearly such variations often cause errors.

Austin's parallax bar, the graded part of which can be attached to a simple lens stereoscope (cf. e. g. S u o r t t i 1947), and a mirror stereoscope with a binocular fitting and separate stereomicrometer were used for the parallax measurements. Both these devices produce an approximately three-fold magnification. Readings can be made from the gradings to an accuracy of 0.01 mm. It may be mentioned that one of the two stereomicrometers used had such large-sized floating marks that it was difficult to adjust them for small gaps at ground level.

In addition to the above devices, a parallax wedge was also tried (e. g. S p u r r 1948, pp. 143—147) for serviceability. A lens stereoscope was used as an aid in these measurements.

The dominant height of the stand was computed in the sample plots measured on the ground on the basis of the mean height of the thickest 100 trees per hectare (by means of the height curve of the stand). A comparable value was computed from the aerial photos. Naturally it could not be based on the mean height of the thickest trees; the highest trees had to be used. As a rule approx. 20 trees per sample plot were measured from the photos, more for the large areas, and perhaps less when the sample plots were small or very difficult to measure. In any case the height characteristic of all the sample plots was studied and not only that of the stands most suitable for measurement.

As the measurements obtained were based on a definition different from that of the ground measurements they were not comparable as such. For this reason the ratio between the two sets of values had to be found with the aid of a relatively abundant material, i. e. that of an earlier study of Scots pine stands (N y y s s ö n e n 1954 a). In most cases no corrections were required, but, especially because of the different numbers of trees measured, the result from the photographs often had to be reduced. In exceptional cases corrections of as much as 2 m. had to be made.

This procedure left just one characteristic, usually based on numerous measurements, to illustrate the stand in checking the reliability of the height measurements from aerial photos. The difference between this characteristic and the mean height of the stand, much employed in the earlier part of the investigations, was pointed out earlier (p. 11).

The results of the height measurements from aerial photos and from the other estimates reported on in the following are illustrated primarily by

three characteristic figures. The systematic error was obtained by computing the true value, taking into account the symbols (+ or —), of the deviations computed from the ground measurement; it might be called also the aggregate deviation. If the systematic error is on the — side the measurement from the aerial photos has given a result smaller on the average than the true result; if again it is on the + side, one exceeding the true result. The standard error of estimate was computed in two ways. Firstly, the sum of the squared deviations was divided by the number of observations in the series of measurements, and the square root taken of the quotient. Thus all the deviations were treated as random errors. Secondly, the systematic error of the series of measurements was deducted from each observation before the above calculation which was then carried out. This eliminated the systematic error, leaving a much smaller standard error in certain series of measurements than with the first method of calculation. Mean deviations were not computed separately. However, an idea can be obtained of them by means of a certain mean ratio (mean deviation $\approx 0.8 \times$ standard deviation).

Results. With the stereomicrometer on the mirror stereoscope, Surveyor 3 measured 21 seed trees whose true heights varied from 16.5—24.2 m., using 1 : 5 000 enlargements of Ruotsinkylä Flight 1 (cf. Table 6, p. 24). The results were:

Systematic error	—1.5 m.
Standard error of estimate (systematic error incl.)	±2.2 »
» » » » (» » excl.)	±1.6 »

This systematic error is understandable since low but dense seedling stand and luxuriant heather conceal the ground surface in many places, in addition to which the fact that the crown top remains unphotographed contributes to an error in this direction (cf. e. g. Spurr 1948, p. 236). The standard error is probably also increased in part by the blending of the crowns with their surroundings, the contrasts between ground surface and crowns being weak, a common situation in the case of sparse stands.

The study based on the dominant height of the Ruotsinkylä and Saarijärvi sample plots is the most important from the point of view of the problem of height measurements. The relevant results are given in Table 7; in addition, Fig. 2 illustrates graphically Measurement Series 1, selected as an example from the table. Each of the 6 measurement series is based on the dominant height of approx. 30 stands; lack of photos and other similar reasons necessitated the exclusion of one or several of the 34 stands mentioned on p. 26. The mean value of the dominant heights of these stands, according to ground measurements, was 18.9 m. and this characteristic

Table 7. Results of the measurements of the dominant height.

Taulukko 7. Valtapituusmittausten tuloksia.

No. of Measurement Series *Mittaussarja*	Surveyor *Mittaaja*	Instrument *Koje*	No. of Flight *Kuvaus, n:o*	Photo scale *Kuvien mittakaava*	Film *Filmi*	Systematic error, m. *Systemaattinen virhe, m*	Standard error of estimate, m. *Arvion keskivirhe, m*	
							System. error included *System. virhe mukaanluettuna*	System. error excluded *System. virhe poisluettuna*
1	1	Austin	1, 3	1 : 10 000	panchrom.	—0.1	±1.9	±1.9
2	3	Mirror stereoscope — *Peilistereoskooppi*	»	1 : 5 000	»	—1.8	±2.1	±1.1
3	2	»	»	»	»	+0.2	±1.9	±1.9
4	1	Austin	2, 4	1 : 10 000	infrared	+0.7	±2.6	±2.5
5	1	»	»	»	»	—0.1	±1.6	±1.6
6	2	Mirror stereoscope — *Peilistereoskooppi*	»	»	»	+0.1	±1.9	±1.9

varies in them from 6 to 29.5 m. To illustrate the amount of work involved in working out a table of this type it may be mentioned that each measurement series could require up to nearly 1 000 readings from the scale on the stereoscope.

The table shows that the systematic error is usually small, apart from a couple of deviating series. The error assumes different directions; for this reason e. g. the fact that the above-mentioned crown top remained unphotographed did not cause a negative deviation, at least not consis-

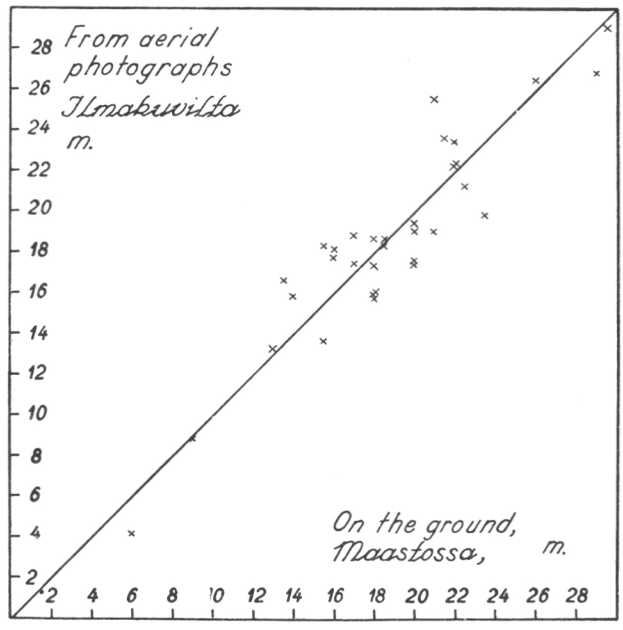


Fig. 2. Results of the measurements of the dominant height in Measurement Series 1 (Table 7).

Kuva 2. Valtapituusmittausten tulokset mittaussarjassa 1 (taulukko 7).

tently. For the measurement of a dense stand such a result seems understandable. As was pointed out by Welander (1952, p. 226), when the surveyor tries to align the floating mark with ground level through a small gap, the mark often goes too low when brought into the gap from above. It should be noted here that the only appreciable negative deviation occurred in a measurement series in which a stereomicrometer with very small floating marks was used (Series 2). Otherwise this series gave the best result. An appreciable positive systematic error occurred in Series 4 where the standard error is considerable. The reason may have been the use of red floating marks in the instrument in connection with infrared images; the surveyor found it very difficult to distinguish the red mark from the tones of these images. The result improved greatly when the measurements were made with black floating marks (Series 5).

Taking the foregoing into account, the errors were within limits that seem reasonable enough; the average standard error of estimate is no more than approx. ± 10 per cent of the mean dominant height. The deviations seem to be of approximately the same order as in certain experiments in Sweden (Flygbilden ... 1951, p. 65; Welander 1952, p. 225). In addition, certain results obtained in the central states of the USA seem to be on approximately the same level: mean deviations of 5 to 7 feet from the mean height of dominant trees were obtained with parallax wedge from 1 : 20 000 photos (Moessner-Brunson-Jensen 1950). The authors point out — and this holds good for the present measurements also — that deviations arise in part also from errors in ground measurements and in part from the height variation of the dominant trees. Very accurate results both for individual trees (cf. Krutzsch 1925, p. 146) and for the dominant height of even cultivated stands were obtained in Germany as long as 30 years ago with accurate instruments from large-scale photos; the standard error of estimate was under 5 per cent even (cf. Zieger 1928, pp. 118—124). In stands of this kind the variation in height is very small.

Table 7 provides a basis for comparison between panchromatic and infrared photography for height measurements. It is found that the results from infrared photos are equal to those obtained from panchromatic photos (cf. Spurr 1948, p. 235; Welander 1952, p. 226).

Measurements were made from photos of two different scales; the actual photographs were always taken on a scale of 1 : 10 000. The number of measurements available is low but at least it does not reveal any appreciable differences between the results obtained from contact prints and from enlargements. This is understandable because the approx. 3-fold magnification of the stereoscope is sufficient to make all the details of contact prints visible to the eye. Although enlargements facilitated measurement and reduced the effect of the technical errors connected e. g. with the microm-

eters no perceptible improvement was achieved by using them. It was also found that in the measurements of certain sample plots from photos of the two scales the deviation was towards the same direction. The error, then, was evidently due primarily to photographic factors and no change in scale could eliminate them. Changing the scale of the photography itself is of course a different matter.

No differences are found in the accuracy of the results given by the two different measuring instruments employed, apart from the deviation due to the floating mark pointed out above. However, large-sized pictures in particular can usually be more conveniently handled in the mirror stereoscope.

The results obtained from the 1 : 15 000 infrared photography of Inari add to the above findings and so are worth further mention. The mean dominant height on 37 sample plots measured on the ground was 10.5 m. Measurement Series 1, below, was carried out by Surveyor 1 from contact prints with the Austin instrument and Series 2 by Surveyor 3 with a mirror stereoscope from 1 : 5 000 enlargements which however covered only 12 sample plots (mean dominant height on the ground 12.1 m.).

Measurement Series	1	2
Systematic error	+1.9	—0.9 m.
Standard error of estimate (system. error incl.)	±2.9	±1.3 »
» » » » (» » excl.)	±2.1	±0.9 »

The results of the two series differ greatly. The systematic error assumes different courses and, like the standard error, is perceptibly higher in Measurement Series 1 than 2. The results of Series 2 are fairly good if e. g. the results given in Table 7 are taken as the standard of comparison. The negative systematic error seems to be peculiar to Surveyor 3 who measured Series 2 (cf. Table 7).

Conditions for height measurement are generally better in North than in South Finland due to the fact that the ground surface is usually visible in the immediate neighbourhood of the trees in the north. This is true of the present area photographed; yet Measurement Series 1 has considerable deviations. A significant reason may be that the instrument had red floating marks and the film studied was infrared; this combination led to poor results before (p. 32) for the surveyor concerned. In addition, measurement from 1 : 15 000 contact prints involves a greater likelihood of chance errors than measurement from larger-scale photographs.

In conclusion, the results based on the ground estimation of dominant height of 50 stands on approx. 104 ha. of the photographed area at Saari-

järvi are reported. They were obtained by ocular estimation locally supported by height measurements. The mean value of the dominant heights was 16.4 m., standard deviation 3.6 m. Measurement from aerial photographs was based on 1 : 5 000 enlargements of Flight 3 (cf. Table 6, p. 24); a mirror stereoscope was used. The results obtained by Surveyor 3 were within ±2 m. error limits in 70 per cent of the stands, over 2 m. greater than the real value in 12 and equally much smaller in 18 per cent of the stands. In the light of the characteristics employed above the results were as follows:

Systematic error	—0.2 m.
Standard error of estimate (system. error incl.)	±2.1 »
» » » » (» » excl.)	±2.1 »

Relatively the deviations were at least no greater than in the measurements which form the basis of Table 7; it must be taken into account that the estimation of fairly large stands was involved and that the ground estimations were mostly made by eye and hence themselves include deviations from the true dominant heights.

The use of the parallax wedge in height measurements has been studied especially in the USA, and much of the experience obtained has been positive (Rogers 1946; Minor 1951; Moessner 1953, p. 504). Certain results obtained there have already been compared with the present measurements.

In an experiment with parallax wedge Surveyor 3 obtained the following dominant height values for the 11 stands he measured from the contact prints of Flight 1 (cf. Table 1, p. 13):

Systematic error	0 m.
Standard error of estimate	±2.4 »

No systematic error was present, but the chance deviations were considerable. Measurement by parallax wedge seemed fairly difficult with operators that have little training; for instance, it was much more difficult to align the floating marks of the wedge than those of the instruments described previously. But the favourable experience gained elsewhere suggests that the wedge deserves further consideration.

Shadow method

If the length of tree shadow cast on level ground can be measured and the angle of elevation of the sun (x) is known, tree height (h) can be obtained from the formula

$$h = L \cdot \operatorname{tg} x.$$

For sloping ground the correction $L \cdot tg\ y$ must be made (y = angle of slope). The figure obtained must be added to the former if the slope rises in the direction of the shadow and away from the tree, in the opposite case deducted.

This principle has been applied relatively frequently in height measurement, especially in Canada. The photo scale must be known; the sun's altitude can be found by calculation, which presupposes knowledge of the latitude and longitude of the area photographed, date and hour of photography. Photos taken in Finland give this information. The sun's altitude is computed trigonometrically (cf. S p u r r 1948, pp. 229—232). A special calculator has also been designed to facilitate the work (S h a d o w ... 1947) and approximate coefficients have been computed (T o l k n i n g ... 1955, pp. 48—49).

The shadow lengths in the present measurements were found either by micrometer or by a measuring wedge designed for the purpose, which made the measurement quicker (Fig. 3). Error due to the slope of the ground

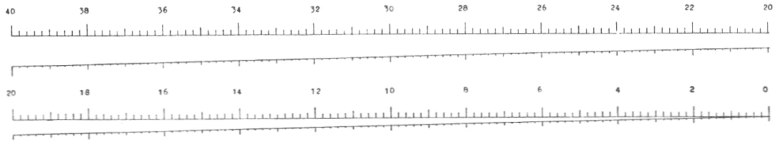


Fig. 3. Measuring wedge.
Kuva 3. Mittakiila.

surface was disregarded as steep slopes were rare in the photographed areas. Surveyor 3 carried out all the shadow measurements. To start with, the heights of 21 individual trees from Ruotsinkylä were measured. The photos were those used in the case reported on p. 30. The results were:

Systematic error	—1.3 m.
Standard error of estimate (system. error incl.)	±1.7 »
» » » (» » excl.)	±1.1 »

Shadow measurement in this case, favourable from the point of view of this measuring method, gave a better result than parallax measurement which suffered from the weak contrasts of the photos. The deviation to the negative direction is probably due in part to the seedling stand and heather growth mentioned before, and in part the small and sparse crown tops are probably not reproduced on the photos.

For only 5 of the 17 sample plots of Ruotsinkylä could a sufficient number of trees (3—10 trees each) be measured from the contact prints of Flight 1 (Table 6, p. 24) to warrant an estimate of dominant height. The system-

atic error was —1.9 m., mean deviation a good 5 m. The dominant height of only 2 sample plots out of 17 was determinable from 1 : 5 000 enlargements of Saarijärvi Flight 3. These results too were similar to the former.

Due to the long shadows the Saarijärvi Flight was rather unfavourable for the present purpose. The sun's altitude was only 27°; Seely (1942, p. 7) says that potential error usually becomes significant when the angle is less than 35°. This notwithstanding, an experiment was made to find the dominant heights of the stands in the area from the shadows. Shadow measurements could be made for some of the stands, total 32; the dominant height of the balance of 18 stands was determined ocularly by comparing them with the measured heights. As no appreciable differences seemed to obtain between these two groups the results for all the 50 stands are presented aggregately.

The dominant height obtained by shadow measurement remained within ±2 m. error limits in only 30 per cent of the stands, exceeded the true height by over 2 m. in 6 and was under the true height by over 2 m. in 64 per cent of all the stands. The results are illustrated also by the following characteristics:

Systematic error	—2.9 m.
Standard error of estimate (system. error incl.)	±4.0 »
» » » (» » excl.)	±2.8 »

Such large deviations indicate a very uncertain result. The corresponding result of parallax measurement reported on p. 33 is quite definitely better.

In addition, the dominant heights of the 12 Inari sample plots on 1 : 5 000 enlargements were measured. The results were:

Systematic error	+0.1 m.
Standard error of estimate	±1.0 »

These results were at least equal to the corresponding parallax measurements (cf. Measurement Series 2, p. 33).

Mainly from the results reported above the following conclusions can be drawn as to the suitability of shadow measurement for the estimation of tree height.

Where the tree shadows are distinct enough to measure the method is very serviceable. Examples are the seed tree areas, edges of gaps and fields

under plough, and in many cases the North Finnish stands where shadow measurements can give results equal to parallax measurement. In the normal South Finnish forest scenery shadow measurement is not suitable as the shadows conditional to the measurement are seldom seen in their entirety.

The earlier, fairly positive conclusions regarding shadow measurements are based, in some cases at least (e. g. Nash 1949; Flygbilden ... 1951, pp. 66—67), on measuring results obtained by selecting for measurement the most suitable trees only from a certain photographed area. Such a method presupposes the use of these measured trees as control points of a kind, e. g. in ocular survey (cf. also Seely 1947, p. 3). A thorough study of the results obtainable by this method of estimation must be omitted in this connection.

As to the requirements of shadow measurement on the photography, it should be noted that in Finnish conditions over-long shadows in particular seem disadvantageous. Infrared photographs, because of their less distinguishable shadows, are generally not as suitable as panchromatic photographs, even though the photography in Inari, somewhat different in tone from the average infrared photography, provided good results.

Crown closure measurements

Of the 25 sample plots measured on the ground as controls for the crown closure measurements from aerial photographs, 8 were in the Ruotsinkylä, 7 the Saarijärvi and 10 the Inari area. The crown closure in these sample plots was studied on the ground by the spot method as modified by Sarvas (1953). 150—200 observation spots were used in each sample stand. If a stand contained e. g. individuals of undergrowth type, often of a different tree species, they were given their special symbols. In this way a correct control value could be found for estimation from aerial photographs according to whether or not the undergrowth was included in the estimate. Naturally the distinguishing of the different cycles could be difficult in certain cases, e. g. in stands cut to a certain diameter limit.

Ground estimation of crown closure by the said method is relatively straightforward. But especially from the point of view of making the estimation less time-consuming the »Moosehorn» method, somewhat similar in principle to the former, deserves attention (cf. Robinson 1947).

The 25 sample stands in question constitute a good control series with crown closure percentages varying from 14 to 83; the mean was 50, standard deviation 19. The lowest crown closures were in Inari and most of the highest

in Ruotsinkylä. The sample plots were taken from middle-aged and older stands, as is shown by their dominant heights: in the southern parts of the country 15.5—29.5 m, Inari 7.5—14.0 m.

The estimation of crown closure is perhaps the task for which aerial photographs are considered most suitable. It is true that a swift glance even reveals certain rough differences between the stands. However, if the crown closure is to be determined in greater detail the problem is not so simple. There are several questions to be solved: the most appropriate method, the reliability of the estimation, the effect of the shadows seen on the photos, etc.

The methods previously used in crown closure measurements, in addition to mere ocular estimation, were a spot method similar to that mentioned above in connection with ground estimations, and crown density scales (cf. e. g. Moessner 1947). Which of the two is better is a matter of some dispute (cf. op. c.; Spurr 1948, pp. 210—211; Flygbilden ... 1951, p. 76). Both of the methods have their advantages in certain conditions. In the present measurements, due to the nature of the task, attention was focused on the spot method which seemed more objective. However, the crown density scale was used in one series of measurements.

The necessary dot grid was prepared on a glass plate, in series of both 100 and 25 dots. Fig. 4 shows the dot grid and the density scale with a 20 point gradation. Dot grids were first made mechanically and with the aid of dyestuffs; later they were produced photographically by a method which gave small enough dots. The interval between adjacent lines of dots was 1.0, 1.5 or 2.0 mm.; a dot grid of suitable scale was selected in each case according to the photo scale and sample plot size. On the density scale

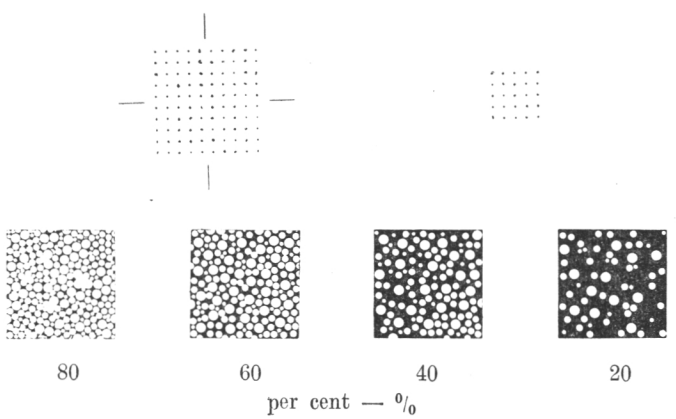


Fig. 4. Dot grids and crown density scale.
Kuva 4. Pisteistöjä sekä peittävyyskaavio.

were marked circles in a certain proportion, the circles representing three different crown sizes, the tendency was to reproduce to some extent the proportions of different crown sizes in single-storey pine stands. The density scale used was fairly schematic, and the practical value of such a scale can hardly be decided on its basis. However, it will probably, as soon as the incidence of the crowns of different sizes by stands has been investigated in detail, be worth studying whether the idea suggested is of any use e. g. compared with a scale marked with equal-sized squares or circles.

In estimating the crown closure the photos were always viewed stereoscopically. Using the dot grid, a beginning was usually made in one corner of the sample plot. For instance, using the 25 dot series the number coinciding with the crowns was counted: efforts were made to estimate also the crown parts remaining in shadow. The glass plate was moved and a count was made in a total of 6—8 different places. For a small sample plot the plate was moved very little at a time, e. g. 0.5—1.0 mm. Adding together the dots counted each time and dividing the total either by 150 or 200 gave the crown closure percentage of the stand. The use of the crown density scale hardly needs explanation. Crown closures were estimated with it in terms of full tens of per cent.

The crown closure measurements are shown in Table 8, where the deviations of the percentages obtained from aerial photos from the ground estimation percentages are used as units indicating errors (error points). The result represented by Measurement Series 2 was taken as an example and is presented in the form of a graph in Fig. 5.

Table 8. Results of the measurements of the crown closure.
Taulukko 8. Peittävyysmittausten tuloksia.

No. of Measurement Series *Mittaussarja*	Surveyor *Mittaaja*	No. of Flight *Kuvaus, n:o*	Photo scale *Kuvien mittakaava*	Deviation in points, not exceeding *Poikkeus enintään, yksikköä*				Systematic error, points *Systemaattinen virhe, yksikköä*	Standard error of estimate, points *Arvion keskivirhe, yksikköä*	
				10	20	30	40		System. error included *System. virhe mukaanluettuna*	System. error excluded *System. virhe poisluettuna*
				Percentage of the sum of observations *% havaintojen lukumäärästä*						
1	1	2, 4, 5	1 : 10 000 (1 : 15 000)	61	96	100	—	+ 2	±12	±12
2	4	1, 3, 5	1 : 5 000	81	95	100	—	+ 2	± 9	± 9
3	5	»	»	79	95	100	—	+ 1	± 9	± 9
4	3	»	»	77	100	—	—	— 1	± 9	± 9
5	1	»	»	57	87	100	—	— 5	±12	±11
6*	3	»	1 : 10 000 (1 : 15 000)	50	79	92	100	—10	±16	±12

* Measured with the crown density scale; other series with the spot method.
Mitattu peittävyyskaaviolla; muut sarjat pistemenetelmällä.

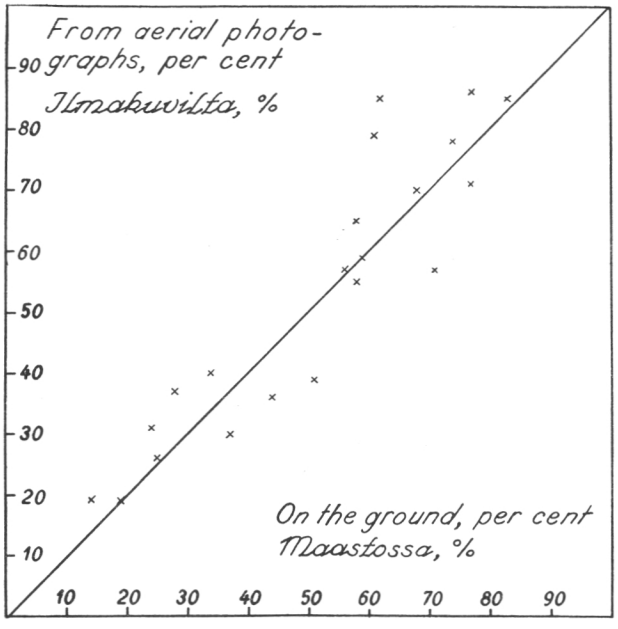


Fig. 5. Results of the measurements of the crown closure in Measurement Series 2 (Table 8).
Kuva 5. Peittävyysmittausten tulokset mittaussarjassa 2 (taulukko 8).

Approx. 60—80 per cent of the total were sample stands with a maximum deviation of 10 points, and in nearly all the cases the deviation remained a maximum of 20 points. The systematic error usually remained small, apart from the result obtained by the crown density scale. According to observations made, however, finding the correct method of measurement requires a special effort at the beginning for even careful work may at first give results systematically too small or great; the results improve as soon as a certain amount of experience has been gained (cf. e. g. Flygbilden ... 1951, p. 78). In this respect the present good results were due in part at least to the fact that the method was clarified for the surveyors by means of ten extra sample plots before the measurement series proper were carried out. Especially the crown parts remaining in shadow seem to cause systematic deviations (cf. Spurr 1948, p. 211; Flygbilden ... 1951, p. 75).

The standard error of approx. 10 points seen in the table must probably be considered relatively small. Taking into account the fairly wide variation in control material pointed out above (p. 37), the crown closure measurements are relatively reliable. Nor did the use of crown density scale give a perceptibly poorer result.

A comparison of the results of Table 8 with some earlier results, admittedly obtained mainly by ocular estimation (Flygbilden ... 1951, p. 78; Spurr 1952, p. 427; Welander 1952, p. 227) reveals that the present results stand the comparison well.

A comparison of the results obtained for the individual sample plots in the different measurement series reveals general variation. For a couple of sample plots (Ruotsinkylä 12 and 15), however, the result obtained from aerial photos is consistently too high, whereas for another two (Saarijärvi 22 and 25) the figures remained too low. Evidently the error in these cases

was inherent in the photographs. The former two sample plots were birch stands, and the strong reflection of light from them may have caused a false increase in the proportion of crowns. One of the latter sample plots, again, was a stand strongly selectively cut to a diameter limit at an early date; at the time of photographing the stand showed trees of very varied sizes. Evidently some of the smallest, in particular, had been in shadow and were not reproduced. The second of these sample plots was a young, evenly grown and dense pine stand with tapering crowns of which the upper part only was seen in the photos. The Saarijärvi photography, as pointed out, was carried out when the sun was fairly low (Table 6, p. 24). As a result of the long shadows, the results for Saarijärvi were generally lower than those for Ruotsinkylä.

Otherwise, too, the results vary according to the quality of the photos. It seems, for instance, that small-scale photography usually leads to overestimation of crown closure in dense stands as small gaps are invisible (cf. S p u r r 1948, pp. 211—212). A similar phenomenon seems to occur also in the results obtained from prints on different scales from a certain scale of photographic coverage. Thus Surveyor 1 obtained higher results from scale 1 : 10 000 photographs and partly from 1 : 15 000 photographs than from 1 : 5 000 pictures (cf. systematic error in Series 1 and 5 of Table 8). On small-scale photographs a dot is probably more readily taken to coincide with the crown than on larger-scale photographs.

It is not possible to make a perfect comparison between panchromatic and infrared film on the points now under review from the measurements effected. Present results seem, however, to agree with investigators such as W e l a n d e r (1952, p. 227), who has found, that no significant differences exist between the two types of film. S p u r r (1948, p. 211) points out certain difficulties arising from the use of infrared material, particularly for crown closure estimation.

If the estimation of crown closure necessitates using the marginal parts of the photo strip the result tends to be exaggerated due to the fact that the aerial photo is a central projection. Owing to this potential error measurement of the marginal parts should generally be avoided. Possibly the use of a correction factor might prove useful.

Measurement of the diameter of the dominant crown

Of the 22 pine sample stands used to determine the dominant crown diameter, 9 were situated in the area photographed at Ruotsinkylä, 10 in Saarijärvi and 3 in Inari. As the sample plots were fairly small they tended to be somewhat inaccurately fixed on the aerial photographs. How-

ever, this cannot cause any perceptible errors as it involved the erroneous inclusion or exclusion of only a few trees.

Crown diameter measurements were based on the material from flights 1, 3 and 5 (Table 6, p. 24). The object of the measurements was to find the mean crown diameter of the trees with the largest crown; the number of trees included was determined as reported earlier (pp. 15—17). Hence, 4—15 trees from each sample stand were included.

The measuring was done with 3 instruments, always using stereoscopic study. Two of these were mentioned above (pp. 35—36) in connection with shadow measurement, viz. measuring wedge and the micrometer. The determined number of largest trees was measured individually by these two instruments. The third device was a dot template photographically prepared on transparent glass plate (Fig. 6), made in different scales with a



Fig. 6. Dot template for measuring of crown diameters.
Kuva 6. Kaavio latvuksen läpimitan määritystä varten.

grading at 0.5 m. intervals for each scale. In using it the surveyor selected from the grading the dot that seemed to approach most closely the mean crown size of the trees to be included.

The results of the crown measurements are given in Table 9, in addition to which the results of Measurement Series 5 are illustrated by Fig. 7. All the 22 sample plots are included in Measurement Series 4 and 5, whereas

Table 9. Results of the diameter measurements of the dominant crown.
Taulukko 9. Tuloksia valtalatvuksen läpimitan määrityksestä.

No. of Measurement Series *Mittaussarja*	Surveyor *Mittaaja*	Instrument *Koje*	Photo scale *Kuvien mittakaava*	Systematic error, m. *Systemaattinen virhe, m*	Standard error of estimate, m. *Arvion keskivirhe, m*	
					System. error included *System. virhe mukaanluettuna*	System. error excluded *System. virhe poisluettuna*
1	1	Wedge — *Kiila*	1 : 10 000 (1 : 15 000)	+1.10	±1.15	±0.45
2	1	»	1 : 5 000	+0.39	±0.58	±0.42
3	3	Micrometer *Mikrometri*	»	—0.78	±0.94	±0.47
4	1	Dot template *Kaavio*	1 : 10 000 (1 : 15 000)	—0.89	±1.11	±0.66
5	1	»	1 : 5 000	—1.06	±1.16	±0.47

Series 1—3 had to be based on 12—13 sample plots only due to the technical arrangement of the measurements. According to ground measurements the diameter of the dominant crown in the whole material averaged 4.25 m., with a standard deviation of 1.25 m. on either side of this value. No diameter under 1.6 m. was found. From earlier (pp. 24—26) discussion it is obvious that the resolving power of the images permits the measurements of such crowns, but when the crowns are very small they fuse into a single mass and no measurement is possible. The literature can easily be misleading on the possibilities of crown measurements (cf. W o d e r a 1948, p. 125).

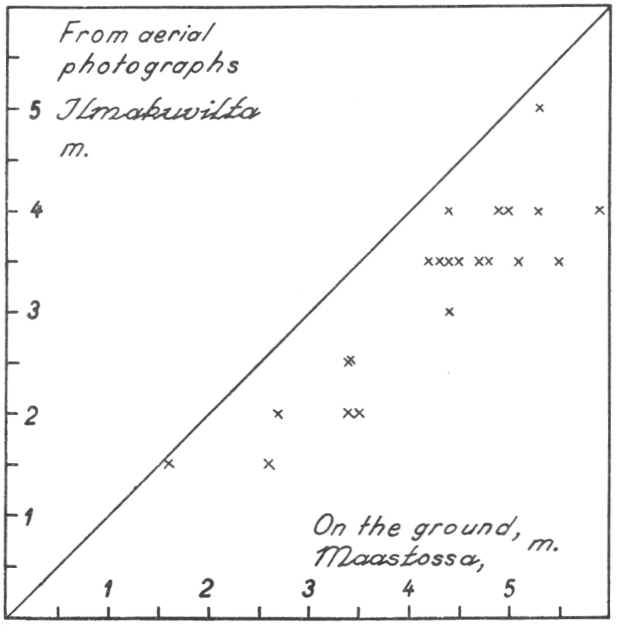


Fig. 7. Results of the diameter measurements of the dominant crown in Measurement Series 5 (Table 9).
Kuva 7. Tuloksia valtalatvuksen läpimitan määrityksestä mittaussarjassa 5 (taulukko 9).

In studying the table attention is attracted by the fairly high systematic error, an error which works in different directions. Taking into account the method of measurement, the measuring wedge gives too great results in both series 1 and 2 whereas the result achieved by the other methods was consistently too low. As the two sides of the wedge consisted of an unbroken line with the necessary gradings, and as the lines could not be made very fine, getting the correct reading was difficult. It is quite understandable, therefore, that the systematic error upwards decreased when 1 : 5 000 photos were used — the relative effect of the error due to the wedge itself was reduced.

The measurement methods applied in series 3—5 were free from this potential error. Compared with the results of ground measurements, the diameters arrived at were too small in these cases. Although earlier experience of these measurements warns against exaggerated results in exceptional cases (cf. F e r r e e 1953, p. 28), it seems more common to find that crown diameters obtained from photographs are smaller than the true diameters (e. g. S p u r r 1948, p. 220; F l y g b i l d e n ... 1951, p. 73). One explanation is the reducing effect of shadows. During the present measurements

this was particularly obvious in the Saarijärvi photographs where the shadows were longest and the negative deviations greatest. The maximum crown diameter also was so low and the crowns often overlapped to some extent with those of the neighbouring trees. Another point is that sparse branch tips are not always photographed with the crown, although certain phenomena of light reflection may have an opposite effect. As the marginal parts of large crowns seem to be most indefinite in this respect the negative systematic error seems to increase with increasing crown diameter (cf. also Fig. 7). For reasons of this kind it would perhaps be advisable generally to exclude individual branch tips, parts remaining under the branches of neighbouring trees, etc., from the crown diameter; maybe the diameter thus measured would show at least as good a correlation with the volume factors of the tree as the maximum diameter used in the present investigation.

As the systematic error is as significant as Table 7 shows, the standard error of estimate in the left-hand column is naturally great also. But elimination of the systematic error essentially decreases the standard error, usually to under 0.5 m. As the standard deviation around the mean value according to ground measurements is 1.25 m. for the total material it is possible to obtain a much more accurate idea of the crown diameter by crown measurements than e. g. by calculation based on mean value alone.

Incidentally, the standard error of estimate (systematic error excl.) seems no greater in measuring with the measuring wedge than in determinations by any other method. Provided that the systematic error can be corrected, satisfactory results can be obtained both by the wedge and by the dot template; but the micrometer does not seem suitable because of the slowness of the measuring procedure. The template method is the most agreeable to use; it seems to be easier to compare the crowns with the dots of the template than to measure them between the converging lines of a wedge (cf. Ferree 1953, p. 25).

Fairly little information is available on earlier results of crown diameter determinations. According to Spurr (1948, p. 222), crowns could be classified by 2 ft. classes from photographs of a 1 : 12 000 scale in experiments at Harvard Forest. According to Swedish observations, measurement of crowns distinguishable from photographs within »acceptable» limits is considered possible (Flygbilden ... 1951, p. 73).

The most suitable direction for crown measurement in the centre of the photo would seem to be at right angles to the light-shadow direction (cf. op. c., p. 70). At the edges of the photo strip it is probably necessary to measure at right angles to the line running from the centre to the spot concerned (cf. Spurr 1948, p. 221).

The serviceability of panchromatic and infrared film for the purpose cannot be properly assessed from the present measurements. No perceptible difference seems to exist between them. On the whole, it seems necessary to emphasize the great significance of the quality of the photographs; improving the quality will doubtless improve the results of crown measurements considerably.

Discussion

The above study provides an idea of the accuracy with which certain growing stock characteristics can be measured with simple devices from ordinary aerial photographs. If, on the other hand, the cubic volume and mean diameter are to be estimated, and this was considered the central problem of the present investigation, attention must be devoted to the two main sections of the investigation: the review based on stand material, and the reliability of measurements from aerial photographs.

Using the aerial stand-volume table for Scots pine (Table 1) the standard error of estimate, according to the present study, is approx. ± 13 per cent, provided that the factors included in the table, the mean height and crown closure, can be exactly determined and that the volume is interpolated if these factors do not coincide precisely with the figures of the table (cf. pp. 12—13).

It was mentioned on p. 32 that the average standard error of estimate in assessing the dominant height from aerial photographs does not exceed approx. ± 10 per cent of the mean dominant height; no appreciable differences were found between panchromatic and infrared film for height measurements or for the other measurements discussed here. The mean dominant height in the present material is of the order of 20 m.; Table 1 shows that the relative influence of an error of this magnitude in volume estimations can be expressed by a standard error of estimate of approx. ± 18 per cent. Admittedly, the study of the reliability of height measurement from aerial photographs was based mainly on the dominant height, while the volume table presupposes mean height which obviously cannot be measured quite so accurately. As, on the other hand, it is quite possible that the true error arising in assessing the dominant height is smaller than that quoted above, the said standard error of ± 18 per cent can be considered probable. (The deviations in the results of aerial photo measurements and ground measurements must not be attributed to the former alone, cf. e. g. p. 32.)

A third important source of error is the potential error connected with crown closure measurements from aerial photographs. From Table 8 (p. 39) its magnitude can be taken to represent a standard error of ± 10 points (full crown closure = 100). From Table 1, this would imply a standard error of approx. ± 17 per cent in the volume for the 20 m. mean height class.

Earlier study (pp. 18—20) suggests that it is not possible to improve the results obtainable in volume estimation by introducing the diameter of the dominant crown as the third variable. Hence the standard error of estimate involved in this estimation can be evolved from the partial standard errors mentioned. Admittedly, they have been determined fairly schematically and do not hold good for the entire range of Table 1; but they will probably suffice to indicate the order of the standard error in volume estimation. By adding them together, we obtain

$$\pm \sqrt{13^2 + 18^2 + 17^2}\ \% \approx \pm\ 28\ \%$$

In addition to this calculation, the results obtained from the estimation of the 50 stands of Saarijärvi (cf. p. 36) must be mentioned; the mean of their volumes was 103 cu.m./ha incl. bark. Taking the mean height and crown closure measurements effected by Surveyors 1 and 3, and using Table 1, and eliminating the positive systematic error, we get standard errors of estimate of ± 37 and ± 34 per cent. The photographs available, however, were rather poor (cf. p. 36), in addition to which it was necessary to apply the pine stand table to the birch stands that were found to some extent in the area. As the ground estimation used for control purposes was also effected ocularly in the main — only the total volume of the area was found by circular sample plot survey to correspond exactly to the result of the ocular estimate — the percentages quoted above are in harmony with the ± 28 per cent obtained by calculation.

In a comparison of the present result with earlier results a certain caution must be observed as the quality of the photography, the tree species, etc. play an important role. In some estimations in Sweden the standard error of estimate, with panchromatic photographs 1 : 20 000, seems to have amounted to approx. 30—40 per cent (F l y g b i l d e n ... 1951, pp. 79—82; cf. W e l a n d e r 1952, p. 228); with infrared photographs 1 : 15 000 the standard error in a first estimation of a series of 100 sample plots was ± 37 per cent and decreased on a second occasion to ± 26 per cent (W e l a n d e r op. c.). W e l a n d e r's opinion is that the standard error in ocular estimation from aerial photographs by means of control sample plots, by which method the Swedish results were obtained, can be reduced as low as to ± 10 per cent or less. Such results really have been achieved for even cultivated stands, estimated from large-scale photographs with accurate instruments (Z i e g e r 1928; cf. S p u r r 1948, pp. 304—305).

But it is not possible to achieve such results generally. It must be admitted, of course, that the above analysis of errors suggests that a great deal can be achieved with measuring from aerial photographs. The standard of the photographs can probably be improved if better cameras are obtain-

ed, the time of flight is correctly selected, etc. There is also good reason to hope that the results will improve when measurements can be entrusted to persons sufficiently experienced in photo interpretation (cf. S p u r r 1948, pp. 175—176; F e r r e e 1953, pp. 27—28). However, there is a certain limit to the improvement that can be produced by this means, and it is therefore safest not to expect too much improvement on the results now obtained. Several other authors, in addition to those quoted, come to similar conclusions (e. g. M o e s s n e r - B r u n s o n - J e n s e n 1951; D a h l 1954).

It was stated on p. 16 that if it can be assumed that the mean height, crown closure and diameter of the dominant crown are known, and if the average ratio of mean diameter and dominant crown diameter is utilized, the mean diameter of the stand can be obtained with a standard error of estimate of approx. ± 7 per cent. On the other hand, Table 9 (p. 42) suggests that if the systematic error can be eliminated the standard error of estimate of dominant crown diameter will not exceed ± 0.5 m. From Table 4 (p. 17) it can be estimated that this error, for stands of a mean height of 20 m. for example, implies an average standard error of approx. ± 11 per cent. By adding the figures together, we obtain

$$\pm \sqrt{7^2 + 11^2}\ \% \approx \pm 13\ \%$$

In the study based on stand material (p. 14) it was stated that when mean diameter is calculated from a given mean height and crown closure, the standard error of estimate is approx. ± 12 per cent. To this should be added the error arising from the estimation of mean height and crown closure from aerial photographs, but it also has similarly been left out of the above calculation; hence in both cases the total standard error involved is probably approx. ± 15 per cent. Thus it can be concluded that the diameter of the dominant crown is of no use in the estimation of mean diameter, provided the average values of the mean diameters of stands of different mean height and crown closure are known.

It has emerged that knowledge of the crown diameter is of no importance for the estimation of stand volume if the crown closure is known. Hence the significance of crown diameter as a whole would seem to be disputable. However, the matter is not so simple. Apart from estimation by individual trees, the crown diameter can always be of importance when, instead of total volume, attention has to be devoted to the technically serviceable part of the growing stock. Similarly, improved photo quality will enhance the importance of crown diameter. Furthermore, crown diameter may be of greater importance in North Finland where the variation in crown

closure is less (cf. A a l t o n e n 1919, p. 156) than in the southern parts of the country. Therefore this characteristic should not simply be disregarded in future investigations.

It should be borne in mind that the above conclusions as to volume and mean diameter apply to Scots pine stands exclusively. Pine is the tree species for which the average correlation between crown diameter and stem is closest. The birch, however, is very similar to the pine, while with spruce the correlation is definitely weaker (cf. I l v e s s a l o 1950). This order of the species is at the same time indicative of the chances of attaining reliable results with stands composed of other tree species. It should also be noted that the study concerned single-storey stands. Especially when significant undergrowth is present under the crown canopy of a relatively dense dominant stand we must be prepared for perceptible potential errors. The estimation of undergrowth is extremely difficult, even impossible.

The pine stands in the northernmost part of the country proved different on many important points from the stands measured in the southern part. In each height class the stem diameter at breast height compared with the crown diameter is proportionately greater in the northern than in the southern areas. Even though the stands of the whole northern half of the country cannot be typified by the northern limits of the pine distribution area, the different parts of the country, in the same way as possibly also definitely differing sites, seem to require special treatment.

Conclusions

Although the above study covered a relatively limited field of the problem of estimating growing stock from aerial photographs, it provides a basis for certain general conclusions on the use of aerial photographs for the purpose.

The standard error of estimate — in the estimation of growing stock volume approximately ±30 per cent and for mean diameter ±15 per cent — is fairly great. Ground estimations also contain errors, but usually the errors are smaller than the above. For instance, with the relatively rapid relascope method the standard error of estimate for volume seems to remain at approx. ±10 per cent (N y y s s ö n e n 1954 b, p. 30). These large errors do not by themselves exclude the value of aerial photographs for growing stock estimation. It should be borne in mind that ocular ground estimation is practised in Finland to a very large extent in spite of the fact that it is known to be much less reliable than e. g. the method based on calculation by individual trees.

In many cases measurements from aerial photographs involved the risk of a considerable systematic error. A trained person even may be misled into producing deviating results, especially in measurements concerned with conditions strange in one way or another. Hence measurements from aerial photographs should be measurements of differences and ratios rather than of absolute quantities; the latter are often determined by ground control (cf. S e e l y 1955, p. 9). The same relativity is a feature characteristic of aerial survey in other respects too, e. g. in distinguishing tree species on the basis of tonal differences.

As a rule, estimation from aerial photographs only provides a part of the data required in forest management. For instance, the site quality, age, technical quality, and increment of the growing stock, and further the removal and silvicultural condition, are not visible in sufficient detail from aerial photos. The same probably applies also to the important point of tree species composition, although research applicable to our conditions has recently been presented on this point (e. g. B ä c k s t r ö m - W e l a n d e r 1948, 1953). However, we may perhaps assume that some of the characteristics listed above can be determined somehow to satisfy practical requirements. In addition, the age of the growing stock perhaps is not so

important a characteristic for forest management as is traditionally believed; for the site quality we can perhaps make do by resorting to earlier estimations (cf. K u u s e l a 1955 a), and so on. But we cannot escape all the tasks encountered in Finnish conditions.

The above viewpoints alone indicate that ground surveys cannot be given up entirely, and even if the technical possibilities of doing so were to be found the advantages gained would not warrant withdrawing foresters from the forests. On the other hand, it would be wrong not to make use of the possibilities afforded by aerial photography for studying certain essential points concerning the growing stock. The present measurements revealed, for instance, that the heights of 15—20 trees can well be determined in half an hour by parallax measurement. By means of the spot method, the crown closure of 5—6 stands can be estimated in an hour; with the crown density scale the work can be done considerably more quickly still. In this way the approximate volumes of stands even far apart could be estimated with very little time loss. At the same time the estimates can obviously be obtained at fairly low cost, at least when aerial photography has to be undertaken in any case to map the area.

This brings us to the advantages of combined ground and aerial survey, i. e. their parallel use in forest management. In the estimation of growing stock aerial photographs are helpful above all in planning the work, making rough classifications and certain other assessments; the other necessary data are provided by ground survey. This in fact is the procedure generally recognized as correct (cf. S p u r r 1948, p. 4; M o e s s n e r 1953; L o e t s c h 1953; S e e l y 1955). The organization of the work can be made more flexible when surveys are not bound e. g. to summer seasons and a few experts. It is certain that the parallel use of ground and aerial survey will assume very different forms in different conditions. In future investigations and practical experiments a great deal of attention must obviously be devoted to discovering the ideal procedures for the different cases.

Literature

Aaltonen, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I. Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im finnischen Lappland. I. — Comm. ex Inst. quaest. forest. Finl. ed. 1.

Bruce, Donald—Schumacher, Francis X. 1950. Forest mensuration. Third edition. New York—Toronto—London.

Brunson, Dean F. See Karl E. Moessner, Dean F. Brunson and Chester E. Jensen 1950 and 1951.

Bäckström, Helmer—Welander, Erik. 1948. En preliminär undersökning rörande möjligheterna att skilja olika trädslag på flygbilder. Summary: A preliminary investigation on the possibilities to distinguish different tree species on aerial photographs. — Svenska Skogsvårdsför. Tidskr., pp. 180—200.

—»— 1953. En undersökning av remissionsförmågan hos blad och barr av olika trädslag. Summary: An investigation of the spectral remission power of leaves and needles of different tree species. — Norrl. skogsvårdsförb. tidskr., pp. 141—169.

Dahl, B. 1954. Assessment of standing timber volumes from aerial photographs. — Austr. Forestry. Vol. 18, pp. 5—14.

Ferree, Miles J. 1953. A method of estimating timber volumes from aerial photographs. — State University of New York. College of Forestry at Syracuse.

Flygbilden i skogsbrukets tjänst. Betänkande avgivet av Kommittén för skoglig fotogrammetri. 1951. Stockholm.

Hagberg, Nils. 1953. Skogsavfattning på flygbilder. Summary: Mapping of forest stands from aerial photographs. — Norrl. skogsvårdsförb. tidskr., pp. 369—410.

—»— 1954. Skogskartering från luften. — IVA. Tidskr. för teknisk-vetenskaplig forskning, pp. 87—88.

Hagström, Björn. 1953. Den tredimensionella skogskartan. Erfarenheter från Sundsvallsbolagens flygkartläggning 1949—52. — Norrl. skogsvårdsförb. tidskr., pp. 257—284.

Ilvessalo, Yrjö. 1947. Pystypuiden kuutioimistaulukot. Summary: Volume tables for standing trees. — Comm. Inst. Forest. Fenn. 34. 4.

—»— 1950. On the correlation between the crown diameter and the stem of trees. Selostus: Puiden latvuksen läpimitan ja rungon välisestä riippuvaisuussuhteesta. — Comm. Inst. Forest. Fenn. 38. 2.

Jensen, Chester E. See Karl E. Moessner, Dean F. Brunson and Chester E. Jensen 1950 and 1951.

Johnson, Evert W. 1952. Using aircraft in checking forest photo-interpretation. — Journal of Forestry. Vol. 50, pp. 853—855.

Kodak materials for aerial photography. 1952. Eastman Kodak Company. Rochester, N. Y.

Koller, Siegfried. 1943. Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen. 2. ergänzte Auflage. Dresden und Leipzig.

Krutzsch. 1925. Das Luftbild im Dienste der Forsteinrichtung. — Tharandt. Forstl. Jahrb. 76. Band, pp. 97—150.

Kuusela, Kullervo. 1955 a. Ilmakuvat USA:n kansallismetsien taloussuunnitelmissa ja aluehallinnossa. (Aerial photographs in the management plans and administration of U. S. National Forests.) — Metsätaloudell. Aikak. l., pp. 17—19.

—»— 1955 b. Ilmakuvaukseen perustuvan metsäkartoituksen työvaiheet. Summary: Stages of forest mapping on the basis of aerial photographs. — Metsätaloudell. Aikak. l., pp. 221—224.

Linnamies, Olavi. 1954. Ilmakuvien käytöstä valtion metsätaloudessa. (On the use of aerial photographs in state forestry.) — Suomen fotogrammetrinen seura. Julkaisu n:o 2.

Loetsch, F. 1953. Die Anwendung des Luftbildes als Grundlage von Vorratsinventuren in den USA. Folgerungen für eine deutsche Entwicklung. Summary: The application of aerial photos as a base of forest inventories in the U. S. A. and conclusions for a future development in Germany. — Forstarchiv, pp. 75—85.

Losee, S. T. B. 1949. Some aspects of inventory surveys from aerial photographs. — The Forestry Chronicle. Vol. 25, pp. 250—256.

Löfström, K. G. 1949. Maa- ja ilmakuvamittaus. (Measurement on the ground- and aerial-photographs.) — Teknillinen korkeakoulu. Moniste n:o 88. Helsinki.

—»— 1954. Ilmakuvakartoitusmenetelmien viimeaikainen kehitys ja käyttö eri maissa. (Use and development of aerial photogrammetric methods.) — Suomen fotogrammetrinen seura. Julkaisu n:o 2.

Lönnroth, Erik. 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. — Acta Forest. Fenn. 30. 1.

Minor, Charles O. 1951. Stem — Crown Diameter Relations in Southern Pine. — Journal of Forestry. Vol. 49, pp. 490—493.

Moessner, Karl E. 1947. A crown density scale for photo interpreters. — Journal of Forestry. Vol. 45, pp. 434—436.

—»— 1953. Photo interpretation in forest inventories. — Photogram. Engineer. 11, pp. 496—507.

—»— —Brunson, Dean F.—Jensen, Chester E. 1950. The accuracy of stand height measurements on air photos. — Central States Forest Expt. Sta., Columbus 15, Ohio. Station Note No. 59.

—»— 1951. Aerial volume tables for hardwood stands in the Central States. — Central States Forest Expt. Sta., Columbus 15, Ohio. Technical Paper No. 122.

Nash, A. J. 1949. Some tests of the determination of tree heights from air photographs. — The Forestry Chronicle. Vol. 25, pp. 243—249.

Nyyssönen, Aarne. 1954 a. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings. — Acta Forest. Fenn. 60. 4.

—»— 1954 b. Metsikön kuutiomäärän arvioiminen relaskoopin avulla. Summary: Estimation of stand volume by means of the relascope. — Comm. Inst. Forest. Fenn. 44. 6.

Olenius, Lauri. 1951. Ilmakuvien käyttö valtion metsätaloudessa. (Use of aerial photographs in state forestry.) — Silva Fennica 69, pp. 171—173.

Prodan, M. 1953. Die Verteilung des Vorrates gleichaltriger Hochwaldbestände auf Durchmesserstufen. — Allg. Forst- u. Jagdztg., pp. 93—106.

Robinson, Mark W. 1947. An instrument to measure forest crown cover. — The Forestry Chronicle. Vol. 23, pp. 222—225.

Rogers, Earl J. 1946. Use of the parallax wedge in measuring tree heights on vertical aerial photographs. — U. S. Forest Serv., Northeastern Forest Expt. Sta. Forest Survey Note No. 1.

Sarvas, R. 1938. Ilmavalokuvauksen merkityksestä metsätaloudessamme. Referat: Über die Bedeutung der Luftfotogrammetrie in unserer Waldwirtschaft. — Silva Fennica 48.

—»— 1953. Measurement of the crown closure of a stand. Selostus: Puuston latvusyhteyden mittaaminen. — Comm. Inst. Forest. Fenn. 41. 6.

Schumacher, Francis X. 1950. See Donald Bruce and Francis X. Schumacher 1950.

Seely, H. E. 1942. Determination of tree heights from shadows in air photographs. — Canada. Dominion Forest Service. Aerial Forest Survey. Research Note No. 1.

—»— 1947. Some developments in the use of air photographs for forest surveys. — Canada. Dominion Forest Service.

—»— 1949. The forestry-tri-camera method of air photography. — Canada. Dominion Forest Service. Forest Air Survey Leaflet No. 3.

—»— 1955. A forest survey method. — Canada. Dept. of Northern Affairs and National Resources. Forestry Branch. Forest Research Division. Technical Note No. 8.

Setälä, Kalervo. 1955. Ilmakuvatulkinnan mahdollisuudet metsikkökartoituksissa. Summary: Aerial photography in the mapping of forest stands. — Metsätaloudell. Aikak. l., pp. 227—230.

Shadow height calculator. 1947. — Canada. Dominion Forest Service.

Spurr, Stephen H. 1948. Aerial photographs in forestry. New York.

—»— 1952. Forest inventory. New York.

Tolkning av flygbilder. Kommittén för skoglig fotogrammetri. 1955. Stockholm.

Welander, Erik. 1952. Uppskattning av trädslagsblandning, trädhöjd, slutenhet och kubikmassa med hjälp av flygbilder. Summary: Tree species identification, estimation of tree heights, stand density and volume on aerial infrared photographs. — Norrl. skogsvårdsförb. tidskr., pp. 209—241.

—»— See also Helmer Bäckström and Erik Welander.

Wodera, Hans. 1948. Die Holzmassenermittlung nach Luftbildern. — Allg. Forst- u. Holzwirtschaftl. Ztg., pp. 109—112 and 123—126.

Zieger, Erich. 1928. Ermittlung von Bestandesmassen aus Flugbildern mit Hilfe des Hugershoff-Heydeschen Autokartographen. — Mitt. aus der Sächs. forstl. Versuchsanst. zu Tharandt. Band 3, pp. 97—127.

PUUSTON ARVIOIMISESTA ILMAKUVIEN AVULLA

Selostus

Johdanto

Haettaessa niitä tunnuksia, joihin ilmakuvilta suoritettava puuston arvioiminen perustetaan, on otettava huomioon kaksi näkökohtaa. Tunnusten tai niihin riittävän läheisessä riippuvuussuhteessa olevien tekijäin tulee olla puustoa todella kuvaavia ja tunnukset on pystyttävä selvittämään ilmakuvilta tarpeeksi luotettavasti ja edullisesti.

Mainittujen näkökohtien mukaisesti jakaantuu suoritettu tutkimus kahteen pääosaan. Ensimmäisessä osassa tarkastellaan, kuinka merkitseviä tekijöitä eräät puiden pituutta ja latvustoa koskevat tunnukset ovat metsikön kuutiomäärää ja keskiläpimittaa arvioitaessa. Toisessa osassa pyritään selvittämään, millä tarkkuudella pituus- ja latvustunnukset voidaan mitata ilmakuvilta. Yhdistämällä näiden osien tulokset voidaan tehdä tutkimuksen tärkeimmät päätelmät.

Metsikköaineistoon perustuva tarkastelu

Tutkimusaineistoksi mitattiin 113 männikkökoealaa maan eteläosasta sekä 5 männikköä Inarista. Koealat sijoitettiin yksijaksoisiin, yleensä jokseenkin tasaikäisiin ja puhtaisiin kasvullisten kovien maiden metsikköihin. Koealoilla toimitettujen mittausten nojalla laskettiin mm. metsikön keskiläpimitta ja keskipituus, molemmat pohjapinta-alaa painolukuna käyttäen, sekä kuutiomäärä ja latvuston peittävyys. Viimeksi mainitulla tarkoitetaan latvuston vaakasuoralle tasolle projisoidun alan suhdetta koealan pinta-alaan; aiemmin on samassa merkityksessä käytetty pääasiallisesti latvusyhteys-termiä (A a l t o n e n 1919, s. 155, alaviittaus).

Käsityksen saamiseksi metsikön keskipituuden ja peittävyyden merkityksestä puuston kuvaajina laadittiin aluksi taulukko 1 (s. 13), josta nähdään metsikön kuutiomäärä mainittujen tunnusten ollessa tekijöinä. Taulukon luotettavuutta osoittamaan laskettiin ns. arvion keskivirhe, joka saatiin jakamalla poikkeusten neliöiden summa havaintojen lukumäärällä ja ottamalla osamäärästä neliöjuuri. Keskivirhe on suhteellisena n. ± 13 %. Kuutiomäärä voidaan siis arvioida tällaisella tarkkuudella edellyttäen, että keskipituus ja peittävyys voidaan täsmällisesti määrittää ja että kuutiomäärä interpoloidaan, mikäli mainitut tekijät eivät ole tasan taulukossa esitettyjen lukujen kohdalla. Inarista mitatut männiköt näyttäisivät vastaavan 10 % suuremman peittävyysluokan kuutiomäärää.

Käyttämällä edelleen keskipituutta ja peittävyyttä tekijöinä esitetään taulukossa 2 (s. 14) metsikön keskiläpimitta. Arvion keskivirhe tässä tapauksessa on n. ± 12 %. Inarin männiköiden osalta saataisiin jokseenkin oikea tulos lisäämällä niiden keskipituuteen 10 m ja käyttämällä sitten maan eteläosan keskimääräisiä lukuja.

Lisäksi pyrittiin selvittämään, voidaanko arvioiminen saada luotettavammaksi käyttämällä jo mainittujen tunnusten ohella latvuksen läpimittaa. Kun metsikön keskimääräisen latvusläpimitan selvittäminen ilmakuvilta on usein erittäin vaikeata,

käytettiin sen sijasta ns. valtalatvuksen läpimittaa, jota laskettaessa otettiin huomioon vain metsikön suurilatvuksisimmat puut, keskimäärin $^1/_5$ runkoluvusta (vrt. taul. 3 s. 16). Käyttämällä hyväksi keskimääräistä rungon $D_{1.3}$:n ja valtalatvuksen läpimitan suhdetta sekä tuntemalla vm. tunnus arvioitavasta metsiköstä voidaan keskiläpimitta selvittää n. ± 7 %:n keskivirheellä. Taulukossa 4 (s. 17) on esimerkiksi otetun 50 %:n peittävyysluokan osalta esitetty runkojen keskiläpimitta eri keskipituus- ja latvusluokissa. Sivulla 18 esitetystä asetelmasta nähdään valtalatvuksen keskimääräinen läpimitta keskipituudeltaan erilaisissa metsiköissä. Eri peittävyysluokkien kesken ei ole johdonmukaisia eroja.

Suoritetun korrelaatiolaskennan perusteella (vrt. taul. 5 s. 19) todettiin, että on hyvin kyseenalaista, ansaitseeko metsikön kuutiomäärää arvioitaessa ottaa huomioon valtalatvuksen läpimittaa keskipituuden ja peittävyyden lisäksi.

Kuvasta 1 (s. 21) voidaan vielä havaita latvuksen ja rungon suhteessa tiettyjä systemaattisia eroja eräiden peittävyysluokkien metsiköistä mitattujen puiden ja Ilvessalon (1950) aineistoon kuuluneiden puiden kesken.

Mittaukset ilmakuvilta

Tarpeellisen ilmakuva-aineiston hankkimiseksi suoritettiin joukko koekuvauksia. Nyt suoritetuissa mittauksissa käytettyjä kuvauksia koskevia tietoja esitetään taulukossa 6 (s. 24). Kuvauksia on suoritettu sekä pankromaattiselle että infrapunafilmille. Kuvausalueilla toimitettiin myös maastomittauksia ja -arviointeja vertausaineiston saamiseksi ilmakuvilta suoritetuille mittauksille.

Pituusmittauksissa käytettiin kahta periaatteeltaan erilaista menetelmää, parallaksimittausta ja varjomittausta (vrt. esim. Tolkning ... 1955, ss. 25—26 ja 47—49). Edellisellä tavalla saadut tärkeimmät tulokset on esitetty taulukossa 7 ja yhtä mittaussarjaa havainnollistavassa kuvassa 2 (s. 31). Systemaattinen virhe on saatu laskemalla maastomittauksen antamista tuloksista laskettujen poikkeusten todellinen keskiarvo merkit huomioon ottaen. Jos virhe on — merkkinen, on mittaus ilmakuvilta johtanut keskimäärin todellista pienempään tulokseen, jos taas + merkkinen, todellista suurempaan. Arvion keskivirhe, josta jo aiemmin mainittiin, laskettiin kahdella tavalla.

Systemaattinen virhe parallaksimittauksissa on yleensä vähäinen lukuun ottamatta paria poikkeavaa mittaussarjaa. Virheet ovat tavallisesti jääneet verraten kohtuullisilta näyttäviin rajoihin, sillä keskimääräinen arvion keskivirhe ei ylitä n. ± 10 % maastomittauksissa saadusta valtapituudesta. Eri mittakaavassa olevilta kuvilta ja myöskään eri kojeilla saatujen tulosten kesken ei ole mainittavia eroja. Kuitenkin parallaksikiilan käyttö on ainakin alkuvaiheissa osoittautunut hankalaksi.

Varjomittauksissa käytettiin apuna mm. mittakiilaa (kuva 3 s. 35). Kyseisistä mittauksista saadut kokemukset osoittivat, että milloin puiden varjot ovat kuvilta kyllin selvästi mitattavissa (esim. siemenpuualat, aukkojen reunat, pohjoissuomalaiset metsiköt), menetelmällä voidaan saavuttaa samanveroisia tuloksia kuin parallaksimittauksella. Tavallisissa eteläsuomalaisissa oloissa käytettäväksi varjomittaus on vähemmän sovelias.

Peittävyysmittauksissa käytettiin pääasiallisesti pistemenetelmää, mutta myös peittävyyskaaviota kokeiltiin (kuva 4 s. 38). Saadut tulokset nähdään taulukosta 8 (s. 39). Vaikka systemaattisesti liian pienten tai suurten tulosten saaminen alussa on näyttänyt olevan täysin mahdollista, on virhe kyseisessä suhteessä jäänyt yleensä vähäiseksi. Myöskin taulukosta näkyvää n. 10 yksikön keskivirhettä (täysi peittävyys = 100) lienee pidettävä verraten kohtuullisena.

Valtalatvuksen läpimitan määrityksessä käytettiin mittakiilan ja mikrometriruuvin lisäksi erikokoisia latvuksia edustavaa kaaviota (kuva 6 s. 42), joka osoittautui mukavimmaksi käyttää. Tuloksia tarkasteltaessa (vrt. taul. 9 s. 42 ja kuva 7 s. 43) kiinnittää huomiota melko suuri systemaattinen virhe, joka mittakiilalla on tullut + merkkiseksi ja muilla tavoilla — merkkiseksi. Mittauksissa on niin ollen kiinnitettävä huomiota systemaattisen virheen eliminoimiseen. Edellyttäen, että siinä onnistutaan, jää keskivirhe ko. tehtävässä yleensä alle 0.5 m:n.

Pankromaattisen ja infrapunafilmin kesken ei ole nyt suoritetuissa erilaisissa mittauksissa havaittu mitään tuntuvia eroja.

Yhdistelmä

Arvion keskivirheeksi metsikön kuutiomäärää selvitettäessä taulukon 1 (s. 13) avulla todettiin edellä n. ±13 %. Ilmakuvilta suoritettaviin pituusmittauksiin liittyvän virhemahdollisuuden suhteellinen vaikutus kuutiomäärän arviointiin voidaan määrittää vastaavasti n. ±18 %:ksi sekä peittävyysmittausten osalta n. ±17 %:ksi. Laskemalla yhteen saadaan

$$\pm \sqrt{13^2 + 18^2 + 17^2}\ \% \approx \pm 28\ \%$$

Suoritettujen koearviointien tulokset vahvistavat tämän jossain määrin kaavamaisen laskelman antamaa tulosta.

Yhdistämällä metsikön keskiläpimitan määrittämiseen tähtäävät tulokset vastaavalla tavalla havaitaan ilmakuvilta suoritettavassa arvioinnissa keskivirheeksi n. ±15 % käytettiinpä hyväksi valtalatvuksen läpimittaa tai ei. Siitä huolimatta lienee vm. tunnukseen kohdistettava huomiota vastaisissa tutkimuksissa.

Erityisesti on huomattava, että edellä tehdyt päätelmät koskevat nimenomaan maan eteläosan männiköitä. Paitsi eri puulajit, vaativat myös maan pohjoisosien metsiköt oman käsittelynsä.

*

Ilmakuvilta suoritettavassa puuston arvioinnissa nousee keskivirhe melko huomattavaksi ja tuloksiin liittyy usein tuntuva systemaattisen virheen vaara, minkä lisäksi tällä menetelmällä voidaan selvittää vain osa metsätalouden järjestelyssä tarvittavista tiedoista. Jo nämä näkökohdat osoittavat, ettei maa-arvioinnista voida luopua. Toisaalta olisi kuitenkin väärin jättää käyttämättä ilmakuvien tarjoamia mahdollisuuksia eräiden olennaisten puustoa koskevien seikkojen selvittämiseksi. Esim. puuston likimääräisestä kuutiomäärästä voidaan kuvilta saada nopeasti ja halvalla käsitys etäälläkin toisistansa sijaitsevilla alueilla.

Näin tullaan maa- ja ilma-arvioinnin tarjoamien etujen yhdistämiseen, ts. niiden rinnakkaiseen käyttöön metsätalouden järjestelyssä. Varmaa on, että tämä käyttö saa hyvin erilaisia muotoja eri olosuhteissa. Vastaisissa tutkimuksissa ja käytännön kokeiluissa on ilmeisesti kohdistettava paljon huomiota siihen, millaisia edullisimmat menettelytavat eri tapauksissa ovat.

VESIJAON KOKEILUALUEEN VAIHEITA

OLLI HEIKINHEIMO

AUS DER GESCHICHTE DES VERSUCHSFORSTES VESIJAKO

REFERAT

HELSINKI 1955

Helsinki 1956. Valtioneuvoston kirjapaino

Sisältö

Sivu

Johdanto ... 5
Käytetty aineisto ... 6
Valtionpuiston synty, hallinnolliset vaiheet ja pinta-ala ... 7
Asutus ja sen kehitys ... 12
Metsänhoitajat, metsäteknikot ja metsänvartijat ... 19
Liikenneolot ja puutavaran menekki ... 21
Metsät ja niiden tila ... 24
Metsien tilaan vaikuttaneet seikat ... 29
Kaskeamiseen liittynyt metsänviljely ... 29
Perustamisvuodet ... 34
Esityöt metsitettävillä aloilla ... 35
Metsätyyppi ja maan kivisyys ... 36
Entinen metsä ... 37
Alojen koko, muoto ja ympäröivä metsä ... 38
Metsänviljelymenetelmät ... 39
Siemenen alkuperä ... 44
Metsäviljelmien hoito ... 45
Metsänviljely vv. 1923—1952 ... 47
Keinollisesti metsitetty ala ... 47
Metsäviljelmien hoito ja tuhot ... 48
Metsänojitukset ... 49
Hakkuut ja hakkausmenetelmät ... 52
Metsien talous ... 58
Puutavaralajit ja muuntoluvut ... 59
Luovutusmäärät ja niiden rakenne ... 61
Hakkuumäärä ja kasvu ... 63
Tulot ... 64
Menot ... 68
Ylijäämä ... 71
Kokeilu- ja tutkimustoiminta ... 71
Luonnonsuojelualue ... 71
Koemetsälö ... 72
Varsinainen kokeilu- ja tutkimustoiminta ... 72
Referat ... 81

Johdanto

Suomessa on vain harvoja sellaisia metsälöitä, joiden metsien ja metsätalouden kehityksestä voidaan saada luotettavina pidettäviä tietoja pitkähköltä ajanjaksolta. Tällaisilla tiedoilla on kuitenkin huomioon otettava arvo metsien käsittelyä ja metsätalouden vastaista kulkua ohjattaessa. Tämä koskee etenkin nykyistä ajankohtaa, jossa pyritään mahdollisimman suuressa määrässä käyttämään hyväksi metsien omaa luontaista kehitystä. Erityinen merkitys tällaisella taaksepäin ulottuvalla kuvauksella on Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueissa, joita on käytettävä monenlaisiin tutkimus- ja kokeilutarkoituksiin. Etupäässä tätä seikkaa silmällä pitäen on laadittu seuraava kuvaus tämän tutkimuslaitoksen kokeilualueeksi v. 1922 määrätyn Vesijaon valtionpuiston vaiheista.

Kirjoitusta laadittaessa on käytetty pääasiallisesti virallisia asiakirjoja. Näistä poikkeavan ryhmän muodostavat metsänhoitaja, taiteilija L e n n a r t S e g e r s t r å l e n vv. 1918—1919 pyynnöstäni laatimat selonteot Vesijaon valtionpuistossa ennen vuotta 1919 kaskeamisen yhteydessä suoritetuista metsänviljelytöistä ja niiden tuloksista. Niihin kuuluu yksityiskohtainen kuvaus 106 tällaisen metsäviljelmän perustamisesta, hoidosta ja kehityksestä, kustakin alueesta kartta yleispiirteisine puulajiesiintymineen, 34 koealan täydelliset arvioimispaperit sekä 83 valokuvaa. Lisäksi on jokaisen metsäviljelmän reunaan merkitty siro paalu, josta käy selville viljelmän numero, perustamisvuosi ja -tapa. Tästä korvaamattoman arvokkaasta työstä taiteilija S e g e r s t r å l e ansaitsee parhaan tunnustuksen ja kiitoksen.

Esillä olevaa työtä suoritettaessa on saatu paljon apua Vesijaon valtionpuiston pitkäaikaisilta metsänvartijoilta K u s t a a R e n f o r s i l t a ja R o o p e P a j u l a h d e l t a. He ovat antaneet runsaasti tietoja myös tämän kirjoittajalle, jolla on ollut kosketusta tähän valtionpuistoon jo vuodesta 1902 alkaen. Vesijaon kokeilualueen nykyinen metsäteknikko V i l j o V e s t a l a on myös koonnut korkeaan ikään päässeiltä paikkakuntalaisilta muistitietoja ja muutenkin auliisti avustanut työtäni. Metsien taloutta koskevien tilastotietojen kokoamisessa on suurella antaumuksella avustanut metsäteknikko H e i k k i L e p p ä n e n.

Kuvaukseni Vesijaon kokeilualueen vaiheista päättyy vuoden 1952 loppuun. Sen alkuperäinen käsikirjoitus on monisteena mm. Helsingin Yli-

opiston metsäkirjastossa ja Metsäntutkimuslaitoksen kirjastossa. Julkaistussa muodossaan se on lyhennelmä edellisestä sikäli, että siitä on jätetty pois laajempia taulukoita ja niiden osia. Siinä on myöskin otettu huomioon etenkin aluemetsänhoitaja Yrjö Kanervan sekä ylimetsänhoitaja Albert Sandmanin tekemät huomautukset

Ajankohtaa kuvaavana kirjoituksessa on usein käytetty vanhoja mittayksiköitä. Nykyisissä mitoissa ne ovat: tynnyrinala (ta) = 0.494 hehtaaria (ha), kapanala = 1.54 aaria (a), naula = 0.425 kg, syli = 1.78 m, kyynärä = 0.59 cm, normaalisyli = 2.62 m^3, tynnyri = 30 kappaa = 1.65 hl, rupla = 4 silloista mk.

Käytetty aineisto

Kaikki seuraavassa lueteltavat asiakirjat, jotka voivat antaa valaisua käsiteltävänä olevaan kysymykseen, eivät ole olleet käytettävinä ensi käden lähteinä. Tämä koskee isojaon toimituksia Vesijaon kylässä, joista ei ole karttoja eikä selityksiä Vesijaon valtionpuiston osalta Maanmittaushallituksen ja Hämeenlinnan maanmittauskonttorin arkistoissa. Alempana luetellut lähteet, jotka ovat olleet alkuperäisinä käytettävissä, on varustettu numeroilla, joihin edempänä viitataan.

1. Vesijaon kylän kruununliikamaan kartta vuodelta 1849 selityksineen. Tehnyt varamaanmittari G. A. Jernström. Ruotsinkielinen. — Ovat sekä Maanmittaushallituksen että Hämeen läänin maanmittauskonttorin arkistoissa. Metsäntutkimuslaitoksen arkistossa on myös puutteellisia karttoja.

2. Evon ja Vesijaon kruununliikamaiden väliaikaista vartiointia koskeva suunnittelu 27. ja 30. 10. 1856. Laatinut lääninmetsänhoitaja C. Collin. Ruotsinkielinen. — Evon metsäkoulun arkisto.

3. Hämeen läänin lääninkonttorin päätös em. ehdotuksesta 27 . 11. 1856. Ruotsinkielinen. — Evon metsäkoulun arkisto.

4. Senaatin päätös em. C. Collinin ehdotuksesta 8. 5. 1857. Ruotsinkielinen. — Evon metsäkoulun arkisto.

5. Kartanselitys ja ehdotus Virnajärvenmaan ja Pajulahdenmaan kruununliikamaiden käytöstä. Laatinut lääninmetsänhoitaja C. Collin v. 1857. Ruotsinkielinen. — Metsäntutkimuslaitoksen arkisto.

6. Tilustenvaihtoa Vesijaon valtionpuiston ja yksityisten tilojen kesken koskevia karttoja ja selvityksiä vv. 1867—1868 ja 1898—1904. — Maanmittaushallituksen arkisto.

7. Kartta ja talouskirjoja, jotka koskevat Pajulahden metsälohkoa, Vesijaon kruununpuistossa ja Hämeen läänissä. V. 1880. — Kartan ja sen selityksen on laatinut Evon metsäkoulun oppilaiden vuosien 1877, 1878 ja 1879 harjoitustöiden yhteydessä metsänhoitaja Robert Montell. — Metsäntutkimuslaitoksen arkisto.

8. Virnajärven metsälohkon kartta ja talouskirjat v. 1887. — Kartan ja sen selityksen on laatinut Evon metsäkoulun oppilaiden vuosien 1880—1883 harjoitustöiden yhteydessä metsänhoitaja A. B. Heikel, hoitosuunnitelman metsänhoitaja C. E. Nylund. — Metsäntutkimuslaitoksen arkisto.

9. Evon ja Vesijaon valtionpuistojen metsänhoitajien (etenkin J. W. Litzellin, C. A. Nybergin ja H.Hackstedtin) virkakirjeitä ym. vuosilta 1872—1891. — Evon metsäkoulun arkisto.

10. Evon ja Vesijaon valtionpuistojen metsänhoitajille saapuneita kirjeitä vuosilta 1866—1900. — Metsäntutkimuslaitoksen arkisto (Vesijaon osalta).

11. Lennart Segerstrålen selvittelyt Vesijaon valtionpuiston kaskenviljelyn merkityksestä vv. 1872—1918. — Metsäntutkimuslaitoksen arkisto.

12. Evon hoitoalue. Yleinen kertomus ja hoitosuunnitelma vv. 1923—1924. Tehnyt metsätalouden tarkastaja V. Lihtonen. Vesijaon valtionpuiston on uudelleen kartoittanut ja metsät arvioinut metsänhoitaja A. Sandholm. — Metsäntutkimuslaitoksen arkisto.

13. Vesijaon kokeilualueen kartanselitys ja metsänarviokirja sekä siitä tehdyt yhdistelmät vuodelta 1937. Laatinut metsänhoitaja Helge Dolk. — Metsäntutkimuslaitos.

14. Vesijaon kokeilualueen linja-arvioinnin tulokset v. 1948. Työn on suorittanut aluemetsänhoitaja Yrjö Jouttimäki. Sen yhteydessä on otettu pysyviä ympyräkoealoja, joissa on toimitettu mm. koeleimaukset. — Metsäntutkimuslaitos.

15. Vesijaon kokeilualueen koemetsälön metsänhoitosuunnitelma. Tehnyt v. 1951 metsänhoitaja Kustaa Kallio. — Metsäntutkimuslaitos.

16. A. K. Cajander ym., Evon muistoja. Helsinki 1912.

17. E. Vuori, Studien über die durch Brandkultur entstandenen Nadelholzbestände des Staatsforstes Vesijako. Acta forestalia fennica 2. 1913.

18. L. Ilvessalo, Versuche mit ausländischen Holzarten im Staatsforst Vesijako. Acta forestalia fennica 2. 1913.

19. Bernh. Ericsson, Evon metsänvartijakoulun neljäkymmenvuotisjulkaisu 1876—1916. Lahti 1916.

20. Uuno Pulkkila, Padasjoen historia. Jyväskylä 1947.

Valtionpuiston synty, hallinnolliset vaiheet ja pinta-ala

Padasjoen pitäjän Vesijaon kylän yhteiset tilukset kartoitti ensimmäisen kerran vv. 1793—1794 maanmittari Cauton. Kun isojako kylässä päättyi v. 1810, voidaan tätä ajankohtaa pitää Vesijaon kylän valtionliika-

maan virallisena syntymävuotena. Sen pinta-alaksi merkittiin tällöin 3 573 tynnyrinalaa 16 kapanalaa verollista maata ja manttaaliksi 1 $^{3}/_{4}$ manttaalia (1 ja 20 siv. 356). V. 1849 maanmittari G. A. Jernström ryhtyi saamansa määräyksen mukaisesti »tarkastamaan ja kuvaamaan Vesijaon kylän kruununliikamaata sekä sen perusteella laatimaan sille käyttö- ja verotusehdotusta». Tässä yhteydessä liikamaa kartoitettiin uudelleen, jopa varsin yksityiskohdittain, sillä kartassa on kaikkiaan 698 tiluskuviota. Pinta-alaksi tuli 4 033.94 ta, josta vesiä 120.04 ta sekä teitä, ojia ja tontteja 8.03 ta (1). Mielenkiintoinen on seuraava luettelo tiluslajien jakautumisesta:

peltoa	20.30 ta	metsää	1 852.38 ta
peltomaata	56.90 »	korpia ja metsää kasvavia rämeitä	96.66 »
niittyjä	111.26 »	metsäisiä vuoria ja louhikoita	31.04 »
niittymaata	222.02 »	avokallioita ja louhuja	105.27 »
kytöä	5.68 »	nevoja	350.90 »
kytömaata	200.70 »		
kaskimaata	852.77 »		

Erityisesti kiintyy tässä huomio ns. kaskimaan runsauteen sekä sen ja »metsän» väliseen suhteeseen. Näistä kaskimaista lääninmetsänhoitaja C. Collin käyttää nimitystä »kaskettuja kivisiä maita» (5). Tältä ajalta ovat peräisin nimet Siltalan, Huinan, Virnan ja Pajulahden lohkot.

Jernströmin kartat ovat olleet myös lääninmetsänhoitaja Collinin käytettävinä hänen selvitellessään vv. 1856—1857 Vesijaon valtionliikamaan kysymyksiä ja tehdessään alueiden vartiointia ja käyttöä koskevat ehdotuksensa (2, 3, 4 ja 5). Näiden tuloksena oli ennen muuta tämän liikamaan julistaminen valtion puistoksi 13. 5. 1859 (mm. 19) ja sen joutuminen yhdessä Evon valtionpuiston kanssa Evon metsäopiston hallintaan ja hoitoon samana vuonna.

Jo ennen tässä kuvattuja tapauksia Vesijaon liikamaan kohtalo näyttää olleen vaakalaudalla. V. 1833 näet Padasjoella olevan Verhon kartanon omistaja professori Anders Johannes Mether ja kersantti Jonas Palander olivat anoneet saada ostaa tämän liikamaan. Anomustaan he perustelivat lähinnä sillä, että alueella oli vain vähän viljelykseen kelpaavaa maata. Yritys kuitenkin raukesi siitä huolimatta, että Senaatti anomusta puolsi (20, siv. 356).

Evon opiston taholta Vesijaon valtionpuistoon suuntautuneet toimenpiteet koskivat myös hoitosuunnitelman laatimista tämän puiston kahdelle hoitolohkolle. Kuten edellä on mainittu (7 ja 8), suorittivat Evon metsäkoulun oppilaat opettajansa johdolla harjoitustöinään puiston uudelleen kartoituksen ja arvioinnin vv. 1877—1883. Pajulahden lohkolle niiden perusteella laati hoitosuunnitelman v. 1880 metsänhoitaja Robert Mon-

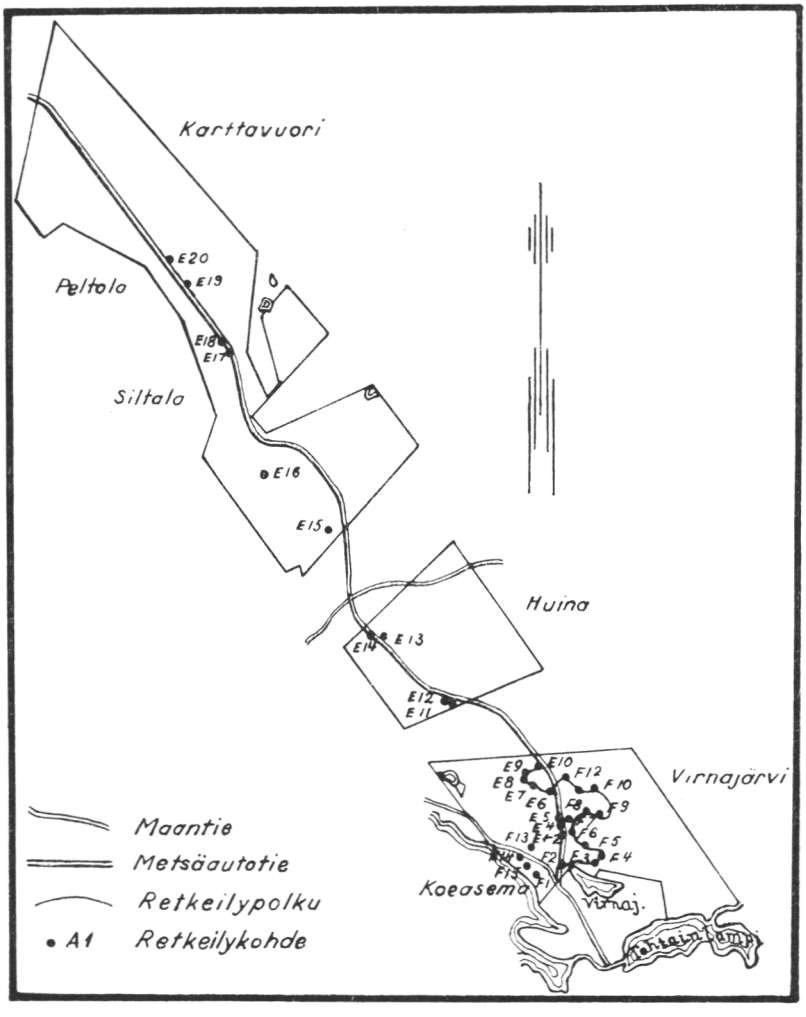
t e l l, Virnajärven lohkolle v. 1887 metsänhoitaja C. E. N y l u n d. Nämä suunnitelmat Senaatti vahvisti 28. 11. 1891. Näiden mukaan tilukset jakautuivat seuraavasti:

	Pajulahden lohko	Virnajärven lohko	Yhteensä
kasvullista metsämaata	1 403.99 ta	1 087.91 ta	2 491.90 ta
heikkokasvuista »	338.21 »	335.40 »	673.61 »
joutomaata	14.85 »	5.48 »	20.33 »
torpille kuuluvaa maata	399.23 »	341.60 »	740.83 »
vesiä	39.08 »	76.87 »	115.95 »
Yhteensä	2 195.36 ta	1 847.26 ta	4 042.62 ta

Evon metsäkoulun oppilaat ovat suorittaneet kartoitusta ja arvioimistöitä Vesijaon valtionpuistossa myöhemminkin mm. metsänhoitajien K. T a m m e l a n d e r i n, Y. R a i n i o n ja T. P a a v o s e n johdolla.

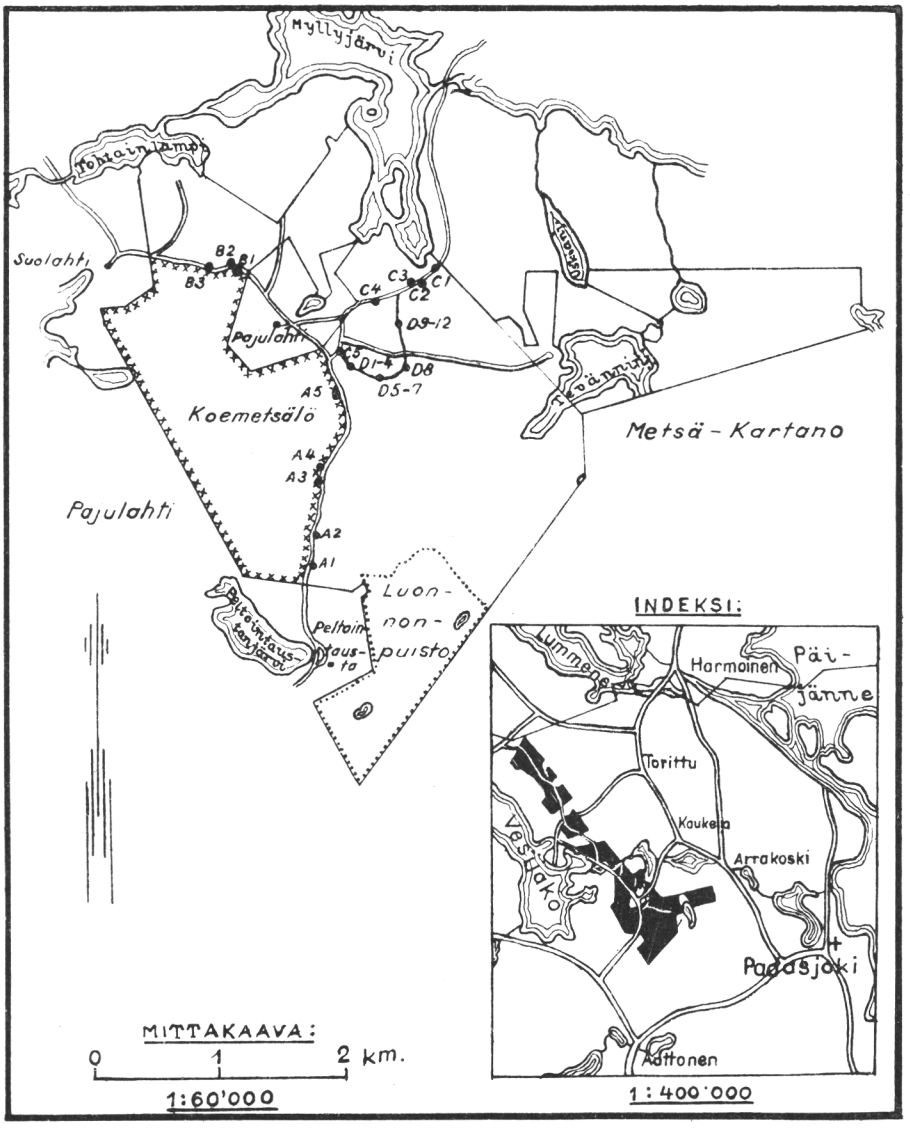
Seuraava merkittävämpi vaihe Vesijaon valtionpuiston historiassa alkoi v. 1922. Tämän vuoden syyskuun 18 päivänä Maatalousministeriö Metsäntutkimuslaitoksen aloitteesta määräsi tämän valtionpuiston mainitun laitoksen kokeilualueeksi. Tämä merkitsi aluksi sitä, että kokeilualueen hallinnollisessa suhteessa edelleenkin katsottiin kuuluvan Evon—Vesijaon hoitoalueeseen ja että sitä hoidettiin pääasiassa hoitoalueen hallinnon toimesta tutkimuslaitoksen laatimien ja Metsähallituksen hyväksyttäviksi alistettujen suunnitelmien ja tutkimuslaitoksen antamien lähempien ohjeiden mukaan. Tämä järjestelmä kesti kuitenkin vain vuoden 1929 loppuun. Tutkimuslaitoksen tultua vuoden 1930 alussa välittömästi Maatalousministeriön alaiseksi sen kokeilualueet siirtyivät myös laitoksen hallintaan ja hoitoon.

Tutkimuslaitoksen ensimmäisenä tehtävänä uudessa kokeilualueessaan oli alueen uudelleen kartoitus ja arviointi (12). Tämä metsänhoitaja A. S a n d h o l m i n suorittaman työn mukaan valtionpuiston koko pinta-ala oli 1951.5 ha, josta torppien ja metsänvartijatilojen piirirajojen sisällä 335.1 ha. Kun tässä arviossa on ensi kerran käytetty maiden jaottelua metsätyyppeihin, otetaan tähän sitä koskeva tulos. Varsinaiseen metsätalouteen kuuluneesta maasta, jota oli 1591.3 ha, oli kasvullista maata 1531.0 ha eli 97.5 %, loput heikkokasvuista ja joutomaata. Kasvullisesta maasta taas oli OMT 460.4 ha l. 30.1 %, MT 378.5 ha l. 24.7 %, VT 189.6 ha l. 12.4 % ja kasvullisia korpia 470.0 ha l. 30.7 %. Viimeksi mainittu luku on johtunut siitä, että ojitetut tai ojitettavina olevat korvet on luettu kasvullisiin maihin. Samansuuntaisiin tuloksiin on tultu myös metsänhoitaja H e l g e D o l k i n vuoden 1937 arviossa (13), jossa MT ja sitä parempia kasvupaikkoja on 53.7 % koko metsäalasta, VT 13.5 %, CT 0.7 %, kasvullisia korpia 27.0 % ja kasvullisia rämeitä 2.8 % sekä heikkokasvuisia maita 2.3 %.



Kuva 1 a. Vesijaon kokeilualueen pohjoisosa v. 1953. Karttavuoren, Huinan ja Virnajärven lohkot.

Edellä mainittuja arvioimistuloksia ei voida täysin toisiinsa rinnastaa sen vuoksi, että Maatalousministeriö oli 21. 3. 1932 suostunut siihen, että kokeilualueeseen saatiin liittää siihen rajoittuva Osoila-Kartanon valtionvirkatalon ulkopalsta, Metsä-Kartano RN 2^{17}, jonka pinta-ala oli 153.5 ha. Tämä tapahtui jonkinlaisena korvauksena metsänvartijatilojen ja torppien itsenäistyessä menetetyistä alueista. Pääasiallisesti visakoivun kasvatuskokeita varten saatiin kokeilualueeseen Maatalousministeriön 1. 6. 1933 antamalla päätöksellä 59.4 ha käsittävät valtionvirkatalojen palstat Hauhon pitäjän Vitsiälän kylässä. Asutustoimitusten yhteydessä niiden ala kuiten-



Kuva 1 b. Vesijaon kokeilualueen eteläosa v. 1953. Huinan lohko ja Metsä-Kartanon palsta.

kin on supistunut 22.4 ha:iin. Näitä toisessa pitäjässä olevia alueita ei ole käsitelty tässä tutkimuksessa.

Vuoden 1953 lopussa ei Vesijaon kokeilualueen Padasjoen kunnassa olevien maiden pinta-alasta ole varmoja tietoja, koska eräät maanluovutustoimitukset ovat vielä kesken. Todennäköistä on, että lopullinen ala tulee olemaan n. 1 700 ha, jos Imatran suurjännitelinjankin tarvitsemat n. 25 ha jätetään pois.

Asutus ja sen kehitys

Luotettavia tietoja Vesijaon valtionliikamaan asutuksesta on vuodelta 1849 (1), jolloin alueella mainitaan olleen seuraavat torpat: Siltala, Virnajärvi, Sundberg, Ketunpesä, Riikkula, Suolahti, Pajulahti ja Peltointausta. Näistä Sundberg, Ketunpesä ja Riikkula ovat verraten pian jääneet autioiksi. Ensiksi mainittu, josta on käytetty myös nimeä Jokela tai Salmela, oli Ylisenojan (Sundbergin ojan) rannalla. Ketunpesä sijaitsi Tohtoinlammen rannasta, Alisenojan suusta n. 200 m luoteeseen, Riikkula taas oli Myllyjärven rannalla. Virnajärven torpan kohdalla v. 1849 viljelyksiä oli vain nimeksi. Osa niistä kulki nimellä Petsin Heikin tontti (Petsi Heickis tomt).

Muistitietojen mukaan Vesijaon liikamaalla oli jo tätä ennen ollut lukuisia ns. luvattomia torppia, kuten Karttavuorenmaassa Kella, Lepola, Rammi ja Tarkki, kolme viimeksi mainittua nykyisten pihtakuusikkojen alueella, jossa vieläkin on kiukaan jätteitä ja kaivo. Etelämpänä olivat Virnaala Virnan palstan keskellä ns. Hackstedtin kaskessa sekä Pohja Kiiskijärven ja Myllyjärven välissä, nykyisellä harmaaleppäistutusalalla. Pajulahden ja Suolahden ensimmäisten asukkaiden kerrotaan olleen kotoisin tästä Pohjan torpasta. Useilla edellä mainituilla hävinneillä asumuksilla on nimikkomaansa vuoden 1923 kartalla.

On todennäköistä, että osa Vesijaon valtionmaan vanhasta asutuksesta on ruotusotilaiden perustama. Tämän olettamuksen tueksi voidaan mainita, että Padasjoella v. 1801 oli 233 ruotusotamiestä sekä että tämä laitos lakkautettiin vasta v. 1867 (20). Useat sukunimet viittaavat myös tähän mahdollisuuteen.

Näiden muistitietojen ja olettamusten jälkeen on syytä palata luotettavampiin mainintoihin. Lääninmetsänhoitaja Collinin selostukset Vesijaon valtionmaan asutusoloista (2 ja 5) ovatkin varsin yksityiskohtaiset. Niistä otetaan tähän seuraavat otteet:

Vuoden 1856 lausunnossa mainitaan, että koska itselliset Kalle Eerikinpoika Riikkula ja hänen vaimonsa Sofia Antintytär, Heikki Petterinpoika Spets vaimoineen ja lapsineen sekä Juho Eerikinpoika Ketunpesä perheineen ovat laittomasti asettuneet valtionmaalle ja rakentaneet sinne rakennuksia, paikkakunnan nimismies Böök velvoitetaan häätämään heidät valtionmaalta ensi tilassa (2).

Vuoden 1857 ehdotuksessa on seuraavat maininnat silloisista asumuksista:

1. Siltalan torppa, jonka Simo Kallenpoika on perustanut asianomaisella luvalla v. 1832. Nykyiset asukkaat edellisen leski Eeva Eliaksentytär ja tämän pojat Joonas ja Kalle Simonpoika. Torpassa elätetään 2 hevosta, 12 nautaa ja 15 lammasta.

2. Sundbergin torppa, perustettu v. 1840 ilman lupaa. Sitä asuu Heikki Heikinpoika Sundberg, joka elää erossa vaimostaan ja jolla ei ole laillisia perillisiä. Torpassa elätetään 1 hevonen, 3 nautaa ja 3 lammasta.

3. Virnajärven torppa, perustettu v. 1847, osittain yksityismaalle. Nauttii ilman lupaa joitakin valtion maalla olevia peltotilkkuja ja niittyjä. Asukas Heikki Petterinpoika vaimoineen. Syksyllä 1856 nimismies antanut määräyksen poismuutosta.

4. Ketunpesän itsellisasunto, perustettu ilman lupaa. Sen asukas Taavetti Eliaksenpoika on sanottu irti ja muuttanut.

5. Suolahden torppa, perustettu v. 1844 ilman lupaa. Asukkaana leski Liisa Stålhammar ja hänen 32-vuotias poikansa Juho sekä tytär. Pidetään 1 hevonen, 7 nautaa ja 4 lammasta.

6. Peltointaustan torppa, perustettu v. 1827 asianomaisella luvalla. Asukkaana leski Maria Kallentytär Palander sekä poika ja tytär. Pidetään 1 hevonen, 5 nautaa ja 5 lammasta.

7. Pajulahden torppa, perustettu v. 1797 Vesijaon kylänmiesten luvalla, mutta viime vuosina sen asukas, väliaikainen metsänvartija Matti Matinpoika, joka on naimaton, on muuttanut sen toiseen paikkaan. Elätetään 1 hevonen, mutta ei lehmiä eikä lampaita.

8. Riikkulan torppa eli paremminkin itsellisasunto, perustettu v. 1847 ilman laillista lupaa. Asukkaana leski Kalle Eerikinpoika, jolla ei ole lapsia. Elätetään 3 lehmää ja 1 lammas. On määrätty muuttamaan pois.

Näiden asumusten vastainen käyttö ehdotettiin järjestettäväksi seuraavalla tavalla:

Virnajärven ja Sundbergin torppien viljelykset käytettäisiin Virnajärven rantaan perustettavaa metsänvartijatilaa varten. Sundbergin torpan rakennukset olivat niin mitättömät ja huonot, ettei niitä kannattanut siirtää. Metsänvartijatilalle oli näin ollen rakennettava uudet rakennukset, asuinrakennus, jonka mitat olisivat 30 × 12 kyynärää sekä 18 × 10 kyynärän suuruinen talousrakennus. Näistä aiheutuvat kustannukset, jos puut saataisiin ilmaiseksi valtion metsästä, arvioitiin 200 ruplaksi. Siltalan torppa, jossa oli välttämättömät rakennukset, katsottiin jatkuvasti elinkelpoiseksi ja ehdotettiin sille vuotuista veroa 4 tynnyriä ruista ensi 10 vuoden aikana ja myöhemmin 5 tynnyriä, mikä tarvittaessa muutetaan päivätöiksi siten, että miespäivätyö vastaa 1½ ja hevospäivätyö 3 kappaa ruista. Ketunpesä, jolla ei ollut toimeentulon edellytyksiä, pidettäisiin jatkuvasti lakkautettuna.

Pajulahdenmaassa olevien asumusten kohtaloksi taas ehdotettiin, että Suolahden torpasta tehtäisiin tämän vartiopiirin metsänvartijatila. Vanhojen rakennusten kunnostamiseen ja uusien tekoon ehdotettiin 100 ruplaa. Pajulahden torppa olisi edelleen säilytettävä valtion vero- eli päivätyötorppana, joskin sen viljelykset olivat niin vähäiset, että vuotuiseksi veroksi

katsottiin riittävän 1½ tynnyriä ruista ensi 10:nä vuotena ja sen jälkeen 4. Peltointausta jäisi edelleen vero- eli päivätyötorpaksi, ja tulisi sen verona 10:n ensi vuoden aikana olla 2 ja myöhemmin 3 tynnyriä ruista. Riikkulan viljelysmahdollisuudet katsottiin liian vähäisiksi, joten sekin olisi hävitettävä.

Näiden toimitusten yhteydessä, siis v. 1857, nimitettiin asumuksille seuraavat tilukset:

	peltoa	peltomaata	niittyä	kytömaata	metsämaata, laidunta ja joutomaata	yhteensä
Virnajärvi	2.40	5.83	17.42	5.68	75.88	107.21 ta
Siltala	5.15	4.00	22.73	11.98	107.68	151.54 »
Suolahti	3.11	9.07	17.56	2.08	104.38	136.20 »
Pajulahti	0.64	10.00	16.30	9.32	75.64	111.90 »
Peltointausta	4.00	11.79	—	—	103.35	119.14 »
Yhteensä	15.30	40.69	74.01	29.06	466.93	625.99 ta

Asumuksille määrättyjen alueiden piirirajoja ei nähtävästi vielä tällöin käyty, koskapa Evon opiston johtaja vasta v. 1870 velvoittaa vt. aluemetsänhoitajan ne maastoon määrittämään (10.—1870 n:o 100).

Ensimmäiset veronsa Vesijaon valtionmaan asukkaat olivat joutuneet suorittamaan jo v. 1856. Tämä perustui mainittuun lääninmetsänhoitaja Collinin laatimaan ehdotukseen (2), jonka Hämeen lääninkanslia hyväksyi 27. 11. 1856. Siltalalta vero oli 12 ruplaa, Sundbergilta 10, Suolahdelta 12 ja Peltointaustalta 12. Pajulahden asukas oli väliaikaisena metsänvartijana verosta vapaa. Collinin v. 1859 edellä jo mainitun tarkastuksensa yhteydessä laatiman uuden veroehdotuksen Senaatti hyväksyi 13. 5. 1859, mutta myönsi Siltalan, Suolahden ja Peltointaustan asukkaiden anomuksesta 8. 3. 1870 siihen sellaisen huojennuksen, että veron lisäystä oli perittävä vasta vuodesta 1875 lähtien ja silloinkin vain puolena siitä, mihin se ennen oli määrätty. Samalla kehoitetaan Evon opiston johtajaa huolehtimaan, että torpille tulee asetetuksi sellainen viljelysvelvollisuus, joka varmentaa niiden vastaista mahdollisuutta verojensa maksamiseen (10—1870 n:o 101). V. 1872 Metsähallitus hyväksyikin seuraavat vuotuiset viljelysvelvollisuudet 10 lähivuodeksi: Siltala 5 kapanalaa peltoa ja ¼ tynnyrinalaa niittyä, Suolahti samoin ja Peltointausta 5 kapanalaa peltoa ja $^1/_5$ tynnyrinalaa niittyä (10—1872 n:o 31). V. 1895 näiden torppien verona mainitaan 495, 660 ja 824 litraa viljaa (10—1895 n:o 263 a).

Valtionliikamaan rajojen sisällä oli myös Vesijaon kylän talollisilla lukuisia ulkoniittyjä (6). Vv. 1867—1868 toimitetussa tilustenvaihdossa Jussilan tila luovutti valtiolle seuraavat niityt: Karttavuoren (0.96 ta), Leipämyllyn (0.28), Salmentaustan (0.44), Suolahden kaksi (1.08) ja Pajulahden

(0.28 ta) niityt eli yhteensä 3.04 ta ja sai valtiolta vastikkeena 35.68 ta maata. Hakian talo taas antoi v. 1898 toimitetussa tilustenvaihdossa 0.76 ha ja Mustapään tila v. 1904 0.15 ha molemmat samansuuruista valtionmaata vastaan. Nämä niityt sijaitsivat aivan Virnajärven metsänvartijatilan tonttialueella. Valtionmaan sisällä olevista yksityismaista onkin enää jäljellä vain Mörän tilalle kuuluva Kiiskijärven palsta, jossa ennen vanhaan on ollut Kiiskilä-niminen torppa.

Vanhoja nautintaniittyjä koskevat kysymykset eivät kuitenkaan aina selvinneet näin mutkattomasti. Niinpä tuomitsi Padasjoen pitäjän kihlakunnanoikeus 1. 5. 1871 Jussilan talon omistajan luovuttamaan valtiolle valtionpuistossa olevia niittyjä 10.55 ta. Nämä niityt, jotka sijaitsivat Pajulahden lohkossa, lääninmetsänhoitaja Collin oli v. 1857 ehdottanut Suolahden silloisen metsänvartijatorpan ja Pajulahden torpan käyttöön (9—1872 n:o 5).

Vesijaon valtionmaan »laillistenkaan» asumusten asema ei suinkaan ollut selvä. Tätä osoittaa mm. se, että torpista vain yksi suostui tekemään vuokrasopimuksen v. 1870 ja vasta v. 1875 loput kaksi (9—1875 n:o 6 ja 10). Peltointaustan asukas Kustaa Heikinpoika häädettiin torpastaan v. 1875 Senaatin tekemän päätöksen perusteella, jonka Turun hovioikeus vahvisti 1877 (9—1875 ja 1877 n:o 15). Syynä tähän oli se, ettei asukas ollut täyttänyt hänelle v. 1872 määrättyä edellä mainittua viljelysvelvollisuutta, johon hän oli sitoutunut. Hänen jälkeensä otettiin asukkaaksi torpparinpoika Erkki Heikinpoika Jokioisten kylän Niinimäen torpasta. Hän oli ennen ollut Vierun tehtaalla sydenpolttajana (9—1877 n:o 15). Uhanalainen näyttää olleen myös Suolahden torpan asukkaan Johan Stålhammarin asema sen vuoksi, että häntä oli rangaistu varkaudesta (jopa raipoillakin), metsänraiskauksesta ja kiellettyjen kalanpyydyksien käyttämisestä.

Valtionmetsätorppien kohtalo 1870-luvulla oli yleensäkin poikkeuksellisen uhanalainen. Tiedustellessaan Senaatin antaman määräyksen johdosta tällaisten torppien ja metsänvartijatilojen taloudellista asemaa myös Evon ja Vesijaon valtionpuistoissa Metsähallitus pyysi samalla ehdotusta siitä, mitkä torpat katsottiin olevan sellaisia, että ne tilaisuuden tullen voitaisiin lakkauttaa. Hoitoalueen silloinen vt. metsänhoitaja C. A. J. N y b e r g, joka suhtautui tähän tiedusteluun asiallisesti (9—1874 n:o 10), päätyy ehdotuksessaan siihen, ettei Vesijaon kruununpuistossa olevia asumuksia — niiden kohtalaiset toimeentulon edellytykset huomioon ottaen — olisi syytä vähentää. Hänen lausuntoonsa liittyvästä taulukosta otetaan tähän seuraavat tiedot, jotka kuvastavat näiden viljelmien taloutta v. 1874 (taulukko 1).

Mitä perunan viljelyyn tulee, mainitaan sitä harjoitetun Vesijaolla jo v. 1849 (1).

Taulukko 1. Vesijaon valtionpuiston metsänvartijatilojen ja valtionmetsätorppien talous v. 1874

Viljelmä ja asukas	Karjaa				Sato								Tarvitsee kotipuuta norm. syltä	Palkka ruista tynn.	Vero
	hevosia	lehmiä	nuorta karjaa	lampaita	ruista	ohraa	kauraa	perunaa	naurista	herneitä	pellavaa ja hamppua	heinää			
					tynnyriä						leiviskää				mk
Virnajärvi D. J. Renfors	1	3	2	3	3	2	2	5	2	1/4	2	800	42 3/4	4	—
Pajulahti Matti Matinpoika	1	3	2	4	5	3	2	7	2	1/4	2	500	33 1/2	4	—
Siltala Joonas Simonpoika	2	7	4	12	8	3	2	8	2	1/4	4	600	39 1/2	—	48
Suolahti Johan Stålhammar	1	5	1	7	5	3	2	6	1	1/4	1	500	33 3/4	—	48
Peltointausta Kustaa Heikinpoika	1	5	1	4	4	3	2	7	2	1/4	2	400	27	—	48

Asukkaiden toimeentulo ei tietenkään ollut kehuttava, sillä omavaraisia taloudet eivät olleet läheskään aina. Niinpä mainitaan, että v. 1871 viljasato on ollut alle keskimäärän, joten kaikkien asujainten on ollut pakko ostaa viljaa muualta. Lisätuloja on saatu karjantuotteilla, metsätöistä sekä ostamalla järeää puuta Padasjoen metsistä ja kuljettamalla se menekkipaikoille ja myymällä se siellä, lautojen ajosta sahalle ja muusta rahdinajosta (9—1872 n:o 24). Myös v. 1872 oli sato heikko kuivuuden vuoksi, v. 1873 hiukan parempi, joten kaksi torppaa tuli silloin omillaan toimeen, v. 1874 oli myös kato ja seuraavana keväänä oli haittana kuivuus (9).

Taulukossa 1 kiintyy huomio erityisesti asumusten kotipuun määriin. Puut saatiin korvauksetta valtion metsästä. Tämä tapahtui siten, että metsänhoitaja laati vuosittain Evon opiston johtajalle yksityiskohtaisen ehdotuksen kullekin asumukselle annettavista puista. Puut osoitettiin etenkin viljelysten reunoilta sekä korvista ja rämeistä. Vain rakennus- ja muu järeämpi puu merkittiin ennen kaatoa.

Kaikilla näillä asumuksilla oli myös oikeus laiduntaa karjaansa kaikkialla muualla valtionpuistoissa paitsi aidatuilla metsänviljelyaloilla. Harmia metsäviranomaisille näyttää aiheuttaneen pääasiassa se, että asukkaat ottivat oman karjan joukkoon myös vieraita eläimiä, mikä oli kiellettyä. Aatami Suullinen lienee ollut ensimmäinen, jolta saatiin perityksi laidunmaksu 4 lehmältä, 50 penniä eläimeltä (9—1880, 12.III). Laiduntamis-

kiellosta oli kuulutuksia Padasjoen kirkossa, mm. v. 1872. Laitumen parantamiseksi lienee sytytetty myös kuloja. Mm. v. 1872 metsänhoitaja totesi Virnajärven lohkossa kaksi paloaluetta, joista toinen oli 2—5 ta, toinen taas 200—300 kyynärää pitkä ja 3—10 kyynärää leveä. Siellä täällä oli lisäksi pieniä kulolaikkuja, joille tuli näytti tahallisesti sytytetyltä (9—1872 n:o 31).

Asumusten piirirajojen tultua käydyksi v. 1870 saadaan entistä parempi käsitys asumusten käyttöön jääneistä tiluksista. Vuosien 1877—1883 kartoitusten tulosten (7 ja 8) mukaan nämä alat ovat seuraavat:

	Tonttia		Peltoa		Niittyä		Haka- ja rinta-maata	Yhteensä
	kpl	ta	kpl	ta	kpl	ta	ta	ta
Siltala	2	0.50	53	18.41	12	67.70	122.93	209.54
Virnajärvi ..	2	0.41	16	13.39	19	49.19	69.94	132.93
Suolahti	2	0.53	20	6.43	11	24.00	115.11	146.07
Pajulahti ...	2	1.26	15	8.96	6	27.66	69.94	107.82
Peltointausta	1	0.30	15	7.10	9	21.43	96.70	125.53
Yhteensä	9	3.00	119	54.29	57	189.98	474.62	721.89

Huomio kiintyy erityisesti peltokuvioiden suureen lukuun — Siltalassa niitä oli 53 — ja pienuuteen. Niiden keskikooksi jää vain n. 23 aaria. Näin pienten ja lisäksi kovin kivisten kangaspeltojen muokkaus ja hoito on tietenkin ollut työlästä. Tästä huolimatta peltoala vuodesta 1849 (edellä) on noussut 20.30 ta:sta 54.29:ään ja niittyjen 111.26:sta 189.98:aan. Niittyjä oli muuten piirirajojen ulkopuolellakin, mm. Virnajärven metsänvartijatilan laajin luonnonniitty oli Siltalan lohkon Apajaisissa. Siinä oli 7 latoa.

Vuoteen 1923 mennessä, jolloin tämän jälkeinen koko valtionpuiston kartoitus toimitettiin, näiden viljelmien sekä Siltalasta eronneen Peltolan torpan tilusaloiksi saatiin seuraavat hehtaariluvut:

	Peltola	Siltala	Virna-järvi	Suo-lahti	Paju-lahti	Peltoin-tausta	Yhteensä
tonttia	0.30	0.26	0.41	0.85	0.51	0.53	2.86
peltoa	2.87	6.18	2.15	5.21	9.93	8.93	35.27
suopeltoa	6.81	2.28	11.19	4.54	1.20	0.36	26.38
niittyä	0.96	—	0.50	2.59	1.07	0.70	5.82
aukeaa	3.11	15.55	13.14	6.45	8.20	6.87	53.32
metsää kasvavaa	25.73	23.70	24.04	43.60	26.29	37.43	180.79
heikkokasvuista	—	12.68	1.76	2.94	—	4.65	22.03
tuottamatonta	—	—	—	0.02	0.24	0.50	0.76
Yhteensä	39.78	60.65	53.19	66.20	47.44	59.97	327.23

Viljelysala on siis edelleen huomattavasti lisääntynyt, nyt pääasiallisesti soiden viljelyn avulla. Jotakuinkin tällaisina nämä tilat sittemmin itsenäistyivät, kuten osoittaa seuraava asetelma, jonka luvut myös tarkoittavat hehtaareja.

	Peltola	Siltala	Virnajärvi	Suolahti	Pajulahti	Peltointausta	Yhteensä
peltoa	8.97	8.96	11.26	10.90	11.81	9.00	60.90
niittyä	1.26	2.28	0.24	1.67	1.24	0.72	7.41
viljelyskelpoista	5.03	12.16	14.13	23.29	11.48	14.72	80.81
kasvull. metsämaata	27.07	26.82	25.22	24.88	27.16	26.97	158.12
heikkokasvuista »	0.51	6.05	0.34	2.78	—	0.85	10.53
Yhteensä	42.84	56.27	51.19	63.52	51.69	52.26	317.77

Tämä sitkeä toimitus, jonka suoritti maanmittari Sulo J. Teittinen, kesti kymmenkunta vuotta ja päättyi lopullisesti vasta 5. 10. 1934, jolloin uudet tilat merkittiin maarekisteriin. Erimielisyyttä oli Peltolan torpan kohdalla, jolla ei ollut vuokrasopimusta valtion kanssa. Toimituksen yhteydessä kävi kuitenkin selville, että Joonas Siltala ja hänen vaimonsa v. 1889 olivat jakaneet Siltalan torpan poikiensa kesken siten, että toinen oli saanut Siltalan, toinen Peltolan rakennuksineen. Lisäksi Metsähallitus oli tämän jaon hyväksynyt ja määrännyt verotuksen toimitettavaksi 23. 3. 1920 päivätyllä kirjeellään.

Kaikkien uusien tilojen yhteinen lunastussumma oli 465.792 mk 97 penniä. Havupuutukkien hintana käytettiin 2: 80—3: — mk ja koivujen 2: — — 2: 20 mk/j^3. Valtiolle jäi rasiteoikeuden nojalla oikeus tarpeellisiin »varastoimisvalkamiin» sekä kulkuoikeus teihin. Yleistä kalastusoikeutta tilat eivät saaneet.

Tämän itsenäistämisen jälkeen Vesijaon kokeilualueeseen jäi vain yksi asumus, metsäteknikon virka-asunto ja koeasema. Asuinrakennus, joka valmistui v. 1917, oli alkujaan tarkoitettu Evon metsäkoulun oppilaiden asuntolaksi näiden käydessä töissä Vesijaolla. Piirustukset siihen teki tämän kirjoittaja. Siinä ollut takkauunilla varustettu iso tupa jaettiin myöhemmin tutkimuslaitoksen toimesta neljään osaan, kolmeen huoneeseen ja eteiseen. Talousrakennukset, joiden piirustukset saatiin Metsähallituksesta, valmistuivat v. 1925 sekä karistamo v. 1932, siihen liitetty puimala v. 1944 sekä vesijohdot samana vuonna ja sähkövalaistus lopullisesti v. 1952. Puhelin oli alkujaan Virnajärven metsänvartijatilalla, josta se v. 1922 siirrettiin koeasemalle. Linja kulki aluksi Evolta Auttoisten kautta, mutta muutettiin v. 1938 Arrakoskelle. Viljelyksiä oli metsäteknikon käytettävänä v. 1952 n. 2.5 ha ja laitumia n. 3.8 ha.



Kuva 2. Vesijaon kokeilualue on antoisa retkeilyjen kohde. Metsäntutkimuslaitoksen metsäteknikkojen vuoden 1930 retkeilyn osanottajat Vesijaon koeasemalla. Takana vasemmalta: professori Olli Heikinheimo, metsänhoitajat Albert Sandman ja Aarne Liuksiala, metsäteknikot Viljo Vestala, Lauri Peltola, Oiva Kujala ja Ilmari Leppänen, edessä vasemmalla: metsäteknikot Arvo Helkiö ja Elis Vuopala, metsänhoitaja Yrjö Jouttimäki, metsäteknikot Herman Anttila, Vihtori Joutsenlahti, Aleksi Ilmanen, Emil Siira, Vilho Vestala ja Kustaa Renfors. — Valok. v. 1930 Arvo Helkiö.

Metsänhoitajat, metsäteknikot ja metsänvartijat

Pisimmän ajan Vesijaon valtionpuistoon ja sen olojen kehitykseen on voinut vaikuttaa tohtori A. G. Blomqvist. Hän oli aluksi vv. 1859—1861 vt. metsänhoitajana Evon ja Vesijaon valtionpuistoissa sekä vuodesta 1870 vuoteen 1903 Evon opiston johtajana ja mainittujen valtionpuistojen ylimetsänhoitajana. Blomqvistin jälkeen ko. metsänhoitajan virkaa ovat hoitaneet E. G. Sederholm vv. 1861—1870, J. W. Litzell vv. 1870—1872, C. A. J. Nyberg 1872—1874, H. Hackstedt 1874—1904, J. O. Peurakoski 1904—1906, T. W. Paavonen 1906—1908, Arvid Borg 1908—1912, B. Ericsson 1912—1915, O. Heikinheimo 1916—1918, E. Nylander 1918—1919, V. T. Aaltonen 1919—1921 ja M. I. Niemelä 1922. Valtionpuiston tultua kokeilualueeksi A. Sandman on ollut sen metsänhoitajana vv. 1924—1929 ja ylimetsänhoitajana vv. 1929—1953 sekä Y. Jouttimäki metsänhoitajana vuodesta 1930 edelleen.

Vesijaon valtionliikamaan ollessa Hämeen läänin kuvernöörin alaisena oli sen ensimmäisenä vartijana vuodesta 1856 Matti Pajulahti, kuten edempänä mainitaan (2). Lääninmetsänhoitaja Collinin myö-

hemmin eli v. 1857 tekemän ehdotuksen, että tämä liikamaa jaettaisiin kahteen vartiopiiriin, Suolahden ja Virnajärven, Senaatti vahvistikin v. 1859. Metsänvartijatiloiksi tulivat tällöin Suolahti ja Virnajärvi, kuten jo aiemmin on mainittu. Edellisen osalta tämä päätös kuitenkin v. 1875 purkautui, kun Senaatti sen tilalle tällöin määräsi Pajulahden (mm. 7). Pajulahden uuden metsänvartijatilan rakennusten kuntoonpanoon myönnettiin seuraavana vuonna 280 mk (9.—1875 n:o 19) eli jäännös siitä 400 markasta, joka alkujaan oli varattu Suolahtea varten. Valtionpuistoa koskevassa selonteossa vuodelta 1872 mainitaan, että Virnajärven metsänvartijatilan rakentamiseen oli jo v. 1859 varattu Collinin ehdottamat 920 mk. V. 1876 molemmille tiloille annettiin 200 mk:n suuruinen avustus 3 tynnyrinalaa käsittävien uudisviljelysten raivaamiseen.

Mitä metsänvartijain palkkaan tulee, on siitä vanhoista asiakirjoista löydetty seuraavat tiedot. Vuodesta 1857 lähtien metsänvartijoiden palkkana oli vapautus metsänvartijatilojen veroista (4), joka silloin oli ollut 4 tynnyriä ruista vuodessa. Tällainen palkkajärjestelmä jatkuu vuoteen 1874, josta lähtien kumpikin metsänvartija sai verottoman virkatalon lisäksi 1½ tynnyriä ruista (10.—1874 n:o 90).

Kun vilja oli haettava Hämeenlinnan lääninmakasiinista, ei palkka suinkaan ollut kehuttava! Eikä se parantunutkaan — monista yrityksistä huolimatta — ennen kuin v. 1891, jolloin se kohosi 5.0 hehtolitraan (9.—1890 n:o 3).

Vesijaon valtionpuiston metsänvartijoista on seuraavat tiedot:

Pajulahden vartiopiiri

Matti Pajulahti, syntynyt Padasjoella 7. 9. 1826. Ei kirjoitustaitoinen, osaa vain suomea. Otettu metsänvartijaksi 27. 11. 1856, tehnyt valan 3. 3. 1857, saanut määräyskirjan 28. 5. 1869. Eronnut omasta pyynnöstään 22. 10. 1904. Saanut Suomen Talousseuralta hopeisen mitalin v. 1900 sekä v. 1910 200 mk:n suuruisen vuotuisen eläkkeen. Kuollut 7. 11. 1919.

Roope Pajulahti, edellisen poika, syntynyt Padasjoella 7. 6. 1873, suorittanut aliupseerin tutkinnon v. 1897, ollut oppilaana Evon metsäkoulussa yhden vuoden vv. 1903—1904, otettu metsänvartijaksi 28. 10. 1904 ja tehnyt metsänvartijan valan 25. 11. 1904. Kuollut 22. 4. 1928.

Virnajärven vartiopiiri

Johan David Renfors, syntynyt 7. 1. 1823 Hauholla, kihlakunnanlautamies ja herastuomari, kirjoitustaitoinen, osaa vain suomea, otettu metsänvartijaksi 5. 12. 1864, tehnyt valan 6. 3. 1865, saanut määräyskirjan 28. 5. 1869, kuollut 5. 7. 1879.

Heikki Juho Heikinpoika, otettu väliaikaiseksi metsänvartijaksi 21. 7. 1879, tehnyt valan syyskäräjillä 1879.

Kustaa Fridolf Renfors, syntynyt 14. 4. 1860, saanut määräyskirjan 28. 7. 1882, tehnyt valan syyskäräjillä 1882, päästötodistus Evon metsäkoulusta 1881, ylimääräinen metsätyönjohtaja Vesijaon valtionpuistossa 1. 11. 1918—30. 4. 1923, saanut toimestaan eron 31. 8. 1924. Toimessaan osoittamastaan uutteruudesta ja huolellisuudesta saanut Metsähallitukselta 100 mk:n suuruisen lahjapalkkion v. 1911. Kuollut 24. 7. 1937.

Ennen Kustaa Renforsia Vesijaon kokeilualueen metsäteknikkona oli vv. 1918—1919 Olli Ropponen ja Renforsin jälkeen Ilmari Leppänen vv. 1924—1927, Paavo Järvinen v. 1927 viisi kuukautta ja nykyinen metsäteknikko Viljo Vestala lokakuun 1. päivästä 1927.

Liikenneolot ja puutavaran menekki

Vesijaon valtionmaat ovat olleet pitkät ajat tiettömiä syrjäseutuja. Maiden poikki kulki vain kaksi ns. kirkkotietä, toinen Kasiniemeltä vieläkin käytettäviä polkuja Romon ja Kainiemen maitten läpi Virnanmaan pohjoiskärkeen ja sieltä Tapattoman kautta Arrakoskelle sekä Ylöjärven ja Kirkkolammin välistä kannasta kirkolle. Toisen tien suunta taas oli Vesijaon kylän Nuutin talo — Pajulahden lohkon Anninkorpi (1. Kirkkosuo, jossa vieläkin on porrastusta) — Peltointaustan viljelysten tausta — nykyinen säästömetsä (luonnonpuisto) — Tevänninjärven eteläpää (Ruununlahti) — Syrjäntaustan Sipilä — Padasjoen kirkko. Talviteistä oli vielä 1920-luvullakin yleisesti käytetty viittatie Kasiniemi — Salmentausta — Tohtainlampi — Myllyjärvi — Kaukela — Padasjoen kirkonkylä.

1870-luvun oloille kuvaavana on seuraava Evon ja Vesijaon valtionpuistojen vt. metsänhoitajan ilmoitus Padasjoen kirkossa (5.—1873 n:o 4): »On laillisesti kielletty että, ilman minulta erinäisesti saatua lupaa Evon ja Vesijaon kruununmetsien läpitse kylä- eli metsäteitä myöten vetää ja kuljettaa parrupuita, tukkia y.m. sahaamattomia eli valmistamattomia metsäntuotteita. Laillisella edesvastauksella varoitetaan ettei kruununmetsiin tehdä eli suoria uusia teitä.» Syynä tähän kieltoon oli tietenkin pelko, että teiden lähettyviltä kaadettaisiin lisää puita kuormaan. Jo samana vuonna suostuttiinkin W. Gutzeit & Komp:n sekä kauppias Valtosen anomukseen saada käyttää Auttosilta ostamiensa tukkien ajoon Vesijaon kylästä Pajulahden lahteen ja Myllyjärveen johtavaa metsätietä (9.—1873 n:o 37).

Ensimmäinen ratastie alueella oli Romon — Toritun tie, joka kulkee Huinan lohkon kulman poikki. Tätä koskevaa v. 1890 saapunutta pyyntöä metsänhoitaja H. Hackstedt puolsi ehdottaen samalla, että Evon metsäopiston oppilaat laatisivat harjoitustöinään tielle suunnitelman. Val-

tion puolesta ei kuitenkaan olisi osallistuttava tien rakentamiseen eikä kunnossapitoon, koska valtionpuistolla ei olisi tiestä hyötyä, vaan haittaa sen vuoksi, että vartioiminen kävisi työläämmäksi (9.—1890 n:o 12). Ensimmäisen tiemaata koskevan anomuksen Senaatti kuitenkin hylkäsi 11. 4. 1890, mutta toistamiseen tehtyyn pyyntöön se suostui sillä ehdolla, että hakijain on yksin rakennettava ja kunnossa pidettävä tie sekä aidattava se (10.—1891 n:o 139).

Valtion puolesta ryhdyttiin rakentamaan ratastietä johtaja Blomqvistin aloitteesta Vesijaon kylän Riihimäen talosta Peltointaustaan vuoden 1895 tienoilla. Se oli kuitenkin kauan vain reellä kuljettavaa. Suurin työ oli aluksi Haukisuon porrastus. Johtaja Ericssonin toimesta jatkettiin tietä Pajulahteen v. 1916, ja tohtori Olli Heikinheimo parannutti näitä teitä sekä seivästi ja teetätti tietä Pajulahdesta Kaukelan myllylle. Kun työhön ei ollut myönnetty määrärahaa, siihen käytettiin torpparien veropäivätöitä. Tämäkin mahdollisuus oli hyvin vähäinen, sillä samalla tavoin oli tällöin hoidettava myös valtiolle v. 1884 jaettu tieosuus Toritun — Kuhmalahden maantiellä. Tämän tien pätkän osuuden kuvernööri oli v. 1886 vahvistanut 2 598.5 kyynäräksi (9.—1886 n:o 18). Tämän kunnossapito oli annettu vuoden 1888 alusta viideksi vuodeksi torppari Mauri Koivistolle 48 mk 50 pennin vuotuista korvausta vastaan (9.—1891 n:o 14).

Pajulahdesta Virnajärvelle saatiin tielinja auki v. 1917, ja v. 1923 tämä tie sekä sen koeasemalle johtava haara oli valmis.

Mainittu Vesijaon — Kaukelan tie saatiin kylätieksi monien yritysten ja kiivaan vastustuksen jälkeen vasta v. 1934. Maantieksi tämä 9.2 km:n pituinen läpikulkutie tuli v. 1949 ja jäi silloin tie- ja vesirakennuspiirin hoitoon. Pajulahden — koeaseman tie taas jaettiin asianomaisten kesken kylätienä v. 1924.

Tiet ovat suuresti edistäneet näiden valtion metsien hallintaa ja hoitoa. Työvoiman saanti on helpottunut ja puutavaran kuljetus ja menekki ovat parantuneet. Romon — Toritun maantien merkitys on myös lisääntynyt ratkaisevasti vv. 1949—1951, jolloin tutkimuslaitoksen toimesta siitä on rakennettu metsäautotie Karttavuorenmaahan. Suuri merkitys on myös Vesijaon — Kaukelan maantiestä Tevänninjärven rantaan vv. 1952—1953 rakennetulla autotiellä. Näiden teiden pituus on vuoden 1953 lopulla n. 6 km. Tekeillä on myös vastaavanlainen tie koeasemalta Virnan ja Huinan lohkojen kautta Romon — Toritun tiehen. Näin saadaan toteutetuksi jo 1920-luvun lopulla tutkimuslaitoksen taholla vireillä ollut suunnitelma.

Viimeksi mainitun tiesuunnitelman aikoinaan rauettua ryhdyttiin kulkusuhteiden parantamiseksi kokeilualueelle rakentamaan ns. polkupyöräteitä. Näitä keskimäärin 1 m:n levyisiä teitä saatiinkin vv. 1929—1934 valmiiksi

n. 16 km eli läpi kaikkien lohkojen. Nämä sorapäällysteiset tiet, joiden rakentaminen tuli maksamaan keskimäärin 1 mk 50 penniä juoksumetri, ovat vastanneet erinomaisesti tarkoitustaan.

Viime vuosisadan puolivälissä puutavaran menekki Vesijaon seuduilla oli varsin heikkoa. Järeät puut veistettiin parruiksi tai sahattiin käsisahalla lankuiksi. Niitä tehtiin »luvattomasti» myös valtion maalla. Tähän tarkoitukseen lienee kaadettu nekin puut, joiden pitkiä kantoja tapaa vielä siellä täällä, mm. Virnan palstassa ja Pajulahden lohkossa. Kerrotaan, että parrut ja lankut vedätettiin talvella Porvooseen ja Turkuun, jolloin edellinen matka kesti viikon, jälkimmäinen kaksi. Paluukuormana oli pääasiassa suolaa.

Vanhin »virallinen» kuvaus puutavaran menekkioloista Vesijaon valtionliikamaalta on lääninmetsänhoitaja C o l l i n i n edellä mainitussa vuoden 1857 selonteossa (5). Seuraavassa on ote siitä: »Valtionmaa on 16½ peninkulman päässä Helsingistä, 13½ peninkulmaa Porvoosta ja 15—16 peninkulmaa Loviisasta, 4 virstan päässä Arrakoskelta ja 10 virstan päässä Arnon sahasta ja 6 virstan päässä Vierun rautatehtaasta, joten järeäpuu ja laivanrakennuspuu saa menekkiä merenrantakaupunkeihin, sahatukit edellä mainittuihin sahalaitoksiin sekä vähäarvoisempi puu Vierun tehtaalle. Puutavaran kuljetusta helpottaa myös valtionmaalta alkava ja Päijänteeseen päättyvä uittoväylä.»

Metsänhoitaja R o b e r t M o n t e l l taas kirjoittaa v. 1880 Pajulahden lohkosta seuraavaa: »Lohkon rajalla sekä lähitienoilla löytyy suurempia järviä, joista puiden uittaminen helposti voi käydä laatuun lähellä oleviin vesisahoihin tai valtaväylöihin. Pohjois-rajalla löytyvä Tohtainlampi ottaa vetensä lähellä olevasta suuresta Vesijaon-järvestä ja laskeutuu tukin uittamiselle sopivaa väylää myöten Päijänne-järveen. Tätä väylää myöten on runsain määrin kuljetettu sahatukkeja sekä Padasjoen kirkolla olevaan Vierun sahaan että edespäin pitkin Päijänteen vesistöä Kotkan höyrysahoihin. Lohkon länsipuolella löytyy Vesijaon-järvi, josta eräs lahti, Suolahti, pistäytyy sisäpuolelle sitä lohkon rajaa, joka on Vesijaon kylän maita vasten. Vesijaon-järvi jakaa, niinkuin nimikin osoittaa, vetensä kahdelle haaralle, nimittäin itäänpäin äsken mainittuun Päijänne-järveen sekä länteenpäin Kokemäenjoen vesijaksoon, joka aina Vesijaon-järvestä alkaen on tukin-laskulle sopivaa».

Metsänhoitaja C. E. N y l u n d i n Virnajärven lohkolle v. 1887 laatimissa talouskirjoissa (8) edellä mainittujen paikallisten teollisuuslaitosten lisäksi mainitaan Arrakosken rautaruukki ja saha.

Uittamalla on kuljetettu kaikkia yleisimpiä puutavaralajeja: havupuutukkeja, koivutukkeja, haapatukkeja, paperipuuta ja halkoa. Autoliikenteen parannuttua kahden viimeksi mainitun vienti on viime vuosina tapahtunut vain maitse. Koivutukkien uitto on 1930-luvulta lähtien muut-

tunut sikäli, että uitettava puu on kaadettu lehteen, ensi vuosina alkukesällä, myöhemmin aina elokuussa. Talvikaadon jälkeen koivun ja haavan uppohäviö oli hyvin suuri, etenkin kun tukit tavallisesti ajettiin suoraan jäälle. Myös kuorimattoman paperipuun uittohukka on ollut toisinaan huomattavan suuri.

Autoliikenteen lisääntyessä mm. vähempiarvoisen polttopuun menekki paikkakunnan omaan käyttöön on parantunut.

Metsät ja niiden tila

Vesijaon metsien aikaisemmasta tilasta ei ole luotettavia kuvauksia. Ilmeistä kuitenkin on, että alueella ja sen ulkopuolella oleva asutus on jo 100—150 vuotta sitten jättänyt selvästi havaittavat jälkensä metsiin. Tällöin oli yleistä etenkin nauriskaskien viljely. Merkkinä siitä ovat Vesijaon kokeilualueessa vielä nyt havaittavat lukuisat nauriskuopat. Tämän lisänä oli muu kaskenviljely, kulot, laiduntaminen sekä parru- ja lankkupuiden hakkuu.

Tätä taustaa vastaan voi käsittää maanmittari G. A. Jernströmin v. 1849 maanmittaustoimituksen yhteydessä antaman lausunnon näiden valtionmaiden metsien tilasta(1). Edellä on jo mainittu, että hän sai ns. kaskimaiden alan n. 850 tynnyrinalaksi ja metsän n. 1 850 tynnyrinalaksi. Metsä jaettiin silloisten ohjeiden mukaan kahteen osaan, tarvemetsään (tarfskog) sekä mänty- ja kuusitukkimetsään (furu- och grantimmerskog). Alajaottelussa viimeksi mainittua ei ole ollenkaan, vaan ainoastaan tarvemetsää. Lisäksi sanotaan: »Metsä antaa vain halkoa ja polttopuuta asukkaiden tarpeeksi, mutta ei myytäväksi. Parru- ja tukkipuita ei ole.» Odottamattomalta tuntuu myös väite, että lannan lisäkettä, kuten turvetta ja mutamaata, on riittämiin, mutta kuusen havuja puuttuu. Yhtä lohduton on Collininkin käsitys näistä metsistä v. 1857 (5). Tukkimetsää hän löytää, mutta vain 4.12 tynnyrinalalla!

Paljon yksityiskohtaisempi ja luotettavampi on tietenkin vuosien 1877—1879 arvioon perustuva selvitys Pajulahden ja vuosien 1880—1883 selvitys Virnajärven lohkosta (7 ja 8). Edellisen kohdalla metsänhoitaja Robert Montell kirjoittaa:

»Ylimmiten on metsä kasvullisilla metsämailla vain 40—50 vuoden ikäistä, enimmäksi osaksi havumetsää, jossa kuitenkin lehtipuita löytyy useimmissa kasvoksissa seassa. Puhdasta lehtimetsää on melkein ¼ osa kasvullisen metsämaan alasta. Lehtipuu-kasvokset ovat alallensa enimmiten vähäisiä ja ovat nähtävästi suureksi osaksi syntyneet kaskenviljelyksen

jälkeen, sekä myöskin osaksi kulovalkean jälkeen niissä paikoin, kuin tämä on ollut niin hävittävää, ettei tarpeellisia siemenpuita ole jäänyt jäljelle. Niillä kohdin sitävastoin missä kulovalkea ei ole voinut tykkänään turmella havupuita on näiden alle syntynyt nuorta mäntytaimistoa.

Suuri osa havumetsästä on kuusistoa, joka tavallisesti on ottanut alkunsa koivumetsän alla, kasvamisessaan saavuttanut koivun, ja ottaa nyt paikoin voiton siltä, vaan on myös paikoin vielä koivun varjoittamana, joka sen takia on näillä kohdin poisharvennettava kuusen eduksi.

Kasvokset ovat ylimmiten sangen vaihtelevia ja alallensa vähäisiä, johon ovat kulovalkea, kaskenviljelys ja säännötön hakkaus muinoin olleet vaikuttavia syitä.

Korvissa kasvaa enimmiten kuusta, osin koivunsekaista, sekä paikoin lehtipuuta yksinänsä. Rämeet kasvavat vaivakasvuista mäntyä. Niinkutsutuissa rämekorvissa kasvaa sekä kuusta että mäntyä, tavallisesti koivun sekaisena».

Näin siis metsänhoitaja Montell. Jotakuinkin samanlainen on metsänhoitaja N y l u n d i n kuvaus Virnajärven lohkon metsistä.

Mielenkiintoinen on seuraava asetelma, joka koskee sitä osaa näiden lohkojen kasvullisesta metsämaasta, joka on asumusten piirirajojen ulkopuolella. Se on laadittu edellä mainittujen talouskirjojen (7 ja 8) tietojen pohjalla.

Pajulahden lohko

Havumetsää ...	1— 50 v.	649 ta	l.	61.6 %				
» ...	50—100 »	348 »	l.	33.0 »	1 054 ta	l.	75.1 %	
» ...	100—150 »	57 »	l.	5.4 »				
Lehtimetsää	1— 30 »	173 »	l.	52.1 »	332 »	l.	23.6 »	
»	30+ »	159 »	l.	47.9 »				
Aukeata					18 »	l.	1.3 »	
				Yhteensä	1 404 ta	l.	100.0 %	

Virnajärven lohko

Havumetsää	1— 50 v.	366 ta	l.	48.6 %				
»	50—100 »	347 »	»	46.0 »	754 ta	l.	69.2 %	
»	100—150 »	41 »	»	5.4 »				
Lehtimetsää	1— 30 »	164 »	»	50.0 »	329 »	»	30.2 »	
»	30+ »	165 »	»	50.0 »				
Aukeata					6 »	»	0.6 »	
				Yhteensä	1 089 ta	l.	100.0 %	

Keskimääräinen puuvarasto kasvullisilla mailla on Pajulahden lohkossa 16 normaalisyltä tynnyrinalalla (85 m³/ha) ja Virnajärven lohkossa 17 (90 m³/ha). Korkein kuutiomäärä oli edellisessä 50 ja jälkimmäisessä 67 normaalisyltä tynnyrinalalla (265 ja 355 m³/ha). Arvopuita, jotka oli mitattu rinnankorkeudelta, oli

	7″—9″	10″—14″	15+″	yhteensä
Pajulahden lohkossa	24 251	8 784	454	33 489 kpl
Virnajärven »	4 521	2 145	442	7 108 kpl
Yhteensä	28 772	10 929	896	40 597 kpl

Virnajärven lohkon arvopuuvarasto oli tämän mukaan odottamattoman pieni.

Täysin luotettavan kuvan antaminen Vesijaon kokeilualueen metsien kehityksestä sen jälkeen, kun ne siirtyivät Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueeksi, vaikeutuu sen johdosta, että alueen pinta-alassa on tapahtunut muutoksia, kuten edellä on mainittu. Kokeilualueessa suoritetut arvioinnit ovat vuosilta 1923, 1937 ja 1948. Näistä vuoden 1937 tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia, sillä niissä on käytetty toista ikäluokkaryhmitystä kuin muissa.

Metsikköjen vallitsevan puulajin iän mukaan kasvullisten maiden metsien ikäluokkasuhteet olivat vv. 1923 ja 1948 seuraavat:

		aukeat	1—20	21—40	41—60	61—80	81—100	101—120	121+v.	yhteensä
1923	ha	26	106	84	236	649	345	84	21	1 551
	%	1.7	6.8	5.4	15.2	41.8	22.3	5.4	1.4	100.0
1948	ha	6	78	332	394	301	351	107	23	1 592
	%	0.4	4.9	20.9	24.8	18.9	22.0	6.7	1.4	100.0

Vuoden 1923 lukuja vuoden 1880 tienoon metsien ikäjakautumiseen verrattaessa käy selvästi esiin ikäluokkien painopisteen siirtyminen vanhojen ikäluokkien puolelle. Vuoden 1948 arvion mukaan ikäluokat jakautuvat verraten normaalisti 21:n ja 100:n vuoden välillä. Suurin muutos vuosien 1923 ja 1948 kesken koskee 61—80 vuoden ikäluokkaa, joka edellisenä ajankohtana saatiin poikkeuksellisen suureksi. Tämä muutos johtuu pääasiallisesti siitä, että suojuspuuston tultua hakatuksi ja alispuuston siten vapauduttua laajoja metsänosia on siirtynyt tästä ikäluokasta 21—40 vuoden luokkaan.

Vallitsevan puulajin mukaan ikäluokat jakautuivat seuraavan asetelman osoittamalla tavalla:

Vuoden 1923 arviointi:

ikäluokka		mäntyvalt. ha	mäntyvalt. %	kuusivalt. ha	kuusivalt. %	lehtipuuvalt. ha	lehtipuuvalt. %	ulkomaiset puut ha	ulkomaiset puut %
1— 20	ha	17	2.2	59	10.9	26	13.3	4	44.5
	%	*16.0*		*55.7*		*24.5*		*3.8*	
21— 40	ha	44	5.7	26	4.8	8	4.1	3	33.3
	%	*54.3*		*32.1*		*9.9*		*3.7*	
41— 60	ha	104	13.4	103	19.0	28	14.3	2	22.2
	%	*43.9*		*43.5*		*11.8*		*0.8*	
61— 80	ha	324	41.6	208	38.4	118	60.2		
	%	*49.8*		*32.0*		*18.2*			
81—100	ha	205	26.3	125	23.0	16	8.1		
	%	*59.3*		*36.1*		*4.6*			
101—120	ha	63	8.1	21	3.9				
	%	*75.0*		*25.0*					
121+	ha	21	2.7						
	%	*100.0*							
Yhteensä	ha	778	100.0	542	100.0	196	100.0	9	100.0
	%		51.0		35.5		12.9		0.6

Vuoden 1948 arviointi:

Ikäluokka		mäntyvalt. ha	mäntyvalt. %	kuusivalt. ha	kuusivalt. %	lehtipuuvalt. ha	lehtipuuvalt. %	ulkomaiset puut ha	ulkomaiset puut %
1— 20	ha	25	6.1	29	3.6	21	6.0	3	9.7
	%	*32.1*		*37.2*		*26.9*		*3.8*	
21— 40	ha	39	9.5	99	12.4	188	53.9	6	19.4
	%	*11.8*		*29.8*		*56.6*		*1.8*	
41— 60	ha	47	11.4	264	33.2	73	20.9	11	35.5
	%	*11.9*		*66.8*		*18.5*		*2.8*	
61— 80	ha	74	18.0	178	22.4	38	10.9	11	35.4
	%	*24.6*		*59.1*		*12.6*		*3.7*	
81—100	ha	138	33.6	192	24.2	21	6.0		
	%	*39.3*		*54.7*		*6.0*			
101—120	ha	68	16.5	30	3.8	8	2.3		
	%	*64.2*		*28.3*		*7.5*			
121+	ha	20	4.9	3	0.4				
	%	*87.0*		*13.0*					
Yhteensä	ha	411	100.0	795	100.0	349	100.0	31	100.0
	%		25.9		50.1		22.0		2.0

Nämä luvut osoittavat kuusi- ja lehtipuumetsien varsin huomattavaa lisääntymistä mäntymetsien kustannuksella. Samaan suuntaukseen viittaa arvopuiden lukumäärissä tapahtunut muutos. Rinnankorkeudelta vähintään 22 cm täyttävien puiden määrä on ollut vuosina 1923 ja 1937 seuraava:

	männyt		kuuset		koivut	yhteensä
	22—28	28+ cm	22—28	28+ cm	22+ cm	22+ cm
v. 1923	45 200	55 970	38 420	24 510	27 390	191 490 kpl
v. 1937	35 630	57 870	44 440	28 330	36 700	202 970 kpl

Nämä luvut ovat sikäli paremmin verrattavia, ettei kummassakaan sarjassa ole mukana Metsä-Kartanon palstaa.

Kasvullisen maan yhtä hehtaaria kohden edelliset luvut ovat:

	mäntyjä		kuusia		koivuja	yhteensä
	22—28	28+ cm	22—28	28+ cm	22+ cm	22+ cm
v. 1923	29.1	36.0	24.7	15.8	17.6	123.2
v. 1937	22.3	36.1	28.0	18.0	23.0	127.4

Vallitsevan kotimaisen puulajin vaihtumista nimenomaan eri metsätyypeissä osoittaa seuraava asetelma:

Arvioimis-vuosi	metsä-tyyppi		mäntyvalt.		kuusivalt.		lehtipuu-valt.	
			ha	%	ha	%	ha	%
1923	OMT	ha	233	51.6	163	36.0	56	12.4
		%	*30.0*		*30.1*		*28.6*	
	MT	ha	282	75.8	80	21.5	10	2.7
		%	*36.3*		*14.8*		*5.1*	
	VT	ha	181	97.3	4	2.2	1	0.5
		%	*23.2*		*0.7*		*0.5*	
	CT	ha	11	100.0				
		%	*1.4*					
	KI	ha	29	6.4	294	65.1	129	28.5
		%	*3.7*		*54.4*		*65.8*	
	RI	ha	42	100.0				
		%	*5.4*					

Mitä tulee puuston keskikuutiomäärään kasvullisen metsämaan hehtaarilla, on se pysynyt jotakuinkin muuttumattomana. V. 1923 se oli 152 m^3 kuorellista puuta, v. 1937 145 m^3 ja v. 1948 142 m^3. Keskikasvuksi on vastaavasti saatu v. 1937 4.1 m^3 sekä v. 1948 linja-arvioimisen mukaan samoin 4.1 m^3 ja koealojen avulla 3.8 m^3 kuoretonta puuta.

Arvioimis-vuosi	metsätyyppi		mäntyvalt. ha	mäntyvalt. %	kuusivalt. ha	kuusivalt. %	lehtipuuvalt. ha	lehtipuuvalt. %
1948	OMT	ha	88	21.7	266	65.7	51	12.6
		%	*21.4*		*33.5*		*14.6*	
	MT	ha	120	28.2	270	63.4	36	8.4
		%	*29.2*		*34.0*		*10.3*	
	VT	ha	148	82.7	26	14.5	5	2.8
		%	*36.0*		*3.3*		*1.4*	
	CT	ha						
		%						
	KI	ha			231	47.6	254	52.4
		%			*29.0*		*72.8*	
	RI	ha	55	91.7	2	3.3	3	5.0
		%	*13.4*		*0.2*		*0.9*	

Vuoden 1948 arvioinnissa on kiinnitetty huomio myös metsien metsänhoidolliseen tilaan. Joskin tällainen luokittelu on usein subjektiivista, antaa seuraava asetelma kuitenkin yleiskuvan metsistä tässä suhteessa.

Erittäin hyviä	212 ha	l.	13.3 %
Hyviä	858 »	»	53.9 »
Tyydyttäviä	337 »	»	21.2 »
Epätyydyttäviä	185 »	»	11.6 »

Epätyydyttävistä on pääosa sellaisia, joissa metsän metsänhoidollinen käsittely ei ole tullut ajoissa suoritetuksi.

Metsien tilaan vaikuttaneet seikat

Metsien tilaan vaikuttaneista seikoista seuraavassa käsitellään kaskeamista ja sen yhteydessä suoritettua metsänviljelyä, varsinaisia metsänviljelytöitä, metsänojituksia sekä hakkuita ja niitä edeltäneitä tuhoja.

Kaskeamiseen liittynyt metsänviljely

Metsänviljelyä viljan ja juurikasvien viljelyn yhteydessä on Keski-Euroopassa käytetty vielä verraten myöhään. Saksassa, jossa tämän viljelymenetelmän eri muotoja on kutsuttu yhteisnimellä Waldfeldbau (metsäpeltoviljely), sitä harjoitettiin eräissä seuduissa vielä v. 1912, jolloin tämän kirjoittaja kävi niihin tutustumassa (teos: Kaskiviljelyksen vaikutus Suo-

men metsiin). 1850-luvulla, jolloin A. G. Blomqvist opiskeli metsänhoitoa Saksassa ja joutui muutenkin liikkumaan Keski-Euroopan eri osissa, hän varmaan perehtyi myös tähän metsänviljelymenetelmään. Tältä ajalta juontanee alkunsa hänen ajatuksensa yrittää kokeilla sitä myös Suomen kaskienviljelyksen yhteydessä. Ensimmäinen yritys tässä mielessä mainitaan tehdyn Evolla v. 1864. V. 1868 saatiin työn jatkamiselle oikein Senaatin suostumus, mikä sitten uusittiin useaan otteeseen parin seuraavan vuosikymmenen aikana.

On kuitenkin mainittava, että Pohjois-Suomen valtionmailla oli jo vuodesta 1861 lähtien käytetty tätä metsittämiskeinoa ns. luvattomissa kaskissa sekä ns. porokaskissa ja tervaskaskissa. (Olenpa tavannut sellaisenkin maininnan, että siten olisi perustettu männikkö eräälle Etelä-Suomen yksityismaalle jo 1850-luvulla.) Senaatin 23. 12. 1868 antamalla luvalla olikin tässä tarkoituksessa metsähallinnon toimesta kaskia v. 1870 vuokrattu 284 ta, pääasiassa Iin ja Kajaanin tarkastuspiireissä. Seuraavien vuosien kokonaismäärät olivat v. 1871 205 ta, 1872 90 ta, 1873 154 ta ja 1874 23 ta (teoksessani Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin siv. 27—81).

Vesijaon valtionpuistosta tuli Evon metsäopiston osalta tämän metsänviljelymenetelmän keskus. Siellä olikin, kuten edellä on osoitettu, tähän tarkoitukseen sopivia vajaatuottoisina pidettyjä metsiä suhteellisesti runsaammin kuin Evon valtionpuistossa. Tämä käy selville erityisesti tälle valtionpuistolle vuoden 1880 vaiheessa laadituista ensimmäisistä metsätalouskirjoista (7 ja 8), joista edellä on ollut puhe. Niiden mukaan valtionpuistossa oli sellaisia lehtipuuvaltaisia metsiköitä, jotka täten olisi ollut muutettava havumetsiksi:

Pajulahden lohkossa ..	66 kpl	l.	162.7 ta,	à 2.5 ta,
Virnajärven » ..	126 »	»	336.1 »	à 2.7 »
siis yhteensä	192 kpl	l.	498.8 ta,	à 2.6 ta.

Edellisessä lohkossa tämä metsitystyö olisi ollut suoritettava ainakin 20 vuodessa, jälkimmäisessä 30 vuodessa. Vuotta kohden tuli siis 8 ja 11 ta eli yhteensä ensimmäisen 20 vuoden aikana 19 ta vuodessa.

Kartanselityksen mukaan suurin osa edellä olevaan luetteloon sisältyvistä maista on »kaskimaita» ja niiden metsiköt melkein poikkeuksetta harmaaleppä- ja koivuvaltaisia, iältään alle 40-vuotiaita. Kaikki tämä viittaa siihen, että kysymys oli varsin pitkän aikaa kiertokaskina käytetyistä maista ja metsistä.

Tällä kaskeamis-metsityssuunnitelmalla on erityinen luotettavuutensa sen perusteella, että sen laatijoilla oli nähtävänään samalla alueella tuloksia tämän menetelmän sopivaisuudesta juuri niissä oloissa. Ensimmäiset

metsänviljelyyn johtavat kaskeamissopimukset oli nim. Vesijaolla tehty jo v. 1871, ja sen jälkeen oli uusia kaskia jatkuvasti luovutettu. Talouskirjoissa tapaakin useita viitteitä tämän uuden yrityksen onnistumisesta.

Tukea tämän menetelmän käytölle antoi myös se, että kaskeaminen paikkakunnalla oli yksityismaillakin vielä silloin varsin yleistä, jopa niin haluttua, että olisi sitouduttu suorittamaan metsän kylvökin, jos vain lupa kaskeamiseen valtionmaalla olisi saatu (20, siv. 371). Kasken viljelijöitä ei ensi vuosina tarvinnut hakea edes valtionmaan rajojen ulkopuolelta. Ensimmäisten kaskien ottajina, siis v. 1871, olivat Pajulahden ja Virnajärven metsänvartijatilojen sekä Peltointaustan ja Suolahden torppien haltijat (9.—V:n 1871 tuloilmoitukset).

Kaskeamistapa oli vanha Hämeen kivisillä mailla yleisesti käytetty: puiden kaato ja vesojen raivaus kevätkesällä, karsiminen syksyllä, poltto seuraavan vuoden kesällä, aitaus ja alan puhdistus mahdollisesti palamatta jääneistä puista, rukiin kylvö rikkomattomaan maahan sekä sen peitto kaskisahralla.

Tämän metsittämismenetelmän käytölle Vesijaon valtionpuistossa Metsähallitus oli 25. 5. 1871 asettanut seuraavat ehdot sen lisäksi, että tarkoitukseen saatiin käyttää vain »arvotonta» metsää kasvavia aloja:

1. Kaskettava ala on mitattava ja maastoon selvästi merkittävä.
2. Ala saadaan polttaa vain kerran ja huomioon ottaen tällaista tapausta koskevat säännökset ja varovaisuustoimenpiteet sekä ettei alalta saa ottaa kahta satoa paitsi erityisellä luvalla.
3. Viimeisen viljankylvön yhteydessä on metsänhoitajan osoituksen mukaan kylvettävä ja mullattava vähintään 4 naulaa havupuunsiementä tynnyrinalalle, mikä siemen hankitaan joko kasken viljelijän kustannuksella tai hänen toimestaan.
4. Viimeistään sen vuoden syksyllä, jolloin viimeinen vilja on korjattu, kaskeajan on varustettava ala hyväksyttävällä aidalla, jota varten tarvittavat ainekset on ennen polttoa varattava alalta kaadetuista puista tai jollei niitä riitä, otettava osoituksen mukaan läheisestä valtionmetsästä. Aita on viljelijän pidettävä kunnossa vähintään 5 vuotta ja jätettävä se sen jälkeen metsänhoitajan käytettäväksi. Jos viljelijä ei, saatuaan asiasta huomautuksen, pane rappeutunutta aitaa kuntoon määräajan kuluessa, on työ teetettävä hänen kustannuksellaan.
5. Metsänhoitaja tekee viljelijän kanssa valtion puolesta sopimuksen, jossa edellisten ehtojen lisäksi mainitaan kasken kaadon ja polton ajat sekä käytettävä siemenmäärä.

Puun siemenestä mainitaan tässä kirjeessä nimenomaan, että ko. ensimmäisiin kaskiin saadaan kaskenviljelijöille myydä siementä Evolla olevista varastoista valtion omakustannushintaan.



Kuva 3. Viimeisen kasken poltto Vesijaon kokeilualueessa, taempana hakkausalan kulotus, elokuussa 1924. — Valok. v. 1924 Olli Heikinheimo.

Näihin ehtoihin myöhemmin tehdyistä muutoksista tiedetään seuraavaa: Vt. metsänhoitaja N y b e r g i n tiedustelun johdosta, joka koski puunsiemenen kylvöä, johtaja B l o m q v i s t mainitsee v. 1872 (10.—n:o 112) pyytäneensä Metsähallitukselta tietoja niistä kokemuksista, joita Pohjois-Suomessa vastaavanlaisissa tapauksissa on saatu, sekä esittää omana käsityksenään, että puun siemenen kylvöstä viljan yhteydessä on luovuttava sekä kylvettävä se rukiin oraaseen joko syys- tai lokakuussa taikka mieluimmin aikaisin keväällä. Molemmissa tapauksissa olisi hyvä peittää se risuäkeellä. Kevätviljaakin käytettäessä havupuun siemen olisi edullisinta kylvää erikseen välittömästi viljan kylvön jälkeen. Hän kehottaa myös metsänhoitajaa järjestämään samalle kaskialalle kokeita tämän kysymyksen selvittämiseksi. Näihin kokeisiin Senaatti v. 1873 (10.—n:o 57) hyväksyi lisättäväksi eri suuruisten siemenmäärien käytön, jopa 10 naulaan tynnyrinalalle eli 8.5 kg/ha.

V. 1879 (10.—n:o 158) Senaatti muutti vuokraehtoja siten, että vuokramaksu oli oleva 3 mk tynnyrinalalta ensimmäiseltä ja 2 mk toiselta viljasadolta, että viljelijän oli jätettävä ennen huhtikuun 1 päivää valtiolle 1½ tynnyriä männyn käpyjä tai jollei hän niitä voinut hankkia, 7 mk, molemmat laskettuina tynnyrinalaa kohden. Nämä hyvitykset voitiin kuitenkin korvata päivätöinäkin. Lisäksi velvoitettiin vuokraaja korvauksetta osal-



Kuva 4. Samaa alaa kuin kuvassa 3. Kuva otettu 30. 5. 1925. Etualalla ruiskaski, johon kylvetty koivun siemen (metsäviljelmä n:o 133). — Valok. v. 1925 Olli Heikinheimo.

listumaan metsänviljelytöihin 5 päivätyöllä tynnyrinalalta sekä pitämään aita kunnossa 8 vuotta. Tällaisina ehdot ovat myös Senaatin v. 1884 antamassa päätöksessä (10.—1885 n:o 155).

Tämän metsänviljelymenetelmän nimenomaan Vesijaon valtionpuistossa antamat tulokset ovat herättäneet paljon mielenkiintoa. V. 1909 laativat E. Vuori ja L. Ilvessalo selonteon niistä (17 ja 18), edellinen kotimaisten havupuiden, jälkimmäinen ulkomaisten ja eräiden kotimaisten lehtipuiden osalta. Tuloksista tehdään selkoa edempänä tutkimus- ja kokeilutoiminnan yhteydessä.

Seuraava näiden viljelytöiden selvittely on vuodelta 1918; se on metsänhoitaja, taiteilija Lennart Segerstrålen tekemä, kuten edellä on mainittu. Näihin on liitetty nyt vuosien 1919—1922 metsänviljelyalat. Siten on päästy siihen ajankohtaan, jolloin valtionpuisto joutui Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueeksi. Kun metsänviljely Vesijaolla alkoi v. 1872, on näitä töitä koskeva ajanjakso vuoteen 1953 n. 70 vuoden pituinen. Tästä on 40 vuotta ensimmäistä vaihetta, 30 vuotta toista. Viimeksi mainitusta tulee puhe vasta edempänä.

Alempana olevat selvitykset olen siis laatinut pääasiallisesti Segerstrålen työn pohjalla.

Perustamisvuodet. Seuraava asetelma osoittaa eri vuosien metsäviljelmät, niiden pinta-alat[1]) ja keskikoon. Perustamisvuodeksi on merkitty se vuosi, jolloin ensimmäinen puunsiemenen kylvö tai istutus suoritettiin.

Vuosi	Viljelmien numerot	Viljelmiä kpl	Yhteensä ha	Keskikoko ha
1872	2ᵃB, 65, 106A, 106B	4	2.0225	0.51
1873	30, 40	2	1.1450	0.57
1874	2ᵃA, 24, 32, 35, 39, 64	6	3.5950	0.60
1875	3ᵇ, 29, 33, 38, 68	5	2.6657	0.53
1881	28, 82	2	1.0162	0.51
1882	1, 9, 23, 49, 53[1], 57, 58	7	5.4681	0.68
1883	31, 41A, 41B, 45, 46, 100A, 100B, 100C	8	3.7449	0.47
1884	74, 88	2	1.1875	0.59
1885	75, 83, 102	3	1.8899	0.63
1886	27, 47, 76A, 97, 105	5	4.4350	0.89
1887	60, 80, 96	3	1.1025	0.37
1888	2ᵇ, 4, 22, 55, 61, 71, 76C, 92, 93, 98, 104	11	9.4161	0.86
1889	13, 78, 79, 89	4	1.8075	0.45
1890	3ᵃ, 14, 20, 36, 48, 84, 103A	7	4.1900	0.60
1891	10, 17, 21, 34, 53, 59, 86, 87, 91, 94, 103B	11	4.4461	0.40
1892	11, 12, 44, 46, 85, 90, 95	7	2.7912	0.40
1893	37, 43, 54	3	2.2487	0.75
1894	42, 67	2	1.0700	0.54
1896	18	1	0.4225	0.42
1897	6ᵇF, 7	2	5.5400	2.77
1898	5, 6ᵇK, 6ᵇG	3	3.6300	1.21
1899	6ᵇC, 6ᵇE, 107	3	1.7240	0.57
1900	6ᵃ, 7, 6ᵇA, 6ᵇB, 6ᵇD, 6ᵇH, 6ᵇL, 56	8	10.9825	1.37
1901	15, 50, 99	3	1.6525	0.55
1907	25	1	0.4000	0.40
1910	9, 51, 52, 62A, 62B, 62C, 62D, 76B	8	3.3449	0.42
1911	16, 19, 26, 77, 101, 108	6	8.9424	1.49
1915	8.	1	5.8975	5.90
1916	66, 69, 70A, 70B, 70C, 70D, 73A, 73B	8	7.9349	0.99
1918	72	1	1.0700	1.07
1920	109, 110, 111	3	6.2000	2.07
1922	112	1	0.1200	0.12
	Yhteensä	141	112.1031	0.80

[1]) Viljelmien ala on otettu m²:n tarkkuudella osoituksena siitä, miten huolellista työtä Segerstråle on tehnyt.

Pisimmät väliajat, jolloin viljelytöitä ei ole suoritettu, ovat siis vuosien 1875 ja 1881 sekä 1901 ja 1907 välillä. Suurin on viljelyalojen luku vv. 1888, 1891, 1882, 1883, 1900, 1910 ja 1916. Metsitettäviksi otetut alat ovat olleet laajimmat vv. 1900, 1888, 1911 ja 1916. Onkin mainittavaa, että ensi vuosina oli lupa antaa korkeintaan 2 tynnyrinalan laajuisia kaskia (5.—1872 n:o 36).

Kaikkien viljelyalojen keskikoko on siis 0.80 ha. Pienimmät (no:t 70C ja 76B) ovat vain 0.07 ha ja suurin (n:o 108) 7.00 ha. Tätä lähinnä ovat 6.61 ha (n:o 6^{b}L), 5.90 ha (n:o 8), 5.00 ha (n:o 109) ja 4.80 ha (6^{b}F).

Esityöt metsitettävillä aloilla. Varsinaista metsänviljelyä edeltäneistä toimenpiteistä on ensi sijalla kaskeaminen. Sitä on käytetty ko. ajanjakson kaikissa vaiheissa, suhteellisesti eniten sen alku- ja keskiosalla. Näiltä aloilta ei saatu myyntipuuta; suurin osa puustosta poltettiin kaskessa, pieni osa meni kasken aitaamiseen ja joskus kotikäyttöön. Toisen ryhmän muodostavat varsinaiset lohkohakkausalat, joiden puusto myytiin pääasiassa teollisuuden käyttöön. Hakkausalalle jäivät näin ollen vain hakkuutähteet sekä alueen raivauksessa kaadettu puusto. Osa näistäkin aloista on kaskettu.

Seuraava asetelma osoittaa uudistusalojen esikäsittelyn:

Kaskettu	109 kpl	67.63 ha	à	0.62 ha
Avohakkaus kankaalla:				
poltettu (osin korvissa)	11 »	12.89 »	»	1.17 »
polttamatta	1 »	0.31 »	»	0.31 »
Avohakkaus korvessa:				
poltettu	2 »	1.68 »	»	0.84 »
polttamatta	4 »	17.17 »	»	4.29 »
Suojuspuuasento	1 »	7.00 »	»	7.00 »
Pelto	9 »	3.20 »	»	0.36 »
Niitty	4 »	2.22 »	»	0.56 »

Metsitetyt pellot ovat olleet useimmiten erittäin kivisiä, ns. kaskipeltoja, samoin niityt enimmäkseen kaskiahoja.

Varsinaisia kasken viljelyaloja on 100 ja niiden yhteinen ala 65.38 ha eli keskimäärin 0.65 ha. Varsinaisten hakkuiden yhteydessä on taas syntynyt 28 keinollisesti metsitettyä alaa. Näiden yhteinen pinta-ala on 41.30 ha eli keskimäärin 1.47 ha. Näistä on kaskettu 9 alaa eli 7.51 ha.

Oikeastaan kaikki lohkohakkausalueet muodostavat kuitenkin vain 6 yhtenäistä laajempaa aluetta, keskikooltaan 6.88 ha. Nekin ryhmittyvät pääasiassa kahteen kohtaan, joista toinen on Pajulahden lohkossa Tevänninjärven länsi- ja eteläpuolella (n:o 5, 6 ja 7), toinen Virnan palstan keski-



Kuva 5. Metsäviljelmä n:o 72, ns. Heikinheimon kaski. Kaskettu ja ruis kylvetty kesällä 1917 ja männynsiemen (n. 9 kg/ha!) rukiinoraaseen seuraavana keväänä. Syksyllä 1922 männyntaimia oli n. 400 000 kpl/ha. Niistä poistettiin silloin n. 80 %. V. 1931 oli puita n. 61 000 kpl/ha. — Valok. v. 1918 Lennart Segerstråle.

ja pohjoisosassa (n:o 69, 70, 72, 73, 110, 111 ja 112). Edellinen, joka käsittää 1890-luvun hakkuualoja, on alaltaan 20.08 ha. Jälkimmäisen hakkuut ovat 1910- ja 1920-luvuilta. Sen ala on 9.42 ha.

Metsätyyppi ja maan kivisyys. Alempana oleva asetelma osoittaa metsänviljelyalojen jakautumisen metsä- ja suotyyppeihin. Siihen sisältyvät myös entiset pellot ja niityt. Tämän sekä metsätyyppien vaihtelun takia nimenomaan rinnemaiden uudistusaloilla ryhmitys jää osittain epäluotettavaksi.

OMaT	6	ala	l.	4.3 %	9.61	ha	l. 8.6 %,
OMT	78	»	»	55.3 »	42.90	»	» 38.3 »,
MT	41	»	»	29.1 »	28.51	»	» 25.4 »,
VT	10	»	»	7.1 »	12.23	»	» 10.9 »,
kangaskorpea	3	»	»	2.1 »	3.16	»	» 2.8 »,
korpea	3	»	»	2.1 »	15.69	»	» 14.0 »,

Eri metsä- ja suotyyppien alojen keskikoko on seuraava: OMaT 0.52 ha (jos n:o 108 jätetään pois), OMT 0.55 ha, MT 0.70 ha, VT 1.22 ha, korpikangas 1.05 ha ja korpi 5.23 ha. Heikompien kasvupaikkojen alat ovat siis jonkin verran laajempia kuin parempien.



Kuva 6. Samalta alalta kuin kuva 5. Arvioimisosaston koealan n:o 46 luonnontilainen osa, jossa v. 1948 oli n. 17 800 puuta, joista 4 800 kuollutta, sekä puusto 161 m³ ja kasvu 8.9 m³/ha. — Valok. v. 1954 R. Saarnio.

Vesijaon kokeilualueen maat ovat yleensä kivisiä. Tämä näkyy seuraavastakin ryhmittelystä, jossa hyvin kivisiksi merkityissä uudistusaloissa on ¼—⅓ pinta-alasta avokivien hallussa. Tästä yhdistelmästä on jätetty pois suoperäiset maat.

Hyvin kivisiä	64 kpl	l.	47.4 %,	46.26 ha	l.	49.6 %
keskinkert. »	60 »	»	44.4 »,	35.25 »	»	37.8 »
vähän »	11 »	»	8.2 »,	11.73 »	»	12.6 »

Entinen metsä. Jos pellolle ja niitylle perustetut metsäviljelmät jätetään huomioon ottamatta, jakautuvat alat entisen metsän puulajikoostumuksen mukaan seuraavasti:

harmaaleppä	39 alaa	l.	30.5 %,	19.40 ha	à	0.50 ha
leppä ja koivu	49 »	»	38.3 »,	32.59 »	»	0.66 »
lehti ja havupuu	14 »	»	10.9 »,	15.44 »	»	1.10 »
havupuu	26 »	»	20.3 »,	39.25 »	»	1.50 »

Tätenkin on tullut todetuksi jo ennen mainittu seikka, että Vesijaon valtionmailla on ensi kädessä otettu keinollisesti uudistettaviksi vajaatuottoiset lehtipuumetsiköt ja sekametsät. Uudistusalojen keskikoon lisäänty-

minen neljänteen ryhmään päin on käsitettävissä. Siihen kuuluvat nim. edellä puheena olleet varsinaiset avohakkausalat. Näiden metsät ovat myös olleet paljon vanhempia, usein n. 100 vuoden ikäisiä, kun taas kahden ensimmäisen ryhmän keski-ikä on n. 25 vuoden vaiheilla.

Alojen koko, muoto ja ympäröivä metsä. Uudistusalojen siementymiseen, taimettumiseen ja metsittymiseen sekä taimikkojen ja metsikköjen kehitykseen vaikuttavat tietenkin ympäröivän puuston laatu sekä uudistusalan koko ja muoto. Alojen ryhmittely on tehty niiden keskimääräisen leveyden perusteella, sillä lähinnä se ratkaisee niiden metsikön kehittymisen edellytykset. Näin on saatu seuraava asetelma:

I.	Keskim. leveys	<25	m	13	alaa,	2.05	ha	à	0.16	ha,
II.	»	25—49	»	45	»	22.75	»		0.51	»,
III.	»	50—74	»	39	»	23.13	»		0.60	»,
IV.	»	75+	»	44	»	64.18	»		1.46	»,

Vuosien 1918 ja 1922 reunapuuston perusteella aloista saadaan seuraava yhdistelmä:

< 15	m	korkea	reunapuusto	1:llä	puolen	6	alaa	l.	6.22	ha	à	1.06	ha
»	»	»	»	2 »	»	6	»	»	3.54	»	»	0.59	ha
»	»	»	»	3+ »	»	12	»	»	16.52	»	»	1.38	ha
15—30	»	»	»	1 »	»	5	»	»	2.12	»	»	0.42	ha
»	»	»	»	2 »	»	31	»	»	22.65	»	»	0.73	ha
»	»	»	»	3+ »	»	70	»	»	53.22	»	»	0.76	ha

Tässä yhteydessä sopii myös mainita, että alojen pituussuunta on

W—O	31	alalla	eli	22.1	%:lla
NW—SO	30	»	»	21.5	»
N—S	65	»	»	46.4	»
NO—SW	14	»	»	10.0	»

Jollei reunapuuston korkeuteen kiinnitetä huomiota, saadaan seuraava yhdistelmä:

Reunapuusto	1:llä	puolen	11	alalla	8.34	ha	à	0.75	ha
»	2 »	»	37	»	»	36.19	»	»	0.99	»
»	3+ »	»	82	»	»	69.74	»	»	0.85	»

Mitä tulee metsänviljelyalojen reunapuuston vallitsevaan puulajiin, on se kuusi, kuten yleensäkin Vesijaon kokeilualueen niissä osissa, joissa suurin osa näistä aloista sijaitsee. Jos sekapuustoissa reunametsän vallitsevin puulaji merkitään ensimmäisenä, saadaankin seuraava asetelma:

Vallitseva puulaji	mänty	6	alaa l.	9.29	ha
» »	mänty, kuusi	13	» »	7.73	»
» »	kuusi	16	» »	9.20	»
» »	kuusi, mänty	35	» »	18.40	»
» »	kuusi, mänty, koivu	60	» »	59.64	»

Edellisestä selviää, että ko. metsänviljelyalat ovat yleensä verraten kapeita, että niiden pituussuunta yli puolessa on muu kuin pohjoinen — etelä sekä että hyvin suurella osalla niitä on jo perustettaessa ollut siemennyskykyinen reunapuusto, jonka vallitsevin puulaji on kuusi.

Metsänviljelymenetelmät. Vesijaon valtionpuiston vanhemmalle metsänviljelylle on olennaista pyrkimys sekametsikköjen aikaansaamiseen. Tämän vuosisadan puolella perustetuissa viljelmissä taas on suunniteltu pääasiallisesti yhtä puulajia kullekin alalle. Viljelmissä on siten käytetty

yhtä puulajia	58	alalla l.	41.1	%:lla,	43.49	ha:lla l.	38.8	%:lla
kahta »	54	» »	38.3	»	38.17	» »	34.0	»
vähintään kolmea	29	» »	20.6	»	30.44	» »	27.2	»

Yhden puulajin viljelmät jakautuvat seuraavasti:

mänty	35	alaa ja	20.42	ha
Siperian lehtikuusi	6	» »	2.87	»
kuusi	8	» »	15.73	»
Euroopan »	3	» »	1.57	»
pihtakuusi	2	» »	0.56	»
sembramänty	1	» »	1.51	»
okakuusi	1	» »	0.66	»
palsamikuusi	2	» »	0.17	»

Mänty on pääasiallisesti kylvettä hajakylvöllä kaskeen; istutusta on käytetty vain 2 alalla. Kuusi on kylvetty hajalleen 2 tapauksessa, istutettu 1:ssä, kun taas 5:ssä on käytetty molempia menetelmiä. Kaikki muut puulajit on istutettu.



Kuva 7. Metsäviljelmä n:o 65, ns. Blomqvistin kaski. Syksyllä 1872 kaskirukiin oraaseen suoritetun hajakylvön jälkeen noussut männikkö. On vanhin kaskikylvökoe Vesijaon valtionpuistossa. Segerstrålen koealalla XXII oli puusto v. 1918 277 m³/ha, arvioimisosaston koealalla n:o 44 taas v. 1947 eli metsikön ollessa 75 v. kokonaistuotto luonnontilaisessa osassa 628 m³ ja kasvu 12.8 m³/ha, harvennetussa vastaavasti 602 m³ ja 12.5 m³. — Valok. v. 1918 Lennart Segerstråle.

Mitä tulee sellaisiin aloihin, joilla on kahta puulajia, ovat ne joko sellaisia, joihin alunperinkin tahdottiin tällainen sekametsikkö, tai sellaisia, joissa toista puulajia jouduttiin käyttämään taimikkojen täydennyksenä. Nämä varsin vaihtelevat sekametsitysyritykset luetellaan seuraavassa:

mäntyhajakylvö	+ Sip. lehtikuusi-istutus	30	alaa,	19.40	ha
»	+ kuusihajakylvö	3	»	1.44	»
»	+ kuusi-istutus	5	»	4.52	»
kuusihajakylvö	+ mäntyistutus	1	»	0.60	»
kuusi-istutus	+ »	1	»	0.41	»
mäntyhajakylvö	+ pihtakuusi-istutus	6	»	3.53	»
»	+ tammi-istutus	1	»	0.35	»



Kuva 8. Metsäviljelmä n:o 36, ns. Hackstedtin kaski. Keväällä 1887 kaskirukiin oraaseen suoritetun hajakylvön jälkeen noussut männikkö, jossa pari istutettua tammea vielä jäljellä. Arvioimisosaston koealalla n:o 36 a metsikön ollessa 60 v. eli v. 1947 kokonaistuotto 650 m³ ja kasvu 13.0 m³/ha. — Valok. v. 1955 T. Nieminen.

mäntyistutus	+	Sip. lehtikuusi-istutus	1	alaa,	0.61 ha
kuusiruutukylvö	+	sembramäntyistutus	1	»	4.80 »
kuusi-istutus	+	tammi-istutus	1	»	0.12 »
sembramäntyistutus	+	»	1	»	0.69 »
»	+	pihtakuusi-istutus	1	»	0.75 »
Sip. lehtikuusi-istutus	+	pihtakuusi-istutus	1	»	0.29 »
vaahteraistutus	+	saarni-istutus	1	»	0.66 »

Vieläkin moninaisempia voivat olla kolmen ja sitä useamman puulajin yhdistelmät. Yleisimpiä ovat mäntyhajakylvö + Siperian lehtikuusi- + pihtakuusi-istutukset. Niitä on 8 alalla eli 5.13 ha:lla. Yleisesti käytettyjä

puulajeja näissä ovat myös tammi ja sembramänty. Huippunsa puulajien runsaus saavuttaa eräällä Pajulahden lohkossa olleella alalla, jossa on käytetty mäntyä, kuusta, sembramäntyä, strobusmäntyä, valkokuusta, pihtakuusta, Siperian ja Euroopan lehtikuusta ja tammea. Kun tämä metsikkö joutui Hikiän—Pyhäkosken suurjännitelinjan kohdalle, se oli hävitettävä. Muistona siitä ovat enää Korteniityn ladossa olevat näistä puulajeista tehdyt hirret.

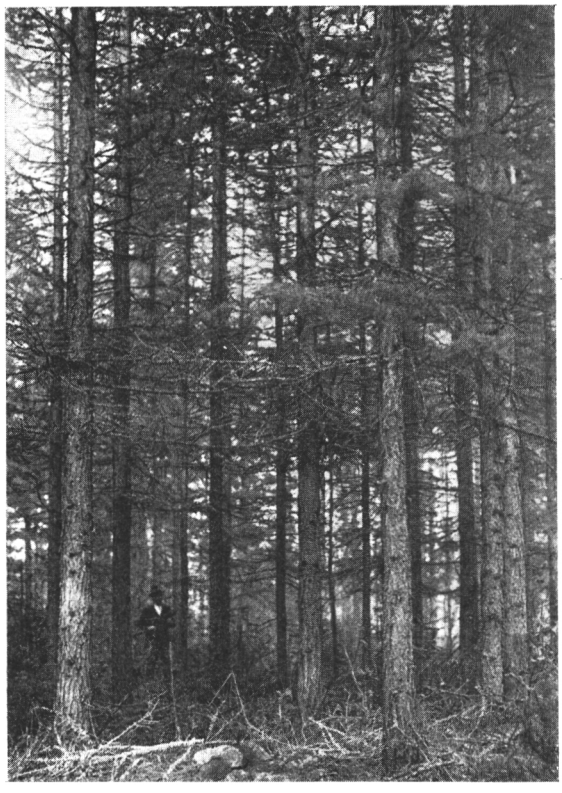
Yleisimmin käytetty puulaji on siis mänty. Sitä seuraavat kuusi ja Siperian lehtikuusi. Seuraavassa luettelossa mainitaan, kuinka monella ja kuinka laajalla alalla kutakin puulajia on yritetty kasvattaa:

mäntyä	110	alalla	ja	75.56	ha:lla
kuusta	24	»	»	36.99	»
Siperian lehtikuusta	57	»	»	36.17	»
Euroopan »	8	»	»	3.60	»
pihtakuusta	26	»	»	20.80	»
sembramäntyä	9	»	»	9.34	»
strobusmäntyä	1	»	»	0.55	»
palsamikuusta	2	»	»	0.19	»
valkokuusta	1	»	»	0.55	»
okakuusta	1	»	»	0.66	»
vuorimäntyä	1	»	»	0.42	»
tammea	12	»	»	6.50	»
saarnea	1	»	»	0.11	»
vaahteraa	1	»	»	0.11	»

Oma mielenkiintonsa on metsäviljelmiin käytetyillä siemen- ja taimimäärillä. Niistä tehdyt muistiinpanot eivät kuitenkaan ole niin täydellisiä, että niistä sellaisinaan päästäisiin kokonaismääriin. Poimimalla erikseen ne alat, joista riittävät tiedot ovat käytettävinä, päädytään siihen, että männyn hajakylvössä kaskeen on käytetty 4.34 kg tämän puulajin siementä hehtaarille. Tiedot koskevat 5.64 ha:a ja 24.50 kg:aa. Tämä sopii hyvin yhteen männyn siemenen kylvömääristä annettujen edellä mainittujen ohjeiden kanssa. 5 naulan kylvös tynnyrinalalle vastaa nim. 4.25 kg hehtaarille. Kuusen osalta on hajakylvöstä turvemaille tietoja 15.69 ha:lta, jolla siementä on käytetty 64.80 kg eli 4.10 kg/ha.

Taimien osalta luettelo on seuraava:

mäntyä	31 400	kpl	6.76	ha = 4 640	kpl/ha
kuusta	46 650	»	7.01	» = 6 650	»
lehtikuusta	33 225	»	13.17	» = 2 520	»



Kuva 9. Metsäviljelmä n:o 100. Syksyllä 1884 kaskialalle istutettu Siperian lehtikuusikko, jossa vuoteen 1918 asti on ollut hajakylvöstä noussutta mäntyä joukossa. Segerstrålen koealalla XXXIV oli v. 1918 lehtikuusta 125 m³/ha. Arvioimisosaston koealalla n:o 25 a, jolla lehtikuusi on jätetty harventamatta, puun kokonaistuotto oli 63-vuotisessa lehtikuusikossa 530 m³ ja kasvu 12.0 m³/ha, voimakkaasti harvennetussa osassa c taas vastaavat luvut olivat 430 m³ ja 7.7 m³. — Valok. v. 1918 Lennart Segerstråle.

pihtakuusta	43 170	kpl	9.30	ha	=	4 640	kpl/ha
sembramäntyä	4 100	»	9.34	»	=	440	»
strobusmäntyä	10	»	0.55	»	=	20	»
palsamikuusta	440	»	0.19	»	=	2 320	»
valkokuusta	100	»	0.55	»	=	200	»
okakuusta	2 335	»	0.66	»	=	3 540	»
vuorimäntyä	200	»	0.97	»	=	200	»
tammea	240	»	2.25	»	=	100	»
saarnea	125	»	0.11	»	=	1 140	»
vaahteraa	500	»	0.11	»	=	4 550	»

Kun ulkomaisten puulajien istutukset käsittävät tavallisesti sekä puhtaita että sekaistutuksia, eivät edellä olevat luvut anna oikeaa kuvaa istutustiheyksistä.

Tässä yhteydessä on syytä kosketella erityisesti lehtikuusen istutusta. Tarkoituksena näyttää olleen saada tämä puulaji luontaisesti leviämään Evon ja ehkäpä Vesijaonkin valtionpuistojen metsiin. Siksi sitä kehotetaan v. 1869 istuttamaan ryhmittäin muiden puulajien sekaan tuoreehkoihin aukkoihin (19.—Siv. 7) ja myöhemmin eli v. 1897 (10.—1897 n:o 126) Senaatin hyväksymien määräysten mukaisesti puuttaiseen sekoitukseen 4—5 metrin välein, niin että lehtikuusi voidaan harvennuksien avulla pitää jatkuvasti vallitsevana (10.—1897 n:o 126).

Siemenen alkuperä. Kaskien vuokrausta koskevien sopimusten mukaan vuokraajan oli — kuten edellä on mainittu — ennen kaskeamisvuoden huhtikuun 1. päivää hankittava valtiolle 1.5 tynnyriä männynkäpyjä tynnyrinalaa kohden tai maksettava 7 mk siemenen ostamiseen. Alkuvuosina käytettiin yksinomaan viimeksi mainittua menettelyä. V. 1872 metsänvartijat Renfors ja Pajulahti sekä torpparit Peltointausta ja Siltala ostivat kukin Evolta 5 naulaa männyn siementä 21.3 pennin hintaan naula. Keväällä 1873 varattiin Evolla 52 naulaa männyn siementä Vesijaon kylvöjä varten (5.— n:o 58, 1873 n:o 45 ym.). Myöhemmin vaadittiin tämä korvaus vuokraajalta käpyinä. Varat ensimmäisiin käpyjen hankintoihin myönnettiin 21. 3. 1860 ja 26. 4. 1861, ja saatiin niillä viimeksi mainitun vuoden kevääseen mennessä hankituksi 232 tynnyriä käpyjä à 70 kopeekkaa (vuoden 1859 vuosiselostukset). Kun käpyjen ostoa koskevat kuulutukset lähetettiin vain Lammin ja Padasjoen kirkkoihin, olivat kävytkin pääasiassa näistä pitäjistä. Sama koski myös Evolla karistettua kuusen siementä. Esim. v. 1883 luettiin seuraava kuulutus (5.—n:o 8): »Evon opistolla ostetaan vielä männyn käpyjä (mommosia) niin kauan kuin he ei ole auenneet. Hinta on 4 markkaa tynnyriltä».

Edellä olevaa käsitystä Vesijaolla käytetyn männyn ja kuusen siemenen paikallisesta alkuperästä eivät voine tehdä epäiltäväksi seuraavatkaan tiedot. Nyt käytettävinä olleista arkistolähteistä, joissa vain poikkeuksellisesti mainitaan käytetyn siemenen alkuperä, on löydetty seuraavat maininnat metsäkoulun oppilaiden vuoden 1881 töitä koskevasta selonteosta (5.—1882 n:o 23): Valkeajärven taimitarhaan kylvetty: 5 naulaa Evon ja 5 naulaa Saarenmaan männyn siementä, opiston kasvitieteelliseen puutarhaan: 5½ naulaa Evon, 1 naula Saarenmaan, 1 naula Skotlannin ja 1 naula Saksan. Saarenmaan siementä käytettiin lisäksi Rautjärven lohkoon kuviolle 114b 0.25 tynnyrinalalle $^3/_4$ naulaa. Seuraavan vuoden kertomuksessa mainitaan viimeksi mainitun Saarenmaan siemenen metsäkylvöksen epäonnistumisesta ja lisäksi, että »taimitarhaan kylvetyistä mainituista eteläisistä siemenistä saadut taimet eivät ole osoittautuneet meillä viihtyvän». Vuo-

den 1883 kertomuksen mukaan silloin kylvettiin Valkeajärven taimitarhaan seuraavat männyn siemenet: Evolta 6, Saksasta 0.5, Riiasta 0.3 (riihitettyä), samoin 0.3 (riihittämätöntä) ja Saksasta (kreosootilla käsiteltyä) 0.5 naulaa. Näiden kylvösten tuloksista ei löydy mainintaa eikä myös siitä, mihin mahdollisesti eloon jääneet taimet on käytetty.

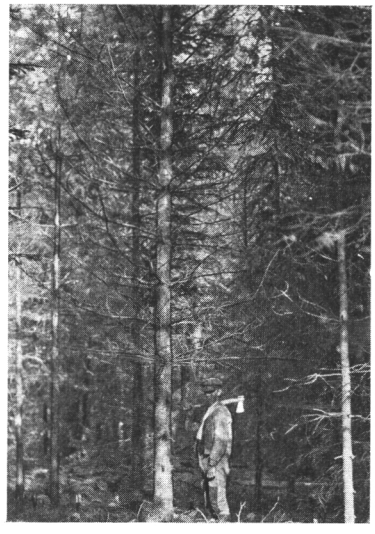
V. 1883 kylvettiin samaan taimitarhaan myös Evon kuusen siementä 2 naulaa ja Saksasta hankittua 0.25 naulaa. V. 1888 sisältyi taimitarhakylvöihin myös obovata-kuusta 2 naulaa. Näidenkään tulosta ei ole voitu pitemmälle seurata.

Vesijaolle perustettiin v. 1884 pieni 0.5 tynnyrinalaa käsittävä taimitarha Virnanmaahan (nykyisen »Hackstedtin kasken» laitaan). Kun tämä taimitarha säilytettiin kymmenkunta vuotta, ei se mahdollisuus, että edellä mainittua ulkomaista männyn ja kuusen siementä olisi voinut kulkeutua tännekin, ole kokonaan eliminoitavissa pois. Mutta kun vuoden 1883 lähivuosilta ei Vesijaolla ole männyn tai kuusen istutusviljelmiä ja kun voi täydellä syyllä olettaa, ettei tätä harvinaista siementä ole käytetty hajakylvöihin, jää edellä mainittu mahdollisuus kuitenkin varsin vähäiseksi. Vaaravyöhykkeeseen voisi lähinnä joutua vain männyn istutusviljelmä n:o 88.

Ulkomaisten puulajien alkuperästä saatavat tiedot ovat hataria. Metsänviljelyyn eniten käytetyn Siperian lehtikuusen siementä alettiin Evolle hankkia jo 1860-luvun alussa. Opiston ensimmäinen johtaja af Forselles kertoo kirjeessään 24. 2. 1863 koettaneensa saada Karjalasta ja Uudenkirkon pitäjästä (siis Raivolasta) lehtikuusen siementä. Hän pyytää, että hallitus lisäksi virkateitse yrittäisi hankkia 5 leiviskää tämän puulajin siementä mieluimmin Petshorajoen alueelta tai Siperiasta. Seuraavina aikoina lähettikin Metsähallitus useita kertoja sekä Euroopan että Siperian lehtikuusen siementä, jopa v. 1870 Dahurikankin (16). V. 1881 mainitaan opiston kasvitieteelliseen puutarhaan kylvetyn saksalaista lehtikuusen siementä 4 naulaa ja skotlantilaista 2 naulaa. Tätä siementä ei viljelmien perustamisvuosista päätellen ole käytetty Vesijaolla. Raivolan siementä mainitaan käytetyn Evolla mm. 1882 taimitarhoissa 14 naulaa ja kaskihajakylvössä 0.5 naulaa. Siemen oli lähetetty Evolle karistamattomissa kävyissä. Kun Siperian lehtikuusen istutus on toimitettu melkein yksinomaan vuosien 1872—1890 kaskiin, voidaan pitää todennäköisenä, että ainakin suurin osa tämän aikakauden lehtikuusista on peräisin Raivolasta. V. 1897 Metsähallitus toimitti Evolle 21.5 kg lehtikuusen siementä kehottaen kylvämään koko erän omiin taimitarhoihin (10.—1897 n:o 126). Näin näyttääkin tapahtuneen (10. Metsänhoitaja Tammelanderin ilmoitus). Tämänkään siemenerän alkuperää ei näissä kirjeissä mainita.

Metsäviljelmien hoito. Uudistusaloilla tarvittujen täydennysistutusten ohella on pidetty tärkeänä myös niiden suojaamista karjan laiduntamiselta. Hyvin todennäköistä onkin, että kaskena viljeltyjen alueiden aita on useim-





Kuva 10. Metsäviljelmää n:o 37, joka on syntynyt siten, että männyn ja kuusen siementä on kylvetty kaskeen v. 1893 ja pihtakuusta istutettu seuraavana vuonna. Kuvassa pihtakuusiryhmä. — Valok. v. 1918 Lennart Segerstråle.
Kuva 11. Metsäviljelmää n:o 36, jossa on ollut kaskeen vuoden 1890 hajakylvöstä syntynyttä mäntyä sekä v. 1892 istutettua sembra- ja strobusmäntyä (edessä), pihtakuusta ja tammea. Vuoteen 1918, jolloin kuva on otettu, kaikki puulajit säilyneet. Strobusmänty alkoi kuitenkin vähitellen kuolla. Metsikkö on joutunut hakattavaksi Hikiän—Pyhäkosken sähkölinjan takia. — Valok. v. 1918 Lennart Segerstråle.

missa tapauksissa pidetty kunnossa kasken vuokraamista koskevan välikirjan edellyttämän ajan eli eräissä tapauksissa lähes 10 vuotta. Näin karjan vaikutus taimikkojen syntyyn ja kehitykseen on ollut suhteellisen vähäinen. Turvattomimpia tässä suhteessa ovat olleet soille tehdyt kuusen kylvökset, joita ei ole koskaan aitauksilla suojattu.

Valtionmaan omatkin asukkaat näyttävät kuitenkin luvattomasti laiduntaneen nuoria kaskialoja. Niinpä antaa johtaja Blomqvist ankaria moitteita aluemetsänhoitajalle sen johdosta, että hän kesällä 1892 tapasi Ärrälän rajan luona olevan kasken tammen taimet karjan syöminä ja Karttavuoren lehtikuusi-istutuksen tahallisesti laidunnettuna. Tuhon aiheuttajina ovat olleet mainitun torpan sekä Suolahden ja Siltalan karjat (10.—1892 n:o 416).

Taimistoissa suoritetut hoitotyöt ovat pääasiassa rajoittuneet lehtipuiden vesojen ja taimien raivaamiseen havupuiden joukosta. Myöhemmissä viljelmissä on käytetty taimikoissa harvennuksiakin. Kuvaava tapaus tästä on viljelysalalta 72, jossa yletön siemenen käyttö (9 kg/ha) johti tiuhoihin mäntytaimikkoihin (n. 400 000 kpl/ha). Jo 5 vuoden iällä siitä poistettiin n. 80 %.

Ensimmäisiin varsinaisiin harvennuksiin kiinnitettiin aluksi vakava huomio. Kun niiden suorittamiseen v. 1900 myönnettiin 2 500 markan määräraha (vuoden 1952:n rahassa n. 500 000 mk), mikä niissä oloissa oli varsin huomattava summa, ilmoitti johtaja B l o m q v i s t aluemetsänhoitajille tahtovansa olla mukana töitä alulle pantaessa (10.—1900 n:o 317).

Taimikkojen perkauksia on toimitettu tavallisesti kaksi, ensimmäinen 5—10 v. ja toinen 10—15 v. metsänviljelyn suorittamisesta. Sellaiset viljelmät, joissa näitä raivauksia olisi voitu ikänsä puolesta suorittaa, jakautuivat vuoden 1918 syksyllä seuraavasti:

raivauksia ei toimitettu	2.1	%:lla
» toimitettu yksi	11.7	%:lla
» » kaksi	84.1	»
» » vähintään kolme	2.1	»

Jos katsotaan, että se ikävaihe, josta lähtien ko. metsiköissä olisi suoritettava varsinaisia harvennuksia, alkaa 20 vuoden iällä, metsiköt ovat joutuneet tällaisten hoitotoimenpiteitten alaisiksi seuraavassa määrin:

20—29-vuotisista metsiköistä on		
harventamattomia	6	kpl
kerran harvennettuja	15	»
30—39-vuotisista metsiköistä on		
harventamattomia	14	»
kerran harvennettuja	38	»
kahdesti	2	»
40—50-vuotisista metsiköistä on		
harventamattomia	3	»
kerran harvennettuja	18	»
kahdesti »	13	»
kolmasti »	1	»

Näistä harvennuksista on suhteellisesti suuri osa tehty verraten myöhään. Niinpä niitä on kesän 1916 ja 1922 välisenä aikana toimitettu 58 viljelmässä.

Metsänviljely vv. 1923—1952

Keinollisesti metsitetty ala, 182 ha, jakaantuu 132 metsäviljelmään, joiden keskikoko on n. 1.4 ha. Käytetyt viljelymenetelmät poikkeavat aiemmista useassa suhteessa: samalla alalla on viljelty melkein yksinomaan vain yhtä puulajia, ulkomaisten puulajien käyttö on ollut entistä harvinaisempaa

ja alan esikäsittelyssä on tullut kysymykseen kaskeaminen vain ajanjakson alkuvuosina. Viimeinen kaski on poltettu kesällä 1924. Sillä kasvavaan rukiinoraaseen on kylvetty koivun siemen seuraavana keväänä (viljelmä n:o 133).

Mäntykylvöt ovat olleet jotakuinkin yksinomaan vako-ruutukylvöä. N. 51 ha:n alalle on mennyt siementä 31 kg eli n. 0.6 kg/ha. Istutetulle 32 ha:lle on käytetty 129 000 männyn tainta, siis n. 4 000 kpl/ha. Kun osa näistä istutuksista on tehty alueille, joissa entuudestaan on kuusen luonnontaimiainesta, on niissä voitu käyttää isohkojakin istutusvälejä. Istutus on suoritettu kulottamattomaan maahan.

Kuusta on kylvetty vain hajakylvöllä ja aina ojitettuihin korpiin, n. 2.6 kg/ha. Kuusen taimia on mennyt n. 159 000 kpl 44 ha:n alalle eli n. 3 600 kpl/ha. Istutusvälit ovat siis olleet osin tarpeettoman pieniä. Täydennyksiin on lisäksi käytetty 39 000 tainta.

Koivua (raudus- ja hieskoivua) on kylvetty hajakylvöllä 8 alalle, joiden laajuus on yhteensä 10 ha, 112 kg eli n. 11 kg/ha. Suuri osa niistä on ojitetuissa korvissa. Istutettu on vain 0.38 ha. Visakoivuviljelmiä on 4, niistä 3 istutettua. Kaikkiaan on käytetty 12 400 visakoivun tainta ja 1.5 kg siementä. Tässä yhteydessä on mainittava, että Vesijaon kokeilualueeseen liitettyyn Hauhon Vitsiälän alueeseen on istutettu etupäässä vv. 1937 ja 1938 n. 21 000 visakoivun tainta 6.5 ha:n alalle.

Kotimaisista jaloista puulajeista on käytetty tammea ja saarnea. Edellistä on pantu 0.5 ha:n alalle. Saarni-istutusala on 4 ha ja sille istutettujen taimien luku 12 900.

Euroopan lehtikuusesta on perustettu 4 yhteensä 2.4 ha käsittävää viljelmää, kaikki vakoruutukylvöä käyttäen. Siperian lehtikuusta on 11 ha:lla, johon taimia on mennyt 28 600 kpl eli n. 2 600 kpl/ha. Istutustiheys on siis ollut tarpeettoman suuri.

Muista ulkomaisista puulajeista on mainittava erityisesti Murrayn mänty, jota on istutettu 3.8 ha:n alalle 17 500 kpl eli 4 600 kpl/ha.

Suurin osa Siperian lehtikuusen viljelmistä on vuoden 1924—25 myrskytuhoalueilla, samoin osa kuusen istutuksista.

Metsäviljelmien hoito ja tuhot. Myrskyn, sienten ja hyönteisten aiheuttamia yleisempiä tuhoja ei viljelmissä ole ollut. Sienituhot ovat eniten vaivanneet Murrayn männyn istutusviljelmiä, samoin lumituhot. Syynä tähän on ollut metsiköiden jääminen vaille riittävän ajoissa suoritettuja harvennuksia. Raivausten ja harvennusten puuttuessa Euroopan lehtikuusen kylvökset ovat suureksi osaksi tuhoutuneet. Samasta seikasta ovat joutuneet kärsimään myös Siperian lehtikuusen viljelmät. Samaten olisi saarnen istutusalalta ollut poistettava alispuuston kuusia voimakkaammin, kuin on tapahtunut. Näissä oloissa tätä viljelmää voidaan kuitenkin pitää vielä var-

sin lupaavana. Männyn ja kuusen keinollisen viljelyn tuloksia arvioitaessa on syytä huomata, että suuri osa niistä on perustettu siemen- ja suojuspuuston (pienessä määrin myös verhopuuston) alle.

Syynä edellä viitattuun riittävän hoidon puuttumiseen on tunnetusti ollut metsänhoitotöihin käytettävinä olleiden määrärahojen niukkuus ja monet sotavuodet.

Metsänojitukset

Vesijaon järven vedet ovat viime vuosisadalla olleet korkealla. Kerrotaankin, että Kainiemen ja Hakian talojen maita »mantereeseen» yhdistävä kannas, jolla nyt on maantie, oli niin syvällä veden alla, että karja joutui uimasilleen sitä valtionmaan puolelle ajettaessa. Liikavesistä kärsivät näin ollen myös valtionmaan ranta-alueet. Uittoväylien perkaus paransi tosin tilannetta jonkin verran, mutta kun etenkin Kaukelan padot suljettiin yleensä liian aikaisin keväällä, ei pysyvää helpotusta saatu aikaan ennen kuin 1930-luvulla ja silloinkin vasta monien kiistojen jälkeen.

Ensimmäiset ojitukset Vesijaon valtionmaalla ovat yksityisten suorittamia. Ne supistuvat luonnonpurojen perkaukseen niiden varsilla olevien heinämaiden parantumisen toivossa. Soiden hyvän laadun vuoksi valtionpuiston hallinnonkin huomio kiintyi niiden kuivattamiseen niin aikaisin kuin tämän vuosisadan alussa. Ensimmäiset metsänojitukset ovat vuodelta 1906.

Näiden töiden suunnittelu ja valvonta jäi aluksi metsänvartija Kustaa Renforsin tehtäväksi. Myöhemmin suunnitelmat laadittiin Evolta käsin. Niiden tekijöinä olivat mm. metsänhoitajat, fil. maisterit Yrjö Rainio ja Kalle Airaksinen. Vuodesta 1923 työt on kokonaan hoidettu tutkimuslaitoksen toimesta.

Kaivettujen metsäojien pituus ja kustannukset sekä ojituksesta kuivuva ala on merkitty oheiseen taulukkoon 2.

Taulukko 2. Vesijaon kokeilualueen suonkuivaustyöt vv. 1906—1952

Vuosi	Ojien kaivu			Ojien perkaus			Kuivuva ala	
	jm	mk	mk/m	jm	mk	mk/m	ha	mk/ha
1906—10	9 233	3 232	0: 35	—	—	—	58.5	55
1911—14	11 300	3 289	0: 29	—	—	—	71.6	46
1923—25	3 007	22 584	7: 51	5 700	5 659	0: 99	19.1	1 185
1926—30	6 476	34 852	5: 38	18 605	13 377	0: 72	41.0	849
1931—35	25 440	97 218	3: 82	19 220	22 315	1: 16	161.2	603
1936—40	1 655	13 629	8: 24	73 095	29 655	0: 41	10.5	1 299
1941—45	—	—	—	4 600	16 100	3: 50	—	—
1946—50	845	20 430	24: 18	63 560	432 926	6: 81	5.4	3 819
1951—52	793	88 780	111: 95	33 140	533 272	16: 09	5.0	17 650
Yhteensä	58 749	—	—	217 920	—	—	372.3	—



Kuva 12. Vuosina 1913 ja 1914 avohakkauksella käsitelty, v. 1914 ojitettu korpi, johon v. 1915 on hajakylvetty kuusensiemen (metsäviljelmä n:o 8). — Valok. 1918 Lennart Segerstråle.

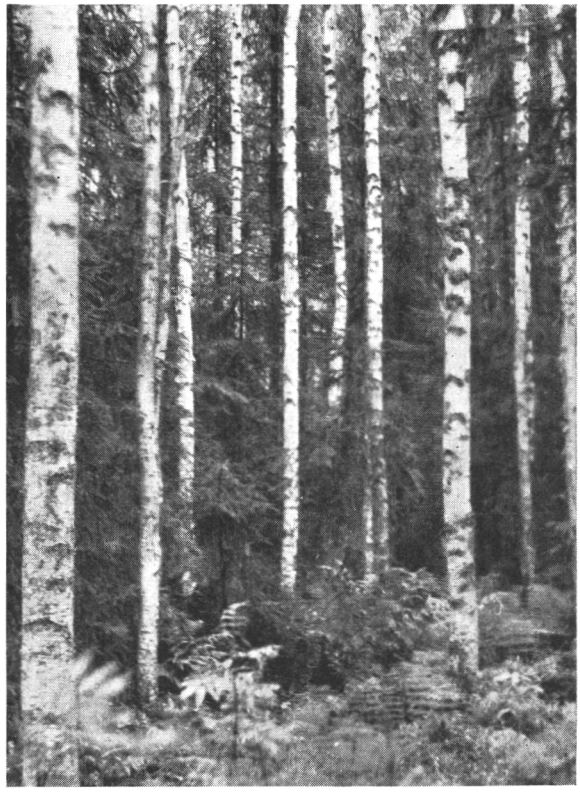
Soiden muuttumista ojitusten johdosta voidaan seurailla mm. eri aikoina suoritettujen kasvupaikkojen luokitusten ja metsien arviointien perusteella.

Vuoden 1880 tienoilla (7 ja 8) asumusten piirirajain ulkopuolella olleesta 1 575 ha:n (3 186 ta:n) maa-alueesta oli kartanselityksistä poimittujen tietojen mukaan ns. kuusikorpia 250 ha ja mäntyrämeitä 83 ha eli yhteensä 333 ha, mikä vastaa 21.1 % edellä mainitusta kokonaisalasta. Nämä on luettu ns. vähemmän kasvullisiin metsämaihin. Tämän lisäksi oli ns. korventapaisia maita, joissa korpimultaa oli keskimäärin 3″ vahva pintakerros, 43 ha eli 2.7 %. Tämä ala kuului pääosaltaan kasvullisiin metsämaihin. Suomaiden ala oli näin ollen yhteensä 373 ha eli 23.8 % ko. maa-alasta. Korventapaisten maiden metsistä 73.0 % oli kuusivaltaisia, loput lehtipuuvaltaisia sekä edellisistä 1—50 vuoden ikäluokkaan kuuluvia myös 73.0 % ja loput 50—100-vuotisia. Lehtipuumetsät olivat nuorehkoja, kaikki alle 60 vuoden. Nevoja ei valtionpuistossa ollut.

Vuoden 1923 arvion (12) tulokset poikkeavat edellisestä varsin paljon, kuten seuraavasta näkyy:

kasvullista												
metsämaata	1 551	ha,	josta	KI	470	ha	l.	30.3	%	RI	42	ha l. 2.6 %
kehnokasvuista												
metsämaata	28	»	»	KII	7	»	»	25.0	»	RII	19	» » 67.8 »
joutomaata	12	»	»							RIII	7	» » 58.3 »
Yhteensä	1 591	ha,	josta		477	ha					68	ha

Suoperäisiä maita on siis yhteensä 545 ha l. 30.0 %. Tässä yhdistelmässä huomio kiintyy erityisesti siihen, että valtaosa korvista ja rämeistä on nyt luettu kasvullisiin metsämaihin. Niiden ulkopuolelle jää soita vain 40 ha eli 7.6 % kaikista suoperäisistä maista. Kasvullisista korvista (KI) oli havupuuvaltaisia 323 ha ja lehtipuuvaltaisia 129 ha. Edellisten keskimääräinen puuvarasto oli 76 m³, jälkimmäisten 93m³, kasvullisten rämeiden taas 44 m³. Suurin osa näistä metsistä oli 50—80 vuoden ikäisiä.



Kuva 13. Samaa aluetta kuin kuvassa 12 v. 1953. Suontutkimusosaston koealalla n:o 8 a (lehtomainen turvekangas) oli v. 1952 puusto 166 m³, harvennusmäärä 102 m³ (joten kokonaistuotto oli ollut 268 m³) sekä kasvu 9.0 m³/ha. Puustosta oli koivua 59 %, mäntyä 28 % ja kuusta 13 %. — Valok. v. 1953 Allan Nousia ja Juhani Sarasto.

Seuraava näihin lähinnä rinnastettava tilasto on vuodelta 1948 (14). Siinä suoperäisten maiden luokittelu on varsin yksityiskohtainen. Silloisesta 1 592 ha:n kasvullisen maan alasta oli suoperäisiä 551 ha eli 34.6 %. Kaikista suoperäisistä maista jäikin kasvullisten maiden ulkopuolelle vain n. 1 %. Kasvullisia korpia oli 212 ha ja siitä kangaskorpia 136 ha, varsinaisia korpia 58 ha, lehtokorpia 16 ha ja loput ruoho- ja nevakorpia. Rämeiden ryhmä käsittää 60 ha, josta suurin osa eli 47 ha oli isovarpuisia rämeitä, 8 ha korpirämeitä ja loput kangas- ja nevarämeitä. Ojitusten myöhemmät seuraukset näkyvät soiden kangasryhmässä. Tähän kuuluu yhteensä 279 ha. Siitä oli 254 ha korpikangasta. Rämekankaan osuus oli 4 ha, käenkaalimustikkatyypin 12 ha, mustikkatyypin 4 ha ja puolukkatyypin 5 ha. Kokonaiskuutiosta ja kasvusta ei valitettavasti ole laadittu yhdistelmiä metsä- ja suotyypeittäin.

Vesijaon kokeilualueessa suoritettu metsänojitustyö osoittaa, kuten edellisestä on käynyt selville, että ojitusten avulla kasvullisen metsämaan alaa voidaan edullisissa oloissa lisätä varsin huomattavasti, jopa niin, että met-

sää tuottamattomien soiden ala supistuu melkein olemattomiin. Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston pysyvät koealat ovat lisäksi antaneet täälläkin tuloksia, jotka ovat hyvin rinnastettavissa kangasmetsien tuottolukuihin, kuten edempänä lähemmin nähdään. Ojitukset ovat myös osaltaan lisänneet lehtipuuvaltaisten metsien alaa.

Hakkuut ja hakkausmenetelmät

Vesijaon valtionmaiden ollessa paikkakuntalaisten yhteisessä käytössä niissä toimitettiin kaskenkaatojen lisäksi parru- ja lankkupuiden hakkuita. Näiden seurauksista on edellä ollut puhe mm. vuosien 1877—1883 talouskirjojen (7 ja 8) käsittelyn yhteydessä. Näissä taloussuunnitelmissa, jotka Senaatti hyväksyi 28. 11. 1891, uudistushakkausmenetelmäksi määrättiin lohkohakkaus (»seutuhakkaus»), joko siemenpuita jättäen tai aukeaksi hakaten ja kaskikulttuuria käyttäen. Lisäksi tulivat ns. syrjähakkaukset: ylispuiden poisto, lehtipuiden hakkuu havupuiden eduksi ja apuharvennukset. Ensimmäiset viisi vuosilohkoa erotettiinkin Pajulahden hoitolohkoon Tevänninjärven lähettyville, nykyiselle Miilunkaskenkankaalle ja osin Tevänninvuorelle. Näiden lohkojen puut osti ruukinpatruuna, varatuomari K a r l F i e a n d t v. 1894 (10.—1894 n:o 116). Siitä johtuneista hakkuista Peltointaustan vanha isäntä, joka oli työssä mukana, on kertonut seuraavaa: Tukit, jotka vietiin Arrakosken sahalle, olivat yleensä 7 kyynärää pitkiä ja latvasta vähintään 12″. Näin jääneistä latvoista ja pienemmistä puista tehtiin miilupuita, jotka hiillettiin lamamiiluissa. Joukossa oli paljon niin järeää puuta, että yksityiset pölkyt voitiin siirtää miiluun vain kankien avulla. Alueelle jäi tämänkin jälkeen niin runsaasti puuta, että se oli helppo kasketa. Kaskiin istutettiin lehtikuusta, pihtakuusta, sembramäntyä, tammea ja kotimaista mäntyä. Näin saivat alkunsa nykyiset metsäviljelmät 5, 6 ja 7.

F i e a n d t osti näiltä seuduilta myös v. 1898 myrskyn kaatamia tukkipuita n. 300 kpl maksaen sellaisista puista, jotka 6 m päästä tyvestä lukien täyttivät vähintään 17.5 cm, 1 mk rungolta (10.—1898 n:o 82). Kun näidenkin puiden latvoja hiillettiin, kesti syden poltto Tevännin kulmalla n. 5 vuotta. Tältä ajalta on peräisin myös nimi Miilunkaskenkangas.

Evon—Vesijaon hoitoalueesta tarjottiin valtion puuhuutokaupassa ensimmäisen kerran puita ostettavaksi v. 1900. Näihin eriin sisältyi myös 2 529 tukkipuuta Pajulahden vartiopiiristä ja 1 073 puuta Suolahden torpan alueelta. Puiden keskimääräinen läpimitta 7 m:n korkeudelta oli 25 cm. Edellinen erä myytiinkin 4 markan hintaan rungolta Koskensaari-yhtiölle, mutta saman ostajan tarjous 6 mk jälkimmäisestä hylättiin (10.—1900 n:o 287).

Vuosisadan vaihteessa siirryttiin sekä Evolla että Vesijaolla tukkipuiden harsintoihin. Ne kohdistuivat havupuiden lisäksi myös koivuun ja haapaan. Syynä tähän oli pienen puutavaran menekin heikkous. Maininnan ansaitsee mm., että v. 1902 tarjottiin Pajulahden lohkosta Padasjoen kirkolla pidetyissä huutokaupoissa ostettavaksi 425 metristä syltä koivuhalkoja, joille Metsähallitus oli määrännyt alimmaishinnaksi 4 mk syli. Halot tarjottiin 20 sylen erissä. Tarjouksia tehtiin vain 120 sylestä, ja hinta pysytteli enimmäkseen 2 markassa (9.—1902).

Järeiden puiden kasvatus oli Vesijaon valtionpuistolle vahvistetuissa hoitosuunnitelmissakin (8 ja 9) asetettu varsinaiseksi tavoitteeksi, sillä kiertoaika oli niiden mukaan 140 v.

Harsinnoilla tulivatkin vuoteen 1922 mennessä läpikäydyiksi kaikki muut metsät paitsi Peltointaustan rajalla oleva Laihankulma, joka myöhemmin on pidetty luonnonsuojelualueena. Kun paperipuille ja haloille tuli menekkiä, ryhdyttiin tukinhakkuualoilla toimittamaan myös ns. puhdistushakkuita.

Metsien puulajikoostumukseen ovat osaltaan vaikuttaneet edellä mainitut koivu- ja haapapuun hakkuut, jotka alkoivat jo vuosisadan ensi vuosina ja jatkuivat sen jälkeen melkein keskeytymättä. Ostajina olivat etenkin Frigrenin saha Lahdessa ja A n d. H o l m Padasjoen Arrakoskella.

Vuoden 1910 vaiheilla käytettiin kuitenkin avohakkuitakin, etenkin Pajulahden ja Huinan korvissa, joihin myöhemmin kylvettiin hajakylvöllä kuusta. Aukeaksi meni myös verraten laajoja alueita Virnanmaassa. Nämä on keinollisesti metsitetty pääasiallisesti vuosien 1915—1919 aikana.

Näihin aikoihin jouduttiin myös suurien myrskyntuhojen käsiin. Niitä sattui etenkin Siltalan- ja Karttavuorenmaissa, sen jälkeen kun niissä oli suoritettu määrämittahakkuita. Erityisen tuhoisat olivat seuraukset talven 1916—1917 hakkuista, jotka käsittivät vain 6 metrin korkeudelta vähintään 12″ täyttäviä puita. Tullessani Evon metsäkoulun johtajaksi kesällä 1916 oli leimattuna kaksi n. 1 000 rungon tukkipuuerää, joista toisen keskikuutio oli ilmoitettu n. 32 ja toisen 36 j³:ksi. Aavistaen suunnitelluista hakkuista pahoja seurauksia, ehdotin Metsähallitukselle, ettei tehtyä tarjousta, joka oli harvinaisen korkea eli 1 mk/j³, hyväksyttäisi. Kauppa W. Rosenlew & Co:n kanssa kuitenkin tehtiin. Seurauksena olivat varsin huomattavat tuhot, joiden jälkiä saatiin kunnostaa vuosikausia. Kun näistä alettiin päästä, tuli 1925 alkutalvella myrsky, joka repi rikki metsiköitä koko valtionpuistossa. Aluksi hakkuut rajoittuivatkin puiden talteenottamiseen. Niin kerättiin niistä yli 7 500 k-m³ sahapuuta ja 5 000 p-m³ pientavaraa. Voimakkaimpia tuhot olivat kapeissa kivikkoisissa notkelmissa ja korvissa, joiden pituussuunta useissa tapauksissa oli sama kuin myrskyn kulkusuunta. Seuraava toimenpide tuhoalueissa oli keskustojen avohakkaus ja niihin rajoittuvien metsien reunojen tasaus sekä myöhemmin väljentäminen ja suojus-



Kuva 14. Juhannuksena 1924 sattuneen pyörremyrskyn jälkiä Pajulahden lohkossa Suolahden takana. Alalle istutettu Siperian lehtikuusta (metsäviljelmät n:o 142 ja 143, pinta-ala 3.2 ha). — Valok. lokakuussa 1924 Olli Heikinheimo.

puuasentoon saattaminen. Notkelmakohtiin noussut puusto on pääasiallisesti koivua ja kuusta, reunamailla etupäässä kuusta. Tarvittaessa on niissä käytetty myös kuusen, harvemmin männyn istuttamista. Yleensä nämä alueet ovat nyt varsin tyydyttävien nuorten metsikköjen hallussa.

Hakkausten vapaaseen suunnitteluun onkin päästy vasta 1930-luvun alusta. Tärkeänä on tällöin pidetty keskitettyä hakkuualuetta, jonka sisään joutuvista metsiköistä jokaisen tulee saada sen tilan edellyttämä metsänhoidollinen käsittely. Näin kävivät alueella suoritettavat leimaukset vaihteleviksi ja monipuolista harkintaa edellyttäviksi.

Yleiskäsityksen kokeilualueessa käytetyistä hakkausmenetelmistä antaa taulukko 3, joka koskee varsinaisia myyntihakkuita varten toimitettuja leimauksia.

Kuten edellä olleista metsikkölajitiedoista voi päätellä, ovat kokeilualueen maat suurelta osalta ns. kuusimaita. Kun metsien luontaisessa uudistamisessa näin ollen oli kohdistettava päähuomio tämän puulajin uudistumisedellytyksiin, tuli suojuspuuhakkaus yleisimmäksi hakkausmenetelmäksi, kuten taulukko 3:kin osoittaa. Metsikköjen epätasaisuuden takia se etenkin aluksi oli enimmäkseen pienialaista ja liukuvareunaista, myöhemmin — saatujen kokemustenkin ohjaamana — se on muuttunut yhä laajempia metsänosia kerrallaan käsittäväksi ja pysyvämpireunaiseksi.



Kuva 15. Tammikuun 19. ja 20. päivien 1925 suurmyrskyn jälkiä Huinan lohkossa. Maan kivisyys osin havaittavissa. — Valok. tammikuussa 1925 Albert Sandman.

Suojuspuuhakkauksen heikkoutena on, että se yleensä johtaa vain puhtaisiin kuusikkotaimikkoihin. Näin myös Vesijaon kokeilualueessa, etenkin kun siellä uudistuskypsät kuusikot ovat vain harvoin siinä määrin männyn ja koivun sekaisia, että niistä voitaisiin saada uudistuskauden loppuvaiheessa pääasiallisesti vain näiden puulajien muodostama suojuspuusto ja sen

Taulukko 3. Varsinaisia myyntihakkuita varten l e i m a t t u j e n metsien jakautuminen eri hakkausmenetelmien osalle

Aika	Uudistushakkaus				Kasvatushakkaus				Kaikkiaan
	avo-	siemenpuu-	suojuspuu-	yhteensä	harvennus-	väljennys-	ylispuu-	yhteensä	
	ha				ha				ha
1924—27	56	10	35	101	40	10	18	68	169
1928—32	3	—	257	260	268	350	60	678	938
1933—37	13	—	118	131	135	185	92	412	543
1938—42	12	—	111	123	70	145	39	254	377
1943—47	5	10	99	114	63	103	51	217	331
1948—52	12	38	86	136	135	195	64	394	530
1924—52	101	58	706	865	711	988	324	2 023	2 888
%	11.7	6.7	81.6	100.0	35.2	48.8	16.0	100.0	
%				30.0				70.0	100.0



Kuva 16. Virnajärven lohkon avohakkausaloja 1900-luvun ensimmäiseltä ja toiselta vuosikymmeneltä. Suuri osa alueesta kaskettu (takaosassa mm. ns. Leivon, Heikinheimon ja Nylanderin kasket), loput kulotettu. Kuva otettu jotakuinkin pohjoissuuntaan. — Valok. v. 1922 Olli Heikinheimo.

siemennyksestä taimiainekseenkin näitä valopuita. Männyn hankkimiseen näille uudistusaloille on viime vuosikymmenen aikana käytetty tämän puulajin taimien istuttamista joko ennen viimeistä vapautushakkausta tai sen jälkeen. Männyn osuus tulee näissä tapauksissa olemaan monesti varsin suuri, etenkin kun kuusen taimista jouduttamis- ja vapautushakkauksien jälkeen voi kuolla suuri osa. Tämä kuusen taimistojen täydentäminen on osaltaan vaikuttanut siihen männyn istutuksen viime aikoina tapahtuneeseen yleistymiseen, mikä ilmenee metsänviljelyä koskevasta taulukosta. Lisäksi on MT:n ja sitä heikompien kasvupaikkojen männiköitä hakattu aukeiksi ja niihin on istutettu mäntyä. Tämän puulajin lisääminen metsiin onkin varmaan ollut oikeaan osunut toimenpide. Männyn valta-aseman jatkuva säilyttäminen OMT:ssä, etenkin entisillä suojuspuualoilla, joilla mänty tavallisesti on kuusta nuorempaa, tulee nähtävästi aiheuttamaan vastaisissa harvennuksissa monesti vaikeuksia.

Uudistusaika on suojuspuuhakkauksia käytettäessä ollut pitkähkö, tavallisesti yli 20 v. Syynä tähän on ollut runsaiden kuusensiemenvuosien puuttuminen vuoden 1942 jälkeen sekä hakkuiden toistumisen hitaus.

Kokeilualueessa olevien pysyvien koealojen metsien ja muiden arvokkaiden tutkimuskohtien vaarantumisen pelko on myös osaltaan ehkäissyt laajempien avohakkausten ja kulotusten käyttämistä metsien uudistamisessa.

Taimikkojen raivauksiin ja harvennuksiin ei ole ollut riittävästi varoja käytettävänä. Sotien aikana niiden suorittamista on ehkäissyt myös työvoiman puute. Tämä on ollut valitettavaa, kun etenkin 1920-luvun loppuvuosilta peräisin olevat runsaat sekataimikot olisivat raivausta ja harvennusta kipeästi kaivanneet. Niistä kehittyneiden metsikköjen jouduttua nyt harvennusvaiheeseen on tarkoituksenmukaisten harvennusten pikainen suorittaminen niissä mitä tähdellisintä. Tätä työtä on tosin jo suoritettukin, mutta ei niin laajassa mitassa, kuin metsikköjen tila ja kokeilualueen käyttö esikuvana edellyttäisi.

Metsien käsittelystä vuotta 1948 edeltäneenä 10 vuotena on yhdistelmä mainitun vuoden arvioinnissa. Siitä sekä seuraavalle 10 vuodelle suunnitelluista hakkauksista ja muista metsänhoidollisista töistä otetaan tähän seuraavat tiedot.

	Suoritettu viime 10 v:n aikana	Suoritettava lähinnä 10 v:n aikana	Hakkuissa saadaan
Metsänviljely ja uudistusalan valmistus	12 ha	30 ha	50 m³
Taimikkojen perkaus ja harvennus	87 »	37 »	140 »
Harvennushakkaus	359 »	504 »	9 520 »
Väljennyshakkaus	117 »	100 »	5 980 »
Siemenpuuhakkaus	115 »	227 »	25 390 »
Suojuspuuhakkaus	318 »	246 »	27 280 »
Avohakkaus	11 »	143 »	23 170 »
Siemenpuiden ja ylispuiden poisto	102 »	243 »	16 260 »
Karsiminen	4 »	—	—
Ei suoritettu	467 »	—	—
Ei tarvita toimenpiteitä	—	62 »	—
	Yhteensä 1 592 ha	1 592 ha	107 790 m³

Lyhin aika, jonka kuluessa Vesijaon kokeilualueen metsät olisi käytävä kertaalleen läpi, on 10 vuotta. Kuten edellisestä huomaa, ei tähän vuotta 1948 edeltäneenä hoitokautena ole päästy; käsittelemättä on jäänyt 467 ha:n alue. Vuosittaiset hakkausalueet ovat siis olleet paljon alle 160 ha:n, mikä olisi keskimääräinen tavoite. Tämä tavoite on tullut runsaasti alitetuksi myös sitä edeltäneinä ajanjaksoina, kuten taulukosta 3 voi päätellä. Kun lisäksi otetaan huomioon, että sellaisissa luonnon- ja menekkioloissa, joissa Vesijaon kokeilualue sijaitsee, hakkauskierto olisi alennettava 10:stä 8 vuoteen, osoittaa edellä sanottu, ettei kokeilualueessa ole päästy läheskään niin tehostettuun metsien hoitoon, kuin olisi toivottavaa. Sen puutteellisuus tulee esiin myös vuotuishakkuualueiden ulkopuolelle jääneiden metsiköiden tarpeellisen käsittelyn laiminlyönnissä. Jos metsien kasvatuksen kiertoajaksi otetaan 80 vuotta, kuten Pajulahden koemetsälöissä, tulisi

kokeilualueessa olla 10—30 vuotta vanhoja metsiä n. 25 % alasta eli n. 400 ha. Kun tämän ikäluokan metsiköissä olisi toimitettava keskimäärin ainakin kaksi perkausharvennusta tai varsinaista harvennusta 10 vuodessa, siis tänä aikana näitä töitä suoritettava kaikkiaan 800 ha:n alalla, olisi tällä tavalla vuosittain läpikäytävä metsiä 80 ha, siitä puolet vuosihakkausalueen ulkopuolella. Vuosittain olisi näin ollen toimitettava hakkauksia n. 160 + 40 = 200 ha:lla, mikä määrä on noin kaksinkertainen v:n 1948 tulokseen verrattuna. Lisäksi on muistettava, että 1—10-vuotiset taimikot vaativat myös erikoishoitonsa, samoin monet muut metsän osat.

Tässä yhteydessä ei myöskään voida unohtaa sitä havaintoa, joka on tehty kokeilualueiden metsäteknikoiden työmääristä, mm. Vesijaon kokeilualueessa. Tilanne on kai sellainen, ettei metsäteknikon työtä voida nykyisestään lisätä. Eihän hän nytkään voi käyttää hänelle kuuluvasta vuosilomasta enempää kuin niukan osan, ja sunnuntai- ja juhlapäivät hänen on jotakuinkin kokonaan varattava tilitysten ja tilastojen laatimiseen. Näiden määrä lisääntyy vielä sitä mukaa kuin tutkimuslaitoksen eri osastot laajentavat ja tehostavat kokeilualueeseen järjestämiään koe- ja tutkimustöitä. Helpoimmin toteutettavissa olevana mahdollisuutena nykyisen tilanteen korjaamiseksi ja mm. metsien hoidon tehostamiseksi onkin työtä valvovan ja ohjaavan henkilökunnan lisääminen järjestämällä kokeilualueeseen pari tavallisimpiin metsänhoitotöihin perehtynyttä ja työn johtoon sopivaa etumiestä tai aputyönjohtajaa, joiden käsiin pienempiä työryhmiä voidaan uskoa.

Toinen avainkysymys, riittävien määrärahojen saanti, on myös pidettävä jatkuvasti esillä sekä sopivana että sopimattomana aikana. Autoteiden jatkuva rakentaminen lisää myös nuorten metsien hoidon mahdollisuuksia metsänhoitomäärärahojen ulkopuolella joko hankintahakkuiden tai paikkakuntalaisten itse suorittamien hakkuiden yhteydessä.

Metsien talous

Vesijaon valtionpuiston tulot supistuivat valtion metsähallinnon ensi vuosina vähäisiin kaskenvuokramaksuihin ja torppien veroihin. Ensimmäiset yhdistelmät valtionpuiston tuloista ja menoista ovat vuosien 1876 ja 1885 väliajalta (9.—1886 n:o 18). Ne otetaan seuraavaan silloisia oloja kuvaavina.

Tätä seuraavalta ajalta vastaavia tietoja ei ole onnistuttu saamaan erikseen Vesijaon valtionpuistosta. Kun Evon ja Vesijaon valtionpuistojen yhteinen talous vasta vuodesta 1896 lähtien on antanut tuloylijäämää jotakuinkin säännöllisesti (19) eikä Vesijaolla siihen mennessä toimitettu myynti-

V. 1876	tulot	394: —	mk,	menot	912: 20 mk
» 1877	»	384: —	»	»	909: 20 »
» 1878	»	364: —	»	»	1 159: 20 »
» 1879	»	374: 25	»	»	1 094: 20 »
» 1880	»	493: 75	»	»	1 397: 20 »
» 1881	»	338: 50	»	»	937: 20 »
» 1882	»	276: —	»	»	920: 70 »
» 1883	»	268: —	»	»	919: 20 »
» 1884	»	270: —	»	»	1 035: — »
» 1885	»	267: 50	»	»	1 089: 20 »

hakkuita muuta kuin nimeksi, oli senkin talous varmaan tappiollista. Vuoden 1894 ja sitä seuranneet puiden myynnit olivat rajakohtana edullisemmalle taloudelle.

Enemmän mielenkiintoa tämä kysymys tarjoaakin vasta vuodesta 1922 lähtien, jolloin Vesijaon kokeilualueessa suoritettiin ennen puheena ollut metsien kartoitus ja arvio.

Metsäntutkimuslaitoksella pidetty kirjanpito Vesijaon kokeilualueesta alkaa kuitenkin täydellisenä vasta vuodesta 1924. Ne yhdistelmät tästä kirjanpidosta, joiden tuloksia seuraavassa esitetään, koskevat siten ajanjaksoa 1924—1952 eli 29 vuotta.

Puutavaralajit ja muuntoluvut

Tilastoissa mainituista puutavaralajeista h a v u a r v o p u u t käsittävät pääasiallisesti mänty- ja kuusisahapuuta, sota-aikana myös järeää laivanrakennuspuuta. Sahapuiden keskikoko on useimmiten vaihdellut 14—18 tekn. j^3. Pienin mäntysahapuu on vuoteen 1946 ollut vähintään 18′ × 6″, kuusi 18′ × 7″, sen jälkeen 16′ × 6″ ja 16′ × 7″. Pienin latvatukki on hakkuissa ollut tavallisimmin 14′ × 6″. L e h t i a r v o p u i d e n pienin koko on ollut usein 14′ × 7″. Niidenkin latvatukki on täyttänyt vähintään 6″ sekä keskikoko yli 10 j^3. Tuulenkaadot ovat olleet enimmäkseen havuarvopuiden veroisia. Samaan luokkaan kuuluvat myös kelot, joita kuitenkin on ollut vain nimeksi. P a p e r i p u u t ja k a i v o s p u u t on tehty tavallisimmin 7 cm:n latvavahvuuteen, h a l o t 5—7 cm:iin. Ns. m u i h i n p u u t a v a r o i h i n kuuluu mm. pientä rakennus-, aitaus- ja tarvepuuta. Toisinaan r a k e n n u s p u u t ja p i e n p u u t on merkitty omiksi ryhmikseen.

Kokeilualueesta luovutetut puumäärät ovat tilastoissa sekä luovutusmittoina että kiintokuutiometreinä kuorellista puuta. Vähiten luotettava viimeksi mainittu on pystyyn myytyjen arvopuiden kohdalla, joiden kuutiointi perustuu vain kaatamattomien puiden mittaukseen ja suoritettava maksu puiden runkolukuun. Arvioinnin huolellisella suorituksella on näidenkin puiden kohdalla päästy varsin tyydyttäviin kuutiotuloksiin. Tälle

käsitykselle on saatu tukea, kun on verrattu samanlaisten hankintakaupalla myytyjen puiden pystyarvioinnin ja niistä saatujen valmiiden tukkien luovutusmittaukseen perustuvan kuutioinnin tuloksia keskenään.

Ne muuntoluvut, joiden avulla eri puutavaralajien teknilliset mitat on muunnettu kuorellisiksi kiintokuutiometreiksi, ovat seuraavat:

Teknillisen (j^3) ja todellisen ($k\text{-}m^3$) kuution suhdeluvut:
hankintamyynti 0.041, pystymyynti ... 0.040,
käsikauppa .... 0.040, keskeltä mitattu 0.030

Pino- ($p\text{-}m^3$) ja todellisen ($k\text{-}m^3$) kuutiomäärän suhdeluvut:

hankintahalot, kuorimattomat paperipuut, pärepuut, pienet rakennuspuut ja aitapaalut	0.64
käsikauppapolttopuut	0.57
paperipuut (kuusi ja mänty) ja kaivospuut, puolipuhtaat	0.72
samat, täysipuhtaat	0.81
aitauspuut, vanne- ja vitsaspuut	0.46

Näihin pinomittojen muuntolukuihin ei tietenkään sisälly ns. ylimitta, jonka käyttö kiellettiin vuoden 1939 alusta. Sitä ennen vaaditut ylimitat on otettu huomioon tätä vuotta edeltäneissä tilastoissa. Sahatukkien kiintokuutio käsittää myös 4″ tasausvaran.

Suomen markan arvon suuren vaihtelun vuoksi tilastoissa olevat markkamäärät on muunnettu vuoden 1952 tasolle. Perustana on ollut kotimarkkinatavarain yleisindeksi vv. 1913—1950 sekä tätä indeksiä koskevat myöhemmät tiedot (Suomen tukkuhintaindeksi vv. 1913—1951. Tilastollisia tiedonantoja, julkaissut Tilastollinen Päätoimisto. 39, 1952). Näistä lasketut kertoimet ovat:

V. 1924	16.01	V. 1938	15.73
» 1925	15.60	» 1939	14.95
» 1926	16.19	» 1940	11.14
» 1927	16.00	» 1941	9.09
» 1928	15.84	» 1942	7.37
» 1929	16.59	» 1943	6.49
» 1930	18.03	» 1944	5.87
» 1931	19.17	» 1945	4.09
» 1932	17.96	» 1946	2.61
» 1933	18.12	» 1947	2.17
» 1934	18.05	» 1948	1.64
» 1935	17.90	» 1949	1.63
» 1936	17.32	» 1950	1.42
» 1937	14.72	» 1951	0.99
		» 1952	1.00

Luovutusmäärät ja niiden rakenne

Taulukossa 4 luetellaan kokeilualueesta vv. 1924—1952 luovutetut puuerät puutavaralajeittain ja 5-vuotiskausittain. Vuotta 1923 koskevan tilaston puuttuessa ensimmäinen vuosijakso on kuitenkin vain 4-vuotinen.

Taulukko 4. Vv. 1924—1952 luovutetut puutavaramäärät

Aika	Havuarvo-puu		Lehtiarvo-puu		Tuulen-kaadot		Paperi- ja kaivospuu		Polttopuu		Muu puu		Yhteensä	
	k-m³	%	k-m³	%	k-m³	%	k-m³	%	k-m³	%	k-m³	%	k-m³	%
1924—27 .	5 413	20.6	523	2.0	8 069	30.8	6 445	24.8	5 636	21.5	142	0.3	26 228	100
1928—32 .	10 135	30.1	1 395	4.1	310	0.9	5 900	17.5	15 550	46.2	401	1.2	33 691	100
1933—37 .	23 522	61.8	1 197	3.1	405	1.1	8 212	21.6	4 492	11.7	258	0.7	38 086	100
1938—42 .	15 386	46.5	2 051	6.2	234	0.7	7 176	21.7	8 061	24.3	212	0.6	33 120	100
1943—47 .	20 411	58.8	2 071	6.0	213	0.6	4 171	12.0	7 534	21.7	317	0.9	34 717	100
1948—52 .	18 575	54.6	2 128	6.3	46	0.1	7 121	20.9	5 858	17.3	272	0.8	34 000	100
1924—52 .	93 442	46.8	9 365	4.7	9 277	4.6	39 025	19.5	47 131	23.6	1 602	0.8	199 842	100
Vuodessa .	3 222		323		320		1 346		1 625		55		6 891	

Koko luovutusmäärä 199.840 k-m³ jakautuu siis 5-vuotiskausille odottamattoman tasaisesti. Heikoimpia luovutusvuosia ovat olleet 1924, 1927 ja 1944, jolloin luovutuserät ovat alle puolet keskimääräisestä vuosiluovutuksesta, joka taulukon mukaan on 6 890 k-m³. Verraten pieneksi jäi myös vuoden 1952 osuus, joka oli 3 990 k-m³. Seuraavana vuonna eli 1953 se nousi taas 7 280 k-m³:iin.

Eri puutavaralajien sadannesosuudet koko luovutusmääristä osoittavat myös luovutuskuutiometrin rakennetta. Jos otetaan huomioon, että ajanjakson 1924—1927 tuulenkaadot ovat suurimmaksi osaksi havuarvopuuta, luovutuskuutiometrin rakenne ei ole sanottavasti vaihdellut. Vuosien 1928—1932 suhteellisesti suuri polttopuumäärä on kerätty pääasiassa edellisten vuosien myrskyntuhoaloilta.

Mitä tulee eri puulajien osuuteen kustakin edellä puheena olleesta puutavaralajista, ei tätä koskevaa jaottelua voida perustaa koko luovutusmääriin. Kirjanpidossa on nim. mm. sellainen ryhmä kuin sekahalot, eikä havuarvopuitakaan ole varsinkaan ensimmäisinä tilivuosina jaettu männyn ja kuusen osiin, puhumattakaan aivan vähäarvoisesta käyttöpuusta. Seuraava asetelma, joka käsittää varsin edustavan aineiston, antaa kuitenkin verraten luotettavan kuvan ko. suhteesta.

Lehtipuu on melkein yksinomaan koivua. Polttopuuhun sisältyy myös vähän leppää ja haapaa. Lehtiarvopuusta on 1.12 % tervaleppää ja haapaa. Metsistä poistettavaksi joutunut lehtikuusi on käytetty pääasiallisesti kokeilualueen omassa taloudessa, etenkin rakennuspuuna. Kaikkiaan tätä puulajia on hakattu 179 k-m³.

Puutavaralaji	Aineisto k-m³	Mäntyä %	Kuusta %	Lehtipuuta %
havuarvopuu	88 205	55.3	44.7	—
lehtiarvopuu	9 901	—	—	100.0
pieni rakennus- ym. puu	1 591	45.3	43.0	11.7
paperi- ja kaivospuu	37 605	14.5	85.5	—
polttopuu	31 042	25.0	21.0	54.0
aitauspuu ym.	386	4.7	95.3	—
Yhteensä	168 730	37.2	46.9	15.9

Luovutettu puu on jaettu kolmeen ryhmään: 1. metsälön omistajan hankkima puu, 2. ostajan hankkima puu ja 3. metsälön talouspuu. Kaksi ensimmäistä on myyntipuuta. Ryhmälle 1 on aiemmin käytetty nimitystä hankintapuu, ryhmälle 2 pystyyn myyty puu. Kun ryhmään 2 nykyisin kuuluu myös maahan kaadettua puuta — hakkuun jätteitä ja raivauspuuta — on pystypuu-nimike harhauttava. Ryhmä 3 sisältää myös valtionmetsätorppien ja metsänvartijatilojen tarvitseman puun vuoteen 1936 asti, jolloin tilat itsenäistyivät. Edellä mainittuja ryhmityksiä käyttäen on laadittu seuraava asetelma, joka koskee koko ajanjaksoa 1924—1952.

Puutavaralaji	Määrä, k-m³	Omistajan hankkimaa, %	Ostajan hankkimaa, %	Talouspuuta, %
Havuarvopuu	93 440	37.4	62.2	0.4
Lehtiarvopuu	9 365	47.9	52.0	0.1
Tuulenkaadot	9 277	85.5	13.8	0.7
Paperipuu ja kaivospuu	39 025	94.0	6.0	—
Polttopuu	47 131	78.4	15.1	6.5
Muu puu	1 602	8.2	43.0	48.8
Yhteensä	199 840	60.7	37.2	2.1

Siitä tilastosta, josta edellä oleva on yhdistelmä, huomaa mm. seuraavat yleispiirteet eri puutavaralajien hankinnassa. Havuarvopuu on vuoteen 1934 asti otettu metsästä melkein yksinomaan valtion omina hankintoina, sen jälkeen enimmäkseen ostajan hankintoina. Ns. pystymyynti jääkin koko ajanjaksolla 1924—1952 vallitsevaksi. Sama koskee myös lehtiarvopuuta, joskin paljoa pienemmässä määrässä. Sen kohdalla ensimmäinen huomattavampi pystymyyntiä koskeva hakkuu tehtiin vasta v. 1938. Tuulenkaadot on korjattu metsistä kokeilualueen toimesta pääasiallisesti vain vv. 1924—1926 ja 1937 eli suurimpien myrskytuhojen jälkeen. Tällä tavalla hankittiin sahapuuta v. 1924 1 215 k-m³ ja seuraavana vuonna 6 297 k-m³. Paperipuuta ostajan hankittavana on ollut mainittava määrä vain v. 1950. Myös

kaivospuu, jota on luovutettu kaikkiaan 2 583 k-m³, on hankittu kokeilualueen toimesta. Sama koskee valtaosaa polttopuusta. Ostajan hankkima osa siitä onkin mennyt kokonaan paikkakuntalaisille.

Kokeilualueen talouspuu on vuosien 1924—1952 aikana jakautunut seuraavasti:

havuarvopuuta	312	k-m³ l.	7.3 %
lehtiarvopuuta	16	» »	0.4 »
tuulenkaatopuuta	64	» »	1.5 »
polttopuuta	3 063	» »	72.3 »
muuta puuta	782	» »	18.5 »
yhteensä	4 237	k-m³ l.	100.0 %

Luovutetusta puumäärästä on ollut kaikkiaan kokeilualueen toimesta hankittua 121 200 k-m³ eli 60.7 %, ostajan hankkimaa 74 400 k-m³ eli 37.2 % ja talouspuuta 4 240 k-m³ eli 2.1 %.

Hakkuumäärä ja kasvu

Kun tahdotaan päästä todellisiin hakkuumääriin, on edellä puheena olleisiin luovutusmääriin lisättävä metsään käyttämättä jääneet rungon osat, ns. hakkuujätteet ja -tähteet. Näiden osuus vastaavista luovutuseristä on arvioitu olleen ennen vuotta 1946 n. 12 % ja sen jälkeen 6 % eli keskimäärin 10 %. Tämän mukaan vuotuinen keskimääräinen hakkuumäärä on 6 891 + 689 = 7 580 k-m³, mistä mäntyä 33.8 %, kuusta 42.6 %, lehtipuuta 14.5 % ja hakkuutähteitä 9.1 %.

Verrattaessa tätä hakkuumäärää metsien vastaavaan kasvuun on pidettävä mielessä, että edellinen koskee kuorellista puuta, jälkimmäinen kuoretonta. Ottamalla huomioon kokeilualueen metsämaiden hyvyys ja järeiden puiden verraten suuri osuus hakkuumääristä — jotka molemmat vaikuttavat alentavasti puuston kuoriosuuteen — voitaneen 12 %:n kuoriosuutta koko hakkuumäärästä pitää kohtuullisena. Tämän mukaan hakkuumäärä on tasaluvuin 6 670 k-m³ kuoretonta puuta. Kun kokeilualueen ala ko. ajanjaksona on ollut keskimäärin 1 600 ha ja keskimääräinen kasvu n. 4.0 m³/ha, on vuotuinen kasvu kaikkiaan n. 6 400 k-m³ eli jotakuinkin hakkuumäärää vastaava. Näin on selitettävissä, että puuston keskikuutio ja kasvu hehtaarilla ovat vuosien 1923 ja 1948 arvioissa pysyneet jotakuinkin muuttumattomina, kuten edellä on nähty.

Tässä vertailussa ei ole otettu huomioon puustossa tapahtuvaa luonnonpoistumaa. Sen käyttämättä jäänyt osa onkin ollut niin pieni, että sen on katsottu sisältyvän edellä puheena olleihin hakkuujätteihin.



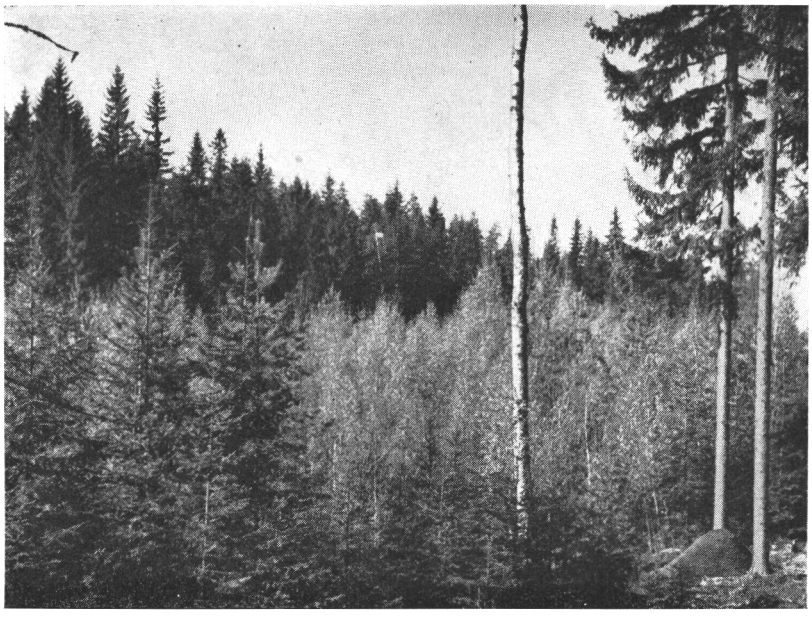
Kuva 17. Kuvassa havaittavat palaneet männynkannot ovat jätteitä 1800-luvun ensipuoliskolla toimitetusta parrunhakkuusta. Ne ovat olleet kahdessa kaskessa: parrunhakkuun jälkeen toimitetussa sekä 1910-luvulla suoritetussa (kuva 16). Koivikko on viimeksi mainitun jälkeen luontaisesti noussutta. — Valok. v. 1955 T. Nieminen.

Kun rinnastetaan hakkuumäärä ja metsien puulajisuhteet, ilmenee jo ennen todettu seikka, että mäntyä on otettu metsistä suhteellisesti eniten (vert. sivu 27). Tämä koskee etenkin mäntyarvopuita.

Tulot

Tuloilla seuraavassa tarkoitetaan ns. nettotuloja, kokeilualueen omissa hankinnoissa siis valmiin puutavaran hintaa vähennettynä varsinaisilla hankintamenoilla. Viimeksi mainittuihin ei ole luettu työnjohdosta, kirjanpidosta, matkoista ym. aiheutuneita lisäkuluja. Samaten puuttuvat ostajan toimittaman hankinnan aiheuttamat ylimääräiset hakkuunvalvontakustannukset, koska ne on velottu takaisin ostajalta.

Taulukon 5 mukaan vv. 1924—1952 luovutetun puun nettoarvo kokonaisuudessaan on ollut 238 831 000 mk ja vuotta kohden 8 236 000 mk. Sadanneksina näistä tuloista tulee ehdoton valtaosa eli 69 % havuarvopuiden osalle. Sitä lähinnä on paperi- ja kaivospuu, jonka osuus on 13.4 %. Aivan mitättömäksi eli 3.6 %:ksi jää polttopuun vastaava luku, sen verraten suuresta luovutusmäärästä huolimatta. Tätä ja edellä olevaa taulukkoa 4 vertaamalla saakin käsityksen puutavaralajien erilaisesta jakautumisesta määrälleen ja arvolleen.



Kuva 18. Luonnonsiementämää koivua ja mäntyä vuoden 1911 kivikkoisella hakkausalalla Virnajärven lohkossa. — Valok. v. 1941 Olli Heikinheimo.

Metsätulojen nettomäärien jakautuminen oman hankinnan, ostajan hankinnan ja oman talouspuun kesken näkyy seuraavasta asetelmasta.

Aika	Omistajan hankinta	Ostajan hankinta	Talouspuu
1924—27	98.2 %	1.4 %	0.4 %
1928—32	95.5 »	2.5 »	2.0 »
1933—37	54.2 »	45.4 »	0.4 »
1938—42	32.2 »	67.1 »	0.7 »
1943—47	25.9 »	73.7 »	0.4 »
1948—52	21.8 »	77.7 »	0.5 »
1924—52	47.2 %	52.1 %	0.7 %

Asetelmasta selviää kokeilualueen toimesta suoritettujen hankintojen ylivoimaisuus tilastojaksona 1924—1932 sekä niiden asteittainen väheneminen sen jälkeen. Lopullisista nettotuloista onkin ostajan suorittamien hankintojen antamaa 52.1 %, omistajan hankintojen 47.2 % ja talouspuun 0.7 %. Vuotta ja hehtaaria kohden tulot ovat 5 150 mk.

Kokeilualueen omien hankintojen ja ostajan hankintojen (ns. pystymyyntien) välisen suhteen edellä mainittuun kehitykseen on ollut syynä

Taulukko 5. Vv. 1924—1952 luovutettujen puutavaramäärien nettoarvo

Aika	Havuarvopuu		Lehtiarvopuu		Tuulenkaadot		Paperi- ja kaivospuu		Polttopuu		Muu puu		Yhteensä	
	mk	%	mk	%	mk	%	mk	%	mk	%	mk	%	mk	%
1924—27	7 570 765	28.9	815 460	3.1	12 345 545	47.1	4 772 275	18.2	635 009	2.4	73 085	0.3	26 212 139	100.0
1928—32	14 703 821	63.2	2 957 490	12.7	157 323	0.7	3 361 474	14.4	1 871 148	8.0	225 471	1.0	23 276 727	100.0
1933—37	42 448 332	80.1	2 675 807	5.0	469 487	0.9	6 385 708	12.0	836 532	1.6	214 289	0.4	53 030 155	100.0
1938—42	34 309 700	64.7	6 100 271	11.5	221 010	0.4	9 457 274	17.9	2 784 454	5.3	105 103	0.2	52 977 812	100.0
1943—47	21 867 010	73.0	3 843 307	12.9	176 198	0.6	2 807 327	9.4	1 001 350	3.3	249 378	0.8	29 944 570	100.0
1948—52	44 005 969	82.4	2 264 468	4.2	40 436	0.1	5 283 595	9.9	1 534 170	2.9	260 878	0.5	53 389 516	100.0
1924—52	164 905 597	69.0	18 656 803	7.8	13 409 999	5.6	32 067 653	13.5	8 662 663	3.6	1 128 204	0.5	238 830 919	100.0
Vuodessa	5 686 407	»	643 338	»	462 414	»	1 105 781	»	299 402	»	38 903	»		

osittain kokeilualueen käytettävinä olleiden hankintamäärärahojen niukkuus, pääasiassa kuitenkin viimeksi mainitun usein edullisemmalta näyttänyt tulos. Niinpä on vv. 1924—1952 havuarvopuiden nettohinta kiintokuutiometrille kuorellista puuta ostajan hankkimille puille ollut tilastojen mukaan keskimäärin 1 859 mk ja omistajan hankkimille 1 613 mk. Täysin luotettavalla perustalla tällainen vertailu on kuitenkin vain silloin, kun vertailtavien puuerien sijainti, keskikoko, puulajikoostumus ja teknillinen laatu ovat jotakuinkin samat ja ne hankitaan samana tai kustannustason ja mm. lumisuhteiden puolesta mahdollisimman samanlaisina ajankohtina. Epävarmuutta aiheuttaa myös näissä eri hankintamuodoissa käytetty puiden erilainen arvioimistapa, mistä on seurauksena, että omistajan hankkiman puun luovutusmäärä vastaa todellista kuutiota, ostajan hankkiman taas enemmän tai vähemmän epäluotettavaa, usein todellista pienempää.[1]) Tätä epäluotettavuutta lisää myös se, että ostajan hankinnat (pystymyynnit) tavallisesti koskevat koko puuta, jolloin siitä pinotavaraksi valmistettu osa jää pois kuutiolaskelmista (joskus ehkä hinnoittelustakin). Lisäksi on otettava huomioon, että tutkimuslaitoksen hankintojen menoihin eivät sisälly kaikki ylimääräisen valvonnan sekä kirjanpidon ja matkojen aiheuttamat menot.

Tätä ongelmaa voidaan valaista muutamin esimerkein. Vv. 1924—1927 omistajan hankkiman havuarvopuun ko. nettohinta oli 1 416 mk, ostajan hankkiman vain 588 mk sekä vv. 1928—1932 vastaavasti 1 456 ja 920 mk. Tämä johtuu siitä, että omistajan hankkima puu on ollut sahapuuta, ostajan pieniä eriä koskevaa rakennuspuuta (jopa pystykuivaakin). V. 1952, jolloin puheena olevat luvut olivat 1 574 ja 4 994 mk, ostajan hankkimat puut olivat taas erikoisen järeitä. Mitä tulee polttopuuhun, jolle vv. 1924—1952 on omistajan hankkimana saatu 198 markan ja ostajan hankkimana 129 markan nettohinta k-m^3:lle, on puun laatu edellisessä tapauksessa ollut yleensä parempi kuin jälkimmäisessä. Parhaiten verrattavia ovat paperipuun erilaiset hankinnat. Niissä on saatu paremmalta näyttävä tulos eli 874 markan kantoraha omistajan hankkimalle ja 687 markan ostajan hankkimalle puulle k-m^3:ä kohden.

Oma mielenkiintonsa on myös eri puutavaralajien hintojen sekä ns. hankintakustannusten vertailulla. Paras, joskaan ei nytkään täysin moitteeton, aineisto tätä varten saadaan omistajan hankintapuiden bruttohinnoista sekä vastaavista hankintakustannuksista ja nettohinnoista. Koko tilastokautena 1924—1952 on tulos kiintokuutiometrille kuorellista puuta seuraava.

Vähiten vertailukelpoinen on kaivospuu, jota on hankittu verraten vähän ja vain vuosina 1933—1938.

[1]) Olli Heikinheimo, Saha- ja vaneripuiden pystyyn arvioimisesta päästävä. Metsätaloudellinen Aikakauslehti, 1954.

Puutavaralaji		Bruttohinta	Kustannukset	Nettohinta
Havuarvopuu	mk	2 012	399	1 613
	%	*100.0*	*19.8*	*80.2*
Lehtiarvopuu	mk	2 698	700	1 998
	%	*100.0*	*26.0*	*74.0*
Paperipuu	mk	1 500	626	874
	%	*100.0*	*41.7*	*58.3*
Kaivospuu	mk	516	291	225
	%	*100.0*	*56.4*	*43.6*
Polttopuu	mk	899	701	198
	%	*100.0*	*78.0*	*22.0*

Kokeilualueen oman t a l o u s p u u n n e t t o a r v o 1 576 000 mk vastaa vuotta kohden 54 400 mk. Tämä erä sisältyy edellä puheena olleeseen tuloon.

M u u t t u l o t ovat pääasiassa vuokratuloja ja korvauksia luontoiseduista. Niiden yhteismäärä 1 295 200 mk vastaa yhden vuoden osalle 44 700 mk.

K o k e i l u a l u e e n t u l o t, joihin luetaan luovutetun puun kantoarvo ja edellä mainitut muut nettotulot, ovat siis k a i k k i a a n 240 126 100 mk.

Menot

Seuraavassa ei menoihin ole otettu sitä osuutta, jonka kokeilualueen osalle voitaisiin laskea tulevan Metsäntutkimuslaitoksen Läntisen hoitoalueen aluemetsänhoitajan palkasta ja matkakorvauksista. Näiden voidaan nim. katsoa korvautuvan niillä kokeilualueen menoihin sisältyvillä moninaisilla kuluilla, jotka aiheutuvat kokeilualueessa suoritetusta tutkimustyöstä. Mitään korkomenoja ei myöskään ole otettu huomioon, koska sellaisia ei tileissä esiinny. Eniten niitä tietenkin voitaisiin olettaa kertyvän suurimmasta menoerästä, puutavaran hankinnan menoista. Nämä ovatkin ko. aikana olleet yli 68 milj. mk, mistä polttopuun hankkimiseen on mennyt 37.9 %, paperi- ja kaivospuun 33.6 %, havuarvopuun 21.4 % sekä lehtiarvopuun ja tuulenkaatojen yhteensä 7.1 %. Huomattavaa kuitenkin on, että nämä työt hyvin usein teetetään tavallaan puutavaran ostajan varoilla, kun kauppa voidaan tehdä jo ennen hakkuiden alkamista ja ostajan on suoritettava puolet arvioidusta kauppahinnasta etukäteen.

Toisaalta on perusparannuksista johtuneet menot merkitty kokonaisuudessaan sen vuoden menoihin, jolloin ne on suoritettu.

Vuoden 1952 rahaksi menot on muunnettu samoja muuntolukuja käyttäen kuin tulot.

Taulukko 6. Varsinaiset menot ja niiden erittely vv. 1924—1952

Menon laatu	1924—27	1928—32	1933—37	1938—42	1943—47	1948—52	1924—52	
	mk						mk	%
Hallinto- ja yleismenot								
Työnjohto ja valvonta	1 065 700	2 120 600	2 635 100	2 477 600	2 413 300	2 927 100	13 639 400	27.4
Rakennusten kunnossapito	114 900	127 000	452 700	7 007 900	91 600	591 500	8 385 600	16.8
Teiden »	491 200	882 500	592 200	521 100	417 300	426 700	3 331 000	6.7
Verot	—	652 400	520 900	662 700	533 500	929 100	3 298 600	6.6
Tapaturmakorvaukset	—	—	18 800	35 300	24 900	51 100	130 100	0.3
Sekalaiset menot	134 700	172 200	157 800	640 500	219 400	778 400	2 103 000	4.2
Metsänviljely								
Kävyt ja siemenet	84 700	200 300	45 800	34 900	2 700	66 300	434 700	0.9
Taimitarhat	157 900	291 700	295 700	209 200	93 200	46 700	1 094 400	2.2
Taimet	—	500	2 600	7 300	4 500	25 200	40 100	0.1
Metsänviljelyalojen kunnostus	108 900	115 900	36 500	—	47 600	137 400	446 300	0.9
Istutustyöt	136 100	98 900	191 900	410 900	84 800	466 100	1 388 700	2.8
Kylvötyöt	51 300	85 700	5 600	25 000	35 500	93 600	296 700	0.6
Metsäviljelmien hoito	18 200	24 300	17 200	61 300	70 400	25 500	216 900	0.4
Metsien hoito								
Kasvatushakkaukset	553 100	777 800	696 500	636 900	1 030 300	1 116 100	4 810 700	9.7
Karsiminen	—	—	92 500	72 700	71 900	23 300	260 400	0.5
Leimaus ym.	74 800	356 900	262 500	156 200	130 300	76 500	1 057 200	2.1
Suonkuivaus								
Ojien kunnossapito	132 400	381 200	239 800	404 900	246 500	1 063 200	2 468 000	4.9
Perusparannukset								
Soiden ojitus	610 700	1 074 700	1 059 000	156 400	13 900	113 500	3 028 200	6.1
Uudet rakennukset	106 400	—	—	42 900	229 700	706 500	1 085 500	2.2
Uudet tiet	—	558 500	358 000	28 400	—	1 330 800	2 275 700	4.6
Uudet viljelykset	—	—	—	4 000	—	2 000	6 000	0.01
Yhteensä	3 841 000	7 921 100	7 681 100	13 596 100	5 761 300	10 996 600	49 797 200	100.0

Yksityiskohtainen erittely menoista on taulukossa 6. Siinä menot on sijoitettu laatunsa mukaan ryhmiin. Niiden osuudet ovat vv. 1924—1952 seuraavat: hallinto- ja yleismenot 62.0 %, metsänviljely 7.9 %, metsien muu hoito 12.3 %, suo-ojien hoito 4.9 % ja perusparannukset 12.9 %. Huomio kiintyy erityisesti varsinaisten metsänhoitomenojen sekä absoluuttiseen että relatiiviseen pienuuteen. Kuten edellä on mainittu,

on nimenomaan nuorien metsien tarkoituksenmukainen käsittely jäänyt määrärahojen niukkuuden vuoksi suurelta osalta ajoissa suorittamatta.

Suonkuivausmenot ovat tässä yhteydessä erityisen mielenkiintoiset. Niiden kulloisistakin kustannuksista on edellä ollut puhetta (siv. 49, taulukko 2). Taulukossa 7 nämä menot ovat muunnettuina vuoden 1952 rahaksi ajanjaksolta 1924—1952. Sen mukaan varsinaiset ojitusmenot hehtaaria kohden ovat olleet 12 588 mk. Ojien perkaukset taas ovat vastaavasti 10 259 mk, joten ko. 241 ha:n kuivaustyöt ovat maksaneet hehtaaria kohden keskimäärin 22 847 mk. Tästä erästä edellä mainitut ojien kunnossapitotyöt, siis soiden jatkuva »terveydenhoito», on vaatinut 44.9 %. Kun kaivettujen ojien pituus on ollut 37 960 jm ja perattujen 217 220 jm, ovat ojat tulleet peratuiksi keskimäärin 5—6 kertaa eli runsaasti 5 vuoden väliajoin.

Taulukko 7. Vesijaon kokeilualueen suonkuivaustyöt vv. 1924—52 muunnetuin raha-arvoin

Vuosi	Ojien kaivu			Ojien perkaus			Kuivuva ala	
	jm	mk	mk/m	jm	mk	mk/m	ha	mk/ha
1924—27	5 668	610 702	107	8 290	132 437	15	35.9	17 002
1928—32	15 838	1 074 748	67	22 102	381 193	17	100.4	10 709
1933—37	13 690	1 058 983	77	49 831	239 796	4	86.8	12 207
1938—42	1 127	156 388	138	38 297	404 917	10	7.2	21 872
1943—47	355	13 898	39	17 830	246 483	13	2.3	6 177
1948—52	1 283	113 504		80 870	1 063 206		8.1	13 944
1924—52	37 961	3 028 221	79	217 220	2 468 032	11	240.6	12 588

Laskelmien tulokset muuttuvat jonkin verran, jos kaikki ojitustyöt, siis vuodesta 1906 lähtien suoritetut, otetaan huomioon. Tällöin vuosien 1906—1914 rahamenot muunnetaan vuoden 1952 rahaksi käyttämällä kaikille vuosille yhteisindeksiä 1913 = 100, jolloin kertoimeksi tulee 17.6. Vuoden 1923 kerroin taas on 16.09. Näin tullaan seuraaviin lukuihin:

1906—14 kaivettu 20 788 jm, kustannus 1 147 700 mk l. mk 55: —/jm
1923 » 255 » » 10 384 » » » 40: 50 »
Yhteensä kaivettu 21 043 jm, kustannus 1 158 084 mk.

Ojien perkausta on tehty vain v. 1923 ja silloin 700 m 11 408 markan kustannuksin. Vuosien 1906—1952 välillä on näin ollen käytetty ojien kaivuun kaikkiaan 4 186 305 mk ja ojien hoitoon 2 479 440 mk. Kun tänä aikana kuivattu ala on 372.3 ha, edellinen on hehtaaria kohden 11 244 mk

ja jälkimmäinen 6 660 mk eli yhteensä 17 904 mk. Tämän mukaan varsinaisen kaivun aiheuttamat menot ovat 62.8 % ja ojien hoitomenot 37.2 % kokonaiskustannuksista.

Metsänviljelyä on edellisen mukaan vv. 1924—1952 suoritettu 183.6 ha:n alalla, niistä täysi-istutusta 102.9 ha ja kylvöä 80.7 ha. Jos täydennysistutus — mitä on tehty pääasiallisesti kuusen luonnontaimiainekseen — lasketaan mukaan, on istutuksin käsitelty kaikkiaan 181.2 ha. Taimien istutustyö, johon on mennyt 1 388 680 mk, on näin ollen tullut maksamaan 7 670mk/ha. Jos tähän lisätään taimitarhan hoidosta ja taimien ostosta aiheutuneet kulut, nousevat istutusmenot kaikkiaan 13 930 mk:aan/ha. Kun osa taimitarhassa kasvatetuista taimista on luovutettu kokeilualueen ulkopuolelle, tämä menoerä on jonkin verran liian korkea.

Edellä mainittua kylvöalaa kohden kylvötyöstä johtuneet kustannukset ovat kaikkiaan 296 610 mk eli 3 390 mk/ha. Jos tähän lisätään käpyjen ja siemenen hankkimisen aiheuttamat menot, ovat kustannukset kylvöhehtaaria kohden 5 490 mk. Kun siementäkin on käytetty myös muualla kuin kokeilualueessa, ylittää tämäkin luku todellisen. Näiden tulosten arvoa vähentää lisäksi se, että sekä istutuksiin että kylvöihin on käytetty, kuten taulukko 2 osoittaa, useita puulajeja ja metsänviljelymenetelmiä.

Kokeilualueen varsinaiset menot vv. 1924—1952 ovat 49 797 200 mk, mikä vuotta kohden vastaa 1 717 100 mk sekä vuotta ja hehtaaria kohden n. 1 070 mk.

Ylijäämä

Kun vv. 1924—1952 kokonaistulosta 240 126 100 mk vähennetään edellä mainitut kokonaismenot 49 797 200 mk, jää kokeilualueen vastaavaksi ylijäämäksi 190 328 900 mk. Siitä tulee kullekin vuodelle keskimäärin 6 563 100 mk sekä vuotta ja hehtaaria kohden 4 100 mk.

Kokeilu- ja tutkimustoiminta

Pääasiassa vastaisia tutkimuksia ja selvittelyjä varten Vesijaon kokeilualueessa on ns. Laihankulman luonnonsuojelualue sekä erityinen koemetsälö. Muu osa kokeilualuetta on tarkoitettu sekä jo alulle pantuihin että vasta tarpeellisiksi osoittautuviin tutkimuksiin ja kokeihin.

Luonnonsuojelualue

Tällä nimellä varattiin jo vuoden 1923 taloussuunnitelmassa 101.8 ha:n laajuinen, Peltointaustan torpan piirirajoihin ulottuva alue kokonaan rau-

hoitettavaksi. Tästä alasta oli kasvullista metsämaata 95.8 ha, kehnokasvuista 4.3 ha ja vesiä n. 2 ha. Kokonaispuuvarasto kasvullisilla mailla oli arvioitu 22 000 m³:ksi eli 218 m³/ha.

Viime aikoina on tehty ehdotus tämän kokeilualueen osan julistamisesta täysin rauhoitetuksi luonnonpuistoksi. Tämä ehdotus koskee edellistä hiukan laajempaa aluetta eli 115.1 ha. V. 1948 suoritetun linja-arvion mukaan siitä on OMT 46.7, MT 39.1, VT 7.9 ja erilaisia soita 19.8 ha. Vallitsevan puulajin mukaan se jakautui: mäntyvaltaisia 30.0, kuusivaltaisia 82.3 ja koivuvaltaisia 1.2 ha. Ikäluokkien jakautuminen taas oli seuraava: 21—40 v. 7.0, 41—60 v. 12.2, 61—80 v. 14.0, 81—100 v. 34.9 ja 101—120 v. 45.4 ha. Metsien korkeasta iästä ja luonnontilasta johtuen keskikuutiomäärä on korkea, 245 m³ kuorellista puuta ha:lla. Keskikasvuksi on saatu 5.6 m³.

Koemetsälö

Kokeilualueessa oleva Pajulahden koemetsälö on perustettu Metsäntutkimuslaitoksen hallituksen päätöksellä 7. 5. 1951. Siinä on metsätalousmaata 253.2 ha, josta kasvullista 240.3 ha l. 94.9 %, heikkokasvuista 12.5 ha l. 5.0 % ja joutomaata 0.4 ha l. 0.1 %. Kasvullisen maan jakautuminen metsä- ja suotyyppeihin on seuraava: OMT 23.0 %, MT 36.6 %, VT 12.5 %, K_1 26.9 % ja R_1 1.0 %. Mäntyvaltaisia metsiä oli kasvullisella alalla 28.5 %, kuusivaltaisia 58.5 %, lehtipuuvaltaisia 10.8 %, lehtikuusivaltaisia 1.4 % ja Murrayn mäntyä 0.8 %. Samalla alalla oli 1—20 vuoden ikäisiä metsiä 13.4 %, 21—40 vuoden 14.8 %, 41—60 vuoden 8.6 %, 61—80 vuoden 20.3 %, 91—100 vuoden 13.7 % ja sitä vanhempia 29.2 %; keskikuutiomäärä on 146.3 m³ ja kasvu 3.88 m³/ha. Vuotuiseksi hakkuumääräksi on laskettu 1 240 m³.

Metsätaloussuunnitelman on laatinut metsänhoitaja K u s t a a K a l l i o.

Varsinainen kokeilu- ja tutkimustoiminta

Evon ja Vesijaon valtionpuistot liitettiin Evon metsäopiston yhteyteen alkujaan opetus- ja kokeilutarkoituksessa. Kuten edellä on käynyt selville, on Vesijaon valtionpuistoon Evon opiston johdon taholta järjestetty kokeilutoimintaa jo 1870-luvulta alkaen. Se koski kaskikulttuurien havupuun siemenen edullisinta kylvön aikaa, runsautta ja peittämistapaa sekä sekapuuston kasvatusta, etenkin ulkomaisia puita käyttäen.

Tämä työ on myöhemmin tarjonnut runsaasti aineistoa monille tutkimuksille. Ensimmäiset tällaisten suorittajat olivat E. V u o r i ja L. I l v e s s a l o, jotka opettajansa A. K. C a j a n d e r i n aloitteesta ja ohjaamina suorittivat Vesijaon valtionpuistossa ensimmäiset tutkimuksensa v. 1909 (17 ja 18), edellinen ko. metsäviljelmien kotimaisten havupuiden, jälkimmäinen ulkomaisten puulajien osalta.

Vuoren tutkimukset koskivat 31 metsäviljelmää. Ne jakautuivat alkuperäisen tavoitteensa ja vuoden 1909 tulosten mukaan seuraavasti:

puhtaita männiköitä perustettaessa	.....	85 %	v.	1909	44 %
männyn ja kuusen sekametsiköitä	»	9 »	»	»	38 »
puhtaita kuusikoita	»	6 »	»	»	18 »

Metsänviljelyalojen kuusettuminen oli siis jo tällöin edistynyt hyvin pitkälle. Tärkeimmät tuloksensa Vuori keskittää seuraaviin päätelmiin:

kaskialoilla voidaan kylvön avulla perustaa erinomaisia männiköitä,

vastaavanlaisten kuusikoiden aikaansaamiseen on sitä vastoin käytettävä istutusta,

molempien puulajien sekaviljelmät ovat tuskin suositeltavia.

Viimeksi mainittua käsitystään hän perustelee sillä, että näin hyvissä kasvupaikoissa männyn säilyttäminen edellyttää sen usein toistuvaa vapauttamista kuusesta, joka pyrkii voittamaan männyn. Puhtaiden kylvömänniköiden hän huomasi olevan oksikkaampia kuin vastaavien luonnonsiementämien.

L. Ilvessalon havaintoaineisto on 66 viljelmältä. Ne ovat johtaneet siihen lopputulokseen, että Vesijaon valtion puiston ulkomaisten puulajien viljelykokeet ovat pääosaltaan antaneet kielteisiä tuloksia. Suurin osa niistä on täysin epäonnistunut, ja siellä, missä ulkomaiset puulajit ovat jatkuvasti säilyneet, koe on onnistunut vain voimakkain kotimaisten puulajien harvennuksin. Parhaihin tuloksiin on johtanut Siperian lehtikuusi, etenkin silloin, kun siitä on perustettu puhtaita metsiköitä. Euroopan lehtikuusi, jonka siementä on kylvetty 6 kaskeen männyn siemeneen sekoitettuna, on enimmäkseen tuhoutunut, ehkä siemenen huonon itävyyden takia. Pihtakuusta ovat kiusanneet hyönteis- ja sienitaudit, mutta eräissä tapauksissa se on varttunut kotimaisia puulajeja nopeammin. Sembramänty on yleensä kasvanut hitaammin kuin tavallinen mänty. Havainnot ovat koskeneet myös valkokuusta, strobusmäntyä, vuorimäntyä ja tammea.

Segerstrålen v. 1918 suorittamasta perusteellisesta työstä on edellä ollut laajaltikin puhetta. Seuraavassa tarkastetaan kaskiviljelmien puulajisuhteiden muuttumista alkuperäisestä tavoitteesta vuoteen 1918.

Puhtaita mäntymetsiä, joita oli tarkoitus saada 39 alalle, oli vain 9:llä, ja niidenkin puusto oli useimmiten varsin nuori. Muut viljelmät jakautuivat seuraavasti: männyn joukossa kuutiomäärästä kuusta korkeintaan 19 % 15 tapauksessa, 20—39 % 8 tapauksessa, 40—59 % 3 tapauksessa ja 60 + % 4 tapauksessa.

Puhtaiksi kuusimetsiksi oli tavoiteltu 7 viljelmää. Sellaisiksi oli jäänyt 5; muut olivat männynsekaisia.



Kuva 19. Metsäviljelmä n:o 31. Mäntyhajakylvö rukiinoraaseen v. 1883, Siperian lehtikuusen ja pihtakuusen istutus v. 1884. Vuoteen 1918 nämä puulajit ovat säilyneet verraten tasaväkisinä. Luonnonsiementämä kuusi voittaa kuitenkin mm. männyn, joka on jäänyt II—IV latvuskerrokseen. — Valok. v. 1918 Lennart Segerstråle.

Puhtaiksi lehtikuusikoiksi oli suunniteltu 11, mutta sellaisiksi oli jäänyt vain 3. Muissa oli kuusta ja mäntyä joukossa.

Mänty - kuusisekametsiä, joita oli perustettu 7, oli jäljellä 6, niistä 5 kuusivaltaista ja 1 mäntyvaltainen. Yhdellä alalla oli puhdas kuusikko.

33:sta lehtikuusi-mäntysekametsäksi aiotusta viljelmästä oli 1 puhdas lehtikuusikko ja 2:ssa tämä puulaji oli vallitsevana. Kaikissa muissa oli vallitsevana mänty.

Kaikissa niissä viljelmissä, joissa männyn tai kuusen joukkoon on istutettu (kylvetty) ulkomaisia puulajeja, kotimaiset puulajit olivat yleisimpiä.

Vieraaksi puulajiksi kuusi on tullut 83 viljelmään, mänty 11:een. Kylvettyä tai istutettua mäntyä kuusi on tuhonnut 62 alalla. Useimmiten tämä on tapahtunut uudistusalan SO-SW reunalla, harvemmin NW-NO välillä. Kuusta eivät mitkään muut puulajit ole tuhonneet. Lehtikuusen kuusi on karkottanut 16 tapauksessa, mänty 8:ssa. Samaten on kuusi vallannut muidenkin ulkomaisten puulajien kasvupaikkoja.

Yleisiä syitä kuusen vallalle pääsyyn ovat tietenkin edellä puheena olleet seikat: uudistusalojen pienuus, etenkin niiden kapeus, reunametsän kuusivaltaisuus ja metsätyypin sopivuus tälle puulajille.

Edellä mainittujen seikkojen ohella metsäviljelmäin puulajikoostumukseen ovat tietenkin vaikuttaneet niissä suoritetut hakkuut, perkaukset ja harvennukset. Näiden lisäksi on mainittava myös tuhot. Eniten merkittäviä niistä ovat olleet lumen aikaansaamat. Tuntuvammin ne ovat hävittäneet mäntyä 33 alalla, kuusta 19 alalla, lehtikuusta 11 alalla ja pihtakuusta 1 alalla. Myrskyt ovat suhteellisesti eniten kaataneet lehtikuusia. Sieni-

ja hyönteistuhoja on ollut sekä männyssä että lehtikuusessa ja pihtakuusessa, etenkin kahdessa jälkimmäisessä. Jänikset ovat vaivanneet tammea ja vaahteraa. Strobusmänty on kuollut tervasroson vuoksi.

Segerstrålen ottaman 34 koealan tuloksista on poimittu tärkeimmät oheiseen taulukkoon 8. Vertailemalla metsäviljelmän perustamistapaa ja eri puulajien esiintymistä eri latvuskerroksissa saadaan lisävalaistusta metsikön biologiseen kehitykseen. Eri puulajien kuutiomäärien suhdetta osoittavat taulukossa olevat kuutiosadannekset. Koealametsikköjen kuusettuminen tulee tässäkin selvästi esiin. Koealalla IX luonnonsiementämä kuusi on pituudessa ja kuutio-osuudessa ohittanut kylvetyn männyn ja istutetun lehtikuusen, koealalla XVI istutettu kuusi on päässyt vallitsevaksi puulajiksi metsäviljelmässä, johon on istutettu myös mäntyä ja lehtikuusta, samoin viljelmässä XXXI, joka eroaa edellisestä siten, että mänty on kylvettyä. Lehtikuusen vaipumista II:een tai vieläkin alempiin latvuskerroksiin on tapahtunut koealoissa I, III, VI, VIII, XIV, XVI, XVII, XIX, XXIII ja XXXII. Tämäkin tukee L. Ilvessalon aiemmin tekemää havaintoa ulkomaisten puulajien heikosta kilpailukyvystä kotimaistemme kanssa.



Kuva 20. Metsäviljelmä n:o 96. Mäntyhajakylvö rukiinoraaseen v. 1887, Siperian lehtikuusen istutus seuraavana vuonna. V. 1918 kuutiomäärästä oli mäntyä n. 70 %, kuusta n. 20 % ja lehtikuusta n. 10 %. I:ssä latvuskerroksessa oli vain lehtikuusta, II:ssa lehtikuusta ja mäntyä, III:ssa lisäksi kuusta. — Valok. v. 1918 Lennart Segerstråle.

Kuutiotuoton suhteen useiden koealojen metsiköt ovat verrattavissa luonnonnormaalien männiköiden vastaavaan tuottoon. Vertailun tekeminen vaikeutuu eräissä tapauksissa sen johdosta, että tiedot harvennusmääristä joko puuttuvat tai ovat epävarmoja. Muutamien koealojen tiheyskin on ollut epätyydyttävä. Jos tämän taulukon tuloksia verrataan L. Ilves-

Taulukko 8. Yhdistelmä Seger-

Segerstrålen koealan n:o	metsäviljelmän n:o	Arvioimisosaston koealan n:o	Lauri Ilvessalon koealan n:o	Metsätyyppi	Perustamistapa ja ikä v.[1] mänty	kuusi	lehtikuusi	pihtakuusi	koivu ym.	Harvennus-[2] aste O—III	määrä, m³/ha
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	3b	—	57	OMT	k 43	l 35	i 42	—	—	III	90
II	2a[B]	—	59	»	k 46	l<46	—	—	—	Tuhoja	—
III	1	—	56	»	k 36	l<35	i 40	—	l 36	»	—
IV	10	—	33	»	k 28	l<28	i 30	i 31	—	II	16
V	6[bG]	—	—	MT	l 20	l<20	i 22	—	l 20	II	12
VI	58	—	52	OMT	i 36	i 36	i 38	i 26	—	II	22
VII	57	—	—	»	i 38	i 38	—	—	—	II	100
VIII	55	—	53	»	k 30	l<30	i 32	—	l 30	II	25
IX	49	—	50	»	k 36	l<36	i 36	—	—	II	36
X	30	—	—	MT	k 45	l<45	—	—	—	Tuhoja	—
XI	24	5a, b	—	OMT	k 44	l<44	—	—	—	II	40
XII	21	—	—	VT	k 27	l 27	—	—	—	II	26
XIII	22	—	30	MT	k 30	l≦30	i 32	—	—	—	—
XIV	23	—	29	»	k 36	l≦30	i 37	—	—	II	32
XV	20	—	28	OMT	k 28	l≦28	i 30	—	—	Tuhoja	—
XVI	32	3 a, b	—	MT	i 38	l 40	i 38	—	—	II	41
XVII	35	—	40	»	k 44	l<44	i 45	—	—	II	—
XVIII	39	—	—	»	k 44	l<44	—	—	—	II	—
XIX	40	—	45	OMT	k 45	l 45	i 47	—	—	II	—
XX	63	35 a, b	23	»	k 35	—	i 37	—	—	II	35
XXI	76A,B	36 a, b	—	MT	k 32	—	—	—	i[ta] — 37	III	92
XXII	65	44 a, b	17	OMT	k 46	l<46	—	—	—	II	65
XXIII	64	—	18	MT	k 44	i 46	i 45	—	—	I	12
XXIV	71	—	14	OMT	k 30	l≦30	i 31	—	—	I	18
XXV	79	42 a, b	21	MT	k 29	—	i 32	—	—	I	20
XXXVI	82	—	—	OMT	i 41	—	—	—	—	I	10
XXVII	81	33	12	»	k 36	l≦36	i 33	—	—	I	20
XXVIII	80	—	13	»	k 31	l≦31	i 32	—	—	I	—
XXIX	106A	—	1	MT	k 46	l<45	i 45	—	—	II	30
XXX	106B	—	—	OMT	k 46	l<46	—	—	—	II	30
XXXI	105	—	2	»	k 32	i 32	i 31	—	l<31	I	18
XXXII	102	—	4	»	k 33	i 36	i 36	—	—	I	15
XXXIII	93	—	8	»	k 30	—	—	i 32	—	I	—
XXXIV	100B	25 a, b, c	5	»	—	l<36	i 36	—	—	I	15

[1]) Perustamistapa: k = kylvö (hajakylvö), i = istutus, l = luonnonsiemennys.

[2]) Harvennus: 0 = luonnontilainen, I = lievä, II = vahva, III = erittäin vahva harvennus.

[3]) Latvuskerros: Schotten luokitus. m = mänty, ku = kuusi, ko = koivu, lk = lehtikuusi, pi =

strålen koealoista vuodelta 1918

Kuutiomäärä kuorineen, m³/ha	Kuutiomäärästä %					Eri puulajien pisimpien puiden keskipituus m seuraavissa latvuskerroksissa[3])				
	mäntyä	kuusta	lehtikuusta	pihtakuusta	koivua	I	II	III	IV	alispuusto
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
120	79	14	7	—	—	m 17	lk 14	ku 11	—	—
166	92	8	—	—	△	m 16	—	ku 11	—	—
231	94	5	1	—		m ko 15	ku 14	—	lk 8	—
90	70	10	16	4	—	m ku lk pi 12	—	—	—	—
46	5	11	81	—	3	lk 10	ku 8	m ko 6	—	—
183	85	9	1	△	4	m ku 14	—	ko lk 11	pi 9	—
239	15	85	—	—	—	ku m 15	—	—	—	—
154	87	3	8	—	3	*m* lk 13	ko 11	ku 9	—	—
211	34	65	1	—	—	*ku* 15	m lk 13	—	—	—
263	99	1	—	—	—	m 19	—	—	—	ku<12
240	99	1	—	—	—	m 18	—	—	—	ku<10
114	96	4	—	—	—	m 12	—	—	ku 8	—
135	32	2	66	—	—	*lk* m 14	—	ku 12	—	—
184	88	2	10	—	—	m 19	lk 17		ku 11	—
136	80	12	8	—	—	*m* lk 12	ku 10	—	—	—
202	16	82	2	—	—	*ku* m 15	lk 13	—	—	—
279	88	8	4	—	—	m 20	lk 19	—	—	ku<10
230	99	1	—	—	—	m 20	—	—	—	ku<12
261	92	5	3	—	—	m 21	—	lk 17	—	ku<12
117	82	△	18	—	—	*m* lk 17	—	—	—	ku< 9
160	96	4	—	—	ta 1 —	m 17	ku 16	—	—	ta<11
277	98	2	—	—	—	m 20	—	—	—	ku<12
174	97	2	1	—	—	m 20	—	—	lk 12	ku<10
108	68	2	30	—	—	*m* lk 14	—	—	ku 8	—
119	86	2	12	—	—	m lk 13	—	ku 9	—	—
229	99	1	—	—	—	m 19	—	—	—	ku< 9
182	78	7	15	—	—	*m* lk 17	—	—	ku 10	—
199	41	40	19	—	—	*m* lk 13	ku 11	—	—	—
135	4	1	95	—	—	*lk* m 19	—	—	ku 12	
180	96	2	2	—	—	*m* lk 19	—	—	—	ku<10
216	27	66	6	—	1	*ku* m lk ko 15	—	—	—	—
291	83	2	15	—	—	m 19	lk 17	ku 15	—	—
136	90	2	—	8		*m* pi 11		ku 8	—	—
125	—	1	99	—	—	lk 14	—	—	ku 8	—

pihtakuusi, ta = tammi.



Kuva 21. Kuusettuvaa puolukkatyypin männikköä Vesijaon luonnonpuistossa. — Valok. v. 1924 Olli Heikinheimo.

salon 9 vuotta aiemmin tehtyihin havaintoihin, tullaan lähemmäksi edellä kuvatun kehityksen alkuvaihetta.

Metsäntutkimuslaitoksen arvioimisosaston pysyvistä harvennuskoealoista suurin osa on myös näissä kaskiviljelmissä. Sattuupa niinkin, että sekä osasto että Segerstråle ovat ottaneet 8 koealaansa tai koealasarjaansa samoista metsiköistä. Näiden kehitystä voidaan siis numeerisesti seurata vuosien 1918 ja 1952 välisenä aikana, tosin useimmiten harvennuksin ohjattuna. Niin on lehtikuusi hävinnyt arvioimisosaston koealoilta 3 kokonaan vuoden 1918 jälkeen. Jos harvennusmäärät v. 1918 ja sitä ennen sekä vuosien 1918 ja 1924 välisenä aikana olisivat tunnettuja ja nämä lisättäisiin arvioimisosaston koealojen harvennus- ja kokonaistuottoa osoittaviin määriin, tultaisiin useassa vanhemmassa metsikössä huomattavasti suurempiin puun tuottoa osoittaviin lukuihin kuin koealassa. Samoin ne ylittäisivät usein tuottotaulukoiden luonnonnormaaleille männiköille ja kuusikoille antamat tulokset. Oireellista on myös, että koealametsien valtapituus ylittää useimmiten vastaavan pituuden luonnonnormaalissa männikössä ja kuusikossa. Mielenkiintoinen on myös havainto, että luonnonsiementämä kuusi toisinaan ohittaa OMT:ssä kylvö- ja istutusmännyn jo verraten nuorella iällä, pienemmästä iästään huolimatta, mistä seikasta jo edellä on ollut puhetta.



Kuva 22. Koeaseman luona oleva istutettu visakoivikko (metsäviljelmä n:o 131, ns. Aaltosen visakoivikko) on Suomessa perustetuista vanhin. Metsikköön on koetettu saada runkomaisia visakoivuja kasvattamalla sitä hyvin tiheänä ja kuusialispuustoa apuna käyttäen. — Valok. v. 1954 R. Saarnio.

Koealametsikköjen hyvää kasvua osoittaa se, että niissä käenkaalimussikka-(OMT), jopa mustikkatyypissäkin (MT), on 35—65 vuoden iällä juokseva vuotuinen kasvu yleensä 10—13m³ hehtaarilla. Tällaisiin tuloksiin on tultu sekä kotimaisten havupuiden ja Siperian lehtikuusen puhtaissa metsiköissä että näiden puulajien sekametsissä.

Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosastolla on Vesijaon kokeilualueessa 12 pysyvää koealasarjaa ja niissä 26 koealaa. Kun koealat ovat enimmäkseen sellaisilla turvemailla, joiden ensimmäinen ojitus on toimitettu jo n. 40 vuotta sitten, on saaduilla tuloksilla tässäkin mielessä erityinen arvo. Sitä paitsi on ojituksia sijoitettu sekä heikoille että hyville soille, erilaisiin rämeihin ja korpiin. Jälkimmäisten muuttumat ja niistä muodostuneet turvekankaat ovat parhaissa tapauksissa antaneet n. 30—40 vuoden ikäisille metsiköille, jotka ovat syntyneet joko ojituksen jälkeen tai vähän sitä ennen, 8—10 m³:n vuotuisen kasvun hehtaarilta. Oma mielenkiintonsa on myös saman alkuperäisen suotyypin muuttumisella erilaisissa kuivatusoloissa eriarvoisiksi suomuuttumiksi ja turvekankaiksi.

Suontutkimusosaston työ ojitusten suunnittelussa, ojien kunnon säilymisen tarkkailussa, soiden metsittymisen seurailussa, suometsien hoidossa ja ojituskustannusten määrän ja sen jakautumisen jatkuvassa kirjaamisessa

on antanut ja tulee vastaisuudessakin antamaan aineistoa monille suontutkimuksen piiriin kuuluville tärkeille tutkimuksille.

Metsänhoidon tutkimusosastolla on kokeilualueessa vain muutamia pysyvämpiluontoisia koealoja. Nämä koskevat ennen muuta metsäpuiden siemensatoa, sen vaihteluita, laatua ja määrää. Näiden tuloksista olen tehnyt selkoa kolmessa julkaisussani. Professori S a r v a s on saattanut nämä selvittelyt enemmän tarkoitustaan vastaaviksi kehittämällä siemenmittareita ja sijoittamalla ne eri puulajien puhtaihin metsikköihin, joita on tarkoitukseen sopivalla tavalla edeltävästi käsitelty. Määrämittaan toimitetun harsinnan vaikutuksen selvittämiseksi on täysin tasaikäiseen männikköön Tevänninjärven lähettyville perustettu kolmiosainen koealasarja. Kun suojuspuuhakkaus on ollut kokeilualueessa yleisesti käytetty hakkausmenetelmä, on osastolla joitakin sitä selvitteleviä koealoja. Lisäksi on mainittava, että tämän hakkausmenetelmän antamia tuloksia on seurailtu kokeilualueessa pitkin aikaa kaikkialla, missä siihen on ollut tilaisuutta. Läheisiä tälle osastolle ovat myös kaikki kokeilualueessa suoritetut metsänviljelytyöt, puiden karsimiset, koivun runkojen sitomiset laineellisen puun kasvattamiseksi ja monet muut työt. Metsänviljelyaloista kiinnostaa osastoa erityisesti Siltalanmaassa oleva laaja saarni-istutus sekä visakoivun kasvatus.

Metsäbiologian tutkimusosasto on myös löytänyt työlleen aineistoa arvioimisosaston pysyvien koealojen kasvipeitteen vaihteluista sekä visakoivuviljelmistä. Kiitollista tutkimusmateriaalia ovat lisäksi tarjonneet Virnanmaan runsaat mukurakuusiesiintymät, samoin luonnonsuojelualueeksi ehdotettu osa kokeilualuetta.

Maantutkimusosastolla on myös pysyviä koealoja osaston tarkoituksiin sopivissa puhtaissa metsiköissä.

Metsätalouden tutkimusosastolle voi kokeilualueen metsien taloudesta pidetyn ja pidettävän kirjanpidon aineisto antaa mahdollisuuden yksityiskohtaisempiinkin selvityksiin, kuin mitä edellä tehdyt ovat. Erityinen mielenkiintonsa tulee tältä kannalta olemaan kokeilumetsälöllä, jonka tilastot voitaneen saada taaksepäinkin luotettaviksi vuoden 1924 alkuun asti. Kirjanpidon täydentäminen nykyisiä vaatimuksia vastaavaksi kuuluu myös tämän osaston tehtäviin.

AUS DER GESCHICHTE DES VERSUCHSFORSTES VESIJAKO

Referat

Die Forstliche Forschungsanstalt Finnlands hat für ihre Forschungszwecke eine Bodenfläche von rund 60 000 ha. Diese zerfällt in 14 in verschiedenen Teilen Finnlands gelegenen Versuchsforsten. Zu den ältesten oder i. J. 1922 gegründeten gehört u. a. der etwas nördlich des 61. Breitengrads in Südfinnland gelegene Versuchsforst Vesijako. Seine Geschichte kann man verhältnismässig weit in der Zeit zurück verfolgen, denn bereits i. J. 1859 wurden die Staatswälder von Vesijako für Staatsforst erklärt und an das Lehrrevier des vor kurzem gegründeten Forstinstituts Evo angeschlossen. Eine Auseinandersetzung der seit dem Bestehen dieser Lehranstalt und der Forstlichen Forschungsanstalt in diesem Revier durchgeführten Arbeiten und deren Ergebnisse gab Anregung zum Niederschreiben der vorliegenden Untersuchung.

Das Areal des Staatsforstes Vesijako betrug ursprünglich 1952 ha. Nachdem die darin enthaltenen fünf Pachtgüter und ein Waldwächtergehöft 1934 selbständig geworden waren, und nach einigen anderen Abtretungen und Anschlüssen von Land war das Areal des Versuchsforstes nur noch rund 1 700 ha, darunter etwa 1 600 ha mit eigentlicher Waldwirtschaft. Der Mineralboden besteht grösstenteils aus Moräne, die Moore wieder aus Bruchmooren. Beide sind von ziemlicher Güte. Die Möglichkeiten der Holzleistung des Versuchsforstes werden durch folgende Zahlen über die Verteilung der Standorte beleuchtet: Myrtillustyp (MT) und besser als dieser 54 %, Vaccinumtyp (VT) 13 %, Callunatyp (CT) 1 %, produktive Bruchmoore (Kr I) 27 %, produktive Reisermoore (R I) 3 %, geringwüchsige Gebiete 2 %.

Die ersten Angaben über den Zustand der Wälder stammen vom Jahre 1849. Besonders interessant ist die Angabe, dass die als Schwende bebaute Fläche zu jener Zeit rund 417 ha oder 31 % des Areals des Mineralbodens betrug. Eingehender sind die Wälder in den Jahren 1877—1887 beschrieben, wo für den Staatsforst die ersten Forstwirtschaftspläne ausgearbeitet wurden. 26 % der Wälder des produktiven Waldbodens waren damals solche mit vorherrschendem Laubholz, 74 % mit vorherrschendem Kiefernholz und die durchschnittliche Kubikmasse rund 87 Festmeter Holz mit Rinde je Hektar. In der Schätzung des Jahres 1923 war die entschprechende Zahl 152 m^3, i. J. 1937 145, i. J. 1948 142 m^3. In den letztgenannten Jahren betrug der Zuwachs 4.1 Festmeter Holz ohne Rinde je Jahr und Hektar. Dem früheren gegenüber wiesen die Wälder immer mehr Fichtenholz auf. So waren i. J. 1948 50 % der Wälder des produktiven Bodens solche mit vorherrschendem Fichtenholz, 26 % mit vorherrschendem Kiefernholz, 22 % mit vorherrschendem Laubholz und 2 % Gebiete, die hauptsächlich mit fremdländischer Holzart bewachsen waren. Gleichzeitig waren die Altersklassenverhältnisse ausgeglichen worden: Die 20-jährigen Altersklassen zwischen 21 und 100 Jahren umfassten 19—25 % der Fläche des produktiven Waldbodens. An der Altersklasse unter 20 Jahren gab es zu wenig.

Der Zustand der Wälder ist durch Schwenden und anschliessenden Waldanbau Abholzungen und Waldentwässerungen beeinflusst worden. Über das Erstgenannte

das im Zeitraum von 1872—1922 betrieben wurde, wird im wesentlichen auf Grund einer eingehenden Auseinandersetzung berichtet, die i. J. 1918 vom Forstmeister und Kunstmaler Lennart Segerstråle ausgearbeitet wurde. Im ganzen wurden auf diese Weise 109 Kulturen mit einer Gesamtfläche von 68 ha oder einer durchschnittlichen Fläche von 0.6 ha gegründet. Das übliche Verfahren ist dabei das folgende gewesen: Der Wald, der fast immer aus Grauerle und Birke bestand, wurde gegen Johannis niedergeschlagen; um ein Jahr später erfolgte das Schwenden der Fläche, der Roggensaat und das Bedecken des Samens durch Pflügen mit dem Schwendpflug, das Säen des Kiefernsamens im darauffolgenden Frühjahr in den überwinterten Roggensaat, das Pflanzen einer ausländischen Holzart im Herbst desselben Jahres oder im Frühjahr darauf. Unter den ausländischen Holzarten waren sibirische Lärche *(Larix sibirica)*, sibirische Tanne *(Abies sibirica)* und Zirbelkiefer *(Pinus cembra)* die üblichsten. Ähnliche Versuche Mischbestände anzulegen, führten bei weitem nicht immer zum gewünschten Ziel. Am besten gelang das Aufziehen der ausländischen Holzarten bei Anwendung von reinen Beständen mit einer einzigen Holzart. Bis Ende des Jahres 1952 waren im ganzen 273 Kulturen auf einer Fläche von 294 ha errichtet worden.

Die im Zeitraum von 1906—1952 entwässerte Moorfläche beträgt 372 ha. Gräben wurden 58 km aufgeworfen.

Die ersten eigentlichen Abtriebe im Staatsforst wurden in den 90er Jahren des 19. Jahrhunderts vorgenommen. Von dem damals angewandten Schlagverfahren musste man wegen des kleinen Absatzes des Holzes bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts Abstand nehmen und zum Plentern von Sägestämmen übergehen. Dies hatte eine Vermehrung der Sturmschäden und ein zunehmendes Verfichten der Wälder zur Folge. Zum Fortsetzen der letztgenannten Entwicklung hat auch der Übergang zu Femelschlägen beigetragen. Deshalb hat man den Anteil der Kiefer an der jungen Baumgeneration sichern wollen, indem in den Verjüngungsflächen Kiefer gepflanzt wurde.

Eine gesonderte Buchführung über den Haushalt des Staatsforstes Vesijako hat man erst seit 1924. Nach dieser wurden aus den Wäldern in den Jahren 1924—1952 durchschnittlich rund 6 900 Festmeter jährlich Holz mit Rinde genommen, darunter 51 % Nadelstarkholz, 5 % Laubstarkholz, 19 % Papierholz, 24 % Brennholz und 1 % sonstiges Holz. Die entsprechende Menge der Abholzung, d. h. einschliesslich des im Walde gebliebenen Schlagabfalles, beträgt 6 670 Festmeter Holz ohne Rinde. Das entspricht annähernd dem gleichzeitigen Zuwachs der Wälder, der für etwa 4.0 m^3 je Jahr und Hektar geschätzt worden ist.

61 % der vorerwähnten Abholzungsmenge sind durch die Veranstaltung des Versuchsforstes und somit als aufgearbeitetes Holz verkauftes, und 37 % s. g. auf dem Stamm verkauftes Holz. Die restlichen 2 % sind Hausbedarfsholz.

Nach dem Stande der finnischen Währung i. J. 1952 beträgt der durchschnittliche Reinwert des aus dem Walde genommenen Holzes 5 150 Fmk. je Jahr und Hektar. Für die verschiedenen Holzwarensorten waren die Nettopreise des Holzes mit Rinde in den Jahren von 1924—1952 die folgenden: für Nadelstarkholz 1 613 Fmk., für Laubstarkholz 1 998 Fmk., für Papierholz 874 Fmk., für Grubenholz 225 Fmk. und für Brennholz 198 Fmk.

Die eigentlichen Ausgaben des Versuchsforstes in den Jahren von 1924—1952 waren durchschnittlich 1 070 Fmk. je Hektar. Der Reingewinn war somit 4 080 Fmk. je Hektar. Unter den betreffenden Ausgaben machten Verwaltungs- und sonstige allgemeine Kosten 62 %, Waldkultur 8 %, Pflege der Wälder 12 %, Moorentwässerung (Instandhaltung der Gräben) 5 % und Grundverbesserungen 13 %.

Zur Ergänzung dieser wirtschaftlichen Auseinandersetzung betreffs des gesamten Versuchsforstes wurde vom Versuchsforst ein Versuchswaldbetrieb von 253 ha getrennt, wo der Forstbetrieb frei, von der eigentlichen Forschungstätigkeit unabhängig geregelt werden kann. Einen vollkommen gehegten Naturpark bildet ein 115 ha umfassendes Gebiet, in dessen Wäldern die durchschnittliche Holzmenge 245 Festmeter/ha und der entsprechende Zuwachs 5.6 m³ beträgt.

Mehrere Forschungsabteilungen der Forstlichen Forschungsanstalt führen im Versuchsforst auch weiterhin regelrechte Forschungsarbeit fort. Die Forschungsabteilung für Waldbau verdankt den vorstehend besprochenen, im Zusammenhang mit der Schwendwirtschaft angewandten Verfahren des Waldanbaus vielen Aufschluss, der der Erforschung der biologischen Eigenschaften verschiedener Holzarten zum Nutzen gereicht hat. Dieser Arbeit schliessen sich eng die Untersuchungen an, die über dieselben Fragen bereits i. J. 1913 von E. Vuori und L. Ilvessalo veröffentlicht wurden (Acta forestalia fennica 2).

Aus der Anwendung verschiedener Verfahren des Verjüngungshiebes auf die Wälder ergaben sich viele für die Forstwirtschaft wertvolle Erkenntnisse. Auch die Samenernte der einheimischen Holzarten, die darin vorkommenden Abwechslungen, ihre Güte und Menge, wurden seit mehreren Jahrzehnten untersucht. Ferner interessiert sich die Abteilung insbesondere für das Aufziehen der Maserbirke, Aufästungsversuche der Bäume und den Eschenanbau.

Die Forschungsabteilung für Waldabschätzung hat im Versuchsforst 57 Dauerversuchsflächen, auf welchen in erster Linie die Einwirkung der Durchforstungen auf den Zuwachs und Ertrag verschiedenartiger Bestände beobachtet wird. Die meisten Versuchsflächen befinden sich in den Forstkulturen, die in den vorstehend erwähnten abgeschwendeten Flächen entstanden waren. Hier beträgt der laufende jährliche Zuwachs beim Alter von 35—65 Jahren 10—13 m³/ha.

Die Zahl der ständigen Versuchsflächenserien der Abteilung für Moorforschung ist 12 und die der dort befindlichen Versuchsflächen 26. Der Zuwachs der besten Versuchsflächenwälder ist 8—10 m³/ha.

Die Forschungsabteilung für Forstbiologie hat Material für ihre Forschungen u. a. über die Dauerversuchsflächen der Abschätzungsabteilung, über Maserbirkenbestände und die im Versuchsforst recht häufig auftretende Knorrenfichte. Die Abteilung für Bodenforschung hingegen hat ihre eigenen Versuchsobjekte in einigen reinen Wäldern von einheimischen Holzarten, und die Forschungsabteilung für Forstwirtschaft kann das umfassende Material benutzen, das sich aus dem Versuchswaldbetrieb und aus den Betrieben des gesamten Versuchsforstes im Laufe der Jahre angesammelt hat und auch weiterhin ansammelt.

TULOKSIA ULKOMAISTEN PUULAJIEN VILJELYSTÄ SUOMESSA

OLLI HEIKINHEIMO

ERGEBNISSE VON EINIGEN ANBAUVERSUCHEN MIT FREMDLÄNDISCHEN HOLZARTEN IN FINNLAND

HELSINKI 1956

Helsinki 1956. Valtioneuvoston kirjapaino

Sisältö

Sivu

Johdanto 5
Puiden nimet sekä lyhennysmerkinnät 7
Siemenen alkuperä ja hankkijat 7
Taimien kasvatus ja istutus sekä viljelmien hoito 8
Yleiskuvaus viljelmien sijainnista 10
Aineisto ja sen käsittely 13
Viljelykokeiden puulajeittaiset tulokset 19
Abies alba, amabilis, balsamea, cephalonica, concolor, Faxoniana, Fraseri, grandis, holophylla, homolepis, koreana, lasiocarpa, lasiocarpa var. arizonica, Mariesii, nephrolepis, Nordmanniana, recurvata, sachalinensis, sachalinensis var. Mayriana, sibirica, sutchuenensis, Veitchii 19
Chamaecyparis Lawsoniana, obtusa, pisifera 27
Larix decidua, Gmelini, Gmelini var. japonica, Gmelini var. olgensis, leptolepis, occidentalis, sibirica 28
Kansainväliset lehtikuusikokeet 38
Lehtikuusen risteytymät 40
Picea asperata, Engelmanni, glauca, glauca var. albertiana, Glechnii, jezoensis, Koyamai, mariana, Omorika, pungens, rubens, Schrenkiana, Wilsonii 41
Pinus Banksiana, Cembra, contorta var. latifolia, flexilis, Heldreichii var. leucodermis, koraiensis, monticola, Mugo, nigra, Peuce, ponderosa, Strobus 47
Pseudotsuga taxifolia 54
Taxus cuspidata 56
Thuja koraiensis, occidentalis, plicata 56
Thujopsis dolabrata 57
Tsuga canadensis, caroliniana, diversifolia, heterophylla, Mertensiana 58
Acer campestre, Ginnala, Mono f. marmoratum, Negundo, rubrum, saccharum, triflorum 59
Aesculus Hippocastanum 60
Almus viridis 61
Betula davurica, Ermani, lutea, mandshurica var. japonica, Maximowicziana, papyrifera var. neoalaskana 61
Carpinus Betulus 62
Cercidiphyllum japonicum 62
Fagus grandifolia, sylvatica 62
Fraxinus americana, chinensis var. rhyncophylla, longicuspis, mandshurica, oregona, pennsylvanica 63
Juglans mandshurica, Sieboldiana 64
Phellodendron amurense, japonicum 65
Populus canadensis, canescens, eucalyptus, laurifolia, nigra, suaveolens, Tacamahaca 65
Prunus Sargenti 66
Quercus borealis 66
Tilia japonica, platyphyllos 66

Viljelykokeiden yleistulokset ja niihin vaikuttaneet seikat 67
Maantieteellisen sijainnin vaikutus 67
Kasvupaikan laadun vaikutus 70
Viljelmien perustamistavan ja hoidon vaikutus 70
Tuhot ja niiden vaikutus 72
Puulajien kasvun vertailua 77
Puurotujen vertailua 84
Eräitä sovellutuksia 87
Referat: Ergebnisse von einigen Anbauversuchen mit fremdländischen Holzarten in Finnland 92
Kirjallisuutta 102
Taulukko 2 — Tabelle 2 104

Johdanto

Osalla niistä valtionmaista, jotka Metsäntutkimuslaitos 1920-luvulla sai kokeilualueikseen, oli käytetty myös ulkomaisten puulajien viljelyä. Se koski kuitenkin vain muutamia harvoja puulajeja ja lisäksi niidenkään siemenen alkuperästä ei voitu läheskään aina saada luotettavia tietoja. Näin ollen näytti tarpeelliselta ryhtyä järjestämään uusiin kokeilualueihin entistä monipuolisempaa ulkomaisten puulajien koeviljelyä. Tukea tälle käsitykselle antoivat myös ne lupaavat tulokset, joihin Elimäen Mustilassa oli tässä kokeilussa jo päästy. Oma vaikutuksensa oli myös A. K. Cajanderin tätä alaa koskevalla kirjallisella toiminnalla, etenkin Suomen dendrologiaa käsittelevällä teoksella (1917), jossa monen kymmenen vieraan puulajin kohdalle liittyy kehotus ryhtyä selvittelemään niiden menestymisen mahdollisuuksia Suomessa. Sama ajatus sisältyi myös Lauri Ilvessalon moniin dendrologisiin kirjoituksiin ja tutkimuksiin (1913, 1920, 1923).

Kun Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueisiin näin perustetut uudet ulkomaisten puulajien viljelmät nyt ovat yli 20 vuoden ikäisiä, on pidetty toivottavana, että niistä jo tässä vaiheessa laaditaan selvitys ja tulosten yhdistäminen. Tämän yhdistelmän teossa on käytetty apuna myös niiden Evon valtionpuistossa ja Mustilan tilalla olevien viljelmien tuloksia, joissa Metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisen tutkimusosastolla on pysyvät koealat. Myös Aulangon kansallispuistossa ja Hämeenlinnan kaupungin omistamalla Turvan tilalla Padasjoella, joissa olevista ulkomaisista puista suurin osa on kasvatettu samoista taimista kuin Metsäntutkimuslaitoksen, on tehty havaintoja ja mittauksia.

Tutkimuksen arvoa olisi voitu lisätä ulottamalla havaintojen ja mittausten teko muihinkin Suomessa oleviin ulkomaisten puulajien viljelmiin, lähinnä valtion metsähallinnon sekä suurimpien metsäteollisuusyhtiöiden toimesta perustettuihin. Metsänhoidontarkastaja V. K. Aholan hyvän tahtoisesti antamien tietojen mukaan valtionmailla olikin vv. 1952—1954 seuraavat määrät ulkomaisten puulajien viljelyaloja: mm. lehtikuusta, pääasiallisesti Siperian, 230 viljelmää eli 320 ha, Murraynmäntyä 58 kpl eli 138 ha, pihtakuusta 54 kpl eli 23 ha ja sembramäntyä 14 kpl eli 3 ha. Näistä eivät kuitenkaan läheskään kaikki ole mainittujen puulajien puhtaita metsiköitä. Tämän työn puitteissa näiden, samoin kuin mainittujen yksityismailla olevien metsitysten selvittely olisi ollut ylivoimainen.

Kokeilualueisiin perustettujen uusien ulkomaisten puulajien viljelmiin tarvitun siemenen hankkimisessa ovat antaneet korvaamatonta apua tod. valtioneuvos A. F. Tigerstedt ja tilanomistaja C. G. Tigerstedt. Lisäksi on heiltä saatu myös taimia, osin lahjaksi, osin vaihtaen. Ulkomaisista siemenen välittäjistä on erityisesti mainittava japanilaisten Koreaan perustama metsäntutkimuslaitos ja sen johtaja tohtori M. Tozawa sekä japanilaiset professorit F. Koide ja I. Sonobe. Amerikkalaista siementä on saatu eräiltä Yhdysvaltain ja Kanadan metsäntutkimuslaitoksilta. Ne yksityiset henkilöt, jotka edellisten lisäksi ovat antaneet tällaista apua, mainitaan tämän kirjoituksen siinä osassa, joka koskee siemenen alkuperää ja hankkijoita.

Koeviljelmiin käytettyjen taimien kasvatusta, istuttamista ja viljelmien hoitoa ovat valvoneet aluemetsänhoitajat Yrjö Kanerva ja Yrjö Jouttimäki sekä heidän alaisensa metsäteknikot, pääasiallisesti Emil Siira, W. M. Westala ja Aleksi Ilmanen. Suurta kiinnostusta näihin töihin on osoittanut etenkin metsänhoitaja Kanerva. Ohjeet Metsäntutkimuslaitoksen metsänhoidon tutkimusosaston näistä viljelmistä ottamia koealoja ja havaintojen tekoa varten on laatinut professori Risto Sarvas. Niihin perustuvat työt on suorittanut osaksi metsänhoitaja Matti Heikinheimo, pääasiassa kuitenkin metsäteknikko Reino Saarnio, joka myös on taitavasti ja auliisti muutenkin avustanut tämän tutkimuksen aineiston käsittelyssä. Professori Viljo Kujala on määrittänyt useita viljelmissä havaittuja sienituhoja, fil. tohtori Sakari Saarnijoki epävarmoina pidettyjä puulajeja. Poikkeuksellisesta pakkastalvesta 1939—40 johtuneiden tuhojen arvioinnin ovat kesäkautena 1940 suorittaneet fil. maisteri Tellervo Hemmi sekä metsäteknikko Erkki Häyrynen. Valokuvista on suurimman osan ottanut tekn. ylioppilas Matti Kanerva, pienemmän metsäteknikot Aug. Ketola ja Reino Saarnio. Kaikille edellä mainituille on tässä yhteydessä annettava tunnustus ja kiitos.

Tämän kirjoittajan on kiitettävä osoitetusta luottamuksesta Metsäntutkimuslaitosta ja Suomen Luonnonvarain tutkimussäätiötä, edellistä siitä, että tutkimuksen selostusten laatiminen ja päätelmien teko on uskottu hänelle, jälkimmäistä taas saadusta tutkimusapurahasta, jolla tämän työn aiheuttamat menot — myös painatuskulut — on voitu korvata.

Selostuksen saksantamisen on suorittanut Teijo Havun kielitoimisto.

Helsingissä, marraskuussa 1955

Olli Heikinheimo

Puiden nimet sekä lyhennysmerkinnät

Niiden siemenerien nimeämisessä, joista tässä kuvattavat viljelmät ovat saaneet alkunsa, ei alkuaan ole käytetty yhtenäistä nimistöä. Sellaiseksi on nyt otettu Alfred Rehderin teoksessa Manual of Cultivated Trees and Shrubs, Second Edition (New York, 1949) oleva. Tällöin on tietenkin useimmissa tapauksissa jouduttu vaihtamaan alkuperäinen nimi mainitussa teoksessa käytettyyn. Vain poikkeuksellisesti on ryhdytty viljelmien puiden lajin uuteen määrittämiseen. Sitä onkin toisinaan vaikeuttanut se, etteivät kaikki viljelmät ole vielä saavuttaneet fertiilisyysikäänsä. Epävarmimmin määritetyiksi ovat jääneet itäaasialaiset lehtikuuset ja pohjoisamerikkalaiset valkokuuset. Ratkaisematta jää mm., onko viljelmien joukossa yhtään varsinaista Dahurian lehtikuusta, *Larix Gmelini* (Rupr.) Litvin., siitä huolimatta, että *L. dahurican* nimellä on saatu useita siemenlähetyksiä. Aasian lehtikuusilajien määrittäminen helpottuu varmaan paljon sen jälkeen, kun venäläisten uusi lajiluokittelu on meilläkin tullut tunnetuksi.

Kirjoituksessa toistuvat tietyt sanat siksi usein, että niille on ollut käytettävä useassa yhteydessä lyhennysmerkintöjä. Etenkin taulukoissa on kokeilualueiden ja niihin verrattavien muiden viljelypaikkakuntien nimet lyhennetty seuraavasti: Kivalo = Kiv, Vilppula = Vilp, Vesijako = Vesij, Punkaharju = Ph, Kitee = Kit, Aulanko = Aul, Lapinjärvi = Lapj, Mustila = Mus, Ruotsinkylä = Rk ja Solböle = Sb. Yksityiset viljelmät on merkitty mm. Ph 1/1877, mikä koskee Punkaharjun kokeilualueessa olevaa viljelmää 1, joka on perustettu v. 1877. Samoin tarkoittaa Rk 414/46 Ruotsinkylän kokeilualueen viljelmää 414, jonka perustamisvuosi on 1946. Kirjain D viljelmän numeron takana on lyhennys sanoista Dendrologinen puisto, Ka taas sanasta koeala. Kysymyksen ollessa puiden valtapituudesta merkitään esim. 33.0/79, missä edellinen luku tarkoittaa pituutta metreissä ja toinen ikää vuosissa. Saman viljelmän puun kokonaistuotto on taas 669/79, siis 669 m^3 kuorellista puuta 79 vuoden iällä.

Siemenen alkuperä ja hankkijat

Jokaisen uusien koeviljelmäin perustamiseen käytetyn siemenerän alkuperästä on ollut tarkoitus saada mahdollisimman luotettavat ja yksityiskohtaiset tiedot. Valitettavasti tämä ei ole läheskään aina onnistunut.

Puutteellisimpia ovat olleet ilmoitukset eräiden ulkomaisten siemenliikkeiden välityksellä saaduista siemennäytteistä. Vaillinaisesti määritettyjä ovat olleet myös usean japanilaisen siemenen keräyspaikat siitä huolimatta, että niiden lähettäjinä ovat olleet tunnetut metsälaitokset ja henkilöt. Poikkeuksena tästä on ollut Koreassa toiminut Japanin metsäkoelaitos. Myös Helsingissä toimineen siemenliikkeen OY Proveniens'in antamat tiedot ovat olleet yleensä riittäviä.

Kuten viljelmien yksityiskohtaisesta selostuksesta näkyy, on siemenen alkuperä pyritty määrittämään mainitsemalla keräyspaikan nimi, leveys- ja pituusaste sekä korkeus merenpinnasta. Eräissä tapauksissa saadut tiedot paikkakunnan ilmastosta ja metsän laadusta on tässä yhteydessä ollut pakko sivuuttaa.

Kokeilualueisiin lähetetyistä siemenistä on laadittu ns. siemenkortti, joka jatkuvasti on säilytetty ao. kokeilualueessa.

Vanhempien, pääasiallisesti viime vuosisadalla Vesijaon ja Punkaharjun kokeilualueisiin perustettujen viljelmien alkuperän selvittelyssä ei ole päästy täyteen varmuuteen, kuten kirjoituksessani Vesijaon kokeilualueen vaiheista (1955) olen osoittanut. Hataroiksi ovat myös jääneet tiedot meillä lehtikuusen emometsänä yleisimmin käytetyn Raivolan lehtikuusimetsän alkuperästä. Tosin Metzger (1935) on luullut voivansa osoittaa, että metsän perustamiseen käytetty siemen olisi peräisin Venäjältä Ufan seuduilta. Tämä voikin koskea metsän valtaosaa, mutta tuskin metsää kokonaisuudessaan. Metsä on nim. perustettu monin eri ottein nim. vv. 1738, n. 1740, n. 1775, n. 1812, n. 1820 ja n. 1825. Ensimmäisen kylvöksen siemen on tunnetusti Arkangelin seuduilta (Lauri Ilvessalo 1923).

Selvittämättä on jäänyt myös vanhimpien Euroopan lehtikuusen, sembramännyn ja pihtakuusen viljelmien alkuperä. Tämä koskee myös vanhimman aineistossa mainitun, Kiteen viljelmän siementä.

Mikäli siemenen hankkija tiedetään, sekin on mainittu viljelmien yksityiskohtaisen selostuksen yhteydessä.

Taimien kasvatus ja istutus sekä viljelmien hoito

Kokeilualueiden uusiin viljelmiin käytetyt taimet on vähäisin poikkeuksin kasvatettu omissa taimitarhoissa Punkaharjulla, Vesijaolla, Ruotsinkylässä ja Solbölessä. Tämän yhteydessä tehdyistä havainnoista on tehty merkintöjä ns. taimitarhakortteihin, jotka myös ovat jääneet ko. kokeilualueen arkistoon. Mikäli taimet ovat kuolleet tyystin jo taimitarhassa, koe sen taimierän kohdalla on päättynyt, eikä siitä tässä selostuksessa ole mitään mainintaa. Näin on käynyt mm. mammuttipetäjän, *Se-*

qvoia gigantea (Lindl.) Buchholz, josta on taimitarhassa ollut tuhansia 1-kesäisiä taimia. Eräiden puulajien kohdalla on puuttaisessa selostuksessa maininta myös tuhoista taimitarhassa, mikäli tuhot ovat näyttäneet olevan luonteenomaisia ko. puulajille.

Metsään taimet on istutettu aina koulittuina, tavallisesti 4—5 vuoden ikäisinä. Kun tiettyä taimilajia tai rotua on usein kasvatettu vain yhdessä taimitarhassa ja se siksi on ollut lähetettävä toisiin kokeilualueisiin, eivät taimet aina ole tulleet istutuspaikkaansa mahdollisimman edullisessa kunnossa. Tämä seikka on eräissä tapauksissa voinut vaikuttaa jonkin verran taimien säilymiseen ja kasvuun parina istutuksen jälkeisenä kesänä.

Yleisin on uusissa viljelmissä ollut kevätistutus. Syysistutusta on käytetty vain harvoin. Viime vuosisadan viljelmissä sitä vastoin lehtikuusen syysistutus on ollut yleinen.

Taimitiheydet ovat eri puulajeilla olleet erilaisia. *Tsuga*-lajeilla ne ovat olleet keskimäärin 1 700 kpl/ha, *Larix*-lajeilla 1 800, *Abies*-lajeilla 2 200, *Pseudotsuga*-lajeilla 2 800, *Picea*-lajeilla 2 900, *Thuja*-lajeilla 3 300 ja *Pinus*-lajeilla 3 500. Saman suvun eri lajeilla on kuitenkin ollut huomattavaa vaihtelua, kuten taulukosta 1 huomaa, samoin samankin lajin eri viljelmissä. Solbölen kokeilualueessa, jossa viljelmien perustamiseen käytettävät alueet ovat olleet pienemmät kuin muualla, istutusvälitkin ovat tulleet verraten suppeiksi.

Istutusaloilla on toimitettu taimiston täydennystä aina kun vastaavia taimia oli käytettävänä. Näiden lukua ei tähän kirjoitukseen liittyvissä tilastoissa ole lisätty alkuperäisiin taimimääriin.

Taimet on istutettu joko avoalalle tai verhopuuston alle. Edellistä on käytetty pääasiallisesti ns. valopuille, kuten *Larix*, *Pinus*, *Betula*, *Quercus*, verhopuustoa taas ns. varjopuille *Abies*, *Taxus*, *Fagus*, *Fraxinus*. Mm. *Picea*- ja *Pseudotsuga*-lajeilla on järjestetty vertailevia istutuksia sekä aukealle että verhopuuston alle.

Tällaiset alkuperäiset suunnitelmat ovat kuitenkin häiriytyneet istutusalalle myöhemmin nousseen tai sillä aiemmin olleen puuston kehittymisen vuoksi. Mm. Ruotsinkylän kokeilualueessa on useita ulkomaisia puulajeja istutettu 10-kunta vuotta sitten siemenpuuasentoon hakatuille lohkohakkausaloille, joista sekä siemenpuut että nuori lehtipuunsekainen puusto poistettiin. Viimeksi mainitun uudelleen vartuttua ulkomaiset puut joutuivat kilpailemaan jo alun pitäen voimakkaan kotimaisen puuston ja vesakon kanssa, siis varsin tukaliin oloihin. Toisissa tapauksissa taas varsinaista verhopuustoa jäi suhteettoman paljon.

Edellä oleva osoittaa, että nuoret ulkomaisviljelmät kaipasivat jo nuoressa vaiheessaan raivauksia sekä vähän kehittyneempinä harvennuksia ja jotkut vielä verhopuuston poistoa. Kuinka usein tällaisia toimenpiteitä on ollut tarpeellista toimittaa, selviää tarkastamalla etenkin Punkaharjun

kokeilualueen viljelmiä koskevia merkintöjä (taulukko 2). Muissa kokeilualueissa viljelmät ovat saaneet heikomman hoidon. Osin se on aiheutunut sotavuosista sekä hoidon edellyttämien varojen puutteesta, osin liiallisesta varovaisuudesta viljelmien käsittelyssä. Tämän tuhoisista seurauksista tulee edempänä puhe.

Yleiskuvaus viljelmien sijainnista

Viljelypaikkakuntien maantieteellinen sijainti on likipitäen:

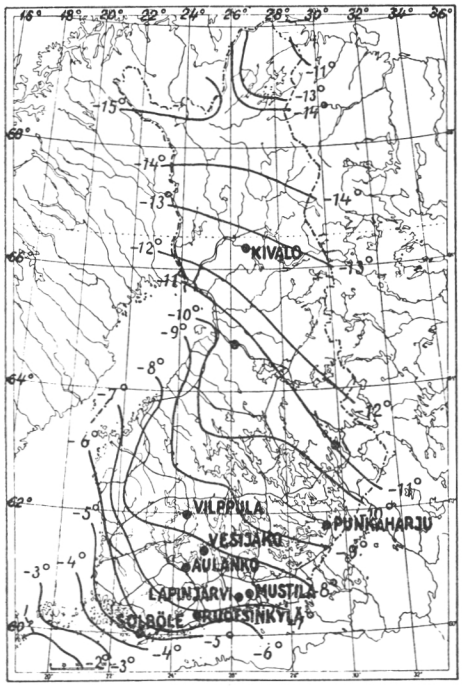
Kivalon kokeilualue	66°24′ x 26°44′	220 m mp.
Vilppulan »	63° 2′ x 23°21′	100 » »
Punkaharjun »	61°47′ x 29°18′	95 » »
Vesijaon »	61°23′ x 25° 3′	110 » »
Aulangon kansallispuisto	61° 2′ x 24°27′	150 » »
Lapinjärven kokeilualue	60°37′ x 26°10′	40 » »
Mustilan tila	60°23′ x 26°26′	40 » »
Ruotsinkylän kokeilualue	60°21′ x 24°59′	50 » »
Solbölen »	60° 3′ x 23° 2′	15 » »

Seuraavassa esitetään yleispiirteinen kuvaus viljelmien sijaintipaikoista kasvupaikkoina. Kun suurin osa viljelmistä on Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueissa, selostus tulee koskemaan pääasiassa näitä. Käsittelyn kohteena on lähinnä maa ja paikallinen ilmasto.

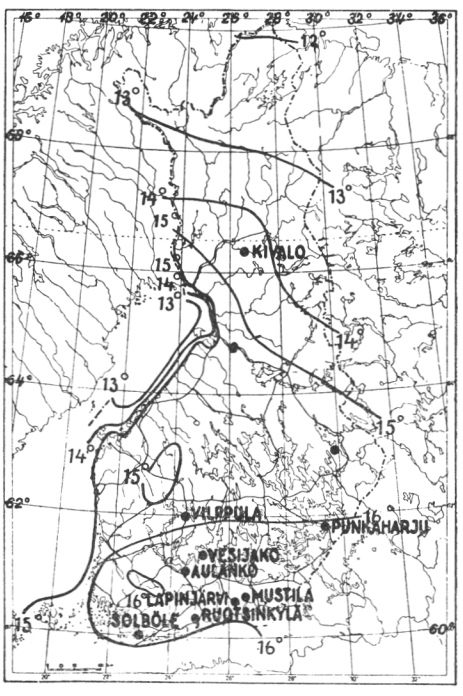
K i v a l o n k o k e i l u a l u e e s s a olevat tässä yhteydessä mainitut ulkomaisviljelmät ovat Kivalon vaarajaksoon kuuluvan Kumpukivalon laella, n. 230 m mp., Euroopan lehtikuusen Namalikkokivalon pohjoisrinteellä n. 200—220 m mp. Molemmat ovat vähäkivisiä morenimaita, jälkimmäinen paikoin soistumiselle altista. Kasvupaikkana ne on luettava paksusammaltyyppiin (HMT).

V i l p p u l a n k o k e i l u a l u e e n vanhemmat lehtikuusiviljelmät ovat Vilppulan kunnassa, nuoremmat Kaltilan valtionpuistossa Kuoreveden kunnassa. Viimeksi mainitut ovat tasaisella hiesuhietamaalla, joka vähäisissäkin notkokohdissa pyrkii soistumaan. Nämä ovat myös kylmiä paikkoja. Metsätyyppi on mustikka- ja puolukkatyypin vaiheilla (MT, VT). Vanhemmat ovat morenimaalla ja kasvupaikka vastaa mustikkatyyppiä.

P u n k a h a r j u n k o k e i l u a l u e e n viljelmät ovat Laukansaaren Lehtisalossa. Maa on pääosaltaan morenia. Alkuperäisten morenimaiden kasvupaikat ovat yleensä hyviä, enimmäkseen käenkaali-mustikkatyyppiä (OMT), osin sitä parempia. Entisten rantojen kohdalla maa sitä vastoin on huuhtoutunutta ja kasvupaikka karua, mustikka-, jopa puolukkatyyppiä vastaavaa. Kun verraten suuri osa tällaisista entisistä ranta-alueista on



Kuva 1. Viljelypaikkakunnat ja helmikuun lämpökäyrät. — *Abb. 1. Die Anbauorte und die mittlere Temperatur im Februar.*



Kuva 2. Viljelypaikkakunnat ja heinäkuun lämpökäyrät. — *Abb. 2. Die Anbauorte und die mittlere Temperatur im Juli.*

laakeita, karuhkot alat ovat verraten laajoja. Kotimaisen kuusen lisäksi niillä on kasvatettu mm. kanadalaisia kuusilajeja. Osa kivennäismaista on hiesunsekaisia ja siksi soistumiselle alttiita, jopa siinä määrin, että ne on ollut ojitettava. Tällaisia maita on etenkin työnjohtaja Hujun asunnon pohjoispuolella, missä nyt kasvaa pääasiassa lehtikuusta. Hiesun ja mudan sekaisia sekä helposti soistuvia ovat eräät Kokonlahden lähettyvillä ja Punnosen ulkopalstan rajalla olevat entiset niityt, joissa myös on koetettu kasvattaa ulkomaisia puulajeja. Lehtokorpijuoteissa, joista osa on hyvinkin reheviä, on ojituksen jälkeen viljelty etenkin tuijaa.

V e s i j a o n k o k e i l u a l u e on Padasjoen kunnassa, Vesijaonjärven läheisyydessä. Sen kangasmaat ovat kivistä morenia, jossa on verraten runsaasti tummia emäksisiä kivilajeja. Yleisin metsätyyppi onkin käenkaali-mustikkatyyppi.

E v o n v a l t i o n p u i s t o n viljelmät ovat vain n. 25 km päässä Vesijaolta ja suunnilleen samanlaisissa oloissa. Kun siinä sitä paitsi on vain 2 viljelmää, ei siitä tehdä lähemmin selkoa.

A u l a n g o n k a n s a l l i s p u i s t o on Hämeenlinnan kaupungin rajojen sisällä. Suurin osa ulkomaisista puulajeista on istutettu keinotekoi-

sille kasvupaikoille, alueille, joihin on puistossa olevia lampia tehtäessä vedätetty 10—20 cm paksu kerros maata, etupäässä mutaa. Kasvupaikat vastaavat lähinnä käenkaali-mustikkatyyppiä, osin myös sitä parempaa.

Turvan tilan, joka on Padasjoen kunnassa, omistaa Hämeenlinnan kaupunki. Tähän tutkimukseen liitetyt koeviljelykset on perustettu Hirtniemeen tyypilliselle viljavalle morenimaalle.

Mustilan tila on Elimäen kunnassa. Tässä mainittavat viljelmät ovat pääosaltaan savimailla, pseudotsuga kuitenkin runsaasti rapakiveä sisältävällä morenilla. Edelliset kasvupaikat on määritetty tavallisesti talvikkityypiksi (PyT), jälkimmäinen käenkaali-mustikkatyypiksi.

Ruotsinkylän kokeilualue on parikymmentä kilometriä pohjoiseen Helsingistä Tuusulan kunnassa. Ulkomaisviljelmille käytetyt maat ovat kivennäismaita, osin hiesua, osin kivistä ja hienommista osasista muodostuneita. Tyypillistä morenia tuskin tapaa. Hiesumaat ovat verraten tasaisia sekä helposti soistuvia ja kylmiä. Ancylusjärven ranta-alueet ovat huuhtoutuneita. Peruskallio on paikoin näkyvissä, paikoin hyvin lähellä, mikä myös voi häiritä viljelmien kehitystä.

Kasvupaikkojen luokittaminen on tässä kokeilualueessa yleensä vaikeata. Pelkän pintakasvillisuuden perusteella arvioiden ne hyvin usein tulevat merkityiksi liian hyviksi, etenkin hiesumailla.

Solbölen kokeilualue on Bromarfin kunnan pohjoisosassa, meren äärellä. Maat ovat kohtalaisen kivisiä, usein karkeahkoita osasia suhteellisen runsaasti sisältäviä morenimaita. Etenkin entisillä pelloilla on kiviä vähemmän. Varsinaista hiesua on enemmälti vain aniharvoissa paikoissa. Taipumus soistumiseen näyttää olevan täälläkin siitä riippuvaa. Ulkomaisten puulajien kasvattamiseen on yritetty käyttää myös suopeltoja, joskin huonoin tuloksin. Parhaiten menestyneet viljelmät ovat pohjoiseen viettävällä merenrantarinteellä. Metsätyypiksi on merkitty useimmiten käenkaali-oravanmarjatyyppi (OMaT) tai sitä lähinnä heikompi tai parempi.

Suurin määrä puulajeja ja -rotuja on samalla yhtenäisellä alueella Punkaharjun kokeilualueen ns. Dendrologisessa puistossa. Siinä olevien koeruutujen luku on 81. Hyvin keskittyneinä on myös suurin osa Solbölen kokeilualueen viljelmistä. Useita lajeja Ruotsinkylän kokeilualueessa on etenkin ns. Paratiisinmäessä.

Luotettavina pidettävät tiedot viljelypaikkakuntien ilmastosta on ainoastaan Punkaharjun ja Ruotsinkylän kokeilualueista, joissa on Ilmatieteellisen Keskuslaitoksen säähavaintoasemat. Näistä otetaan seuraaviin asetelmiin keskiarvot ajanjaksolta 1945—1954 eli 10 vuodelta, sademäärät Ruotsinkylästä kuitenkin vain 6 vuodelta, 1945, 1948, 1949, 1951, 1953, ja 1954.

Kuukauden ja vuoden keskilämpötilat, C°

Monatliche und jährliche Mitteltemperatur, C°

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Vuosi *Jahr*
Ruotsinkylä												
—6.8	—7.4	—4.3	3.6	8.9	11.2	15.8	14.6	10.5	4.2	2.6	—2.5	4.1
Punkaharju												
—8.7	—9.8	—5.3	2.8	8.3	14.1	16.1	14.9	10.3	3.7	—1.3	—3.3	3.4

Kuukauden ja vuoden keskisademäärät, mm

Monatlicher und jährlicher Niederslag, mm

Ruotsinkylä												
51	27	31	32	23	56	42	78	44	45	45	50	524
Punkaharju												
39	28	24	31	38	59	64	74	52	52	49	43	553

Näistä luvuista ilmenee Punkaharjun kokeilualueen suurempi kontinentaalisuus — korkeampi lämpö kesällä ja alhaisempi talvella — kuin Ruotsinkylässä.

Viljelypaikkakuntien yleisilmastoa valaisevat oheiset kartakkeet, kuvat 1 ja 2. Edellinen koskee vuoden kylmintä kuukautta, helmikuuta, jälkimmäinen lämpimintä, heinäkuuta. Lämpökäyrät vastaavat keskiarvoja vv. 1901—1930 (K e r ä n e n 1952 a). Tämän jälkeisenä aikana useat kesät ovat olleet huomattavasti lämpöisempiä (K e r ä n e n 1952 b).

Aineisto ja sen käsittely

Taulukossa 1 on yhdistelmä Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueissa olevista tässä tutkimuksessa käytetyistä viljelmistä puulajeittain. Puulajit ovat siinä, kuten kaikkialla muuallakin, aakkosjärjestyksessä, havupuut kuitenkin ennen lehtipuita. Lajeihin on rinnastettu myös muunnokset ja muodot. Sen mukaan kokeiltuja puusukuja on 24 ja lajeja 110, niistä havupuusukuja 10 ja lajeja 69, lehtipuusukuja 14 ja lajeja 41. Viljelmiä on kaikkiaan 694 ja niiden yhteinen ala 305.8 ha. Kaikki muut viljelmät paitsi Kiteen vanha Euroopan lehtikuusikko ja Punkaharjun luonnon siementämä risteytymä-lehtikuusikko 11 on perustettu istuttaen. Kaikkiaan on viljelmiin alun perin käytetty n. 700 000 tainta.

Taulukko 1. Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueissa olevat tässä tutkimuksessa käytetyt ulkomaisten puulajien viljelmät

Tabelle 1. Die in den Versuchsforsten der Forstlichen Forschungsanstalt belegenen Kulturen, die in dieser Arbeit benutzt worden sind

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Puulaji *Holzart*	Kivalo	Vilppula	Punkaharju	Vesijako	Lapinjärvi	Ruotsinkylä	Solböle	Yhteensä *Zusammen* viljelmiä, *Kulturen,* kpl - *St*	Yhteensä *Zusammen* viljelmiä, *Kulturen,* *a*	taimia, kpl/ha *Pflanzen, St/ha*
	viljelmiä, a — *Kulturen, a*									
	Havupuut — *Nadelhölzer*									
Abies alba	—	—	4	—	—	110	40	7	154	1 650
» *amabilis*	—	—	2	—	—	—	2	2	4	1 950
» *balsamea*	—	—	22	—	—	68	25	7	115	2 470
» *cephalonica*	—	—	—	—	—	—	1	1	1	2 100
» *concolor*	—	—	112	—	—	24	35	9	171	1 530
» *Faxoniana*	—	—	—	—	—	—	13	5	13	1 270
» *Fraseri*	—	—	—	—	—	3	—	1	3	970
» *grandis*	—	—	—	—	—	1	—	1	1	—
» *holophylla*	—	—	—	—	—	2	17	3	19	2 330
» *homolepis*	—	—	—	—	—	—	2	1	2	2 650
» *koreana*	—	—	—	—	—	—	2	1	2	1 100
» *lasiocarpa*	—	—	112	—	—	82	48	12	242	2 420
» » var. *arizonica*	—	—	—	—	—	—	29	1	29	2 590
» *Mariesii*	—	—	4	—	—	1	23	3	28	2 330
» *nephrolepis*	—	—	—	—	—	13	8	3	21	1 490
» *Nordmanniana*	—	—	38	—	—	32	34	4	104	2 030
» *recurvata*	—	—	—	—	—	—	6	1	6	970
» *sachalinensis*	—	—	139	—	—	21	44	13	204	2 270
» » var. *Mayriana*	—	—	—	—	—	7	6	3	13	2 480
» *sibirica*	—	—	98	—	—	52	25	6	175	3 660
» *sutchuenensis*	—	—	—	—	—	—	2	1	2	850
» *Veitchii*	—	—	22	—	—	37	81	8	140	1 720
Chamaecyparis Lawsoniana	—	—	—	—	—	2	4	5	6	1 450
» *obtusa*	—	—	—	—	—	2	12	6	14	1 100
» *pisifera*	—	—	—	—	—	2	15	6	17	1 230
Larix decidua	575	172	1 539	220	59	226	80	37	2 871	2 040
» *Gmelini*	—	—	115	—	—	782	89	20	986	1 620
» *Gmelini* var. *japonica*	—	—	270	—	—	330	116	19	716	1 390
» *Gmelini* var. *olgensis*	—	—	401	—	—	—	48	8	449	1 890
» *leptolepis*	—	—	47	—	—	—	46	6	93	2 250
» *occidentalis*	—	—	5	—	—	*Δ*	—	2	5	1 600
» *sibirica*	5 536	578	3 257	1 049	872	1 274	77	66	12 643	1 910
» *hybr.*	—	—	109	—	—	10	—	5	119	—
Picea asperata	—	—	*Δ*	—	—	*Δ*	10	3	10	1 700
» *Engelmanni*	—	—	158	—	—	139	141	15	438	3 650
» *glauca*	—	—	163	—	—	30	39	12	232	3 860
» » var. *albertiana*	—	—	366	—	—	132	48	8	546	2 100
» *Glehnii*	—	—	1	—	—	2	19	4	22	2 180
» *jezoensis*	—	—	19	—	—	8	42	11	69	2 820
» *Koyamai*	—	—	80	—	—	—	—	3	80	5 960
» *mariana*	—	—	412	—	—	476	49	15	937	3 070
» *Omorika*	—	—	175	—	—	41	26	8	242	2 320
» *pungens*	—	—	284	—	—	75	36	7	395	2 520
» *rubens*	—	—	2	—	—	—	—	1	2	1 400
» *Schrenkiana*	—	—	4	—	—	—	—	1	4	1 250
» *sitchensis*	—	—	10	—	10	—	149	11	169	3 300
» *Wilsonii*	—	—	—	—	—	—	3	1	3	1 300

1 Puulaji *Holzart*	2 Kivalo	3 Vilppula	4 Punkaharju	5 Vesijako	6 Lapinjärvi	7 Ruotsinkylä	8 Solböle	9 Yhteensä *Zusammen* viljelmiä, *Kulturen*, kpl - *St*	10 Yhteensä *Zusammen* viljelmiä, *Kulturen*, *a*	11 taimia, kpl/ha *Pflanzen*, *St/ha*
	viljelmiä, a — *Kulturen*, *a*									
Pinus Banksiana	—	—	38	—	—	10	36	6	84	3 090
» *Cembra*	50	—	538	—	—	506	17	26	1 111	2 430
» *contorta* var. *latifolia*	200	—	712	375	—	1 032	137	51	2 456	4 280
» *flexilis*	—	—	4	—	—	—	3	2	7	3 000
» *Heldreichii* var. *leucodermis*	—	—	18	—	—	—	—	2	18	2 670
» *koraiensis*	—	—	—	—	—	4	3	2	7	830
» *monticola*	—	—	22	—	—	156	19	6	197	2 530
» *Mugo*	—	—	57	—	—	28	109	13	194	2 790
» *nigra*	—	—	—	—	—	—	3	1	3	3 270
» *Peuce*	—	—	349	—	—	102	29	19	480	2 360
» *ponderosa*	—	—	4	—	—	8	3	4	15	1 450
» *Strobus*	—	—	6	—	—	—	—	1	6	1 670
Pseudotsuga taxifolia	—	—	496	—	—	1 101	367	51	1 964	2 760
Taxus cuspidata	—	—	5	—	—	13	17	8	35	1 140
Thuja koraiensis	—	—	1	—	—	—	3	2	4	600
» *occidentalis*	—	—	17	—	—	114	55	11	186	4 890
» *plicata*	—	—	518	—	—	130	46	19	694	3 300
Thujopsis dolabrata	—	—	—	—	—	—	1	1	1	800
Tsuga canadensis	—	—	—	—	—	—	8	3	8	1 540
» *caroliniana*	—	—	—	—	—	—	17	2	17	1 680
» *diversifolia*	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1 400
» *heterophylla*	—	—	9	—	—	—	7	3	16	1 720
» *Mertensiana*	—	—	—	—	—	4	4	2	8	1 250
	Lehtipuut — *Laubhölzer*									
Acer campestre	—	—	—	—	—	—	5	2	5	1 580
» *Ginnala*	—	—	—	—	—	1	9	4	10	5 690
» *Mono* f. *marmoratum*	—	—	—	—	—	2	6	3	8	1 040
» *Negundo*	—	—	—	—	—	6	8	4	14	1 670
» *rubrum*	—	—	102	—	—	—	3	5	105	1 050
» *saccharum*	—	—	12	—	—	—	1	2	13	1 200
» *triflorum*	—	—	—	—	—	1	—	1	1	400
Aesculus Hippocastanum	—	—	—	—	—	—	6	1	6	1 150
Alnus viridis	—	—	—	—	—	—	3	1	3	2 670
Betula davurica	—	—	—	—	—	1	—	1	1	700
» *Ermani*	—	—	—	—	—	1	1	2	2	1 000
» *lutea*	—	—	—	—	—	4	—	1	4	4 750
» *mandshurica*	—	—	3	—	—	—	—	1	3	3 170
» » var. *japonica*	—	—	—	—	—	1	2	2	3	900
» *Maximowicziana*	—	—	—	—	—	12	13	3	25	4 060
» *papyrifera*	—	—	—	—	—	—	4	5	51	4 340
» » var. *neo-alaskana*	—	—	47	—	—	3	—	1	3	2 000
Carpinus Betulus	—	—	—	—	—	—	*Δ*	1	*Δ*	—
Cercidiphyllum japonicum	—	—	—	—	—	—	15	2	16	2 450
Fagus grandifolia	—	—	1	—	—	11	30	8	41	1 940
» *sylvatica*	—	—	—	—	—	—	2	1	2	3 000
Fraxinus americana	—	—	—	—	—	—	3	2	3	1 500
» *chinensis* var. *rhynchophylla*	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1 900
» *longicuspis*	—	—	—	—	—	4	8	2	12	2 670
» *mandshurica*	—	—	—	—	—					

1 Puulaji *Holzart*	2 Kivalo	3 Vilppula	4 Punkaharju	5 Vesijako	6 Lapinjärvi	7 Ruotsinkylä	8 Solbölе	9 Yhteensä *Zusammen* viljelmiä, *Kulturen,* kpl - *St*	10 Yhteensä *Zusammen* viljelmiä, *Kulturen,* a	11 taimia, kpl/ha *Pflanzen, St/ha*
	viljelmiä, a — *Kulturen, a*									
Fraxinus oregona	—	—	—	—	—	—	10	2	10	2 440
» *pennsylvanica*....	—	—	—	—	—	28	5	2	33	5 300
Juglans mandshurica	—	—	1	—	—	1	3	3	5	660
» *Sieboldiana*	—	—	1	—	—	—	4	2	5	1 200
Phellodendron amurense ...	—	—	—	—	—	—	7	1	7	2 170
» *japonicum* ..	—	—	—	—	—	—	1	1	1	800
Populus canadensis	—	—	—	—	—	—	8	2	8	2 500
» *canescens*	—	—	—	—	—	—	4	1	4	2 500
» *eucalyptus*	—	—	—	—	—	—	2	1	2	5 000
» *laurifolia*	—	—	—	—	—	73	4	3	77	1 500
» *nigra*	—	—	—	—	—	—	4	1	4	2 500
» *suaveolens*	—	—	—	—	—	—	10	1	10	2 000
» *Tacamahaca*	—	—	—	—	—	—	4	1	4	2 000
Prunus Sargenti	—	—	—	—	—	*1*	—	1	*1*	—
Quercus borealis	—	—	—	—	—	16	—	2	16	1 970
Tilia japonica	—	—	—	—	—	5	7	4	12	2 960
» *platyphyllos*	—	—	—	—	—	—	17	1	17	2 280
Yhteensä — *Zusammen*	6 361	750	10 931	1 644	941	7 362	2 587	694	30 576	—

Suurin määrä eli 22 lajia on *Abies*-suvussa, *Picea*-suvussa 14 ja *Pinus*-suvussa 12, *Larix*-suvussa 7. Eri kokeilualueissa käytettyjen lajien luku on vaihdellut. Solbölen kokeilualueessa se on 93, Ruotsinkylän 60, Punkaharjun 55, Lapinjärven 4, Kivalon ja Vesijaon 3, Vilppulan 1. Viljelmien alasta on suurin osa eli 111.5 ha Punkaharjun kokeilualueessa sekä 73.6 ha Ruotsinkylässä. Viljelmien keskikoko on suurin eli n. 21 ha Kivalon kokeilualueessa.

Yleisimmin käytettyjä puulajeja ovat: *Larix sibirica* 66 viljelmää ja 126.4 ha, *Pseudotsuga taxifolia* 51 kpl ja 19.6 ha, *Pinus contorta* var. *latifolia* 51 kpl ja 24.6 ha, *Larix decidua* 37 kpl ja 28.7 ha, *Pinus Cembra* 26 kpl ja 11.1 ha, *Larix Gmelini* ja *L. Gmelini* var. *japonica* yhteensä 39 kpl ja 17.0 ha, *Pinus Peuce* 19 kpl ja 4.8 ha, *Thuja plicata* 19 kpl ja 6.9 ha, *Picea Engelmanni* 15 kpl ja 4.4 ha, *Picea mariana* 15 kpl ja 9.4 ha.

Edellä mainittuihin lukuihin sisältyy myös ennen kokeilualueiden muodostamista perustettujen viljelmien tuloksia. Punkaharjun ja Vesijaon kokeilualueissa ulkomaisviljelmiä olikin entuudestaan:

	yhden puulajin kpl	yhden puulajin ha	usean puulajin kpl	usean puulajin ha
Punkaharju	20	5.6	27	25.5
Vesijako	15	7.3	50	35.9
Yhteensä	35	12.9	77	61.4

Usean puulajin viljelmät ovat sellaisia, joissa on käytetty vähintään kahta puulajia, joista ainakin yksi on ulkomainen. Näiden tavallisimmista perustamismenetelmistä on tehty selkoa useassa yhteydessä (mm. Heikinheimo 1927 ja 1955). Edellä mainitut Punkaharjun viljelmät ovat vuosilta 1877—1912, Vesijaon vuosilta 1872—1911, ja on edellisissä viljelty 9, jälkimmäisissä 7 ulkomaista puulajia. Taulukoissa 1 ja 2 näistä on tuloksia Siperian ja Euroopan lehtikuusista, pihtakuusesta ja sembramännystä.

Tässä yhteydessä on syytä mainita, että niihin kokeilualueihin, jotka jäivät uuden valtakunnanrajan taakse, Metsäntutkimuslaitos oli ehtinyt perustaa useita ulkomaisviljelmiä, kuten seuraava osoittaa:

Petsamo	1 laji ,	1 viljelmä ,	0.2 ha
Kymölä	17 lajia,	45 viljelmää,	14.3 »
Änäjoki	2 »	19 »	47.3 »
Veikkola	2 »	8 »	20.5 »
Raivola	15 »	33 »	31.6 »
Yhteensä	—	106 viljelmää,	113.9 ha

Siperian lehtikuusen kannalta näistä olivat arvokkaimmat Änäjoen viljelmät, joissa oli vierekkäin viljelty kaikkia Metsäntutkimuslaitoksen käytettävänä olleita tämän puulajin rotuja. Kun em. kokeilualueista ei ole mittaustuloksia, edempänä tehdyt viittaukset niiden viljelmiin perustuvat vain muistinvaraisiin yleishavaintoihin.

Evon valtionpuiston, Aulangon kansallispuiston sekä Turvan ja Mustilan tilojen aineistot, jotka myös sisältyvät taulukkoon 2, ovat seuraavat: Evo 2 viljelmää ja 0.27 ha, Aulanko 25 viljelmää ja 0.40 ha, Turva 8 viljelmää ja 0.08 ha sekä Mustila 3 viljelmää ja 0.53 ha. Aulangon ja Turvan viljelmät ovat siis varsin pieniä, Aulangolla usein vain muutaman puun käsittäviä. Tähän aineistoon ei ole otettu yhtään sellaista puulajia, jota ei olisi käytetty Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueissa ja jota siten ei olisi mainittu taulukossa 1.

Käytetty varsinainen tutkimusaineisto koskee näin ollen kaikkiaan 110 puulajia ja 738 metsäviljelmää, joiden pinta-ala on n. 308 ha.

Taulukko 2 (teoksen lopussa) koskee edellä mainittuja viljelmiä yksityiskohdin. Siitä on kuitenkin jätetty pois ne puulajit, joita koskevat kokeet ovat täysin epäonnistuneet. Saman puulajin viljelmät on ryhmitetty siten, että samaa alkuperää olevat on merkitty alakkain, pohjoisten viljelypaikkakuntien tavallisesti ennen eteläisempiä. Myös viljelmien ikä on useimmiten huomioitu siten, että vanhemmat ovat ennen nuorempia. Sarakkeet 2 ja 3 eivät kaipaa selitystä sen lisäksi, mitä lyhennysmerkeistä edellä on mainittu. Sarakkeet 9—14 koskevat pakkastalven 1939—40 tu-

hoja. Niiden havainnot on tehty kesäkautena 1940. Tuhojen luokitus I—VI, joka hiukankin laajemmissa viljelmissä perustuu ainakin 100 puuyksilön tarkasteluun, on seuraava: I = täysin terveet puut, II = osa neulasista ja oksien kärjistäkin kuivunut, viimeinen latvaverso terve, III = myös viimeisen latvaverson yläosa kuivunut, IV = rungon kuivuminen ulottuu alemma, V = puusta on elossa vain lumipeitteen suojaama osa, VI = täysin kuolleet puut. Tarkastus on tietenkin suoritettu vain sellaisissa viljelmissä, joiden puut v. 1940 ovat ulottuneet huomattavasti lumen pinnan yläpuolelle. Viljelmän terveydentilasta ja kunnosta on tehty muitakin havaintoja. On tarkattu sieni- ja hyönteistuhoja ja koetettu etsiä muita syitä kunnon mahdolliseen heikkouteen.

Puuston kasvu on määritetty mittaamalla valtapuiden keskipituus (puolen metrin tarkkuudella) ja rinnankorkeusläpimitta (senttimetrin tarkkuudella). Niissä Metsäntutkimuslaitoksen toimesta perustetuissa viljelmissä, joissa se on ollut mahdollista, on määrätty myös se vuosimäärä, jonka vallitsevat puut ovat tarvinneet kasvaessaan 6 m:n korkuisiksi. Tämä onkin erittäin arvokas tunnus kaikissa sellaisissa tapauksissa, joissa puut ovat saaneet varttua riittävän vapaina ja ilman suurempia vaurioita.

Viljelmän puuntuotosta on saatu tietoja niissä tapauksissa, joissa on siinä tarkoituksessa otettu koeala. Metsäntutkimuslaitoksen perustamiin ulkomaisviljelmiin laitoksen metsänhoidon tutkimusosasto on asettanut pysyviä koealoja kaikkiaan 102, joista Punkaharjun kokeilualueessa on 44, Ruotsinkylän 29, Solbölen 23, Vesijaon 3 ja Kivalon 3. Nämä olivat aluksi ympyräaloja, pienin vain 3 aaria. Myöhemmin melkein kaikki koealat on uusittu suorakaiteen muotoon ja huomattavasti laajennettu, mikäli mahdollista vähintään 15 a käsittäviksi. Tulosten luotettavuutta näissäkin heikentää se, että puiden pystykuutiointi on ollut suoritettava kotimaisten puulajien kuutiotaulukkojen avulla. Vanhemmissa viljelmissä sekä Evolla ja Mustilassa olevat koealat kuuluvat laitoksen metsänarvioimisen tutkimusosastolle. Ne ovat yleensä suurempia ja useampaan otteeseen mitattuja. Näitä tässä tutkimuksessa on käytetty 49. Koealoja on näin ollen ollut kaikkiaan 151. Mikäli taulukon 2 sarakkeessa 18 kuutiomäärä mainitaan, se aina koskee ko. ulkomaisen puulajin kokonaistuottoa kuorellista puuta hehtaarilla, siis harvennuspuusto mukaan ottaen.

Eräissä tapauksissa viljelmissä on määritetty myös vallitsevien puiden elävän latvuksen pituus sadanneksina rungon koko pituudesta sekä latvuksen leveys ja paksuimpien oksien vahvuus. Havaintoja on tehty myös puiden kukkimisesta sekä käpyjen ja siemenen runsaudesta. Siitä ikäasteesta, jona puut ovat tämän vaiheen ensimmäisen kerran saavuttaneet, on usein ollut vaikeata päästä varmuuteen.

Viljelykokeiden puulajeittaiset tulokset

Taulukossa 2 lueteltujen viljelmien perusteella on laadittu seuraava kuvaus eri puulajien viljelyn antamista tähänastisista tuloksista. Siinä on kiinnitetty huomio viljelmien tilaan ja niihin syihin, jotka näyttävät eniten vaikuttaneen niiden mahdollisesti heikkoon kuntoon. Viljelmiin käytetyn siemenen alkuperää koskevat tiedot sekä siemenen hankkija on myös mainittu. Laajimmin on tietenkin selostettu sellaiset puulajit, joilla on voitu odottaa olevan Suomen oloissa metsätaloudellista arvoa. Näiden puulajien viljelmien luku ja koko onkin, kuten edellä on osoitettu, paljon suurempi kuin sellaisten, joiden kasvattamiseen on ryhdytty joko puulajin puistonhoidollisen arvon tai pelkästään sen biologisten ominaisuuksien valaisemiseksi. Se ikävaihe, jossa viljelmien mittaus on tehty, käy selville taulukon 2 sarakkeista 16—18.

Abies alba Mill.

N:o *1—5*. Alkuperä: Luonnontaimia Ruotsin Ombergista. Lähettäjä Ombergin valtionpuisto, metsänhoitaja Th. Grinndal. Vuoden 1922 taimet saatu metsänhoitaja Torsten Ranckenin välityksellä, vuoden 1925 (2 000 kpl) suoraan Metsäntutkimuslaitokselle. Tuhoja: Pakkastuhoja myös ennen ja jälkeen vv. 1939—40. Kunto tarkastettaessa: Perusteellisimmin ovat tuhoutuneet Ruotsinkylän koeviljelmät, sen jälkeen Punkaharjun, jossa kuitenkin on joitakin puumaisia yksilöitä. Yleisin tuhonjälki on moni- ja kuivalatvaisuus. Parhain on Solbölen viljelmä 42/30, jossa puut ovat yksirunkoisia ja hyvin toipuneita.
No *6*. Alkuperä: Puola, Dubromilin maakunta, Leszyny, Bartinki, 590 m mp. Hankkija: Puolan metsähallitus. Tuhoja: Pakkasvaurioita jatkuvasti. Kunto: Parhaat yksilöt suorarunkoisia ja hyvämuotoisia, muissa haaralatvaisuutta ja oksien kärkien paleltumisvikoja.
No *7*. Alkuperä: Slovakia, 700—900 m mp. Hankkija: Semenarsky Zavod statnich lesu, Praha. Tuhoja: Paleltunut jatkuvasti, rungoissa lahovikaa. Kunto: Suurin osa tuhoutunut, jäljellä olevat pieniä ja kituvia.

Abies amabilis (Dougl.) Forb.

Alkuperästä ei luotettavia tietoja. No *2:n* taimet on saatu Elimäen Mustilasta. Tuhoja: Tuskin muita kuin jossakin määrin pakkasen aiheuttamia. Viljelmässä 1 tuuhea Pteris-kasvusto hävittänyt taimia ja estänyt niiden varttumista. Kunto: Kasvu elpymässä. Lisäksi on Solbölen koeaseman piha-alueella yksi erittäin kaunis, n. 6 m korkea puu.

Abies balsamea (L.) Mill.

No *1*. Alkuperä: Taimet ostettu Förby AB:ltä. Siemenen alkuperästä ei tietoa. Tuhoja ei sanottavasti. Kunto v. 1952 hyvin tyydyttävä. No *2*. Alkuperä: Siemen saatu Virosta, Tarton yliopiston metsäalueella kasvaneista puista. Tuhoja ei muita kuin liian tiheästä verhopuustosta aiheutuneita. Kunto v. 1951: Tyydyttävä, paras osa viljelmän itäosassa, jossa verhopuusto ollut harvempaa. No *3*—*7*. Alkuperä: Kanada, New-Brunswick, St. John joen alajuoksun laakso n. 46°. Hankkija: OY Proveniens. Tuhoja: Hiukan pakkasvaurioita, mikä aiheuttanut jonkin verran monilatvaisuutta (no *3*), osin myös lumen painamia puita (no *5*) sekä halkeamia rungossa (no *6*). Verhopuusto on myös hidastanut pituuskasvua (no *4* ja *5*). Kunto vv. 1951 ja 1952 yleensä varsin tyydyttävä.

Abies cephalonica Laud

No *1*. Alkuperä: Kreikka, Pertulin maakunta, Pindos-vuoristo, 1 200 m mp. Ilmastoa koskevat tiedot saatu. Lähettäjä: Professori A. O. Ekonomopulos, Saloniki. Kunto: Näyttävät terveiltä, mutta olleet hidaskasvuisia. Parina viime vuotena kuitenkin lisänneet pituuskasvuaan.

Abies concolor (Gord.) Engelm.

Alkuperä: Numerojen *1*—*6* sekä *9* ja *10* siemen on OY Proveniensin hankkimaa Coloradosta. Lähemmät tiedot siemenen alkuperästä puuttuvat. Tuhoja: Pakkasvaurioita on ollut jo taimitarhoissa ja heti istutuksen jälkeen metsässäkin. Myös vuoden 1941 jälkeen ovat pakkastuhot jatkuneet. Nämä sekä sieni *Pucciniastrum goeppertianum* (J. Kuehn) Kleb. ym. ovat aiheuttaneet etenkin latvaversojen kuivumista ja rungon haaroittumista. Runsaasti sienitautia on ollut etenkin viljelmässä 3. Verhopuustoa käytetyt rodut eivät ole sietäneet. Kunto: Parhaat tulokset on saatu Solbölen kokeilualueen viljelmistä 7 ja 8. Tyydyttäviä ovat myös Punkaharjun viljelmät 2 ja 4. Yleensä ovat metsiköt aukkoisia ja puiden pituuden vaihtelu on suuri.

Abies Faxoniana Rehd. et Wils.

No *1*—*6*. Alkuperä: Kiina, Länsi-Kansun maakunta, lähellä Tibetin rajaa, 2 700—3 800 m mp. Hankkija: Arnold Arboretum. Tuhoja: Pakkaset tuhonneet tyystin kaikki muut viljelmät paitsi no 3. Aulangolla on v. 1954 jäljellä yksi 1.5 m mittainen, monilatvainen ja kituva yksilö.



Kuva 3. *Abb. 3.*[1]) *Abies balsamea*, Kanada, New Brunswick. Solböle no 216/35, OMT. 6 m — 19 v. *J.* 26 v. *J.*: 10.0 m, 17 cm, 115 m³. Etualalla: *Im Vordergrund: Picea Abies* f. *glomerulans* (Kihlm.) — Foto 1954 R. Saarnio.



Kuva 4. *Abb. 4. Abies concolor*, USA, Colorado. Punkaharju no 236/34, MT. 6 m — 24 v. *J.* 27 v. *J.*: 7.0 m. Foto 1954 M. Kanerva.

Abies Fraseri (Pursh.) Lindl.

No *1.* Alkuperä: Siemen saatu Tarton yliopiston metsäalueelta Järvselgistä Virosta. Tuhoja: Verhopuusto ollut haittana, samoin pakkasvauriot. Kunto v. 1951: Hiukan aukkoista ja muiden puulajien sekaista, paremmin kehittyneitä puita 4 kpl. Käpyjä ainakin v. 1954.

Abies grandis Lindl.

No *1.* Alkuperä: USA, Washington, Columbia National Forest. Kunto v. 1940: Toinen 3.7, toinen 1.5 m, latvukset terveet.

[1]) No 216/35 tarkoittaa v. 1935 perustettua viljelmää 216, 6 m — 19 v., että valtapuut ovat saavuttaneet 6 m:n pituuden keskimäärin 19 v:ssa, seuraavat luvut taas, että 26 v:n iällä valtapituus on 10.0 m, valtaläpimitta 17 cm ja kuutiotuotto 115 m³. (Lähemmin siv. 7.) — *No 216/35 bedeutet die Kultur 216 vom Jahr 1935, 6 m — 19 J. das Alter der 6 m hohen Bäume, die folgenden Zahlen, dass im Alter von 26 Jahren die Oberhöhe 10.0 m, D 1.3 17 cm und die Massenleistung 115 fm war.*

Abies holophylla Maxim.

No *1*. Alkuperä: Korea. Hankkija: Prof. M. Fuijoka. Tuhoja: Kärsinyt vv. 1939—40 ja 1940—41 pakkasista. Kuollut. No *2*. Alkuperä: Tuntematon; siemen hankittu J. Rafnilta, Kööpenhamina. Tuhoja: Vuoden 1941 jälkeen ei sanottavasti. Kunto v. 1952: Tyydyttävä, oksat tanakoita. Muutamissa puissa ruskettumista. No *2 a*. Kunto verraten hyvä. No *3*. Alkuperä: Korea, Hosen, 37°55′ x 127°10′, 180 m mp. Hankkija: Korean metsäkoelaitos. Tuhoja: Ei sanottavasti. Kunto v. 1951: Melkein puhdas tasainen metsikkö, verraten lupaava.

Abies homolepis Sieb. et Zucc.

Alkuperä: Ei lähempiä tietoja. Hankkija: C. G. Tigerstedt, v. 1927. Tuhoja: Suurin osa taimista tuhoutunut jo taimitarhassa talvella 1934. Kunto v. 1951: Jäljellä vain 3 kpl, joista 1 kpl 7 m, toiset pienempiä.

Abies koreana Wils.

No *1* ja *2*. Alkuperä: Korea, Chiizan, 1 700 m mp., 35°20′ x 126°50′. Hankkija: Korean metsäkoelaitos. Tuhoja: Pakkastuhoja etenkin Aulangolla. Sen johdosta sekä liiallisen verhopuuston takia siellä elossa vain 2 kpl, nekin haaralatvaisia. Kunto: Viljelmässä 1 varsin tyydyttävä.

Abies lasiocarpa (Hook.) Nutt.

No *1—8*. Siemen tullut *A. subalpina*n nimellä. Alkuperä: Br. Columbia. Lähemmät tiedot puuttuvat. Hankkija: Valtioneuvos A. F. Tigerstedt hankkinut vapaaherra Johan Mannerheimin välityksellä. Tuhoja: Keväthallojen tuhot yleisiä, samoin kirvat ja sienituhot. Nämä aiheuttavat pensasmaisuutta ja monilatvaisuutta. Kunto vv. 1951 ja 1952 heikko etenkin Ruotsinkylässä, mutta ei kehuttava Solbölessäkään, No *9*. Siemen tullut *A. subalpina*n nimellä. Alkuperä: Br. Columbia. Schuswap Lake, 1 800 m mp., 51° 8′ x 119°7′. Hankkija: OY Proveniens. Tuhoja: Hiukan keväthallan tuhoa ja kirvoja. Kunto v. 1952: Puut reheviä ja hyväkasvuisia, siis huomattavasti paremmin menestyneitä kuin edellisen alkuperän.
No *10—12*. Siemen tullut *A. lasiocarpa*n nimellä. Alkuperä: USA, Washington, Stabler Colambia National Forest, 46° x 122°, 1 200 m mp. Hankkija: Pacific Northwest Forest Experiment-Station. Tuhoja:



Kuva 5. *Abb. 5. Abies holophylla*, Korea. Solböle no 243/36, OMaT. 6 m — 24 v. *J.* 27 v. *J.*: 6.5 m, 14 cm. — Foto 1954 R. Saarnio.



Kuva 6. *Abb. 6. Abies sibirica*, Punkaharju OMaT. 55 v. *J.* 18 m, 35 cm. — Foto 1954 M. Kanerva.

Pakkasvahinkoja ja kirvoja sekä sienitautia (luultavasti *Pucciniastrum* ainakin no:ssa 11). Kunto tarkastettaessa varsin hyvä. Kasvu hidas. No 10—12 eroavat värinsä ja rakenteensa puolesta no:ista 1—9.

Abies lasiocarpa (Hook.) Nutt. ***arizonica*** (Merriam) Lemm.

No *1.* Alkuperä: USA, Arizona, Flagstaff. Hankkija: Southwestern Forest and Range Experiment Station, Tucson, Arizona. Tuhoja: Runsaasti kirvaa neulasissa. Kunto v. 1951: Viljelmä kauttaaltaan kituvaa, runsaasti kokonaan tai osittain kuivuneita yksilöitä. Joitakin reheviä puita kuitenkin on.

Abies Mariesii Mast.

Alkuperästä puuttuvat tiedot. No *1:n* siemenen on lahjoittanut prof. F. Koide, Sapporo, muiden on ostettu keski-eurooppalaisesta siemenkaupasta. Tuhot: Pakkastuhot ovat olleet yleisiä muulloinkin kuin vv.

1939—40 ja 1940—41, etenkin viljelmissä 1 ja 2. Myös pintakasvillisuus tuhonnut taimia ja ehkäissyt kasvua, etenkin viljelmässä 2. Kunto v. 1952: Viljelmä 3 on hyvin kehittynyt ja lupaava, no 2 varsin heikko ja kituva.

Abies nephrolepis Maxim.

No *1* ja *2*. Alkuperä: Korea, Keizanchin, 1 360 m mp. Hankkija: Korean metsäkoelaitos. Tuhoja: Jonkin verran pakkastuhoja jo vuodesta 1935 lähtien. Nähtävästi myös hiukan kirvoja. Maan sopimattomuuden takia kuollut taimia ja puita etenkin alalta 2. Kunto v. 1950 ja 1951: Melkein poikkeuksetta terveitä ja reheviä. No *3*. Alkuperä: Korea, Chiizan, 1 200 m mp. 35°20′ x 127°50′. Hankkija: Korean metsäkoelaitos. Tuhoja: Vähän, kuten edellisessä. Kunto v. 1951: Kuten edellisissä.

Abies Nordmanniana (Steven) Spach

Alkuperä: No *1—3* siemenen on toimittanut Samen-Haus Natlacen, Wiener-Neustadt, ja ilmoittanut sen olevan peräisin Kaukasukselta 800 m:n korkeudelta, no *4:n* siemenen J. Rafn, Kööpenhamina, ja siemenen alkuperäksi on mainittu Kaukasus, mutta 2 000 m mp. Tuhoja: Pakkastuhot ovat toistuneet useina vuosina. Ainakin Punkaharjun viljelmässä 355/38 on v. 1954 runsaasti ruostesientä *Pucciniastrum goeppertianum* (J. Kuehn) Kleb. Kunto tarkastettaessa on ollut yleensä heikko, suuri osa puista on matalia ja monilatvaisia. Jotakuinkin normaalisti kehittyneet ovat harvinaisia muualla paitsi Solbölen viljelmässä 242/26, samoin Aulangolla.

Abies recurvata Mast.

Alkuperä: Kiina, Länsi-Kansun maakunta, lähellä Tibetin rajaa, 2 700—3 800 m mp. Hankkija: Arnold Arboretum. Tuhoja: Pakkastuhojen jäljiltä v. 1951 vain 2 kituvaa hengissä.

V. 1932 lähetettiin Punkaharjun Dendrologiseen puistoon 3 tainta. Nekin ovat tuhoutuneet.

Abies sachalinensis Mast.

Alkuperä. Tiedot puutteellisia. Kaikkien viljelmien siemen on kuitenkin Japanin Hokkaidon saarelta. Siemenlähetyksistä tiedetään seuraavaa: no *1* saatu prof. F. Koid elta; no *2* ja *3* saatu prof. I. Sonob elta, siemen



Kuva 7. *Abb. 7.* Vasemmalta: *Von links: Abies Nordmanniana*, Kaukaasia, *Kaukasien.* Solböle no 242/36, OMaT. 24 v. *J.*: 5.0 m. *Abies alba*, Ruotsi, *Schweden*, Omberg. Solböle no 42/30, OMaT. 6 m — 26 v. *J.* 30 v. *J.*: 8.0 m, 15 cm. *Picea Omorika*, Balkan. Solböle no 220/35, OMaT. 23 v. *J.*: 6.0 m. — Foto 1954 R. Saarnio.

Tokion yliopiston metsästä, joka sijaitsee 43°15′ x 142°30′; no *4* ja *5* prof. M. Fujokalta, siemenen kotipaikka Hokkaido, Kotoni; no *6* Japanin metsäkoelaitoksen hankkima, tullut Japanin Suomen-lähetystön kautta; no *7—12* siemen (1 kg, itävyys 55 %) saatu prof. I. Sonoben välityksellä Hokkaidon yliopiston metsästä, 43°31′, 750 m mp. (Viljelmät *7—12* ovat tähän mennessä kulkeneet kortistoissa nimellä *Abies grandis*, Br. Columbia Hilliers, hankkija OY Proveniens. Siemenerät lienevät kuitenkin vaihtuneet ennen kylvöä taimitarhoihin.) Tuhoja: Pakkastuhot ovat yleisiä etenkin Punkaharjun ja Ruotsinkylän viljelmissä, joissa on enimmäkseen pensasmaisia puita. Näissä oloissa kasvupaikan laatu on hyvin ratkaiseva. Siten no 8:n korkeimmalla osalla puut ovat reheviä ja terveitä, mutta rinteen alaosassa pensasmaisia ja kituvia. Pakkasen jälkiä ovat tehostaneet vielä sienitaudit. Kunto: Tyydyttäviä tai hyviä tuloksia on saatu vain Aulangolla ja Solbölen kokeilualueessa (no 5, 6 ja 12) sekä muutamassa pienessä ryhmässä Punkaharjulla (no 8) ja Ruotsinkylässä (no 2).

Abies sachalinensis Mast. var. *Mayriana* Miyab. et Kudo

No *1—3*. Alkuperä: Japani, Hokkaido, Teshio. Hankkija: Kaikkien viljelmien siemen prof. F. Koiden lahjoittamaa vv. 1924 ja 1925. Tuhoja: Pakkasvaurioita etenkin viljelmässä 1, muissa lievempiä. Kunto: Hyvin tyydyttävä tai hyvä viljelmissä 2—4, viljelmässä 1 puiden koko ja kunto (haaralatvaisuutta) vaihtelee. Käpyjä: viljelmässä 4 v. 1954.

Abies sibirica Ledeb.

Alkuperä ja hankkija: No *1* ja *2* on perustettu Evolta tuoduista taimista, joiden alkuperästä ei ole tietoa. No *3:n* ja *4:n* siemen on saatu Punkaharjulla olevista vanhimmista viljelmistä. No *5:n* siemen on Valamosta ja no *6:n* Uralilta, Kolvinskin hoitoalueesta. Sen hankkija on metsänhoitaja S. Remes, Kuopio. Tuhot: Pakkastuhot eivät ole olleet kovin yleisiä. Niiden seurauksia näkyy eniten viljelmässä 6, jossa notkopaikoissa olevat puut ovat lyhimmät ja monihaaraiset. No 4:ssa on pakkashalkeamia rungoissa. Neulastuhona *Pucciniastrum goeppertianum* (J. Kuehn) Kleb. on Punkaharjun kokeilualueessa ollut yleinen, mm. v. 1954, versoissa taas *Ascocalyx abietis* Naumoff. Kunto: puut ovat yleensä suorarunkoisia, lyhytoksaisia ja suippolatvaisia. Erittäin hyvin tämä puulaji on menestynyt myös Aulangolla.

Yhdistelmästä on jätetty pois mm. seuraavat vierekkäin olevat Punkaharjun kokeilualueesta asutukselle menneet pihtakuusiviljelmät:

No	337/37	v.	1954	ikä	26	v.,	valtapituus	8.0 m
»	338/37	»	»	»	26	»	»	7.5 »
»	339/37	»	»	»	25	»	»	7.5 »

Näistä viljelmän 337 alkuperä on Punkaharju, viljelmän 338 Valamo ja viljelmän 339 Neuvostoliitto, Nižne-Tagilskista 10 peninkulmaa pohjoiseen (n. 59° x 53°). Olennaista eroa ei näiden eri rotujen kesken ainakaan toistaiseksi voida huomata.

Punkaharjun vanhempien pihtaviljelmien suhteellisen heikko kasvu johtuu usein epäedullisesta (karuhkosta tai soistuvasta) kasvupaikasta sekä liikatiheydestä. Eräissä metsiköissä elävä latvus onkin vain $^1/_3$, jopa $^1/_4$ rungon pituudesta. Pienistä istutusväleistä on aiheutunut myös se, että viljelmän 2 kokonaistuotosta eli 501 m³:stä 300 m³ on ollut harvennuspuuta. — Evon koealaa 1 a koskee sama huomautus, sillä suuresta kokonaistuotosta, joka on lähes 1 000 m³/ha, jäljellä oleva puusto oli 455 m³ ja poistopuusto 528 m³.

Abies sutchuenensis (Frank.) Rehd. et Wils.

A l k u p e r ä: Kiina, Länsi-Kansun maakunta, lähellä Tibetin rajaa, 2 700 —3 800 m mp. H a n k k i j a: Arnold Arboretum. T u h o j a: No *1:n* taimet eivät ole toipuneet pakkastalvien 1939—1940 ja 1940—1941 jälkeen, vaan kuolleet. Aulangolla on jäljellä 2 kpl alle 2 m:n korkuista, kituvaa ja monilatvaista yksilöä.

Abies Veitchii Lindl.

No *1—8*. Kaikkien viljelmien siemen on jotakuinkin varmasti Japanin Hokkaidon saarelta. Yksityiskohtaiset tiedot puuttuvat. No *1:n* siemen on saatu prof. F. K o i d elta, muiden Japanin metsäkoelaitokselta Suomen Japanin-lähetystön kautta. T u h o j a: Pakkastuhoja niihin liittyvine sieni- ja hyönteistuhoineen on eniten Punkaharjulla ja Ruotsinkylässä. Näiden takia no 3 on v. 1943 kokonaan hakattu. K u n t o: Solbölen viljelmät ovat menestyneet parhaiten. Niissä puut ovat yleensä reheviä ja terveitä. Myös muualla viljelmät, etenkin no 4, ovat viime vuosina huomattavasti toipuneet. K ä p y j ä on v. 1952 havaittu viljelmissä 6—8.

Chamaecyparis Lawsoniana (A. Murr.) Porl.

A l k u p e r ä: Numeroiden *1* ja *2* siemen on hankittu J. Rafnilta Kööpenhaminasta, numeroiden *3* ja *4* taimet on ostettu Forsström Ab:n taimitarhasta Petusta. No *5:n* siemen on saatu Pacific Northwest Experiment Stationilta, joka on sen alkuperäksi ilmoitettu Washington, Silverton Ranger Station. T u h o j a: Pakkastuhoja on ollut jo talvina 1931—33, pahimmat kuitenkin talvella 1939—40, jonka jälkeen taimet eivät ole enää toipuneet. K u n t o: No 3 kohtalainen, no 4 heikko, muut tuhoutuneet.

Chamaecyparis obtusa (Sieb. et Zucc.) Endl.

A l k u p e r ä: Numerot *1—5* on hankkinut prof. M. F u i j o k a, joka ilmoittaa numerojen *1—3* kotipaikaksi Japani, Toehiki, sekä numerojen *4—5* Japani, Kiso. Numeroiden *6* ja *7* siemenen on antanut Meguron metsäkoelaitos, joka mainitsee siemenen kotipaikkana Keski-Japanin. T u h o t: Pakkaset ovat hävittäneet kaikki muut paitsi Aulangon taimet, joita on jäljellä kaksi, sekä Solbölen viljelmät 111/31 ja 186/33, joissa on myös eloon jääneitä yksilöitä.

Chamaecyparis pisifera (Sieb. et Zucc.) Endl.

Alkuperä: Numerojen *1—3* siemen on saatu prof. F. Koidelta. Sen kotipaikaksi hän ilmoittaa Japani, Kiso. Numeroiden *4* ja *5* siemen on prof. M. Fuijokan antama ja sen kotipaikka Japani, Nogano, Suva. Numeron *6* siemen on saatu Meguron metsäkoelaitokselta ja on sen kotipaikaksi mainittu vain Keski-Japani. Siitä on itänyt vain 20 %. Tuhot ja kunto: Taimet ja puut ovat olleet alttiita pakkastuhoille, Ruotsinkylässä enemmän kuin Solbölessä. Paras tulos on saatu viljelmästä 4, jossa on 6.0 m täyttäviä verraten suorarunkoisia ja kasvuisia puita. Aika hyviä ovat myös Aulangon puut. Muut ovat yleensä kituvia tai pensasmaisia.

Larix decidua Mill.

Alkuperä ja hankkija: Viljelmät *1* ja *2* ovat Kiteellä ja ruutukylvöllä perustettuja. Viljelmien *3—6* siemen on Evon metsäopiston hankkima, mutta alkuperästä ei ole tietoa. Tri A. G. Blomqvist (1881) mainitsee siementä saadun mm. vuoden 1878 kylvöihin Riiasta. No *7*, *8* ja *10* ovat Kiteen siemenestä, no *9* Punkaharjun metsäviljelmästä 10. No *11:n* kotipaikka on Puola, Lysa-Gora, Radomin seutu, 50°50′ x 20°20′, 200 m mp. Se on hankittu Suomen ulkoasiainministeriön kautta. No *12* on saatu Puolan metsäntutkimuslaitoksen välityksellä. Tämän siemenen kotipaikka on Sta Katarzyna obreb Chelmowa Gora, 50° 54′ x 21°41′, 330 m mp. No *13:n* siemenen on antanut tohtori J. Andersson, Skotlanti, ja on sen kotipaikka Skotlanti, Moreyshire, Allyre-Forest, 57°30′ x 3°45′. Viljelmien *14—17* siemenen on hankkinut Skotlannista C. G. Tigerstedt. Lähemmät tiedot alkuperästä puuttuvat. No *18:n* kotipaikka on Skotlanti, Aberdenshire, Monymusk, 57°13′ x 2°31′, 240 m mp. No *19—26* ovat peräisin Sleesian Sudeteilta Lichtensteinin metsistä läheltä Jägerndorfia, 600 + m mp. Siemenen hankkija on siemenliike A. Gebauer, Jägerndorf. No *27:n* siemen on saatu C. G. Tigerstedt tiltä ja sen kotipaikka on Salgharg, Legarder Forst, 1 000 m mp. Viljelmien *28—31* siemen on Tyrolista, Vintschgau, 800—1 200 m mp. Se on ostettu siemenliikkeestä J. J. Roners Erben, Engadin. Viljelmien *32—34* siemen on Sveitsin Münstertahlista läheltä Zernezia, 46°36′ x 10°25′, 1 300 m mp. Hankkija sama kuin edellinen. Viljelmien *34—37* siemenen on hankkinut J. Rafnin siemenliike Etelä-Ranskasta, läheltä Brianconin kaupunkia, n. 1 500 m mp.

Tuhot ovat Euroopan lehtikuusien viljelmissä olleet yleisiä ja moninaisia. Erittäin ratkaiseva on kasvupaikka, ratkaisevampi kuin mm. rotu. Se ei ole sietänyt tuoretta, etenkään soistunutta kasvupaikkaa. Huonon kasvupaikan seurauksia lisää myös pakkanen. Suopellolle perustettu Sol-



Kuva 8. *Abb. 8. Larix decidua.* Punkaharju no 12/1879, OMT. 75 v. *J.*: 31.0 m, 39 cm, 751 m³. — Foto 1954 M. Kanerva.



Kuva 9. *Abb. 9. Larix sibirica.* Punkaharju no 1/1877, OMaT. 79 v. *J.*: 33.0 m, 42 cm, 669 m³. — Foto 1954 M. Kanerva.

bölen viljelmä no 26 tuhoutui jo 5 vuotta istutuksen jälkeen, Ruotsinkylän Lehtikuusimäellä olevissa viljelmissä lehtikuusi on tuhoutunut jotakuinkin täydelleen kaikissa soistuneissa ojitetuissakin korpinotkelmissa, mm. viljelmässä 21. Selvimmin kasvupaikan vaikutus tulee esiin saman viljelmän erilaisissa osissa. Viljelmien 16 ja 24 pakkastuhot talven 1939—40 jälkeen ovat varsin kuvaavia. Taulukossa 2 näiden kohdalla ylärivissä olevat sadannesluvut tarkoittavat ylävää kasvupaikkaa, alarivin luvut soistunutta. Myyrät ovat tehneet tuhojaan v. 1936 viljelmässä 15, *Melolontha* ja *Hylobius* viljelmässä 24 vv. 1931—34. *Nematus Erichsoni* on vaivannut viljelmiä Solbölessä, etenkin numeroja 37 ja 38 vv. 1933—36. Myös *Colephora laricella* on esiintynyt silloin tällöin, mutta ei suuressa määrin. Sienitaudeista *Dasyscypha Willkommii* (Hart.) Rehm on käynyt varsin uhkaavaksi, etenkin Ruotsinkylässä. Ensimmäisenä tämä sieni on iskeytynyt etelä-ranskalaiseen viljelmään 35, joka v. 1954 näyttää tuhon omalta. Verraten yleinen se on myös viljelmässä 21 sekä runkoon avohaavoja aiheuttavana että alimpia oksia tappavana. Kriitillisessä vaiheessaan on myös viljelmä 34, jossa alaosa latvoista on kuivunut. Solbölessä ja Punka-

harjulla sientä tapaa pääasiallisesti luonnostaan kuivuneissa, puissa olevissa oksissa sekä maahan pudotetuissa karsituissa oksissa, runsaasti mm. viljelmässä 23[1]).

K u n t o j a k a s v u. Mitä tulee Euroopan lehtikuusen rungon muotoon, vaihtelee se jonkin verran eri roduilla. Mm. rodunjalostuksen kannalta on erittäin mielenkiintoinen tšekkoslovakialainen lehtikuusi (viljelmä 27), jonka runko on suora, ohutkuorinen ja kauan rasvakiiltoinen sekä ohutoksainen. Myös kasvu näyttää lupaavalta. Keskimäärää heikompi on Puolan lehtikuusi (no *11* ja *12*), jonka joukossa on kierteisiä ja monella tavalla lenkoja ja mutkikkaita puita. Nopean kasvunsa vuoksi sen parhaat yksilöt tarjoavat kuitenkin ainesta risteyttämiselle. Muissa roduissa huonoimmat puut ovat edellä mainituissa tuoreissa kohdissa. Niissä myös lumenpaino on tuhoisin.

Yleensä nykyiset koeviljelmät osoittavat, että 2.5 x 2.5:nkin metrin istutusväliä käyttäen metsikköön voidaan saada sopivia harvennusmenetelmiä käyttäen jäämään riittävästi sellaisia puita, joiden runko täyttää kohtuulliset vaatimukset. Tähän viittaavat myös vanhimmat viljelmät, etenkin Punkaharjun 4, 5 ja 6. Näissä myös puuntuottoa koskevat luvut ovat edulliset. Metsätyypin erilaisuus, erilainen perustamistapa (no 1 ja 2 ovat syntyneet kylvön jälkeen) sekä tietojen puuttuminen viljelmien aiempien harvennusten puumääristä vaikeuttavat kuitenkin tuoton vertailua.

Larix Gmelini (Rupr.) Litvin.

Näiden viljelmien siemen on saatu nimellä *Larix dahurica* Turcz. Viljelmien puut näyttävät kuitenkin olevan lähinnä *Larix kurilensis* Mayr, siis R e h d e rin mukaan *Larix Gmelini* (Rupr.) Litvin. var. *japonica* (Reg.) Pilger.

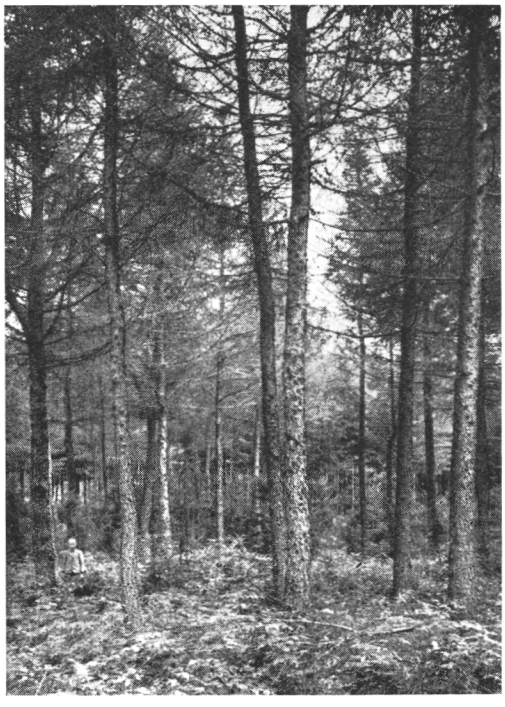
A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Viljelmän 1 siemen on saatu prof. F. K o i d elta, Sapporo. Sekin lienee Sahalinilta. No 2 on Japanin metsäkoelaitokselta prof. M. F u i j o k an välittämää. Kotipaikaksi on ilmoitettu vain Sahalin. No *3—6* siemen on myös Sahalinilta ja ylipuutarhuri A u g u s t L ä n n e n p ä ä n hankkimaa. Siemen viljelmiin *7—14* on Etelä-Sahalinilta, n. 48° pl. ja 100 m mp. Se on saatu prof. I. S o n o b en välityksellä. Viljelmien *15—20* siemen on Japanin metsäkoelaitokselta (prof. M. F u i j o k a), ja senkin kotipaikaksi ilmoitetaan vain Sahalin.

T u h o t: Sopimattoman kasvupaikan vuoksi ovat keväällä 1936 tuhoutuneet Solbölen viljelmät 6, 14 ja 20, jotka on perustettu ns. Ryssänsuon

[1]) Viimeaikaisten tutkimusten mukaan tämän sienen Suomessa hyvin yleisenä esiintyvä muoto on luettava eri rotuun tai lajiin *(Dasyscypha calycina* Fuck.). Ainakin vuodesta 1922 sitä on ajoittain esiintynyt erittäin runsaasti kaikissa lehtikuusilajeissa mm. Punkaharjulla. Varsinaista lehtikuusensyöpää siellä sitä vastoin on tavattu vasta viime vuosina (kts. *Larix leptolepis).*



Kuva 10. *Abb. 10. Larix decidua*, Saksa, Sleesia, *Deutschland, Schlesien.* Punkaharju no 129/31, OMaT. 6 m — 13 v. *J.* 26 v. *J.*: 17.0 m, 26 cm, 167 m³. — Foto 1954 M. Kanerva.



Kuva 11. *Abb. 11. Larix decidua*, Skotlanti, *Schottland*, Aberdenshire. Punkaharju no 130/31, OMaT. 6 m — 14 v. *J.*, 29 v. *J.*: 16.5 m, 33 cm. — Foto 1954 M. Kanerva.

entiselle suopellolle. Epäedullisen maan ja pakkasvaurioiden vuoksi myös Ruotsinkylän viljelmä 1 on jotakuinkin täysin hävinnyt. Huonoihin tuloksiin on tultu myös viljelmien 4 ja 11 korpijuoteissa ja muissa tuoreissa kohdissa. Raivausten ja harvennusten jäätyä ajoissa suorittamatta lehtikuusista on kuollut suuri osa viljelmissä 4, 11, 16 ja 17. Tällaisten metsikköjen riukumaisia puita myös lumi on painanut ja murtanut. *Dasyscypha Willkommii* on v. 1954 loisena Ruotsinkylän kokeilualueen Kalliomäen viljelmässä Rk 40/30; saprofyyttistä muotoa oli mm. viljelmässä 2. Hiljakkoin elävinä karsituissa maahan jääneissä lehtikuusen oksissa sitä oli v. 1954 erittäin runsaasti Punkaharjun viljelmässä 8, muissa vähemmän. *Nematus Erichsoni* on esiintynyt tässäkin lehtikuusilajissa Solbölen kokeilualueessa vv. 1933—36 aiheuttamatta kuitenkaan mainittavia vaurioita.

Kunto ja kasvu: Tuhoilta säilyneet viljelmät ovat verraten tyydyttäviä, puiden runko kohtalaisen suora ja oksat usein keskinkertaisia, jopa heikohkojakin. Vähemmän tyydyttäviä ovat tässä suhteessa Solbölen viljelmät 18 ja 19. Viljelmät 7—13 näyttävät kasvunsa puolesta olevan

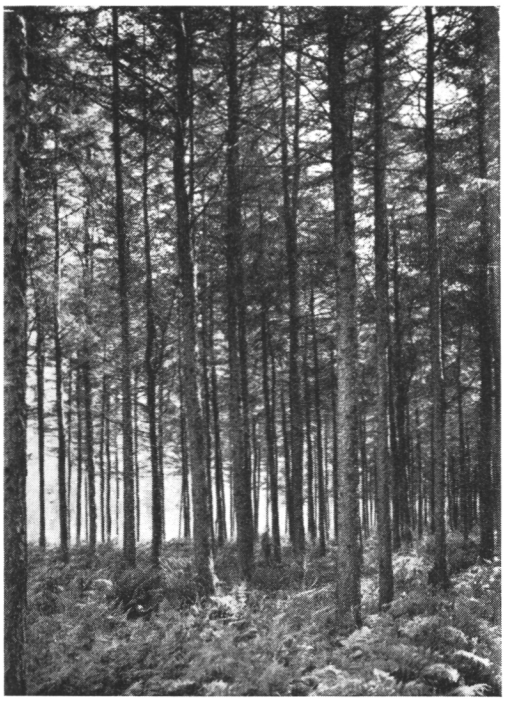
muita parempia, ts. edustavan muista poikkeavaa rotua. Metsäviljelmälomakkeissa ne on varustettu lisämerkinnällä II, viljelmät 3—6 taas tunnuksella I ja viljelmät 15—20 tunnuksella III. Viimeksi mainitut ovat yleensä antaneet heikkoja tuloksia.

Larix Gmelini (Rupr.) Litvin. var. ***japonica*** (Reg.) Pilger

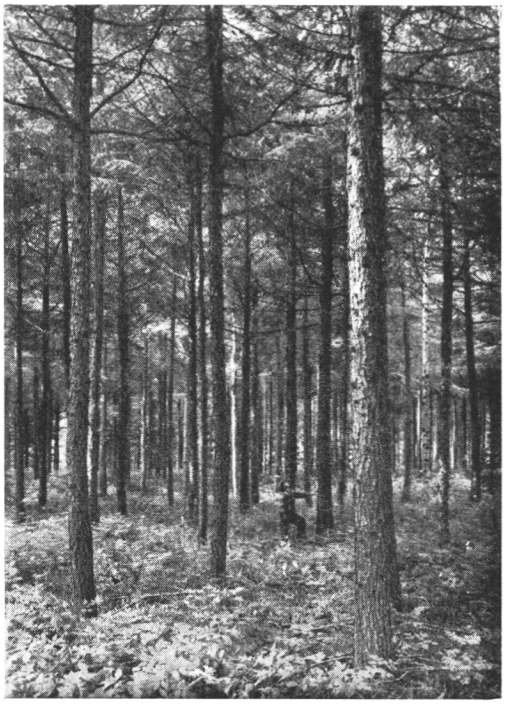
A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Viljelmien *1—13* siemen on ostettu C. G. T i g e r s t e d tiltä, joka on saanut sen toiminimi Kjellbergs Successor Ab:n, Tukholma, välityksellä. Siemenen alkuperäksi on ilmoitettu vain Sahalin. Viljelmän *14* siemen on saatu prof. M. F u i j o k alta, ja on se peräisin Kurileilta, Isluds. Kun suuri osa taimista kuoli, ala täydennettiin v. 1933 edellisen rodun taimilla. Viljelmien *15* ja *16* siemenen kotipaikaksi on merkitty vain Korea. Siemenestä kehittyneiden puiden kävyistä päätellen laji on *L. Gmelini* var. *olgensis*. Tarkemmat tiedot on viljelmistä *17—19*, joiden siemenen on lähettänyt prof. I. S o n o b e, Tokio. Siemen on peräisin Tokion yliopiston metsistä Etelä-Sahalinilta 47°30′ pl, 100 m mp. Tämän siemenen prof. Sonobe mainitsee olevan »todellista» *Larix kurilensista*. Näiden viljelmien puut näyttävätkin eroavan muista sekä rungon solakkuuden ja hentojen oksiensa että kuoren sileyden ja rasvakiillon vuoksi. Useassa muussa viljelmässä käpyjen koko voi vaihdella, samoin on niissä puita, joiden emikukinnot ovat sinipunaisia, vaaleita tai punertavia (mm. 5 ja 10). Viljelmät 20 ja 21 ovat Mustilassa, joten siemen on tod. valtioneuvos A. F. T i g e r s t e d tin hankkimaa.

T u h o t: Liian tuoreen kasvupaikan (suopelto) takia viljelmät 13 ja 16 ovat täysin tuhoutuneet jo keväällä 1936. Aukkoja ja kituvia harveikkoja on maan tuoreuden takia myös viljelmissä 3, 6, 15 ja 18. Lumen ja pakkastuhojen vuoksi eräissä viljelmissä (mm. 2 ja 3) on rungoissa haaroja ja mutkia 5—6 m:n korkeudella. Heti istutuksen jälkeen on kuivuus tappanut suuren osan taimista viljelmässä 17. Raivauksien ja harvennusten suorittaminen on myös myöhästynyt etenkin Ruotsinkylässä (mm. viljelmässä 6). Saprofyyttinen »*Dasyscypha Willkommii*» esiintyy kuolleissa latvaoksissa viljelmässä 5 sekä tuoreina karsituissa maassa olevissa oksissa runsaasti viljelmässä 2. *Nematus Erichsoni* on vv. 1933—36 esiintynyt tämänkin lehtikuusen viljelmissä Solbölessä.

K u n t o j a k a s v u: Viljelmistä ovat useat varsin lupaavia sekä rungon muodon että kasvunsa puolesta. Parhaat tulokset on yleensä tälläkin lehtikuusella saatu Punkaharjulla. Erityinen mielenkiinto kohdistuu edellä puheena olleisiin viljelmiin 17 —19.



Kuva 12. *Abb. 12. Larix Gmelini* (var. *japonica)*, NL, *UdSSR*, Sahalin. Punkaharju no 104/30, OMaT. 6 m — 13 v. *J.*, 27 v. *J.*: 17.5 m, 23 cm, 177 m³. — Foto 1954 M. K a n e r v a.



Kuva 13. *Abb. 13. Larix Gmelini* var. *olgensis*, Korea. Punkaharju no 102/30, OMaT. 6 m — 13 v. *J.*, 27 v. *J.*: 17.0 m, 24 cm, 201 m³. — Foto 1954 M. K a n e r v a.

Larix Gmelini (Rupr.) Litvin. var. ***olgensis*** (Henry) Ostenf. et Syrach

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Viljelmien *1—3* siemen on ostettu J. Rafnin siemenliikkeestä, Kööpenhamina, joka ilmoittaa sen olevan peräisin Koreasta. Lähemmät tiedot puuttuvat. Viljelmien *4* ja *5* siemenen kotipaikka on Korea, Hozan, 40°49′ x 126°59′, 1 600 m mp. Hankkija on Korean metsäkoelaitos. Viljelmien *6—8* kotipaikka on Korea, Keizanchin, 41°28′ x 128°10′, 1 360 m mp.

T u h o t: Suurinta tuhoa on aiheuttanut kasvupaikan tuoreus ja siihen liittyvä pakkasvaurio. Suopellolla olevassa viljelmässä 5 taimet tuhoutuivat »keväthallan» vuoksi jo keväällä 1936, ja maan kosteuden takia lehtikuusi on hävinnyt vähiin myös viljelmissä 8, 7 ja 6. Niissä kotimaiset puulajit ovatkin pääasiassa vallitsevia. Viljelmissä 3 ja 4 tämä kuoleminen on ollut ryhmittäistä, myös kosteudesta johtuen. *Nematus Erichsoni*-toukat ovat vaivanneet viljelmän 4 puita kesinä 1933—36. *Dasyscyphaa* on tavattu

rungon kuolleissa sekä maassa olevissa oksissa vain parissa viljelmässä, mm. no 1:ssä.

K u n t o j a k a s v u: Taimi- ja taimikkovaiheessa pituuskasvu on ollut usein verraten heikkoa, mistä johtuu puiden tyven myöhempi laaja-oksaisuus. Seuraavassa ikävaiheessa kasvu kuitenkin elpyy huomattavasti ja latvus on toisinaan kapeahko ja oksat heikohkoja. Metsikössä on joskus huomattavan runsaasti lenkoja ja mutkikkaitakin puita, ei kuitenkaan niin paljon, ettei metsiköstä harvennuksin saataisi runkonsa puolesta hyvää puustoa. Lupaava on suotuisassa kasvupaikassa varttuva viljelmä 2. Rodullisesti lienevät kuitenkin parhaat viljelmät 6—8.

Larix leptolepis (Sieb. et Zucc.) Gord.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Viljelmiin *1* ja *2* on taimet saatu Mustilasta. Siemen on kerätty Kotikunnaalla kasvavista puista. Taimista voi ainakin osa olla risteytymiä *(L. leptolepis* × *decidua)*. Viljelmiin *3—5* siemen on ostettu OY Proveniensilta, joka ilmoittaa sen olevan kotoisin Japanin Hondon ylävuoristosta. No *6:n* siemen on kerätty Punkaharjun viljelmästä 21 D/31 (luettelossa no 1). Siitä saadut taimet voivat olla toiskertaisia risteytymiä, sillä viljelmän 1 lähellä on useita lehtikuusilajeja.

T u h o t: Kuivuus on tappanut paljon taimia viljelmässä 5. Siinä talven 1939—40 pakkanen on myös ollut erittäin tuhoisa, kuten yhdistelmästä voi huomata. Pahinta jälkeä se on tehnyt viljelmän keskiosassa, jossa maa on tuoretta. *Nematus Erichsonin* toukkia on ollut v. 1947 ja myyriä talvella 1948—49 viljelmässä 6. *Dasyscyphaa* oli parasiitina v. 1954 viljelmässä 3 varsin huolestuttavassa määrässä, enemmän kuin missään muualla Punkaharjulla. Yksi puu on sen turmelemana kaadettu ja eräiden muidenkin rungossa on sen johdosta uusia versoja.

K u n t o j a k a s v u: Puut ovat verraten hyvärunkoisia. Niiden kasvu saattaa olla varsin nopea, kuten viljelmissä 6 ja 1. Tämä voi aiheutua mahdollisesti heterosiksestakin. Edellisen vieressä kasvavat samanikäiset Siperian lehtikuuset ovat keskimäärin 2 m lyhyempiä v. 1954.

Larix occidentalis Nutt.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Viljelmään 1 on käytetty kahta alkuperää olevia taimia, v. 1935 30 kpl 3-vuotista tainta, joiden siemenen kotipaikka on Idaho, Priest River, 48°20′ x 116°50′, 1 260 m mp sekä v. 1937 50 kpl 4-vuotista tainta, joiden alkuperä on Washington. Edellisen siemenen on hankkinut Northern Rocky Mountain Experiment Station. T u h o t: Idaholaiset kuolivat melkein kaikki kesällä 1935 ja samoin kävi myös

washingtonilaisten. Syksyllä 1937 olikin hengissä vain 5—6 kpl. Syynä on ollut kuivuus ja taimien arkuus kuljetettaessa ja istutettaessa. V. 1952 oli jäljellä 4 kpl, joiden pituus vaihteli 4.0—9.5 m.

Ruotsinkylän kokeilualueessa on myös 2 tämän lajin edustajaa, toinen Paratiisinmäen entisessä taimitarhassa, toinen koeaseman museorakennuksen lähellä. Näiden pituus v. 1954 on n. 7 m. Edellisessä on *Dasyscyphaa* parasiittina.

Larix sibirica Led.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Viljelmien *1—13* siemenen alkuperästä ei ole täysin luotettavia tietoja, numeroiden 1 ja 2 lienee kuitenkin Raivolasta (P a l o s u o 1938). Kun useimmat Punkaharjun ja Vesijaon viljelmistä on perustettu Evon metsäopiston toimesta kasvatetuista taimista, on jotakuinkin varmaa, että niihin on käytetty joko Raivolan tai Luoteis-Venäjän siementä, joiden hankintaa pidettiin Evolla erittäin tärkeänä (H e i k i n h e i m o 1955). Viljelmien *14—26* taimet on kasvatettu Metsäntutkimuslaitoksen Raivolan lehtikuusimetsästä keräämästä siemenestä. Tämän lehtikuusimetsän vanhimman osan perustamiseen tiedetään käytetyn Arkangelin seudun siementä (L a u r i I l v e s s a l o 1923), sitä nuorempiin otaksutaan siementä saadun Ufan seuduilta, siis Uralin eteläosasta, n. 50° pl. (M e t z g e r 1935). No *27—42* ovat Raivolan lehtikuusimetsän toisen polven jälkeläisiä. Niihin on nim. käytetty yksinomaan Punkaharjun metsäviljelmän 98 (ns. Heikinheimon lehtikuusikon) siementä. Tästä metsiköstä saatiinkin sen ollessa 17 vuotias kerätyksi n. 50 kg siementä, jonka itävyys oli harvinaisen korkea eli 60—70 %. Sitä on lähetetty myös ulkomaille, mm. Ruotsiin. Kun tämän viljelmän läheisyydessä on useiden muiden lehtikuusilajien viljelmiä, on mahdollista, ettei sen siemen ole rodullisesti täysin puhdasta. Viljelmien *43—52* siemen on Neuvostoliitosta Arkangelin kuvernementista. N:oiden *43—51* siemenen on välittänyt metsänhoitaja S. R e m e s, Kuopio, ja ilmoitetaan siemenen kotipaikaksi Pinegan ja Schenkurskin piirikunnat. No *52* on OY Proveniensin hankkima Pinegasta. Näiden paikkakuntien sijainti on n. 64° x 40°. Viljelmien *53—56* siemen on Siperiasta Novosibirskin seuduilta. Sen hankkija on myös OY Proveniens. Sama siemenliike on välittänyt siemenen viljelmiin *57—60* Nižne-Tagilskin (Nisnaja Tagilan) seuduista Siperiasta, n. 58° x 53°. Viljelmiin *61—64* on käytetty useaa alkuperää olevia taimia, usein aiempien viljely-yritysten täydentämiseksi. No *65:n* siemen on saatu professori E r k k i L a i t a k a r i l t a. Se lienee peräisin professori H e n r y l t ä Englannista. Nähtävästi se on jokin Siperian lehtikuusen risteytymä.

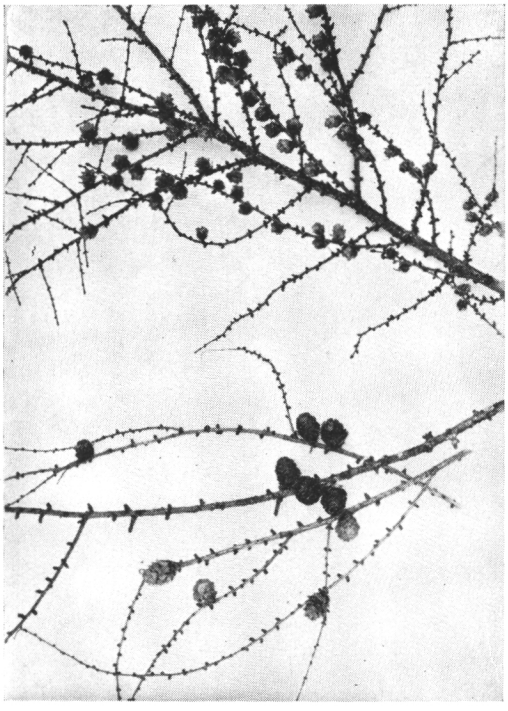
T u h o t: Tämän puulajin viljely on yleensä onnistunut varsin tyydyttävästi. Syyt epäonnistumiseen ovatkin olleet useimmiten helposti todetta-

via. Istutustainten sopimattomuuden takia Kivalon kokeilualueessa on sattunut seuraavat suurtuhot. Kun sodan vuoksi Kivalon taimitarhassa tainten koulitusta ei voitu suorittaa, viljelmässä 27 oli käytettävä 4-kesäisiä koulimattomia taimia ja viljelmässä 28 3 + 3-vuotisia. Edellisen pinta-ala oli n. 50 ha ja käytetty taimimäärä n. 100 000, jälkimmäisen 2.7 ha ja taimien luku 5 500 kpl. Edellisen taimista kuoli jo istutuskesänä 1947 n. 90 %, jälkimmäisen n. 50 % istutuskesänä 1950. Ehdottomasti edullisimmiksi ovat osoittautuneet 1 + 1- ja 1 + 1 + 1- tai myös 2 + 1-vuotiset taimet. Evon-aikaisissa viljelmissä on jotakuinkin poikkeuksetta käytetty syysistutusta. Tähän verrattuna kuitenkin aikainen kevätistutus on edullisempi, etenkin jos istutus voidaan toimittaa jotakuinkin välittömästi tainten maasta oton jälkeen. Punkaharjulla suoritetut koeistutukset ovat myös osoittaneet, että lajitelluista taimista kookkaimmat ja keskikokoiset säilyvät paljon paremmin kuin pienet, erittäinkin alueilla, joiden kasvipeite on rehevä (mm. viljelmät 32 ja 33). Istutuskesän tai sitä seuraavan kesän kuivuus on tuhonnut paljon taimia Solbölen viljelmissä 25 ja 56 sekä Punkaharjun viljelmissä 58, 62 ja 63. Näissä eivät taimetkaan ole olleet parhaita mahdollisia — viime koulituksen jälkeen vain vuoden taimitarhassa olleita — muissa kuin viljelmässä 56. Kostealla ja märällä maalla Siperian lehtikuusikaan ei ota menestyäkseen. Tätä valaisevat seuraavat tapaukset. Viljelmässä 17 (Sandmanin lehtikuusikko Vesijaolla) on korkeahkoa kivistä morenikumparetta, hiukan matalampaa tasannetta ja soistuneita reuna-alueita. Viimeksi mainitussa lehtikuusia on säilynyt vain harvakseen. V. 1954 eli puiden ollessa 30 vuotiaita erilaisissa kasvupaikoissa metsikön tavallisimmat tunnukset olivat:

	kumpare	tasanne	soistunut
valtapituus, m	16.4	15.5	12.9
valtaläpimitta, cm	22.2	19.8	15.0

Epäedullisessa kasvupaikassa latvuksen yläosa käy tylpäksi ja laajaksi. Tyypillisenä tämä on esiintynyt Punkaharjun viljelmässä 45 sekä saman kokeilualueen useassa vanhassa sekaviljelmässä (etenkin Ph 49).

Lehtikuusen syöpä, *Dasyscypha Willkommii*, ei näytä olleen vielä toistaiseksi mainittavassa määrässä tämän lehtikuusilajin tuholaisena. Kuolleilla oksilla *Dasyscyphaa* kyllä tapaa saprofyyttinä ainakin Punkaharjun (mm. viljelmissä 21 ja 45) ja Ruotsinkylän (Lehtikuusimäki) kokeilualueissa. Tuhohyönteisistä on ollut yleisin *Nematus Erichsoni*. Vv. 1933—36 sitä on esiintynyt Solbölen kokeilualueen viljelmissä 23, 24, 25, 50, 51 ja 56, ei kuitenkaan suurempia vaurioita aiheuttavana. *Coleophora laricella* on kiusannut Kivalon kokeilualueen viljelmiä 14 ja 43 1930- ja 1940-luvuilla usean vuoden aikana. Muualla sen esiintyminen on ollut vähäistä. Turilas, *Melo-*



Kuva 14. *Abb. 14. Larix Gmelini* var. *japonica* (ylhäällä, *oben*), *Larix Gmelini* var. *olgensis* (alhaalla, *unten*). Käpyjä, *Zapfen. Dasyscypha Willkommii* edellisessä mädänsyöjänä *auf erstgenannter als Fäulnispflanze*. — Foto 1954 M. Kanerva.



Kuva 15. *Abb. 15. Larix sibirica*, NL, *UdSSR*. Punkaharju no 101/29, OMaT. 6, m — 13 v. *J.*, 28 v. *J.*: 17.5 m, 28 cm, 219 m³. — Foto 1954 M. Kanerva.

lontha hippocastani, on aiheuttanut varsin suurta tuhoa viljelmän 20 lounaislaiteella vv. 1936—40.

Kunto ja kasvu: Edellä käsitellyistä tuhoista johtuu, ettei läheskään kaikkien viljelmien kunto ole paras mahdollinen. Niiden lisäksi vaikuttanevat tuloksiin myös eräät yleisluontoiset seikat. Siten näyttää Novosibirskin rotu keskimäärää heikommalta Suomen oloissa ja Solbölen kokeilualue vähemmän sopivalta tämän puulajin kasvattamiseen kuin etenkin Punkaharjun ja Vesijaon kokeilualueet. Solbölessä Siperian lehtikuusen rungon muotokin on heikohko. Siellä lenkoja, mutkikkaita ja haaraantuneita puita on suhteellisesti eniten.

Lehtikuusen kasvatuksessa Suomessa on jo vanhastaan käytetty verraten väljiä istutusvälejä. Tämän edullisuus on tullut todetuksi myös nuoremmissa viljelmissä. Metsäntutkimuslaitoksen perustamista viljelmistä viljelmät 20 ja 21, joissa istutusetäisyys on ollut 3.0 x 3.0 m, ovat antaneet kiistattomasti edullisimmat tulokset.

Taimien lajittelu on Siperian lehtikuusellakin johtanut samantapaisiin tuloksiin kuin kuusella (Heikinheimo 1942). Tätä osoittavat viljelmien 32 ja 33 seuraavat tulokset: viljelmä 32, ikä 13 v., keskinkertaisten tainten valtapituus n. 4 m, jättiläistainten 6 m, viljelmä 33, ikä 12 v., pienten valtapituus n. 2.5 m, keskikokoisten n. 4 m ja jättiläistainten n. 5 m.

Mitä tulee Siperian lehtikuusen rotuihin, on Evon metsäopiston johtaja A. G. Blomqvist (1881) jo 1879-luvulla tehnyt vertailuja Raivolan (Metzgerin mukaan siis pääasiassa Ufan) ja välittömästi Arkangelin seuduilta saadun siemenen taimilla. Edelliset osoittautuivat jälkimmäisiä voimakkaammiksi. Kuten taulukosta 2 voi päätellä, on ns. Raivolan rotu uusissakin viljelmissä antanut hyviä tuloksia. Parhaisiin kasvulukuihin on päästy viljelmissä Ph 98/29, Ph 8 D/30, Sb 157/32 ja Ph 101/29. Lupaavia ovat myös useat toisen polven viljelmät. Arkangelin alkuperää olevat viljelmät näyttävät nytkin yleensä jäävän jälkeen raivolaisista. Varsin edullisilta eivät näytä myöskään Novosibirskin ja Nižne-Tagilskin rodut.

Kansainväliset lehtikuusikokeet vuodelta 1944

Vilppulan kokeilualueen viljelmä 109.

Tässä yhteydessä voidaan tehdä lyhyesti selkoa ko. kokeista Suomen osalta. Siemen on kylvetty Punkaharjun kokeilualueen taimitarhaan keväällä 1944. Taimet on istutettu Vilppulan kokeilualueen Kaltilan valtionpuistoon keväällä 1947 1 + 1 + 1-vuotisina. Standardina on käytetty 1 + 2 + 1-vuotista *Larix sibiricaa*, joka on peräisin Punkaharjun viljelmästä no 98 (Heikinheimon lehtikuusikko). Metsätyyppi on lähinnä MT, hiesumaata, jossa on laakeita, pääasiassa idästä länteen suuntautuvia painanteita. Varsinaista soistumista ei alalla ole.

Käytetyn siemenen kotipaikat ovat seuraavat ja lehtikuusilaji *Larix decidua*, jollei toisin mainita.

A. Alpit, alhaalta ja keskikorkeudelta

No 1 Saksa, Blühnbach, 600 m
5 » , Krumbach, 600 m
8 » , Murau-Murau, 900—1 000 m
9 » , Oberwallach, 1 000—1 200 m
10 » , Pitztal, 900—1 200 m
14 » , Waldstein, 500—600 m

B. Alpit, korkealta

No 15 Saksa, Michael, 1 600—1 800 m
17 » , Ried-Pfunds, 1 800—2 000 m

C. Italian alpeilta

No 22 Italia, Monte Zucco, 950—1 000 m

D. Sveitsin alpeilta

No 26 Sveitsi, Loschenthal (Wallis), 1 500 m
27 » , Graubünden Untervaz, 430—650 m

E. Tanska

No 28 Tanska, *(Larix leptolepis)*

F. Saksa, tasanko

No 29 Saksa, Harbke
34 » , Itä-Preussi, Schlobitten

G. Suomi

No 37 Punkaharju—Raivola, Ph 98/29, *(Larix sibirica)*

I ja K. Tšekkoslovakia

No 45 Tšekkoslovakia, Hrottowitz, 450 m
46 » , Sudetit, Hubertskirch, 700 m
49 » , Parchowitz, 350—400 m
51 » , Slovakia, Cerny Váh Liptovsky Hradok, 800—850 m
52 » , Muráu Liptovsky Hradok, 960—1 045 m

L. Ruotsi

No 53 Ruotsi, skotlantilainen Lunkeld-lehtikuusi

K. Saksa

No 54, 55, 56 Wolfgangissa olevan valtion siemenkaristamon toimittamaa Japanin lehtikuusen *(Larix leptolepis)* siementä.

Kuntoa koskeva merkintä taulukossa 3 on: I voimakas, II tyydyttävä, III heikohko, IV heikko. h tarkoittaa haarautuneita taimia.

T u l o s: Yleissyy heikkoon tulokseen lienee kasvupaikassa, sillä myös Siperian lehtikuusi, joka on Raivolan perua, on menestynyt paljon epävarmemmin kuin tällä leveysasteella olisi odottanut. Se on kuollut, nähtävästi maan kosteuden ja pakkastuhojen vuoksi vähänkin alavammilla paikoilla siitä huolimatta, että näiden alueiden pinta on vain n. 0.5 m yleistasoa alempana. Pahin tuho todettiin jo istutuskeväänä 1947.

Useissa ulkomaisissa roduissa on tyypillisiä merkkejä huonosta viihtyisyydestä: kuivia latvoja ja käpyjä. Tyypillinen on etenkin no 5, jonka puusta on otettu kuva 39.

Taulukko 3. Kansainvälisen lehtikuusikokeen tulokset v. 1954

No	Kylvetty, g	Taimia, kpl			1-vuot. tainten neulasia jäljellä keväällä 1945 %	Istutettaessa tainten			V. 1954 jäljellä		
		1-kesäisiä	1+1-vuotisia	istutettu		pituus, cm	vuosikasvain, cm	kunto	kpl	olevien keskipituus, dm	olevien kunto
1	100	590	220	135	5	25	10	III	5	1— 6	IV
5	500	1 730	1 070	540	5	20	8	III h	3	5—18	III, IV
8	100	450	250	108	50	18	5	IV	—	—	—
9	100	250	200	162	5	20	8	II	2	1— 4	IV
10	100	280	240	216	5	25	10	II	9	1—13	III, IV
14	100	740	370	198	50	20	8	III h	9	1— 5	IV, III
15	100	230	300	216	5	25	10	III h	5	1— 4	IV
17	200	140	120	108	5	25	8	II	6	5—10	IV
22	100	1 350	750	297	20	20	8	IV h	2	1— 5	IV
26	50	960	680	432	20	25	10	III	3	1—10	III, IV
27	70	830	650	291	40	22	8	III h	—	—	—
28	80	1 160	530	297	90	20	8	III h	—	—	—
29	100	1 330	970	567	30	25	15	III h	8	5—20	III, IV
34	60	470	430	238	10	25	10	III h	7	1—23	III, IV
37	100	850	950	810	5	**36**	**15**	I	∞	**30—35**	**I, II, III**
45	100	740	490	295	30	25	12	III h	8	8—40	II, III, IV
46	60	78	50	27	20	22	8	IV h	2	5—12	III, IV
49	100	600	560	378	10	25	15	III h	13	6—30	III, IV
51	100	500	410	324	5	30	20	III h	18	2—15	III, IV
52	100	540	410	297	5	28	15	III h	7	3—15	III, IV
53	60	930	640	432	20	22	10	III	6	1— 6	IV
54	40	390	400	297	—	32	15	II	108	30	III
55	60	930	610	432	40	25	10	III h	7	1—11	IV
56	60	1 100	60	27	100	15	8	IV	—	—	—

Lehtikuusen risteytymät

A l k u p e r ä: Viljelmä *1* on syntynyt luonnon siementämänä Punkaharjun kokeilualueen Euroopan lehtikuusen viljelmään 11 sen jälkeen, kun se asetettiin siemenpuuasentoon. Risteytyminen on tapahtunut lähellä olevasta Siperian lehtikuusikosta. Viljelmässä on siis sekä puhtaita lajeja että risteytymiä. Viljelmän *2* siemen on kerätty Punkaharjun koealalta 28. No *3* on perustettu Kiteen lehtikuusikosta jäätyneessä maalohkareessa tuoduista n. 2.5 m:n pituisista puista, no *4* Mustilasta tuoduista n. 1.5 m:n pituisista puista. Molempien viljelmien puut on valinnut maisteri S a k a r i S a a r n i j o k i. Viljelmän *5* siemen ja taimet ovat Mustilasta.

T u h o t: *Dasyscypha Willkommiita* on viljelmässä 2. Alueella on yksi sen johdosta kuollut ja kaadettu puu. Useissa muissa on saprofyyttimuotoa alimmissa kuivissa oksissa.

K u n t o j a k a s v u: Kasvu on viljelmissä 3 ja 4 poikkeuksellisen hyvä. Viljelmissä 1 ja 2 näyttävät myös vallitsevat ja samalla parasrunkoiset puut olevan risteytymiä ainakin suurimmaksi osaksi. Myös viljelmissä 3 ja 4 on hiukan lenkoja ja mutkaisiakin puita.

Nuorempia risteytymiä on Punkaharjulla viljelmissä no 398/50 ja 399/50. Edellisen emoina on useita eri lajeja, jälkimmäisessä Euroopan lehtikuusi. Näiden selvittely on jätettävä myöhempään vaiheeseen. No 398:n pinta-ala on 0.32 ha ja taimiluku 656 ja no 399:n 0.23 ha ja 411 kpl.

Kiteen sekä Punkaharjun siemenpuualan (11/30) kasvua tarkattaessa on muistettava, että näiden taimet ovat luonnonsiemennyksestä alkunsa saaneita.

Picea asperata Mast.

K o t i p a i k k a j a h a n k k i j a: Kiina, Länsi-Kansun maakunta lähellä Tibetin rajaa, n. 2 000 m mp. Siemenen on lahjoittanut Arnold Arboretum ja taimet on kasvattanut C. G. T i g e r s t e d t.

T u h o t: Keväthallat ovat vikuuttaneet taimia jo taimitarhassa. Punkaharjun Dendrologisessa puistossa jäljellä 2 kpl, joista toinen pensasmainen, toinen 3.5 m, kasvain 35 cm, laajaoksainen, mutta latvapuoli lupaava. Ruotsinkylän puut ovat verraten hyvässä kunnossa. Paras on viljelmä 1.

Picea Engelmanni (Parry) Engelm.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Viljelmien *1—12* siemenen ovat hankkineet tod. valtioneuvos A. F. T i g e r s t e d t ja tilanomistaja C. G. T i g e r s t e d t (OY Proveniens). Viljelmien *13—15* siemen on myös saatu. Siemenen alkuperä mainitaan taulukossa 2.

T u h o t: Liiallinen kosteus on alkuvuosina vaivannut viljelmää 1, viljelmää 2 myös myöhemmin. Viljelmä 6 taas on karulla maalla, entisen perusteellisesti huuhtoutuneen luodon kohdalla. Kesän 1936 kuivuus on ollut haitallinen viljelmälle 12. Pakkanen ei tätä puulajia ole sanottavasti hätyyttänyt, sillä luokan II vauriot ovat varsin lievät. Kuitenkin on nuorimmissa viljelmissä 14 ja 15 havaittu versojen paleltumista v. 1951. Verhopuusto on ehkäissyt taimien ja puiden kehitystä viljelmissä 3, 4, 5, 8, 9 ja 11. Niissä myös raivaukset ja harvennukset ovat siirtyneet liian myöhäksi. Kärsäkkäitä on ollut viljelmän 3 taimissa. Tälläkin puulajilla on tasalatvaisuutta, mutta paljon vähemmässä määrin kuin mm. mustakuusella. V. 1954 sitä oli n. 40 %:ssa puista viljelmässä 7, mutta lievästi. Syynä tasalatvaisuuteen lienevät tässäkin tapauksessa eräät sienet. Karistetautia neulasissa oli mm. kesällä 1954 useissa Punkaharjun viljelmissä. Sen aiheuttajana on todennäköisesti *Phoma pini* (Desm.) Sacc.

K u n t o j a k a s v u: Parhaiten onnistuneita ovat viljelmät 1, 6, 7 ja 13. Viljelmä 9 on jotakuinkin täysin epäonnistunut. Eri rotujen kesken ei ainakaan toistaiseksi ole todettavaa eroa.



Kuva 16. *Abb. 16. Picea Engelmanni*, Kanada, Alberta. Punkaharju no 137/31, MT. 6 m — 23 v. *J.*, 27 v. *J.*: 9.0 m, 13 cm. 71 m³. — Foto 1954 M. Kanerva.



Kuva 17. *Abb. 17. Picea jezoensis*, Japani, *Japan*, Sahalin. Punkaharju no 119/31, MT. 6 m — 28 v. *J.* — Foto 1954 M. Kanerva.

Picea glauca (Moench) Voss.

Alkuperä ja hankkija: Viljelmän *1* siemen on ostettu J. Rafnilta, Kööpenhamina, viljelmän *2* taimet on kasvatettu Mustilassa. Kaikkien muiden siemenen on hankkinut OY Proveniens ja C. G. Tigerstedt. Lähemmät tiedot ovat taulukossa 2.

Tuhot: Maan liiallinen tuoreus on ehkäissyt kasvua osin viljelmässä 2. Pakkastuhot sekä verho- ja muu kotimainen puusto ovat tuhonneet viljelmät 5 ja 6. Samat syyt ovat vaikuttaneet myös viljelmän 1 heikkoon tilaan. Latvaviat ovat tämänkin puun viljelmissä yleisiä, etenkin Punkaharjulla. Latvoissa onkin ollut sienitautia jo taimikkoasteella, viljelmissä 4, 9 ja 10 v. 1940, viljelmän 11 taimissa jo taimitarhassa. V. 1954 tasa- ja haaralatvaisuutta oli useimmissa puissa viljelmissä 3, 4 ja 9, viljelmässä 10 lähes puolessa. Tästä syystä puuston korkeusvaihtelut ovat suuret. Tuhosienet ovat yleensä samoja kuin muilla Pohjois-Amerikan kuusilla.

Kunto ja kasvu: Edellä mainittujen syiden takia vain viljelmät 7 ja 8 ovat kasvaneet hyvin. Harvennuksien jäljiltä eräät toisetkin näyttävät aika lupaavilta, kuten 4 ja 11.

Picea glauca (Moench) Voss. var. *albertiana* (S.Br.) Sarg.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Siemen on OY Proveniensin (C. G. T i g e r s t e d t in) hankkima. Viljelmän *2* taimet on ostettu Mustilasta. Siemenen alkuperä on Kanada, Alberta, Olds.

T u h o t: Talven pakkasia tämäkin puu on kestänyt varsin hyvin, kuten yhdistelmä osoittaa. Viljelmä 3 on kuitenkin tuhoutunut pääasiallisesti pakkasen vuoksi. Myös viljelmässä 2 on ollut hiukan pakkasen merkkejä versoissa. Viljelmän 1 versoissa oli sienitautia vähän v. 1940, nähtävästi samaa, jota muissakin Pohjois-Amerikan kuusissa. Latvan haaraisuus ja tasaisuus ei myös ole harvinainen. Niin arvioitiin Punkaharjun laajan viljelmän 1 latvuksista normaaleiksi 20—80 %, riippuen nähtävästi siitä, kuinka etäällä sienituhokeskuksesta arvioitu paikka oli. Verhopuiden poiston sekä raivauksien ja harvennusten siirtyminen liian myöhäiseksi on aiheuttanut pahoja vaurioita etenkin viljelmässä 4.

K u n t o j a k a s v u: Viljelmien kunto on useimmiten tyydyttävä ja kasvu suunnilleen samanveroinen kuin muissa pohjois-amerikkalaisissa kuusissa.

Käpyjä on puissa ainakin 17 v:n iällä (viljelmä 2).

Picea Glehnii (Fr. Schmidt) Mast.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Alkuperästä ei ole annettu varmoja tietoja. No *1:n* siemenen on lahjoittanut prof. I. S o n o b e ja mainitaan keräyspaikaksi Tokion yliopiston metsä (mahdollisesti 43°15′ x 142°30′). No *2:n* siemenen on antanut prof. F. K o i d e (Hokkaido, Sapporo). No *3* ja *4* ovat taas tulleet Japanin Suomen-lähetystön kautta Japanin metsäkoelaitoksen lahjoittamina.

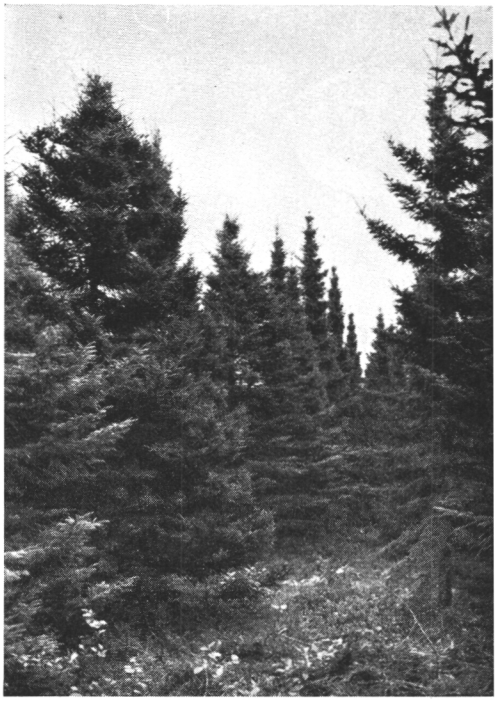
T u h o t: Keväthalla on vikuuttanut jatkuvasti viljelmän 1 taimia ja puita. Muualla ovat puut yleensä terveitä ja reheviä sekä suhteellisen heikko-oksaisia.

Picea jezoensis (Sieb. et Zucc.) Carr.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: No *1:n* siemenen on lahjoittanut prof. F. K o i d e, Sapporo. Siemenen kotipaikasta ei ole lähempää ilmoitusta. No *2* ja *3:n* siemen on saatu prof. I. S o n o b elta, Tokio, ja mainitaan, että se on kerätty Tokion yliopiston puutarhasta. No *4* ja *5:n* siemen on myös prof. F. K o i d en hankkima, mutta on sen kotipaikka Sahalin. No *6* ja *7:n* kotipaikka on nähtävästi Hokkaido. Lähemmät tiedot puuttuvat. No *8—10* on saatu Japanin Suomen-lähetystön kautta prof. F. K o i d elta.



Kuva 18. *Abb. 18. Picea Koyamai*, Korea, Keizanchin. Punkaharju no 379/41, OMT. 21 v. *J.*: 4.5 m. — Foto 1954 M. Kanerva.



Kuva 19. *Abb. 19. Picea mariana*, Kanada, Nev Brunswick. Punkaharju 199/32, MT. 6 m — 23 v *J.*, 25 v. *J.*: 7.0 m. — Foto 1954 M. Kanerva

Kotipaikka on Hokkaido, Kotoni, 43°4′ x 141°15′. No *11:n* siemen on saatu Korean metsäkoelaitoksen välityksellä Pohjois-Koreasta, Keizanchin, 1 960 m mp. Tuhoja: Pakkasvahinkoja pääasiallisesti vv. 1939—40 sekä sitä ennen taimitarhassa. Kunto: Muissa viljelmissä kuin 1:ssä ja 2:ssa puut näyttävät terveiltä ja varsin elinvoimaisilta. V. 1952 uusia käpyjä viljelmissä 5, 6, 7, 9 ja 10.

Picea Koyamai Shiras.

Alkuperä ja hankkija: Siemen on peräisin Koreasta, Keizanchin, 1 360 m mp. ja sen on hankkinut Korean metsäkoelaitos. Tuhot: Pakkastuhoja vain nimeksi. Viljelmän 2 aikaisemmin keväällä kasvunsa aloittavassa osassa voi kuitenkin olla suht. enemmän vaurioita. Kaikissa viljelmissä on ollut suurta haittaa verhopuustosta. Kunto: Yleensä hyvä. Verhopuuston poistamisen jälkeen on kasvu huomattavasti elpynyt. Kasvaimet 30—45 cm. Viljelmä 3 on toistaiseksi paras. V. 1954 siinä oli jopa 6 m:n pituisia puita.

Picea mariana (Mill.) B.S.P.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Viljelmien *1—8* siemenen on hankkinut C. G. T i g e r s t e d t. Viljelmän *10—15* siemenen on välittänyt OY Proveniens. Viljelmien 1—8 puut ovat jäykkäoksaisia, viljelmien 9—15 rento-oksaisia. Siemenen kotipaikat taulukossa 2.

T u h o t: Maan kosteus ei ole tätä puulajia häirinnyt samassa määrin kuin monia muita ulkomaisia puita. Päinvastoin se on menestynyt varsin hyvin ojitetussa korvessa (viljelmä 5). Myös pakkasvauriot ovat olleet vähäisiä; ko. viljelmässä mustakuusi ohitti pakkastalven täysin terveenä, kun taas samassa korvessa kasvaneista kotimaisista kuusista joutui luokkaan I 80 % ja luokkaan II 20 %. Pääasiallisesti pakkasen johdosta ovat kuitenkin viljelmät 4 ja 13 täysin tuhoutuneet. Verhopuuston käyttö tämän puulajin viljelmissä on osoittautunut tarpeettomaksi, jopa haitalliseksi. Se onkin jouduttu poistamaan jo aikaisessa vaiheessa. Jollei näin ole tehty tai jos raivaukset ja harvennukset ovat jääneet toimittamatta, on tulos ollut kovin heikko. Tyypillisimpiä ovat Ruotsinkylän kokeilualueen Huhtariihen viljelmät 6 ja 14, joissa mustakuusta on jäljellä vain vaatimattomia ryhmiä. Pahiten tätä puulajia on vaivannut moni- ja tasalatvaisuus, jota mm. viljelmässä 2 ja 12 on n. 100 %, viljelmässä 3 90 % ja viljelmässä 9 30 %. Suurimmaksi osaksi tämän aiheuttajana lienee sienitauti, pääasiallisesti *Sclerophoma pityophila*, jota on esiintynyt eräissä viljelmissä (2, 3, 9 ja 11) jo v. 1940.

K u n t o j a k a s v u: Tämä puulaji on ollut useimmissa viljelmissä hidaskasvuinen. Tähän ovat vaikuttaneet myös latvavauriot. Parhaisiin kuuluvat viljelmät 7, 9 ja 15.

Picea Omorika (Punčić) Purkyne

A l k u p e r ä: No *1—6*. Siemen ostettu A. Grünwaldin siemenliikkeestä, Wiener-Neustadt. Kotipaikaksi on ilmoitettu Balkani, 1 600—1 800 m mp. Itävyys 85 %. No *7—9*. Siemen peräisin Mustilasta. Itävyys 72 %. T u h o j a: Pakkastuhoja etenkin latvaversoissa vv:en 1939—41 jälkeenkin. Myös sienitautia on, eniten viljelmässä 2, jossa tasalatvaisia puita on lähes 100 %. Pääasiallisena syynä lienevät samat sienet (*Sclerophoma* ym.), jotka ovat tuhonneet läheisiä *Abies concolor*- sekä kanadalaisia *Picea*-viljelmiä. Parhaisiin kuuluvat Punkaharjun isoimmat viljelmät 3, 8 ja 9. Myös Aulangolla tämäkin laji olisi ilmeisesti antanut hyviä tuloksia, jos verhopuusto olisi poistettu aiemmin.



Kuva 20. *Abb. 20. Picea Omorika*, Suomi, *Finnland*, Mustila. Punkaharju no 351/38, OMT. 6 m — 21 v. *J.* — Foto 1954 M. Kanerva.



Kuva 21. *Abb. 21. Picea sitchensis*, Alaska, Juneau, Sealewer. Solböle no 286/38, OMaT. 6 m — 20 v. *J.* — Foto R. Saarnio.

Picea pungens Engelm.

Alkuperä ja hankkija: Siemen on Coloradosta, viljelmien 6 ja 7 nimenomaan ylävuoristosta. Hankkija on OY Proveniens. Tuhot: Kostea kasvupaikka ei ole soveltunut tälle puulajille. Sellaisissa kohdissa pakkastalven 1939—40 tuhotkin ovat aiheuttaneet suhteellisesti eniten vaurioita. Pakkaselle se on ollut yleensä arka; Solbölen kokeilualueessakin on paleltuneita vuosiversoja ollut keväällä 1951. Nähtävästi sienien aiheuttamat karistetaudit ovat myös olleet jatkuvasti yleisiä, melkeinpä jokaisessa viljelmässä. Suurinta haittaa on kuitenkin aiheuttanut taimien ja puiden joutuminen kotimaisten puiden alle. Viljelmät 2—5 ovatkin edellä mainituista syistä suureksi osaksi tuhoutuneet. Kasvu ja kunto: Okakuusi on yleensä ollut hidaskasvuinen ja oikukas. Yhdistelmässä olevat puiden pituusluvut onkin saatu parhaista yksilöistä. Suurin osa taimista ja puista on joko kokonaan tuhoutunut tai varsin kituva. Parhaat puut ovat Punkaharjulla metsänhoitajan asunnon luona sekä viljelmässä 1 ja 3 sekä lisäksi Solbölen viljelmässä 6.

Picea rubens Sarg.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: USA, New Hampshire, 240—360 m mp. Siemenen on Brown Company, Berlin NH., antanut prof. A. K. C a j a n d e rille, joka on lahjoittanut sen Metsäntutkimuslaitokselle. T u h o j a: Oireita monilatvaisuuteen. K u n t o varsin tyydyttävä.

Picea Schrenkiana Fisch. et Mey.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Neuvostoliitto, Turkestan, Alma Ata. Hankkija Institut de botanique, Leningrad. T u h o t: Pakkanen tappanut muut paitsi kolmea, joista yksi on hiukan muita parempi.

Picea sitchensis (Bong.) Carr.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Viljelmän *1* siemen on Br. Columbiasta, Queen Charlotte Island (itäosa), Sidegate (Graham Island, SO-niemi). No *2—11:n* siemenen on hankkinut OY Proveniens The Long-Pen Lumber Companyn välityksellä Alaskasta, Juneau, Sealewer. T u h o t: Talven 1939 —40 tuhot ovat aiheuttaneet usein kaikkien neulasten varisemisen (puut enintään 1.2 m:n korkuisia), minkä jälkeen on puhjennut uudet versot. Pakkasen vuoksi neulasia on ruskettunut myöhemminkin. Punkaharjulla on saniainen estänyt taimien kehitystä vuoteen 1954 asti. Viljelmässä 3 olisi ollut toimitettava raivauksia. K a s v u j a k u n t o: Useat Solbölen viljelmistä ovat kohtalaisia. Parhaat ovat viljelmät 10 ja 11, joissa v. 1954 oli runsaanlaisesti käpyjä.

Picea Wilsonii Mast.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Kiina, Länsi-Kansun maakunta, lähellä Tibetin rajaa, 2 000 m mp. Hankkija Arnold Arboretum. T u h o t: Kärsineet keväthalloista jo taimitarhassa. Pakkanen lienee syynä myöhempäänkin heikkoon menestymiseen.

Pinus Banksiana Lamb.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: No *1—3:n* siemenen on hankkinut OY Proveniens, ja sen alkuperä on Saskatchewan, Prince Albert, 53°12′ x 105°48′. No *4:n* siemen on saatu C. G. T i g e r s t e d tiltä, ja se on pe-



Kuva 22. *Abb. 22. Picea pungens*, USA, Colorado. Punkaharju, metsänhoitajan asunnon luona, *bei dem Försterhaus.* 26 v. *J.*: 5.5 m. — Foto M. Kanerva.



Kuva 23. *Abb. 23. Pinus Cembra*, Siperia, *Sibirien.* Punkaharju no 43/1896, OMT. 56 v. *J.*: 17.0 m, 23 cm, 474 m³. — Foto 1954 M. Kanerva.

räisin Br. Columbian Eagle Riveristä, 50°56′ x 118°50′. No *5* ja *6:n* siemenen hankkija on Petawava Forest Exp. Station, ja kotipaikka Ontario, Geraldton. Tuhot: Viljelmät 2 ja 4 ovat onnistuneet hyvin heikosti, kuolleisuus on ollut suuri ja jäljellä olevista puista suuri osa on heikkoja, no 4:ssä etupäässä pensasmaisia yksilöitä. Syynä on ollut raivauksien puuttuminen sekä lumenpaino. Solbölessä tulos on parempi. Kunto: Paremmissakin viljelmissä puut ovat hentoja, mutkikkaita ja vaivoin karsiutuvia.

Pinus Cembra L.

Alkuperä ja hankkija: Viljelmien *1* ja *2* taimet on tuotu Evolta. No *2:sta* mainitaan erityisesti, että taimet ovat *Pinus Cembra *sibirica.* Punkaharjun vanhimpien metsiköiden siemenestä on perustettu viljelmät *3—5* ja *14—17*, viimeksi mainitut viljelmän 2 siemenestä. Viljelmien *6* ja *7* siemen on saatu Elimäen Mustilan puista, viljelmien *8—13* Turun kaupungin puistosta, viljelmän *18* Aulangolta, viljelmän *19* Porin

maalaiskunnasta (Pihlavan asemalta) ja viljelmien *20* ja *21* Peltosalmelta. No *22—24* siemen on peräisin Sveitsin Engadinista, n. 46°30′ x 10°, ja sen hankkija on siemenliike J. J. Roners Erben, Engadin. No *25:n* on välittänyt OY Proveniens Uralista. T u h o t: Kuten yhdistelmästä huomaa, ovat sembraviljelmät säästyneet jotakuinkin talven 1939—40 pakkasvaurioilta. Pakkasen aiheuttamia tuhoja onkin vain viljelmässä 6, joka on savipohjaisessa notkelmassa. Hirvet ovat vahingoittaneet puiden latvoja viljelmissä 7, 12 ja 16. Punkaharjulla ovat oravat viime vuosina kuorineet kasvaimia parissa metsikössä. Suurimpana esteenä puiden normaalille kehitykselle on ollut niiden joutuminen kotimaisten puulajien puristukseen ja alle. Näin on käynyt etenkin Ruotsinkylän ja Solbölen kokeilualueissa. Viljelmät 17 ja 19 on perustettu verhopuuston alle, joka jonkin vuoden kuluttua on poistettu. K u n t o: Ne viljelmät, jotka ovat edellä mainituilta tuhoilta säilyneet, ovat yleensä täysitiheitä, rungot verraten suoria ja oksat heikohkoja.

Engadinin ja Uralin siemenestä kehittyneiden metsikköjen kesken ei voi toistaiseksi huomata eroa mm. värisävyssä. Käpyjä ei niissä vielä ole. Viljelmän 25 pituuskehitys viittoilee uralilaisen rodun hiukan nopeampaan kasvuun.

Pinus contorta Loud. var. ***latifolia*** S. Wats.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Siemenen keräyspaikat on määritetty taulukossa 2. Viljelmien *1—4* siemenen on hankkinut tod. valtioneuvos A. F. T i g e r s t e d t, viljelmien *5*, *6*, *12—14*, *19*, *20—30*, *32* ja *33* Department of the Interior, Forest Service, Camloops, Br. Columbia. A. F. T i g e r s t e d tin välityksellä on tullut siemen myös viljelmiin *7—11*, *15—18* ja *31*. Viljelmien *34—37* ja *48* siemen on saatu OY Proveniensin kautta, viljelmän *38—47* on saman siemenliikkeen tai C. G. T i g e r s t e d tin hankkimaa. Mikäli keräyspaikan korkeus on ilmoitettu (38, 40, 41, 44 ja 46), on se ollut 1 050 m mp. Viljelmät *51—54* ovat Elimäellä Mustilan tilalla, ja siemenen ovat metsien omistajat hankkineet, no *51—53* ovat peräisin Albertan Banffista, no *54* Etelä-Albertasta.

T u h o t: Pakkasen välittömästi aiheuttamia vaurioita on vähän. Pakkastalven 1939—40 johdosta useissa tapauksissa neulaset ruskettuivat lumirajassa sekä vuosiversot eräissä tapauksissa (mm. viljelmät 5, 20 ja 21) heikentyivät ja niihin ilmestyi sienitautia, *Sclerophoma* ja nähtävästi *Crumenula abietina* Lagerb. Samasta syystä sekä lumen takia puissa on haaralatvaisuutta, kuten viljelmissä 2, 5, 20 (myös aukkoista), 22, 27, 29, 34 ja 37. Sekä Ruotsinkylässä että Punkaharjulla on rungon kuorella esiintynyt loisena *Crumenula sororia* Karst. aiheuttaen pihkavuotoja. Tuhoisimmat lumen vauriot ovat olleet Kivalon kokeilualueen viljelmissä 7 ja 50,

joissa monet puut ovat haarautuneet tyvestä lähtien. Raivausten ja harvennusten laiminlyönnistä ovat joutuneet kärsimään etenkin viljelmät 26 sekä Vesijaon viljelmät 3, 15, 16 ja 17. Kärsäkkäät, *Hylobius abietis*, ovat v. 1927 tappaneet istutusaloilla paljon taimia viljelmissä 2, 9, 25 ja 32. Erittäin selvästi todettavia ovat tälläkin puulajilla sopimattoman kasvupaikan aiheuttamat seuraukset: viljelmän aukkoisuus, hidas kasvu ja epäedullinen rungon muoto. Tällaisia ovat etenkin viljelmät 11 (kasvupaikka liian »hyvä»), 14 ja 26 (kostea, ojitettu) sekä 38, 40, 43 ja 48.

K u n t o j a k a s v u: Sopivissa oloissa viljelmät ovat tyypillisiä: latvus kapea ja verraten lyhyt, runko solakka, mutta vaivoin kuivista oksista karsiutuva. Mustilan metsiköt 51 ja 52 edustavat maan vanhimpia murraynmäntymetsiköitä. Niistä voidaan todeta tämän puulajin runsas puun tuotto (M i e t t i n e n 1952). Sitä osoittavat myös monet nyt otetut koealat, kuten viljelmä 1, 2, 4, 8, 9, 11, 18, 44 ja 45.

Pinus flexilis James

K o t i p a i k k a: Kanada, Alberta, Coleman. T u h o t: Taimet ovat kituneet jo taimitarhassa. Lumen ja ruohon paino ovat tuhonneet istutusalalla talvella 1934 ja 1935 n. 50 % taimista. Myöhemmin ovat kaikki tuhoutuneet.

Pinus Heldreichii Crist. var. ***leucodermis*** (Ant.) Markgraf et Fischen

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Siemenen kotipaikasta ei ole lähempää tietoa. Sen on hankkinut C. G. T i g e r s t e d t. T u h o j a: Talvella 1939—40 taimet ovat olleet lumen alla, joten niiden pakkasenkestävyydestä ei silloin saatu oikeaa kuvaa. Vv. 1934 ja 1935 mainitaan viljelmän 1 taimista kuolleen n. $^3/_4$ lumen ja heinänpainon takia. Vuoteen 1940 mennessä viljelmän 2:kin taimista oli kuollut n. 80 %. Loput ovat molemmissa tuhoutuneet vähitellen. Huonoon tulokseen voi olla osittain syynä myös verraten tiheä koivuverhopuusto. No 2:ssa oli v. 1954 jäljellä 3 kuolevaa 60 cm:n korkuista yksilöä.

Pinus koraiensis Sieb. et Zucc.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: No *1:n* siemen on saatu prof. M. F u i j o k a l t a, joka ilmoittaa sen olevan peräisin Koreasta. No *2:n* siemenen on lähettänyt Korean metsäkoelaitos Korean Hozanista, 38°20′ x



Kuva 24. *Abb. 24. Pinus contorta* var. *latifolia*, Br. Columbia, Long Lake. Punkaharju no 97/29, OMT. 6 m — 17 v. *J.* 22 v. *J.*: 10.5 m, 98 m³. — Foto 1954 M. Kanerva.



Kuva 25. *Abb. 25. Pinus monticola*, Br. Columbia, Canoe. Punkaharju no 238/34, MT. 6 m — 25 v. *J.* 28 v. *J.*: 9.0 m, 15 cm. — Foto 1954 M. Kanerva.

127°30′, 200 m mp. Tuhoja: Viljelmän 1 nuorista puista kuolleet jo talvella 1938 melkein kaikki. Tuhon syynä pidettiin pakkasta. V. 1954 oli jäljellä pari 2—3 m pituista, verraten lupaavaa yksilöä. No 2 on menestynyt paremmin.

Pinus monticola Lamb.

Alkuperä ja hankkija: Viljelmien *1* ja *2* siemen on peräisin Washingtonista, Columbia National Forest, 1 050 m mp., n. 46° x 122°. Hankkija H. R. Weidman. No *3* on Br. Columbiasta, Canoe, 50°46′ x 119°13′. Hankkija OY Proveniens. Viljelmiin *4*—*7* on siemenen hankkinut C. G. Tigerstedt Br. Columbian sisäosista (Crambrook, Larch Hills, 2 700 m). Tuhoja: *Peridermiumia* on ollut usein jo taimitarhassa sekä melkein välittömästi istutuksen jälkeen (viljelmissä 2, 5 ja 7 vuodesta 1933 lähtien). Kesällä 1939 kaikki taimet ja puut olivat kuolleet viljelmissä 1, 5 ja 6. Viljelmä 2 on joutunut kärsimään raivauksien siirtymisestä liian myöhäiseksi. Viljelmästä 3 on poistettu tervasrosoisia puita jatkuvasti.

Jotkut jäljellä olevat näyttävät kestävämmiltä. K ä p y j ä on ollut useina vuosina viljelmässä 3.

Pinus Mugo Turra

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Viljelmien No *1—5* siemen on ostettu J. Rafnilta ja se on tanskalaista alkuperää, viljelmän *6* on ostettu toiminimeltä J. J. Roners Erben ja se on peräisin Sveitsistä, Münsterthal, 46°36′ x 10°25′, 1 300 m mp. Viljelmien *7—10* siemen on saatu kävyissä metsänhoitaja U h l i n g e rilta Sveitsin Engadinista ja 7:n ja 8:n siemen on peräisin 1 660 m:n korkeudelta, 9:n ja 10:n Muotta da Champ Seck alpilta 1880—1920 m merenpinnasta. Käpyjen karistus on suoritettu Ruotsinkylän koeasemalla. No *11* ja *12* ovat myös peräisin Engadinista. No 7 ja 8 on saatu *uncinatan* nimellä, no 9 ja 10 sekä 11 ja 12 *arborean*. T u h o j a ei viljelmissä ole sanottavasti ollut. Lumenpaino on kuitenkin ollut yleistä. Raivauksien ja harvennusten laiminlyöminen on ollut syynä usean viljelmän epätyydyttävään tulokseen Ruotsinkylän ja Solbölen kokeilualueissa. K u n t o: Eniten puumaisia on viljelmässä 9 ja 11, etenkin jälkimmäisen länsiosa on lupaava. Muissa ovat pensasmaiset vallitsevia. Viljelmät osoittavat, että tämän puulajin siemenestä saadaan molempien muotojen risteytymiä, laajemmista *arborea*-metsiköistä pääasiallisesti emopuita edustavia muotoja. Runkomaistenkin pituuskasvu on myös edullisissa oloissa hidasta, tavallisesti n. 20 cm vuodessa.

Pinus nigra Arnold

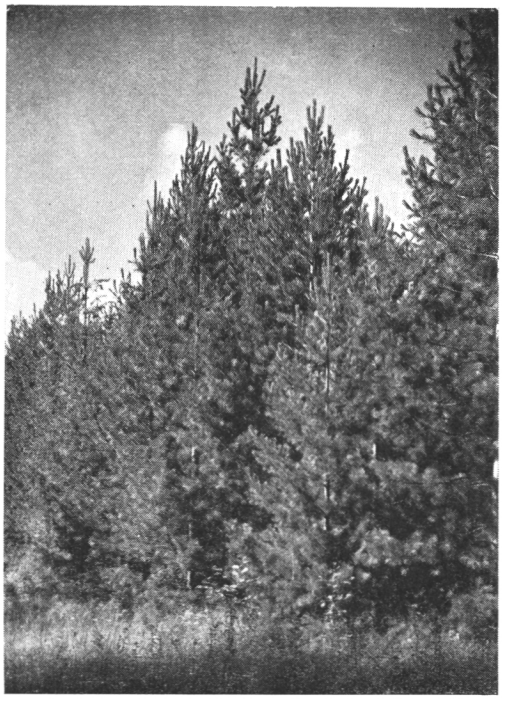
A l k u p e r ä: Tarkempaa tietoa alkuperästä ei ole saatu. T u h o j a: Taimet ovat olleet jo taimitarhassa hyvin kituvia. Metsään siirrettyinä ne ovat kuolleet jo istutuskesänä 1938.

Pinus Peuce Griseb.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Viljelmien *1—12* taimet on saatu tod. valtioneuvos A. F. T i g e r s t e d tiltä. Siemenen alkuperä on Bulgaria, Rino Planino. No *13:n* siemenen kotipaikaksi sen hankkija A. Grünwald (Wiener-Neustadt) ilmoittaa Jugoslavia, Bosnia, 600—900 m mp. Viljelmien *14—16* siemenen kotipaikkana mainitaan Makedonia, 500—800 m mp. Tämän siemenen hankkija on Samen-Haus Natlacen, Wiener-Neustadt. Viljelmien *17—21* siemen on ostettu OY Proveniensilta, ja sen kotipaikka on Bulgaria, Pirnin vuoristo. T u h o j a: Talven 1939—40 pakkaset eivät ole olleet tälle puulajille välittömästi tuhoisia, kuten yhdistelmästä huomaa. Pakkasen välillinen vaikutus sienituhojen edeltäjänä lienee sitä vastoin



Kuva 26. *Abb. 26. Pinus Mugo* (f. *arborea*), Sveitsi, *Schweiz*, Engadin. Punkaharju no 235/34, MT. 6 m — 23 v. *J.* 24 v. *J.*: 6.5 m. — Foto 1954 M. Kanerva.



Kuva 27. *Abb. 27. Pinus Peuce*, Makedonia, *Makedonien*. Punkaharju no 237/34, MT. 6 m — 21 v. *J.* 28 v. *J.*: 9.5 m, 18 cm. — Foto 1954 M. Kanerva.

yleinen. Latva- ja oksaversoja tappavista sienistä on nähtävästi yleisin *Sclerophoma pityophila* (Corda) v. Höhn. Tämän ohella esiintynee yleisenä myös *Crumenula abietina* Lagerb. Myös tervasrosolle ei tämäkään mänty ole täysin immuni. Se vikuuttaa eniten sivuversoja. Tällaisten sienituhojen takia mm. viljelmän 21 taimista ja pienistä puista oli jo v. 1940 kuollut 31 %. Samasta syystä useat viljelmät, etenkin no 1, 13, 14, 17 ja 20, ovat aukkoisia ja elossakin olevista puista on suuri osa haara- ja tasalatvaisia, jopa pensasmaisia. Haara- ja kuivalatvaisuus ei monissa muissakaan viljelmissä ole harvinainen. Sitä on lisännyt myös se, että raivauksien ja harvennusten suorittaminen on lykkäytynyt liian myöhään. Myös hirvet ja myyrät ovat tehneet tuhojaan muutamissa viljelmissä.

K u n t o: Kasvupaikan vaihdellessa samassa viljelmässä parhaat tulokset on saatu ylävähköllä osalla. Onnistuneimpia ovat viljelmät 2, 5, 7, 9, 10—12, 15, 16, 19 ja 21. Terveet puut ovat yleensä suorarunkoisia, suhteellisen kapealatvuksisia ja ohutoksaisia. K ä p y j ä peukemänty tekee jo verraten nuorena. Tarkastusvuosina niitä oli mm. viljelmässä 2, 4, 12 ja 15.

Pinus ponderosa Laws.

Alkuperä ja hankkija: No *1:n* siemen on peräisin Washingtonista Caskadvuoriston itärinteeltä, 900 m mp., hankkija vuorineuvos Wm Lehtinen, no *2:n* Montanasta, Bitterroot National Forest, 1 200 m mp., hankkija R. H. Weidman, no *3:n* Br. Columbiasta, Dear Park, 49°25′ x 118°2′, hankkija C. G. Tigerstedt, no *4:n* samoin Br. Columbiasta, Lytton, 50°12′ x 121°33′, hankkija OY Proveniens. Tuhot: Kaikki viljelmät ovat tuhoutuneet, no 1 ennen vuotta 1938, no 2 talven 1939—40 jälkeen, no 3 on kuollut »kuivuuteen» v. 1934 sekä no 4 ennen v. 1936. Viimeksi mainitun ainoa henkiin jäänyt taimi kuoli talvella 1939—40.

Pinus Strobus L.

Alkuperä: Siemen on peräisin Minnesotan yliopiston metsäkoeaseman metsistä, lahjoittaja prof. Ch. Hanson (konsuli E. A. Aaltion välityksellä). Tuhoja: *Peridermium* on hävittänyt taimet ja puut asteittain. Viimeiset on hakattu v. 1949. Samaan tautiin — joskaan ei läheskään näin nopeasti — on kuollut myös suurin osa niistä 10 strobusmännystä, jotka jo viime vuosisadan vaihteessa oli istutettu Vesijaon kokeilualueen kaskiin. Tämän kokeilualueen metsänvartijan pihalla ollut puu oli jo saavuttanut pienen tukkipuun mitan, kun sen myrsky katkaisi.

Pseudotsuga taxifolia (Poir.) Britt.

Alkuperä ja hankkija: Käytettävissä olevat tiedot siemenen alkuperästä ovat taulukossa 2. Viljelmien siemenen ja taimet ovat toimittaneet tod. valtioneuvos A. F. Tigerstedt, tilanomistaja C. G. Tigerstedt ja vapaaherra Johan Mannerheim, Ruotsi, sekä OY Proveniens. Viljelmän *49* siemenen on hankkinut Pacific Northwest Forest Experiment Station. Siemen viljelmiin *50* ja *51* on ostettu siemenliike J. Rafnilta, Kööpenhamina, ja viljelmien *52* ja *53* taimet Karl Forsström AB:n taimitarhasta Petun saarelta. Viljelmä *54* on Mustilan tilalla, ja sen siemenen on hankkinut tod. valtioneuvos A. F. Tigerstedt.

Tuhot: Pakkastuhoille pseudotsuga on ollut erittäin arka. Suurin osa ko. istutuksiin käytetyistä taimista onkin saanut pakkasvaurioita jo taimitarhassa, usein hyvinkin vaikeita. Taulukko 2 osoittaa näiden tuhojen yleisyyttä ja runsautta pakkastalvena 1939—40. Monesti tuhojen seuraukset ovat tulleet lopullisesti esiin vasta hiukan myöhemmin. Pahoin vahingoittuneita ovat viljelmät 2, 3, 14, 34, 35, 46, 50 ja 51. Pakkaselle alttiissa



Kuva 28. *Abb. 28. Pseudotsuga taxifolia.* Kanada, Alberta. Aulanko, OMT. 28 v. *J.*: 13.0 m. Pisimmistä puista voisi saada seuraavat tukit: 16′ x 8½″ ja 18′ x 7″. *Von den höchsten Bäumen könnte man folgende Blöcke bekommen:* 16′ x 8½″ und 18′ x 7″. — Foto 1954 A. Ketola.



Kuva 29. *Abb. 29. Pseudotsuga taxifolia*, Br. Columbia. Solböle, pihapuisto, *im Park.* 31 v. *J.*: 13.0 m, 26 cm. Edessä vasemmalla *im Vordergrund links Abies lasiocarpa.* — Foto 1954 R. Saarnio.

kohdissa vuosiversojen paleltumista on esiintynyt jatkuvasti. Kuvaavaa on, että ne osat viljelmistä, jotka ovat olleet niiden eteläpuoleisen metsän reunan suojassa, ovat suhteellisesti parhaiten säilyneitä. Pakkasarkuutensa takia tätä puulajia on koetettu istuttaa myös erilaisten verhopuustojen alle. Tulokset eivät siitäkään ole olleet tyydyttäviä, sillä voimakkaampaa varjostusta pseudotsuga ei ole sietänyt. Lisäksi on tarpeellisten raivausten ja harvennusten toimittaminen usein jäänyt ajoissa suorittamatta, mikä taas on aiheuttanut aukkojen synnyn sekä pseudotsugan tuhoutumisen tai kehittymisen enemmän tai vähemmän pensasmaiseksi. Tällaisia viljelmiä ovat etenkin 1, 3, 7, 12, 13, 20, 21, 23, 29, 30, 31, 41, 44, 47 ja 51. Maan liiallisen kosteuden takia viljelmissä 9, 10, 14 ja 42 on epäonnistuneita osia. Usein on paras tulos saatu viljelmän kuivemmassa ja kivisemmässä osassa (mm. viljelmät 12 ja 18). Varsin poikkeuksellinen on viljelmä 41, jonka kasvupaikka on MT, mutta suurelta osalta siinä määrin soistumiselle altis, että karhunsammallaikut ovat yleisiä. Tästä huolimatta viljelmä on

parhaiten onnistuneita. Lumi on tehnyt tuhojaan viljelmissä 30, 31, 35, 44 ja 46.

Kärsäkkäät *(Hylobius abietis)* ovat tappaneet taimia istutuskesänä viljelmässä 41, myyrät viljelmissä 6, 10, 11, 12, 17, 18, 28, 33, 34, 40, 48 ja 53. Pahoja myyrävuosia ovat olleet 1933—35, 1938 ja 1949.

Suurimpana uhkana pseudotsugan viljelylle on *Rhabdocline Pseudotsugae* Sydow-sieni, jota vuoteen 1954 mennessä on esiintynyt Solbölen kokeilualueessa jotakuinkin kaikissa tämän puulajin viljelmissä, myös nuorimmissa (36). Sen lähtökohtana (v. 1951) näyttää olleen viljelmä 48, jonka siemen on saatu *Pseudotsuga Douglasii glaucan* nimellä. Professori R. Sarvaksen havaintojen mukaan sientä tavattaisiin v. 1954 myös Ruotsinkylän Huhtariihen eräissä viljelmissä, kuitenkin lievänä. *Crumenula abietina* ja *Phomopsis pseudotsugae* Wils. ovat olleet yleisiä ja tuhoisia etenkin eräissä Punkaharjun viljelmissä (mm. 40).

Kunto ja kasvu: Tämän puulajin viljelyedyllytykset ovat meillä näiden kokeiden perusteella varsin suppeat. Useissa tapauksissa viljelmän kunto — ja siitä johtuen myös kasvu — on heikko. Pakkas- ja sienivaurioiden takia myös puiden rungot ovat haaroittuneita, mutkikkaita ja lenkoja. Tasalatvaisuus on varsin yleinen. Harvennuksien avulla metsikön kuntoa voidaan tässä suhteessa kuitenkin parantaa. Kuntonsa ja kasvunsa puolesta ovat parhaat erät Mustilan (54) ja Aulangon (43) sekä jotkut Punkaharjun (mm. 12 ja 41) viljelmät.

Taxus cuspidata Sieb. et Zucc.

Alkuperä: No *1—6:n* siemen on ostettu J. Rafnilta, Kööpenhamina, no *7—8:n* taimet Hessen taimistoista Saksasta. Tuhoja: Pakkastuhoja kaikissa myös vv:en 1939—40 jälkeen, jonka vuoksi kuolleisuus suuri. Kilpaileva kuusentaimisto ja erilainen verhopuusto on haitannut myös marjakuusen kasvua. Samoin myös liian heikko (kuivahko) kasvupaikka. Kunto: Marjakuusi on enimmäkseen pensasmaista ja monilatvaista. Paras tulos on saatu Punkaharjulla (1). Siinä on ollut myös marjoja.

Thuja koraiensis Nakai

Alkuperästä ei ole lähempiä tietoja. Taimet on kasvatettu pistokkaista Mustilassa. Tuhoja on ollut vain vähän. Oksankärkien ruskettuminen lienee aiheutunut pakkasesta. Kunto: Aulangolla olevat 3 kpl ovat rungollisia, samoin Punkaharjulla ja Solbölessä parhaat. Myös pituuskasvu on eräillä yksilöillä hyvä. Solbölessä kuitenkin suurin osa oli tarkastettaessa vain 2 m:n korkuisia.

Thuja occidentalis L.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: No *1:n* taimet on ostettu Karl Forsström AB:lta Kemiöstä. No *2—10:n* siemenen on hankkinut Edye-de-Hurst & Sons, Dennyhurst, Ontariosta, 49°30′ x 83°. No *11:n* siemen on New Brunswickista ja OY Proveniensin hankkima. T u h o j a: Pakkasvaurioiden takia suurimmat viljelmät 5 ja 6 ovat tuhoutuneet jotakuinkin täydellisesti. Haaralatvaisuutta on muissakin. K u n t o: Pisimmät puut ovat usein suorarunkoisia, mutta tasalatvaisuutta niissäkin on, etenkin Punkaharjun viljelmissä 2 ja 3. Solbölen viljelmissä on v. 1954 toimitettu harvennus, jossa useampirunkoisiin puihin on jätetty vain yksi haara.

Thuja plicata Lamb.

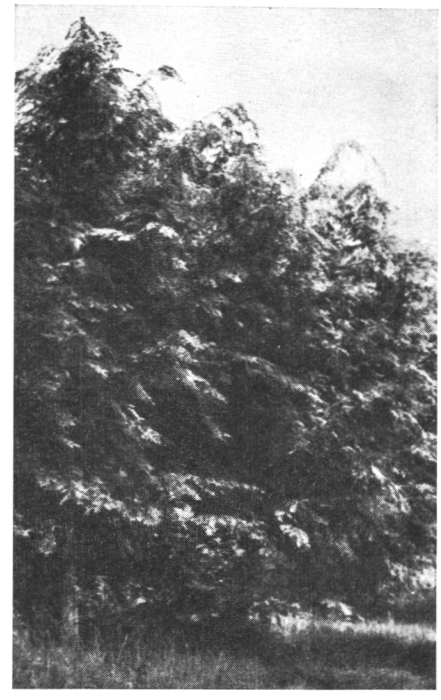
A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: No *1—3:n* taimet on ostettu Mustilan tilalta ja siemenen kotipaikaksi on ilmoitettu Br. Columbia, Cambie. Muiden alkuperä selviää taulukosta 2. No *20:ssa* on käytetty Celistan, Lemprierin ja Larch Hillsin siemenestä syntyneitä taimia. T u h o t j a k u n t o: Pakkastuhot ovat erittäin yleisiä muulloinkin kuin 1939—40 ja 1940—41. Niiden vuoksi eräissä viljelmissä kaikki taimet ja puut ovat kuolleet, toisissa on jäljellä vain kuivalatvaisia ja pensasmaisia yksilöitä. Oksien neulasten ruskettuminen on myöhemminkin hyvin yleinen. Punkaharjun istutuksissa on esiintynyt loisena *Pestalozzia funerea* Desm. paikoitellen hyvin runsaana (koulun luona visaistutuksen vieressä). Muutamissa viljelmissä on joitakin verraten terveitä puita. Valtapituus on merkitty niiden mukaan. Suhteellisesti parhaiten ovat menestyneet Punkaharjun viljelmä 20 sekä Aulangon viljelmä 8. Edellisessä on kasvupaikan vaihtelun seuraukset selvästi nähtävissä: rinteen ylimmässä osassa jotakuinkin kaikki puut ovat säännöllisesti kehittyneitä, alaosassa yleisesti pakkasen vioittamia. Aulangolla paras yksilö, joka on 6.5 m:n korkuinen 28 vuoden iällä, kasvaa entisessä puistossa, hiukan kotimaisten puiden suojassa.

Thujopsis dolabrata (L.f.) Sieb. et Zucc.

A l k u p e r ä: Taimet on saatu tilanomistaja C. G. T i g e r s t e d tiltä. Lähemmät tiedot alkuperästä puuttuvat. K u n t o: Ovat pensasmaisia, mutta reheviä. Pituuskasvu estynee pakkasten takia.



Kuva 30. *Abb. 30. Thuja plicata*, Br. Columbia. Punkaharju no 233/34. 6 m — 24 v. *J.* 25 v. *J.*: 6.5 m. — Foto 1954 M. Kanerva.



Kuva 31. *Abb. 31. Tsuga canadensis.* Solböle no 20/29, OMaT. 6 m — 26 v. *J.* 28 v. *J.*: 7.5 m, 15 cm. — Foto 1954 R. Saarnio.

Tsuga canadensis (L.) Carr.

Alkuperä: No *1:n* ja *2:n* tuntematon. Taimet on ostettu Karl Forsström AB:ltä Petusta. No *3:n* taimet tuotu Ruotsinkylän kokeilualueelta 2-vuotisina v. 1935. Tuhot: Hiukan paleltumisvikoja latvaversoissa, mm. talvina 1931—32 ja 1932—33. Kunto: Puut reheviä ja tuuheita, laajalatvustoisia, runko monesti haarautunut. Oksat verraten paksut isommissa puissa.

Tsuga caroliniana Engelm.

Alkuperä: Molemmat viljelmät samasta siemenerästä, joka on peräisin Pohjois-Karolinasta, Ashervillestä, n. 660 m mp. Tuhoja: Paleltumista muulloinkin kuin vv. 1939—40. Kunto: Puut verraten reheviä ja hyväkuntoisia. Myös huonoja yksilöitä kuitenkin on.

Tsuga diversifolia (Maxim.) Mast.

A l k u p e r ä s t ä ei ole saatu lähempiä tietoja. Siemen on tullut muiden Japanista lähetettyjen siementen mukana. T u h o j a: Kärsinyt nähtävästi verhopuustosta. Kasvu on hidas.

Tsuga heterophylla (Raf.) Sarg.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: No *1—3:n* hankkija on tilanomistaja C. G. T i g e r s t e d t, no *4:n* Pacific Northwest Forest Experiment Station. Siemenen alkuperä mainitaan taulukossa 2. T u h o t j a k u n t o: Pakkasvauriot ovat olleet yleisiä ja verhopuustokin on häirinnyt kasvua. Parhaiten on menestynyt no 4, jossa on 10-kunta lupaavaa puuta sekä sama määrä kituvia.

Tsuga Mertensiana (Bong) Carr.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: No *1* Washington, Stabler Columbia National Forest, 1 350 m mp., hankkija Pacific Northwest Forest Experiment Station. No *2*. Tiedot puuttuvat. T u h o t j a k u n t o: Pakkasen aiheuttamia tuhoja runsaasti. No 2 jotakuinkin tyystin kuollut. No 1:ssä jäljellä olevat hyvin kituvia.

Acer campestre L.

No *1:n* siemen on ostettu J. Rafnilta, Kööpenhamina, no *2:n* taimet on tuotu Mustilasta. T u h o t: Pakkastuhot yleisiä, joten menestyminen epävarma. Myös Ruotsinkylän ent. kivikkoistutuksella on pari elossa olevaa pensasta.

Acer Ginnala Maxim.

A l k u p e r ä: No *1—3* ovat peräisin Mustilasta, no *4:n* siemenen on lähettänyt Korean metsäkoelaitos. T u h o t: Latvoja paleltunut jo ennen v:tta 1940. No *4* on paras. Verraten hyvin tämä vaahtera on tullut toimeen myös Aulangolla sekä Punkaharjun koeaseman kohdalla maantien varressa.

Acer Mono Maxim. f. *marmoratum* (Nichols.) Rehd.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: No *1:n* ja *2:n* siemenen on antanut prof. M. F u i j o k a, ja se on peräisin Hokkaidosta, Napporo, no *3:n* Korean metsäkoelaitos Korean Koagosta. T u h o t: Paleltumisvikoja on runsaasti. Jäljellä pääasiassa rippeitä. Parhaatkin puut (no 2:ssa) mutkarunkoisia.

Acer Negundo L.

A l k u p e r ä: No *1* ja *2* tuotu taimina Mustilasta, no *3* ja *4* siemenenä. T u h o t: No 1 ja 2 tuhoutuneet pakkasen vuoksi jo talvella 1931—32. No 3 ja 4 kestäneet pitempään. Aulangon puut ovat tyydyttäviä.

Acer rubrum L.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Pohjois-New Hampshire, hankkija OY Proveniens. T u h o t: Pakkasvaurioiden lisäksi myyrät (no 2), raivausten puute (etenkin no 5), sopimaton kasvupaikka (no 1 soramaalla, pohjoisosa tuoreempaa ja siellä puut parempia) ovat vaikuttaneet kasvuun. K u n t o: Puut ovat enimmäkseen monirunkoisia, mutta reheviä. Myös Aulangolla on verraten hyvin kasvaneita puita.

No 3:n lähellä, radan varressa on myös *Acer platanoides* var. *Schwedleri* ja *A. platanoides* var. *Reitenbachii* viljelmät. *Acer rubrum* on menestynyt paremmin kuin nämä.

Acer saccharum Marsh.

Taimet on saatu valtionrautateiden taimistosta Hyvinkäältä. T u h o t: Pakkastuhoja on runsaasti. Parhaiten tämä puulaji on menestynyt Aulangon kansallispuistossa.

Acer triflorum Kom.

Siemen on saatu Korean metsäkoelaitokselta. T u h o t: Pakkanen tuhonnut.

Istutettu myös Punkaharjun koeaseman kohdalle maantien varteen. Säilyneet siellä ainakin muutamia vuosia pienenä pensaana.

Aesculus Hippocastanum L.

Taimet ostettu Saksasta, Hesseltä. T u h o j a: Paleltuneet useaan kertaan. Kasvupaikka myös sopimaton. Kuolleet myös Aulangolla.

Alnus viridis D.C.

A l k u p e r ä: Siemen on Sveitsistä Münsterthalista. T u h o t: Pakkaset vahingoittaneet, osin myös kuivuus, sillä kallio on paikoin lähellä. V. 1952 vain 6 kituvaa yksilöä jäljellä.

Betula davurica Pall.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Saatu taimina Mustilasta. T u h o j a: Paljon paleltunut jo taimitarhassa, myöhemmin loput.

Betula Ermani Cham.

A l k u p e r ä s t ä ei ole luotettavia tietoja. Siemen on saatu prof. F. K o i d elta Hokkaidosta. T u h o j a: No 2 on tuhoutunut jo alkuvuosinaan, no 1:stä on jäljellä suurin osa. Lisäksi on samoja taimia käytetty Ruotsinkylän koeaseman pihalla, jossa 2 elinvoimaista puuta.

Laji on epävarma.

Betula lutea Michx.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Siemenen on hankkinut toiminimi Edye-de-Hurst & Sons (Dennyhurst, Dryden) Ontariosta. T u h o j a: Taimet ovat kuolleet istutusalalla jo vv. 1930—31.

Betula mandshurica (Reg.) Nakai var. *japonica* (Miq.) Rehd.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Siemen on saatu Leningradin Dendrologisen aseman välityksellä Siperian Habarovskista. T u h o j a: Hiukan *Sclerophoma*-sientä. K u n t o v. 1954: Metsikkö harvahkoa. Rungot oksikkaita ja mutkaisia. Joitakin parempia yksilöitä on joukossa.

Betula Maximowicziana Reg.

A l k u p e r ä: Taimet on saatu Mustilasta. Siemen luultavasti Korean koelaitokselta. T u h o j a: Suurin osa taimista kuollut jo aikaisin, viljelmän 2 talvella 1933.

Betula papyrifera Marsh

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Viljelmät ovat Mustilassa kasvaneesta siemenestä. Edellisen polven alkuperästä ei ole tietoa. T u h o t: Ovat olleet pakkasenkestäviä. Viljelmien harvuus johtunee pääasiassa raivauksien puutteesta. Viljelmää 3 ovat hirvet vahingoittaneet vv. 1931—33. K u n t o: Suurin osa puista on mutkarunkoisia ja oksikkaita. Paras tulos on saatu viljelmästä 3.

Betula papyrifera Marsh var. ***neoalaskana*** (Sarg.) Raup

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Siemenen kotipaikka on Kanada ja hankkija OY Proveniens. T u h o t: On kestänyt pakkasta hyvin. Viljelmässä 5 on kuitenkin pakkasesta johtuneita tuhoja, mikä riippunee myös epäedullisesta kasvupaikasta. Tämä viljelmä onkin melkein täysin tuhoutunut. Punkaharjulla on myös *Sclerophoma*-sientä. K u n t o j a k a s v u: Puut ovat kasvaneet kohtalaisesti, eivät kuitenkaan kuten kotimainen rauduskoivu. Viljelmän 1 ja sen vieressä olevien muiden koivulajien valtapituus oli v. 1954 seuraava: *Betula papyrifera* var. *neoalaskana* 10.5/27, *Betula verrucosa* 15.0/26, *Betula pubescens* 13.0/30 ja *Betula mandshurica* var. *japonica* 11.0/24. Myös rungon muoto on heikohko.

Carpinus Betulus L.

A l k u p e r ä: Siemen ostettu J. Rafnilta, Kööpenhamina, joten alkuperä tuntematon. T u h o j a: Pakkasvahinkoja jatkuvasti. Raivauksia ei ole ajoissa toimitettu. K u n t o: Jäljellä olevat ovat korkeintaan 2.5 m, jotkut kohtalaisia, mutta hidaskasvuisia.

Cercidiphyllum japonicum Sieb. et Zucc.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Ostettu taimina. Alkuperä tuntematon. T u h o t j a k u n t o: Pakkasen takia useat ovat pensasmaisia. Kaunis yksirunkoinen puu (4.5/23) on Aulangon kansallispuistossa. Verraten hyvin ovat menestyneet myös Aulangon metsäteknikon asunnon ja Solbölen koeasemarakennuksen luona olevat yksilöt.

Fagus grandifolia Ehrh.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Siemen on ostettu OY Proveniensiltä ja on se kotoisin Pohjois-New Hampshirestä. T u h o t: Taimia on kuollut

paljon jo taimitarhassa (Ruotsinkylässä). Metsään istutetuista ovat alalla 2 jänikset syöneet taimia kesällä 1938. Pahimmat ovat olleet pakkastuhot, joiden johdosta tämän puulajin viljely on epäonnistunut.

Fagus sylvatica L.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: No *1* saatu taimina Tanskan metsäkoelaitokselta. Taimet olivat luonnontaimia Pohjois-Jyllannista. No *2* on saatu Ruotsista myös luonnontaimina. Lähettäjä jägm. T h. G r i n n d a l. No *3:n* ja *4:n* siemen on Röjsjöholmista, joka on Hallandsåsilla, 57° pl. Hankkija jägm. W i g e l i u s. Numeroiden *5* ja *6* siemen on Puolasta, Dobromilin maakunta, Itä-Karpaatit, Leszyny. No *7:n* siemenen kotipaikka on Tšekkoslovakia, Podkarpatien. Sen on hankkinut Samenarsky Zawod statnich lesu, Praha. No *8:n* siemenen kotipaikka on myös Tšekkoslovakia, mutta Ulica Welkoja, Bereznojen Gau-Kosiee. Sen on hankkinut toiminimi Jakob S. Selion. T u h o j a: Kuten taulukosta 2 huomaa, pakkastuhot ovat olleet yleisiä. Tällaista vahingoittumista on esiintynyt myös ennen ja jälkeen pakkastalvien 1939—40 ja 1940—41. Myös myyrät ja jänikset ovat syöneet taimia ja puita, viimeksi mainitut etenkin Solbölen viljelmissä. Myös olisi pyökkiä ollut voimakkaammin vapautettava kilpailevista kotimaisista puista, etenkin viljelmässä 1. K u n t o: Edellä mainittujen tuhojen vuoksi puut ovat enimmäkseen pensasmaisia tai ainakin monirunkoisia. Ruotsalaista alkuperää olevat viljelmät näyttävät lupaavammilta kuin toiset.

Fraxinus americana L.

K o t i p a i k k a j a h a n k k i j a: Siemenen on hankkinut Edye-de-Hurst & Sons, Dryden, ja on sen kotipaikka Kanada, Ontario. T u h o t: Keväthallat ovat vikuuttaneet taimia jo vv. 1931—36. Raivauksien laiminlyönnin takia on paljon tuhoutuneita kohtia. Vapaampiinkin paikkoihin jääneet ovat kituvia ja mutkarunkoisia.

Fraxinus chinensis Roxb. var. *rhynchophylla* (Hance) Hemsl.

A l k u p e r ä: Siemen on Mustilassa kasvaneista puista. T u h o t: Pakkastuhoja on jatkuvasti. Myös maa ollut nähtävästi liian kovaa ja kuivaa. Saarni on häviämässä istutetun kuusen alle.

Fraxinus longicuspis Sieb. et Zucc.

Alkuperä: Japani, Kiso, 35°30′ x 137°0′. Tuhot: Pakkastuhoja on ollut jo aikaisinkin, vv. 1939—40 melkein kaikki kuolleet. Tarkastettaessa vain 2 kituvaa pensasta jäljellä.

Fraxinus mandshurica Rupr.

Alkuperä ja hankkija: Siemen on Japanin Hokkaidosta ja prof. F. Koiden lahjoittamaa. Tuhot: Tarkastettaessa oli viljelmässä 1 jäljellä vain muutama parempi yksilö. Muut kärsineet pakkasesta ja jääneet alalle istutetun *Pinus Cembran* sekä luonnon siementämien kotimaisten puulajien alle ja väliin. No 2 tuhoutunut jotakuinkin täydelleen. Jäljellä 6 hyvin kituvaa yksilöä.

Fraxinus oregona Nutt.

Alkuperä: USA, Washington. Hankkija: Pacific Northwest Forest Experiment Station. Tuhot: Toistuneita pakkastuhoja on ollut. Viljelmä 1 on hiukan toipumassa. Alalle 2 on istutettu kuusta.

Fraxinus pennsylvanica Marsh.

Alkuperä: Siemen on Elimäen Mustilassa kasvavasta metsiköstä. Ensi polven alkuperästä ei ole luotettavia tietoja. Tuhoja: Viljelmä 1 on tuhoutunut — lähinnä pakkasten vuoksi — jo v. 1938. Viljelmä 2, joka on Solbölen kokeilualueen Knopön saaressa, on säilynyt verraten hyvin myyrien aikaansaamasta tuhosta huolimatta. Siinä on jäljellä 25 hyvänpuoleista yksilöä.

Juglans mandshurica Maxim.

Alkuperä ja hankkija: Saatu Korean metsäkoelaitokselta, kotipaikka Korea. Tuhot: Jotakuinkin kaikki kuolleet jo vv. 1932—34.

Solbölessä oli v. 1952 jäljellä 9 kpl Juglans-yksilöä, kookkain niistä 6 m:n korkuinen, muut mutkaisia ja haaroittuneita. Kun eri lajit on istutettu samalle kuviolle, ei säilyneistä lajeista ole varmaa tietoa (talvella 1954—55).

Juglans Sieboldiana Maxim.

A l k u p e r ä s t ä ei ole tietoja. No *1:n* siemenen on hankkinut C. G. T i g e r s t e d t, no *2:n* siemen on ostettu J. Rafnilta, Kööpenhamina. T u h o j a: No 1:n taimet ovat kuolleet vv. 1932—34, no 2:n taimista suurin osa v. 1932.

Phellodendron amurense Rupr.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Siemen on Leningradin dendrologisen aseman hankkimaa Kaukaasiasta, Kislovadsk. T u h o j a: Pakkanen tappoi taimista suurimman osan jo keväällä 1936.

Phellodendron japonicum Maxim.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: Siemenen hankkija on metsäneuvos S h i g e r a ja sen kotipaikka on nähtävästi Hokkaido. T u h o j a: Tainten latvat paleltuneet taimitarhassa joka talvi vv. 1927—32. Kärsineet istutusalalla myös keväthalloista v. 1936.

Populus canescens (Ait.) Sm.

Populus canadensis Moench.

Populus eucalyptus

Taimet on ostettu Hessen taimistosta Saksasta. *P. canadensis* on tullut kahtena eränä, toinen *P. canadensis betulifolia-* ja toinen *P. canadensis levigata-* nimellä. Kaikki taimet kuolivat v. 1931, osin ehkä maan kuivuuden vuoksi.

Populus laurifolia Ledeb.

A l k u p e r ä: Taimet tai pistokkaat on ostettu Kemiön, Strömman ja Teijon taimitarhoista. T u h o t: No *1* ja *2* ovat täysin tuhoutuneet, nähtävästi pakkasten vuoksi. No *3* on myös kärsinyt talven 1931—32 pakkasista hyvin pahoin. Jäljelle jääneet ovat sitä vastoin säilyneet talven 1939—40 vahingoittumattomina. K u n t o kohtalainen, vapaammin kasvaneissa puissa oksat ovat paksuhkoja.

Populus nigra L.

Taimet ostettu Hessen taimistosta Saksasta. Ne ovat olleet muotoa *fastigiata*. Kuolleet v. 1931.

Populus suaveolens Fisch.

Taimet on ostettu v. 1930 Hesseltä Saksasta. T u h o t: Keväthallat vahingoittaneet taimia 1935—36. V. 1952 jäljellä 14 kpl yhdessä ryhmässä, jossa kasvupaikka nähtävästi sopivin (rantalehto). K u n t o: Rungot verraten suoria ja oksista karsiutuneita.

Populus Tacamahaca Mill.

Nämäkin taimet ovat Hesseltä. Jäljellä on vain muutama kituva yksilö. Tuhoutumisen syy on pakkanen ja maan sopimattomuus.

Prunus Sargenti Rehd.

Taimet on ostettu Saksasta. Pakkastuhot ovat olleet lieviä. On menestynyt verraten hyvin.

Quercus borealis Michx.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: No *1* on ostettu taimina Belgiasta, no *2:n* siemen on OY Proveniensin (Brown & C:o, Berlin) hankkimaa Pohjois-New Hampshirestä. T u h o t: Jänikset ovat syöneet taimia hyvin pahoin talvella 1933—34. Pakkastuhoja on ollut talven 1939—40 jälkeenkin jatkuvasti. Myös kotimaiset puulajit ovat ehkäisseet kehitystä. Jäljellä onkin vain kituvia pensasmaisia yksilöitä.

Punatammea on yritetty kasvattaa myös Metsätalon edustalla Helsingissä. V. 1939 istutettiin Belgiasta tilattuja 2—3 m:n pituisia puita niihin kohtiin, joissa nyt on tavallista tammea. Kaikki puut kuolivat seuraavana talvena. Samoja puita istutettiin myös Punkaharjun koeaseman lähettyville maantien molemmille puolille. V. 1954 niistä oli jäljellä vain 3 puuta, eivätkä nekään ole erityisen lupaavia.

Tilia japonica (Miq.) Simonk.

A l k u p e r ä j a h a n k k i j a: No *1* ja *2* ovat peräisin prof. F. K o i d e n Hokkaidosta lähettämästä siemenerästä, no *3* ja *4* Japanin Kisosta, 35°45′ x 137°15′. T u h o t: Kokeet ovat johtaneet kielteiseen tulokseen, nähtävästi lähinnä pakkastuhojen takia. Kasvupaikkakaan ei kaikissa ole ollut edullinen.

Tilia platyphyllos Scop.

Taimet ostettu Saksasta, Hesseltä. T u h o j a: Hirvivahinkoja runsaasti, hiukan paleltumisvikoja. K u n t o: Puut reheviä, mutta em. tuhojen johdosta monirunkoisia.

Viljelykokeiden yleistulokset ja niihin vaikuttaneet seikat

Sekä yksityisten puiden että metsikön kasvuun ja kuntoon vaikuttavat useat seikat, mm. maantieteellinen sijainti, kasvupaikka, puulaji, puurotu, perustamistapa ja hoito sekä terveydentila. Maantieteellisestä sijainnista riippuu tietenkin seudun yleisilmasto ja kasvupaikan laatu taas kasvualustasta ja mikroilmastosta. Edellä luetelluista tekijöistä tavallisesti useat ovatkin toisiinsa kytkeytyneitä, jopa toisensa peittäviä. Mm. tietyllä maantieteellisellä alueella ovat omat yleisimmät kasvupaikkalaatunsa, puulajinsa ja puurotunsa.

Ulkomaisten puulajien kasvatuksen tuloksia tarkastettaessa yksityisten kasvutekijäin vaikutuksen selvittely on vaikeaa siitäkin syystä, että näiden puulajien biologiset ominaisuudet niiden luontaisillakin levinneisyysalueilla ovat usein vähän tunnettuja. Aivan uusiin oloihin siirrettyinä niiden eri kasvutekijäin tasapainoittamiseen päästään tavallisesti vasta toistuvien kokeilujen jälkeen, mikäli se näissä oloissa ollenkaan on mahdollista. Usean puulajin kohdalla tällainen alkukokeilu päättyykin enemmän tai vähemmän kielteiseen tulokseen. Tämä on käynyt selville jo edellä olleesta puuttaisesta selostuksesta.

Maantieteellisen sijainnin vaikutus

Pohjoisimmat taulukossa 2 mainitut ulkomaisviljelmät ovat Rovaniemellä, Kivalon kokeilualueessa. Etäisyys siitä seuraaviin eteläisempiin viljelypaikkakuntiin on n. 5—7 leveysastetta. Luulisi näin ollen käytettävänä olevan aineiston perusteella olevan mahdollista saada ainakin joitakin viitteitä siitä, minkälainen vaikutus viljelmien maantieteellisellä sijainnilla on niiden kasvuun ja kuntoon.

Kun Kivalon kokeilualueen vanhemmissa kokeissa on käytetty vain Siperian lehtikuusta, murraynmäntyä ja sembramäntyä, tämä vertailu koskee ainoastaan näitä puulajeja. Kivalolla on Raivolan alkuperää oleva lehtikuusi saavuttanut 6 metrin korkeuden 20 vuodessa, ja sen valtapituus on 11.0/31 m (siis 31 vuoden ikäisenä 11.0 m). Arkangelin kuvernementin siemenestä kasvaneet puut ovat varttuneet jotakuinkin samoin, sillä niiden

pituus on 9.0/27 m ja 6 metrin ikä on samoin 20 v. Samoista Raivolan taimista Vesijaolle perustetuista viljelmistä vastaavat luvut ovat 12.0—17.5/30 m ja 15—18 v., Punkaharjulla 18.0/29 m ja 13—14 v., Ruotsinkylässä 12.5/27 m ja 19 v. sekä Solbölessä 12.0/30 m ja 14—20 v. Arkangelin kuvernementin siemenestä perustettujen viljelmien vastaavat luvut ovat: Punkaharju 14.0/28 ja 13.5/25 m sekä 17 ja 16 v., Ruotsinkylä 9.5—11.5/23 m ja 16—20 v. sekä Solböle 15.0/26 ja 14.0/27 m sekä 14 v. Br. Columbiasta kotoisin olevan murraynmännyn kasvua osoittavat taas seuraavat luvut: Kivalo 6.5/30 m ja 29 v. (erään toisen 6.5/26 m ja 26 v.), Punkaharju 13.5/29 ja 15.0/28 m sekä 17 ja 16 v., Vesijako 14.5/30 m ja 17 v., Ruotsinkylä 10.5—12.0/26 m sekä 17 ja 18 v.

Kuinka suuri osa näistä kasvun eroista tulee maantieteellisen sijainnin osalle, on tietenkin mahdotonta päätellä, sillä kasvupaikat ovat Kivalolla toiset (HMT) kuin etelämpänä (useimmiten OMT, joskus sitä huonompi tai parempi) ja lisäksi Kivalon lehtikuusiviljelmissä on ollut neulastuhoja sekä murraynmännyssä pakkas- ja lumituhoja suhteellisesti enemmän kuin etelämpänä. Myös hoitotoimenpiteiden käyttö on eri tapauksissa vaihdellut.

Punkaharjun ja Ruotsinkylän kokeilualueiden edellä esitettyjen ilmastotietojen perusteella odottaisi, että jälkimmäinen lauhempien talviensa vuoksi olisi ulkomaisten puulajien kasvattamiselle jonkin verran edullisempi kuin edellinen. Koetulokset ovat kuitenkin osoittaneet, että järjestys on päinvastainen: Punkaharju on asetettava Ruotsinkylän edelle. Samoin Ruotsinkylä jää jälkeen myös Aulangosta ja Solbölestä. Syynä tähän on edellä puheena ollut kasvupaikkojen poikkeuksellinen epäedullisuus: hiesupitoisuus, soistumisalttius, kylmyys ja niihin liittyvät pakkas- ja muut tuhot. Tähän verrattava oli myös Raivolan kokeilualueen koeaseman ja lehtikuusimetsän seutu, jossa vaativampien ulkomaisten puulajien menestyminen oli samoista syistä heikkoa. Aulangolla saadut odottamattoman hyvät tulokset aiheutunevat taas kasvupaikan edullisuudesta: niiden sijainnista korkealla lämpöisellä kummulla, minkä edullisuutta lisäksi on keinotekoisesti parannettu. Solbölen etuna taas on jonkin verran merellisempi ilmasto, mitä tehostaa vielä pohjoisrinne, jolla useimmat viljelmät ovat.

Seuraavassa koetetaan vertailla eräiden kahdella tai useammalla eri paikkakunnalla kokeiltujen ulkomaisten puulajien menestymistä näissä erilaisissa maantieteellisissä oloissa. Kokeilualueet ja muut viljelypaikkakunnat mainitaan edullisuusjärjestyksessä käyttämällä niistä ennen mainittuja lyhennyksiä. Vertailua vaikeuttaa edellä sanotun lisäksi toisinaan myös eri puurotujen käyttö.

Abies alba Sb tyydyttävä, Ph heikohko, Rk heikko. Aulangon kansallispuistossa on ollut pari n. 7 m:n korkuista puuta, jotka kuolivat talvella 1939—40.

Abies balsamea Sb ja Ph hyvänpuoleinen, Rk tyydyttävä.

Abies concolor Sb ja Aul tyydyttävä, Ph ja Rk heikohko. Tulos yleensä epävarma.

Abies holophylla Aul ja Sb tyydyttävä, Rk kuollut.

Abies lasiocarpa Sb, Ph ja Aul tyydyttävä, Rk heikko.

Abies Mariesii Sb lupaava, Ph heikko, Rk kuollut.

Abies nephrolepis Aul ja Sb verraten hyvä, Rk hyvin tyydyttävä.

Abies Nordmanniana Aul hyvänpuoleinen, Sb heikompi, Ph ja Rk heikko.

Abies sachalinensis Aul hyvä, Sb hyvin tyydyttävä, Rk tyydyttävä, Ph vaihteleva.

Abies sibirica Aul, Ph ja Rk hyvä tai hyvin tyydyttävä.

Abies Veitchii Aul ja Sb hyvä, Rk jotakuinkin tyydyttävä, Ph heikko.

Larix decidua Ph, Vesij, Lapj, Rk ja Sb hyvä. Tulos riippuu paljon rodusta.

Larix Gmelini Ph, Rk hyvänpuoleinen, osin epävarma, Sb heikompi.

Larix Gmelini var. *japonica* Ph ja Rk hyvä tai hyvänpuoleinen, Sb heikompi.

Larix Gmelini var. *olgensis* Ph hyvä, Sb hiukan heikompi.

Larix leptolepis Ph ja Sb tyydyttävä.

Larix sibirica Ph, Vesij, Lapj, Rk hyvä, Sb heikompi.

Picea Engelmanni Ph hyvänpuoleinen, Turva, Sb ja Rk heikompi.

Picea glauca Ph ja Sb osin hyvänpuoleinen, Turva heikompi, Rk heikko.

Picea glauca var. *albertiana*, kuten edellinen.

Picea Glehnii Sb hyvänpuoleinen, Ph heikompi, Rk heikko.

Picea jezoensis kuten edellinen.

Picea mariana Sb, Ph, Turva hyvin tyydyttävä, samoin Rk (suolla).

Picea Omorika Ph, Aul, Sb, Rk hyvänpuoleinen.

Picea pungens Ph, Sb tyydyttävä, Rk heikompi. Erittäin oikukas.

Pinus Cembra Ph, Sb, Rk hyvänpuoleinen.

Pinus contorta var. *latifolia* Ph, Vesij, Rk, Sb hyvänpuoleinen.

Pinus Peuce Aul, Sb, Rk, Ph hyvänpuoleinen. Sienituhoille altis.

Pseudotsuga taxifolia Aul hyvänpuoleinen, Ph, Sb, Rk heikohko tuhojen vuoksi.

Thuja koraiensis Aul, Sb, Ph tyydyttävä.

Thuja occidentalis Sb, Ph, Rk tyydyttävä.

Thuja plicata Aul, Ph osin tyydyttävä, Sb heikompi, Rk tuhoutunut jotakuinkin.

Tsuga heterophylla Sb, Ph tyydyttävä, Aul heikohko.

Acer rubrum Aul, Sb tyydyttävä, Ph heikko.

Acer saccharum Aul tyydyttävä, Sb kituva, Ph kuollut.

Betula papyrifera Sb, Ph, Rk hyvänpuoleinen.

Cercidiphyllum japonicum Aul hyvänpuoleinen, Sb tyydyttävä.

Fagus sylvatica Sb, Rk heikohko.

Prunus Sargenti Sb, Rk tyydyttävä.

Yleisenä piirteenä siis on, että arimmat lajit — kuten suvuissa *Abies*, *Tsuga*, *Thuja*, *Acer* — ovat menestyneet parhaiten Aulangolla ja Solbölessä, lehtikuuset, murraynmänty ja useat kuusilajit taas Punkaharjulla.

Kasvupaikan laadun vaikutus

Ulkomaisten puulajien viljelmille on yleensä koetettu valita parhaat käytettävinä olleet kasvupaikat. Suurin osa viljelmistä on keskinkertaista paremmissa metsätyypeissä. Tämän vuoksi metsätyypin ja puulajin kasvun riippuvuussuhteen selvittelyyn erillisten viljelmien avulla on vain harvoin mahdollisuuksia. Varsin suuri sopeutuminen erilaisiin kasvupaikkoihin näyttää olevan murraynmännyllä. Ruotsinkylän kokeilualueessa sitä on hyvällä menestyksellä kasvatettu sekä puolukka- että mustikka- ja käenkaalimustikkatyypeissä, Solbölen ja Punkaharjun kokeilualueissa myös ojitetuissa korvissa. Rämeillä se sitä vastoin ei ole ottanut menestyäkseen (Sb 164/33 ja Sb 165/33). Korpimaalla on viihtynyt myös *Picea mariana* (Rk 250/32), jotakuinkin yhtä hyvin kuin kankaalla. Lehtikuusta sitä vastoin on ollut erittäin vaikea kasvattaa suolla. Solbölen entisellä suoviljelyksellä (Rysskärret) ovat kuolleet jo muutamassa vuodessa *Larix decidua*, *L. Gmelini* ja *L. Gmelini* var. *olgensis*. Viimeksi mainittu on maan märkyyden vuoksi hävinnyt vähiin myös Punkaharjun neljässä viljelmässä sekä lehtikuusilajit yleensäkin Ruotsinkylän Lehtikuusimäen kapeissa korpinotkoissa.

Helpoimmin rinnastettavissa erilaisten kasvupaikkojen vaikutus on siinä tapauksessa, että kasvupaikka vaihtelee saman viljelmän sisällä. Kosteimmat kohdat ovat tässäkin tapauksessa osoittautuneet paljon heikommiksi kuin viereiset kuivemmat. Tämä on huomattu viljeltäessä etenkin seuraavia lajeja: *Abies nephrolepis*, *A. sachalinensis*, *A. sibirica*, *Larix decidua*, *L. Gmelini* var. *japonica*, *L. Gmelini* var. *olgensis*, *L. leptolepis*, *L. sibirica*, *Picea Engelmanni*, *P. glauca*, *P. glauca* var. *albertiana*, *P. pungens*, *Pinus Cembra*, *P. Peuce*, *Pseudotsuga taxifolia*, *Thuja occidentalis* ja *T. plicata*. Näistä tehdään lähemmin selkoa puuttaisessa kuvauksessa.

Viljelmien perustamistavan ja hoidon vaikutus

Yleinen ohje ulkomaisten viljelmien kasvatuksessa on, että viljelmät on pidettävä harvoina. Tämän saavuttamiseksi niitä perustettaessa on käytettävä taimille suhteellisen suuria istutusvälejä sekä taimikko- ja metsikkövaiheessa voimakkaita raivauksia ja harvennuksia. Näissä kohdin nykyisissä viljelmissä on tehty virheitä. Liian pienet istutusvälit ovat olleet hyvin tavallisia, etenkin ensimmäisissä viljelmissä sekä erityisesti Solbölen



Kuva 32. *Abb. 32. Larix sibirica*, NL, *UdSSR*, Raivola. Punkaharju no 101/29; samaa viljelmää kuin kuvassa 15, mutta tuoreemmalla maalla; *dieselbe Kultur wie in der Abbildung 15, aber auf frischgründigerem Boden.* — Foto 1954 M. Kanerva.



Kuva 33. *Abb. 33. Larix decidua*, Sleesia, *Schlesien.* Punkaharju no 129/31; samaa viljelmää kuin kuvassa 10, mutta tuoreemmalla maalla; *dieselbe Kultur wie in der Abbildung 10, aber auf frischgründigerem Boden.* — Foto 1954 M. Kanerva.

kokeilualueessa, jossa käytettävinä olleet alat ovat pieniä. Raivauksien ja harvennusten laiminlyönti on ollut aivan yleistä Ruotsinkylän ja Solbölen kokeilualueissa, kuten taulukon 2 selostuksien yhteydessä on mainittu. Tästä aiheutunut viljelmien heikkous, jopa täydellinen epäonnistuminenkin, on ollut yleinen.

Viljelmien liikatiheys on ollut välillisenä syynä myös sienituhoihin, kuten edempänä lähemmin mainitaan. Selvimmin tämä havaitaan *Pseudotsuga taxifolia*- sekä monissa *Picea*- ja *Abies*-viljelmissä. Näissä metsiköt tulevat usein harvoiksi jo sairaita puita poistettaessa. Myös lumen painamat ja murtamat puut ovat harventamattomissa metsiköissä yleisempiä kuin harvennetuissa. Valaisevia tässä suhteessa ovat mm. Vesijaon murraynmäntyviljelmät, jotka ovat saaneet varttua ilman hoitoa. Tällaisissa tapauksissa myös myrskyn aiheuttamat vauriot ovat pahimmat.

Monet lehtikuusi- (etenkin Siperian) ja murraynmäntyviljelmät (mm. Punkaharjun kokeilualueessa) ovat osoittaneet, ettei siinäkään tapauksessa,

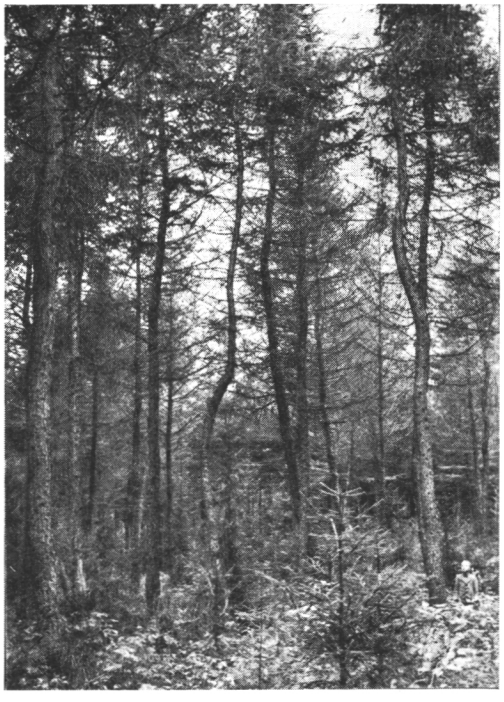
että pyritään korkeaan puun tuottoon, ole läheskään aina tarpeellista lähteä tiheistä taimikoista. Edullisimpina istutusväleinä lehtikuuselle pidetäänkin 3 x 3 tai 2.5 x 2.5 m, murraynmännylle 2 x 2 m. Jos ulkomaisviljelyyn ryhdytään muista syistä, esim. puhtaasti biologisessa mielessä tai puiston perustamisen tarkoituksessa, puiden vieläkin väljemmästä tilasta on monia etuja. Siten päästään parhaiten selville mm. kasvun rytmistä, useista fertilisyyteen ja sen hyväksikäyttöön liittyvistä kysymyksistä ja puulajille ominaisesta habituksesta.

Ulkomaisten viljelmien hoitoon liittyy myös läheisesti kysymys puiden karsimisesta. Sen käyttö voi tietenkin tulla kysymykseen lähinnä lehtikuusi- ja mäntylajeilla, joilla elävän oksan kohta vain ani harvoin aiheuttaa lahoa ja joita karsimalla voidaan tietyissä tapauksissa rungon käyttöarvoa lisätä. Nyt suoritetut lehtikuusen elävien oksien karsimiset ovat osoittaneet, että tällaiseen toimenpiteeseen voi meillä liittyä *Dasyscypha Willkommii*-sienen runsas lisääntyminen. Kauan maassa tuoreina pysyvät oksat muodostavat nim., kuten edempänä lähemmin mainitaan, sienille erinomaisen lisääntymisalustan. Mikäli tämä saprofyyttinä esiintyvä sieni on eri laji tai rotu kuin elävässä puussa parasiittina elävä, ei tällaisen karsimisen tarvitse vaarantaa metsikön normaalia kehitystä (Hahn 1934, Robak 1951).

Myös verhopuuston käytöstä ulkomaisten puiden istutusaloilla on nyt suoritetuissa kokeissa saatu kokemuksia. Useimmissa tapauksissa se on ollut kielteinen. Vain sellaisilla kylmänaroilla varjopuilla kuin *Abies alba*, *Taxus cuspidata* ja eräillä *Tsuga*-lajeilla tällaisesta puustosta voi olla etua, mikäli se ei ole ylen taaja ja se poistetaan ajoissa. Kuta tyypillisemmästä vuoristopuulajista on kysymys, sitä haitallisempi on ylitiheyden ja verhopuuston vaikutus ollut. Kylmänarat puulajit ovat monessa tapauksessa säilyneet ja kehittyneet parhaiten, jos ne on istutettu korkeahkon metsän reunan ± pohjoispuolelle. Silloin ne ovat saaneet suojaa sekä pakkasta että etenkin kevätauringon paahdetta vastaan. Sama etu saadaan myös metsän aukossa. Haittana voi silloin kuitenkin olla lumen runsas keräytyminen tällaiseen kohtaan.

Tuhot ja niiden vaikutus

Yleisimmät ulkomaisviljelmissä esiintyvät tuhot ja viljelmien heikko kunto juontuvat kylmyydestä ja pakkasesta. Uuden viljelypaikkakunnan kasvukausi on joko liian lyhyt ja kylmä tai sen rytmi ei muuten sovellu ko. puulajin kasvun rytmiin. Kasvu voi alkaa keväällä liian aikaisin tai jatkua liian pitkään syksyllä. Edellisessä tapauksessa puulaji on altis keväthalloille ja se viihtyy parhaiten sellaisissa seuduissa, joissa kevätkausi on lyhyt, jälkimmäisessä tapauksessa ovat vaarana syys-



Kuva 34. *Abb. 34. Larix decidua*, Skotlanti, *Schottland.* Punkaharju no 130/31; samaa viljelmää kuin kuvassa 11, mutta tuoreemmalla maalla; *dieselbe Kultur wie in der Abbildung 11, aber auf frischgründigerem Boden.* — Foto 1954 M. Kanerva.



Kuva 35. *Abb. 35. Pinus contorta* var. *latifolia*, Br. Columbia, Long Lake. Punkaharju no 99/29. Samaa rotua kuin kuvassa 24, mutta tuoreemmalla maalla. *Die Rasse ist dieselbe wie in der Abbildung 24, aber der Boden ist frischgründiger.* — Foto 1954 M. Kanerva.

hallat ja talven pakkaset sekä edullisimpia mahdollisimman lämpöiset kasvupaikat. Vähäistenkin kasvupaikkaerojen seuraukset, joihin edelläkin on viitattu, voivat myös täten saada selityksensä. Kylmän ja kostean notkokohdan maa routautuu perusteellisemmin kuin läheisen kuivemman ja lämpöisemmän, joten puiden juuriston toiminta edellisissä pääsee alkuun vasta myöhään ja seurauksena on fysiologinen kuivuus sekä kasvun siirtyminen myöhäiseen syksyyn. Tällaisen puutumattoman verson syksyn hallat ja talven pakkaset vikuuttavat paljon herkemmin ja perusteellisemmin kuin puutuneen, minkä lisäksi tulee edellä mainittu versojen keväinen kuivumisvaara. Notkokohtien mikroilmasto vaikuttaa välittömimmin taimivaiheessa oleviin viljelmiin. Taimikkojen aukkoisuus ja harvuus tuoreissa painanteissa johtuneekin suurelta osalta tästä.

Mitä edellä on sanottu puiden kasvun ja kasvukauden rytmin suhteesta, ei kuitenkaan ole yksistään ratkaiseva. Tunnettua on, että meikäläinen mänty aloittaa keväällä kasvunsa keskimäärin pari viikkoa aikaisemmin

kuin samalla paikkakunnalla kasvava kuusi (Heikinheimo 1954 b). Tästä huolimatta kuusi on altis keväthalloille, mänty sitä vastoin ei. Näin ollen ratkaisevana on myös puulajeille ominainen verson koostumus ja siitä aiheutuva suhde pakkassäihin. Yleisenä suuntana näyttää olevan, että *Pinus*- ja *Larix*-lajit ovat kestävämpiä kuin *Abies*-, *Picea*- ja *Pseudotsuga*-lajit.

Oma vaikutuksensa puiden kasvuun ja sen rytmiin on myös valoilmastolla. Kuta etelämpää ja korkeammalta vieras puulaji on kotoisin, sitä suuremmat erot ovat tässäkin suhteessa kotiseudun ja viljelypaikkakunnan kesken. Vuoristoseutujen puulajit olisi tästä syystä kasvatettava mahdollisimman vapaassa tilassa.

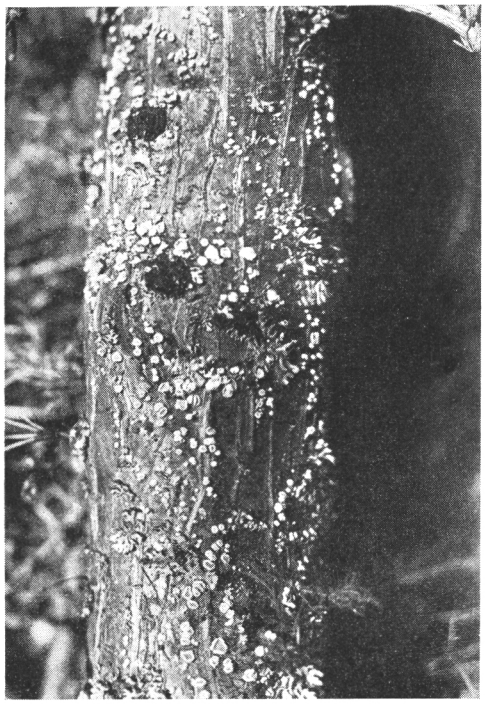
Edellä on ollut puhe kylmyyden ja pakkasen enemmän tai vähemmän välittömistä seurauksista. Välillisiin kuuluvat etenkin sienituhot, jotka esiintyvät yleisemmin ja tuhoisampina pakkasen vikuuttamissa kuin terveissä ja elinvoimaisissa puissa.

Taulukossa 2 olevat viljelmittäin mainitut tulokset pakkastalven 1939—40 seurauksista antavat mahdollisuudet ryhmittää kokeissa käytetyt puulajit pakkasarkuutensa perusteella muutamaan yleispiirteiseen luokkaan. Yksityiskohtaisempaa määrittelyä vaikeuttaa se, että usean puulajin koeviljely on rajoittunut vain yhteen tai aniharvaan viljelmään ja yhteen koepaikkakuntaan. Lisäksi on monia puulajeja, joista tähän mennessä ei ole onnistuttu saamaan meidän oloihimme edullisinta rotua. Toisaalta on pidettävä mielessä, että talvi 1939—40 oli aivan poikkeuksellisen epäedullinen, jopa niin, että kotimaisetkin puulajit siitä kärsivät (Heikinheimo 1940). Harvinaisen paljon tuhoa se aiheutti ulkomaisille puulajeille myös Virossa (Mathiesen 1940).

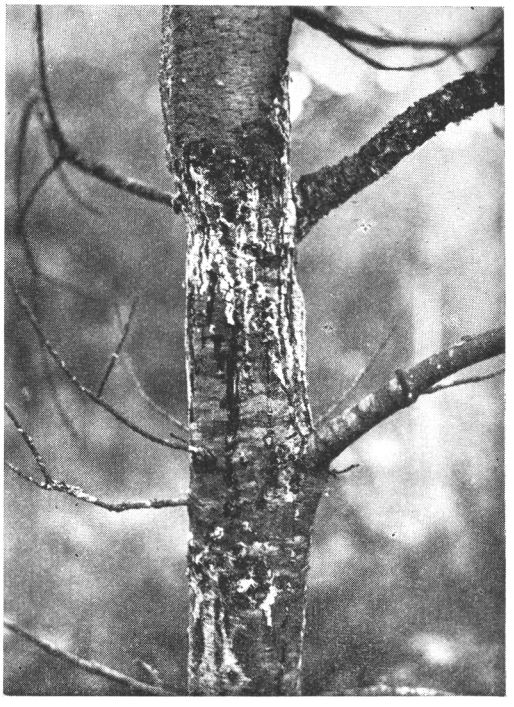
Ne puulajit, jotka seuraavassa luetaan ryhmään »arat», ovat kuuluneet pääasiallisesti tuholuokkiin IV—VI, »kestävät» taas luokkiin I—III sekä »verraten arat» näiden väliin. Näiden tuholuokkien määritykset on mainittu edellä, siv. 18. Puulajien ryhmitys tulee tällöin seuraavaksi.

Arat puulajit: *Abies alba*, *A. amabilis*, *A. cephalonica*, *A. Faxoniana*, *A. grandis*, *A. homolepis*, *A. recurvata*, *A. sutchuenensis*, *Chamaecyparis Lawsoniana*, *C. obtusa*, *C. pisifera*, *Picea Schrenkiana*, *P. Wilsonii*, *Pinus ponderosa*, *Tsuga mertensiana*, *Acer Mono* var. *marmoratum*, *Ac. triflorum*, *Betula davurica*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus chinensis* var. *rhyncophylla*, *Fr. longicuspis*, *Fr. mandshurica*, *Fr. oregona*.

Verraten arat puulajit: *Abies concolor*, *A. holophylla*, *A. koreana*, *A. lasiocarpa*, *A. lasiocarpa* var. *arizonica*, *A. Mariesii*, *A. Nordmanniana*, *A. sachalinensis*, *A. Veitchii* (usein kestävä), *Larix leptolepis*, *L. occidentalis*, *Picea asperata*, *P. sitchensis*, *Pinus Heldreichii* var. *leucodermis*, *P. koraiensis*, *P. monticola*, *Pseudotsuga taxifolia*, *Taxus cuspidata*, *Thuja plicata*, *Thujopsis dolobrata*, *Tsuga caroliniana*, *Ts. heterophylla*,



Kuva 36. *Abb. 36. Dasyscypha Willkommii* (Hart.) Rahm. loisena Euroopan lehtikuusella, *als Schmarotzer auf Larix decidua*, Etelä-Ranska, *Süd-Frankreich.* Ruotsinkylä no 44/30. Koko, *Grösse* 2/3. — Foto 1954 M. H a g m a n.



Kuva 37. *Abb. 37. Cronartium*-sieni lännen weymouth-petäjällä, *Cronartium-Pilz auf Pinus monticola.* Punkaharju no 238/34. Koko, *Grösse* 2/1 — Foto 1954 M. K a n e r v a.

Acer campestre, Ac. Negundo, Ac. rubrum, Ac. saccharum, Alnus viridis, Carpinus Betulus, Cercidyphyllum japonicum, Fagus grandifolia, Fraxinus americana, Quercus borealis, Tilia japonica.

K e s t ä v ä t p u u l a j i t : *Abies balsamea, A. Fraseri, A. nephrolepis, A. sachalinensis* var. *Mayriana, A. sibirica, Larix decidua, L. Gmelini, L. Gmelini* var. *japonica, L. Gmelini* var. *olgensis, L. sibirica, Picea Engelmanni, P. glauca, P. glauca* var. *albertiana, P. Glehnii, P. jezoensis, P. Koyamai, P. mariana, P. Omorika* (lähellä edellistä ryhmää), *P. pungens* (samoin), *P. rubens, Pinus Banksiana, P. Cembra, P. contorta* var. *latifolia, P. Mugo, P. Peuce, P. Strobus, Thuja koraiensis, Th. occidentalis, Tsuga canadensis, Ts. diversifolia, Acer Ginnala, Betula Ermani, B. mandshurica* var. *japonica, B. papyrifera, B. papyrifera* var. *neoalaskana, Fraxinus pennsylvanica, Populus laurifolia, Pop. suaveolens, Prunus Sargenti, Tilia platyphyllos.*

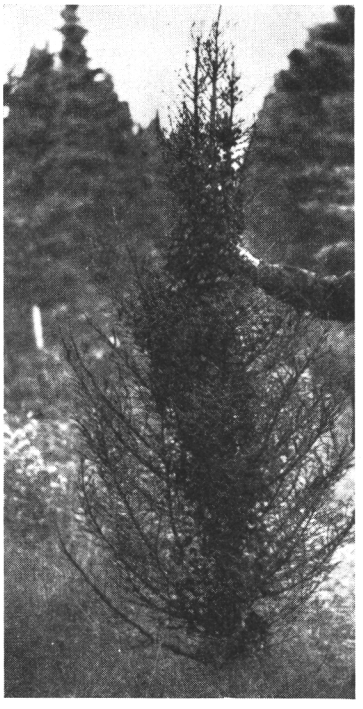
Kylmät talvet 1939—40 ja 1940—41 jättivät pysyvät merkkinsä usei-

hin ulkomaisiin puulajeihin myös puun sisään ruskeiden vuosirenkaiden muodossa. Näistä on Kujala (1952) tehnyt selkoa erikoistutkimuksessaan.

Lumen aiheuttamat tuhot ovat olleet suurimmat Kivalon ja Vesijaon kokeilualueissa. Ne ovat kohdistuneet voimakkaimpina murraynmäntyyn, Solbölen kokeilualueessa myös banksinmäntyyn. Hoidetut metsiköt ovat kärsineet siitä vähemmän kuin hoitamattomat.

Eläimistä ovat aiheuttaneet tuhojaan hirvet, jänikset, myyrät ja hyönteiset. Hirvet ovat vikuuttaneet sembramäntyä, peukemäntyä ja *Abies concoloria* Ruotsinkylässä sekä *Betula papyriferaa* ja *Fagus sylvaticaa* Solbölessä. Jänikset ovat ahdistelleet pyökkiä ja monia muita lehtipuita etenkin Solbölessä. Myyrät ovat olleet suurena vitsauksena Punkaharjun ja Solbölen kokeilualueissa monissa viljelmissä, ja turilas, *Melolontha hippocastani*, on tuhonnut Punkaharjulla myös Siperian ja Euroopan lehtikuusen nuoria taimikoita etenkin parissa viljelmässä. Kärsäkäs, *Hylobius abietis*, on turmellut ja tappanut mm. pseudotsugan istutustaimia Punkaharjulla. *Nematus Erichsonin* toukka on syönyt lehtikuusen neulasia useana peräkkäisenä vuotena Solbölen kokeilualueessa, vähemmän Punkaharjulla. *Coleophora laricella* on esiintynyt yleisenä Kivalossa ja useimmissa eteläisissä kokeilualueissa. Sen merkitys on kuitenkin ollut vähäinen. Kirvat ovat kiusanneet useita jalokuusia, eniten lajeja *Abies lasiocarpa*, *A. lasiocarpa* var. *arizonica*, *A. sibirica* ja *A. Veitchii*.

Sienien aiheuttamat vauriot ovat olleet varsin moninaisia, kuten Kujalan (1950) tutkimuksistakin voi päätellä. Nyt suoritetun tarkastuksen yhteydessä on, kuten puuttaisessa selonteossa edellä on mainittu, huomio kiintynyt erityisesti seuraavien sienitautien esiintymiseen: *Pucciniastrum goeppertianum* (J. Kuehn) Kleb. neulasissa lajeilla *Abies concolor*, *A. lasiocarpa*, *A. Nordmanniana* ja *A. sibirica*, samoin neulasissa *Rhizosphoma pini* (Desm.) Petr. et Syd. etenkin *Picea*-lajeilla, *Ascocalyx abietis* Naumoff ja *Crumenula abietina* Lagerb. versoissa, etenkin lajeilla *Abies sibirica*, *Pinus contorta* var. *latifolia*, *Pinus Peuce*, *Pseudotsuga taxifolia*, samoin versoissa, neulasissa ja kävyissä kaikilla havupuilla *Sclerophoma pityophila* (Corda) v. Höhn. Vielä selvittämätön *Sclerophoma*-laji esiintyy *Betula papyriferan* kasvaimissa. *Pseudotsuga*-viljelmiä uhkaa etenkin Solbölessä *Rhabdocline Pseudotsugae* Sydow. *Pinus Strobus*en on tuhonnut *Cronartium*-sieni. Samoin tulee pian käymään viimeisillekin *Pinus monticolan* edustajille. Tämä tervasrososieni esiintyy jossakin määrin myös peukemännyllä. Lehtikuusen vastaisen kohtalon ratkaisee nähtävästi monessa tapauksessa *Dasyscypha Willkommii* (Hort.) Rehm, joka etenkin Ruotsinkylässä, osin myös Punkaharjulla on esiintynyt hyvin tuhoisana parasiittina. Pahiten se on ahdistellut lajeja *Larix decidua*, *L. Gmelini* ja *L. leptolepis*.



Kuva 38. *Abb. 38.* Harvennettaessa kaadetun mustakuusen, *Picea mariana*, kuivunut latvus, jossa on kasapäissä käpyjä. Haaroittumista on aiheuttanut pääasiallisesti sieni *Sclerophoma pitiophila* (Corda) v. Höhn. *Der Zopfgipfel von Picea mariana mit reichlichen Zapfengruppen. Die Verzweigung des Gipfels hat der Pilz Sclerophoma pitiophila (Corda) v. Höhn. verursacht.* — Foto 1954 M. Kanerva.



Kuva 39. *Abb. 39.* Epäedullisen kasvupaikan ja rodun seuraukset: latvaversot kuivuneet ja runsaasti käpyjä. *Larix decidua*, Saksa, Krumbach, 600 m. Vilppulan kokeilualueen Kaltilan valtionpuistossa olevasta kansainvälisestä lehtikuusikokeesta. Puun ikä on 10 v. ja pituus 1.5 m. *Die Folgen von einem ungünstigen Standort und einer ungeeigneten Rasse: die Jahrestriebe abgestorben und reichlich von Zapfen. Larix decidua, Deutschland, Krumbach, 600 m. Von dem internationalen Lärchenversuch, Vilppula, Kaltila. Das Alter des Baumes 10 J., die Höhe 1.5 m.* — Foto 1954 O. Heikinheimo.

Murraynmännyn viljelmissä, etenkin nuoremmissa, ovat esiintyneet tuhoisina myös *Trametes radiciperda* ja *Agaricus melleus*. Yleisimpiä ne ovat olleet Veikkolan ja Ruotsinkylän kokeilualueissa.

Puulajien kasvun vertailua

Edellä on kosketeltu pääasiassa viljelykokeissa käytettyjen ulkomaisten puulajien biologisia ominaisuuksia ja vertailtu puulajeja tässä mielessä keskenään. Jonkinlainen yhteisindikaattori näistä on puiden kasvu. Sitä koetetaan seuraavassa valaista muutamin yleistuloksin. Lisäksi tehdään yleispiirteisiä vertailuja näiden ja kotimaisten puulajien kasvun kesken.

Kuten ennen on mainittu, viljelmien kasvua on määritetty neljällä tavalla: sillä vuosimäärällä, joka on tarvittu valtapuiden kehittymiseen 6 m:n korkuisiksi, valtapuiden keskiläpimitalla rinnan korkeudella ja keskipituudella sekä puuston kokonaispuuntuotolla hehtaarin alalla (siv. 18). Yleiskäsityksen saamiseksi ja vertailun helpottamiseksi luetellaan seuraavassa nämä tunnukset niistä viljelmistä, joissa ne ovat olleet parhaat. Selvyyden vuoksi se vuosimäärä, joka on tarvittu puun varttumiseen 6 m:n korkuiseksi on merkitty kursiivilla, samoin valtapituus. Luettelo ei koske ns. vanhoja viljelmiä.

	Ikä v. puiden ollessa 6 m *Alter der 6 m hohen Bäume, J.*	Valtaläpimitta, cm *D 1.3 der herrschenden Bäume, cm*	Valtapituus, m *Oberhöhe, m*	Puuntuotto, m^3/ha *Massenleistung, fm/ha*
Abies alba	*26*		*8.0/30*	
A. amabilis			*3.0/19*	
A. balsamea	*18*	17/26	*10.5/26*	115/26
A. cephalonica			*3.5/23*	
A. concolor	*24*	22/29	*9.5/29*	
A. Faxoniana			*4.0/25*	
A. Fraseri		15/26	*7.5/26*	
A. grandis			*7.0/23*	
A. holophylla	*24*		*7.0/26*	
A. homolepis	*23*		*4.5/27*	
A. koreana			*5.0/19*	
A. lasiocarpa	*28*		*7.5/31*	
» var. *arizonica*			*4.0/24*	
A. Mariesii	*26*		*6.0/27*	
A. nephrolepis	*24*		*10.5/27*	
A. Nordmanniana			*7.5/26*	
A. sachalinensis	*22*		*11.5/25*	
» var. *Mayriana*	*26*		*10.0/29*	
A. sibirica	*20*	19/28	*11.5/28*	156/28
A. sutchuenensis			*2.0/27*	
A. Veitchii	*23*	11/24	*10.0/26*	
Chamaecyparis Lawsoniana			*3.0/32*	
Ch. obtusa			*4.5/23*	
Ch. pisifera		10/29	*6.0/29*	
Larix decidua	*13*	33/29	*17.0/26*	207/26
L. Gmelini	*13*	23/27	*17.5/27*	206/29
» var. *japonica*	*13*	22/27	*17.0/27*	164/27
» var. *olgensis*	*12*	24/27	*17.0/27*	201/27
L. leptolepis	*13*	21/25	*15.5/25*	209/25
L. occidentalis	*18*		*6.5/21*	

	Ikä v. puiden ollessa 6 m *Alter der 6 m hohen Bäume, J.*	Valtaläpimitta, cm *D 1.3 der herrschenden Bäume, cm*	Valtapituus, m *Oberhöhe, m*	Puuntuotto, m³/ha *Massenleistung, fm/ha*
L. sibirica	*11 (13)*	23/29	*18.0/29*	263/29
Picea asperata			*5.0/27*	
P. Engelmanni	*22*	19/32	*12.0/32*	71/26
P. glauca	*18*	17/27	*11.5/27*	163/27
» var. *albertiana*	*19*	16/25	*10.5/27*	105/26
P. Glehnii	*23*	14/27	*8.0/27*	
P. jezoensis	*26*		*7.0/29*	
P. Koyamai			*5.0/21*	
P. mariana	*21*	15/27	*8.5/27*	124/27
P. Omorika	*20*		*7.5/23*	
P. pungens	*27*		*5.0/25*	
P. rubens			*7.0/23*	
P. sitchensis	*21*		*6.5/20*	
P. Wilsonii			*5.0/27*	
Pinus Banksiana	*19*	13/24	*9.5/28*	120/28
Pin. Cembra	*22*	20/29	*9.5/29*	95/29
Pin. contorta var. *latifolia*	*15*	18/28	*15.0/28*	268/28
Pin. koraiensis			*5.0/27*	
Pin. monticola	*25*	15/28	*9.0/28*	
Pin. Mugo	*23*	11/26	*6.5/24*	
Pin. Peuce	*21*	15/24	*9.5/29*	100/29
Pseudotsuga taxifolia	*20 (16)*	18/26	*12.5/27*	95/29
Taxus cuspidata			*3.0/28*	
Thuja koraiensis			*4.5/21*	
Th. occidentalis	*26*	9/27	*6.5/27*	
Th. plicata			*6.5/25*	
Thujopsis dolabrata			*1.5/28*	
Tsuga canadensis	*26*	15/28	*7.5/28*	
Ts. caroliniana			*4.0/23*	
Ts. diversifolia			*3.0/24*	
Ts. heterophylla			*4.5/23*	
Ts. Mertensiana			*2.5/23*	
Acer Ginnala			*6.0/19*	
Ac. Mono var. *marmoratum*			*4.5/25*	
Ac. Negundo			*5.0/26*	
Ac. rubrum			*6.0/22*	
Ac. saccharum			*5.5/24*	
Betula Ermani			*6.0/31*	
B. mandshurica var. *japonica*			*11.5/22*	

	Ikä v. puiden ollessa 6 m *Alter der 6 m hohen Bäume, J.*	Valtaläpimitta, cm *D 1.3 der herrschenden Bäume, cm*	Valtapituus, m *Oberhöhe, m*	Puuntuotto, m³/ha *Massenleistung, fm/ha*
B. papyrifera		16/28	*15.0/28*	104/28
B. papyrifera var. *neoalaskana*		12/25	*10.5/25*	
Carpinus Betulus			*2.5/30*	
Cercidiphyllum japonicum			*4.5/23*	
Fagus sylvatica			*5.0/26*	
Fag. americana			*4.5/27*	
Fraxinus chinensis var. *rhyncophylla*			*3.0/26*	
Fr. mandshurica			*1.5/27*	
Fr. oregonana			*5.0/19*	
Fr. pennsylvanica			*6.0/18*	
Juglans Sieboldiana			*6.0/24*	
Populus laurifolia		22/25	*15.5/25*	
Pop. suaveolens		26/24	*21.0/24*	
Prunus Sargenti			*4.0/16*	
Tilia platyphyllos			*7.0/25*	

Nopeimmin on siis kasvanut *Populus suaveolens*, jonka pituuskasvu lähentelee keskimäärin 1 metriä vuodessa. Sitä seuraavat useimmat lehtikuusilajit, jotka pääsevät 6 m korkeuteen 11—13 vuodessa. Nopeimmin kehittyvät mäntylajit ovat tarvinneet tähän 15—20 v., kuusilajit 18—21 v., jalokuuset 18—26 v., pseudotsuga 20 sekä tuija ja tsuga 26 v. Koivuista ovat antaneet parhaat tulokset *Betula papyrifera* ja *B. mandshurica* var. *japonica*.

Kokonaispuuntuotosta on *Abies*-suvun kohdalla tietoa vain lajeista *A. balsamea* ja *A. sibirica*. Edellisen tuotoksi on saatu 115/26 m³, jälkimmäisen 501/58 ja 983/73 m³. Pihtakuusen korkeat kuutioluvut johtuvat pääasiallisesti metsikköjen tiheydestä. Paljon enemmän mielenkiintoa on lehtikuusilajien vertailulla, jota varten aineistoakin on verraten paljon. Lisäksi kasvupaikat ja alkuperäinen tiheys eivät vaihtele eri viljelmissä kovin paljon. Muistettava kuitenkin on, että Kiteen lehtikuusikot ovat heikossa mustikkatyypissä ja *Larix decidua* lisäksi kylväen perustettu. Lehtikuusen risteytymien kasvu on nytkin osoittautunut voimakkaaksi. Näistä tekee lähemmin selkoa tri Sakari Saarnijoki myöhemmissä tutkimuksissaan. Tuuman paksuuskasvu vuodessa rinnan korkeudella ei mm. viljelmässä Rk 364/38 ole harvinainen. Viljelmä Ph 391/45, jonka valtapuut ovat saavuttaneet 6 m:n korkeuden 11 vuodessa, lienee myös risteytymä, kuten edellä on mainittu. Vertailun helpottamiseksi seuraavassa on lueteltu eri lajien parhaiden viljelmien tulokset ikäjärjestyksessä. Selvyyden vuoksi on merkitty myös kunkin viljelmän sijainti ja numero.

L. decidua

Ph	27 D/31	= 159/ 24	m³
Ph	134/31	= 207/ 26	»
Ph	30 D/31	= 196/ 27	»
Ph	8 c/1879	= 760/ 75	»
Evo	10/1872	= 593/ 80	»
Kit	2 a/1842	= 582/106	»

L. sibirica

Sb	157/32	= 162/ 23	m³
Ph	8 D/30	= 191/ 26	»
Ph	101/29	= 219/ 28	»
Ph	98/29	= 263/ 29	»
Vesij	77/11	= 354/ 36	»
Vesij	100 B/1884	= 507/ 66	»
Ph	1/1877	= 669/ 79	»
Kit	1 b/1842	= 519/110	»

L. Gmelini

Ph	104/30	= 177/27	m³
Ph	9 D/30	= 206/29	»

L. Gmelini var. *japonica*

Ph	103/30	= 164/27	m³
Must	7 a/19	= 260/35	»

L. Gmelini var. *olgensis*

Ph	131/31	= 183/27	m³
Ph	102/30	= 201/27	»
Ph	10 D/30	= 209/29	»

Näistä numeroista päätellen ei tässä selostettujen lehtikuusten metsikköjen kasvun kesken ole kovinkaan suurta eroa nuoressa ikävaiheessa. Todennäköisenä voidaan kuitenkin pitää, että Siperian ja Euroopan lehtikuuset ylittävät tässä suhteessa muut lajit. Heikoimmalta näyttää Kurilien lehtikuusi, *L. Gmelini* var. *japonica*, kun taas Korean, *L. Gmelini* var. *olgensis*, on kasvunsa puolesta siitä paljon edellä. Punkaharjun ja Kiteen vanhempien viljelmien vertailu viittaa taas siihen, että Euroopan lehtikuusen tuotto on myöhemmin suurempi kuin Siperian (vert. myös Heikinheimo 1953). Punkaharjun viljelmistä on vertailua tehtäessä rinnastettava Ph 8 c/1879 ja Ph 1/1877, joista jälkimmäisen kasvupaikka on hiukan parempi, mutta puusto hiukan harvempi.

Kuusilajien puun tuottoa nuoruusvaiheessaan osoittavat seuraavat luvut: *Picea Engelmanni* 71/26 m³, *P. glauca* 163/27 m³, *P. glauca* var. *albertiana* 105/26 ja *P. mariana* 124/27.

Männyistä ovat heikkotuottoisia ainakin aluksi *Pinus Banksiana*, 120/28 m³, *P. Peuce*, 100/29 m³ ja *P. Cembra*, 95/29 m³. Edullisissa oloissa viimeksi mainitun kasvu voi olla verraten hyvä, kuten viljelmässä Ph 43/1896 474/56 m³. Aivan ylivoimainen on kuitenkin *Pinus contorta* var. *latifolia*, kuten seuraavat luvut osoittavat: Must 12/30 = 124/21 m³, Ph 195/32 = 128/24 m³, Ph 196/32 = 137/25 m³, Ph 88/27 = 268/28 m³, Must 1 a/15 = 427/39 m³.

Pseudotsugan viljelmien kunto on toistaiseksi ollut niin heikko, ettei niihin ole haluttu asettaa pysyviä koealoja. Jonkinlaisen käsityksen tämän

puulajin puuntuotosta Suomessa antavat seuraavat tulokset: Sb 6/29 = 95/29 m³ ja Must 5/09 = 364/44 m³ ja 438/49 m³.

Betula papyriferasta otettu koeala on antanut tulokseksi 104/28 m³.

Verrattaessa ulkomaisten puiden kasvua vastaavaan kotimaisten puiden kasvuun, jälkimmäisiksi sopivat oikeastaan vain istutusmetsiköistä saadut tulokset. Valitettavasti meillä sellaisia on vain istutuskuusikoista (Kalela 1933). Männiköille on käytettävä lukuja, jotka koskevat »jotakuinkin oikein käsiteltyjä metsiköitä» (Yrjö Ilvessalo 1954) tai luonnonnormaaleja metsiköitä (Yrjö Ilvessalo 1920), koivulle vain viimeksi mainittuja.

Kalela on saanut käenkaalimustikkatyypin viljelykuusikoiden valtapuiden keskipituudeksi 7.7/20, 10.5/25, 13.2/30 m. *Abies*-lajeista vastaavanlaista pituuskehitystä on osoittanut vain *A. balsamea* sekä *A. sachalinensis*, molemmat edullisimmassa tapauksessa. *A. sibirican* suhdetta kotimaisiin puulajeihin on voitu seurata etenkin Vesijaon kokeilualueessa, jossa sitä on pyritty kasvattamaan mm. yhdessä samanikäisen istutetun männyn, kuusen ja Siperian lehtikuusen kanssa. Pihtakuusi on tällaisissa oloissa usein vaipunut asteittain yhä alempaan latvuskerrokseen (Lauri Ilvessalo 1913, Heikinheimo 1955).

Suurimman mielenkiinnon tarjoavat tässä mielessä lehtikuusilajit. Siperian lehtikuusen kasvua on selvitellyt Lappi-Seppälä (1927) ottaen aineistonsa sekä Raivolan että Punkaharjun lehtikuusikoista. Valtapituuksiksi hän sai mm. seuraavat metriluvut:

Ikä v.	Raivola		Punkaharju	
	OMaT	OMT	OMaT	OMT
10	1.1	1.1	1.6	1.6
20	4.9	5.0	9.2	8.0
30	11.0	11.1	16.2	15.2
40	16.9	16.5	20.6	19.5
50	21.1	20.3	24.1	22.9

Näihin verrattaviksi otetaan Kalelan (1939) istutuskuusikolle saamat vastaavat luvut sekä Ilvessalon (1954) hoidetulle männiköllе mainitsemat pituudet. Kun käenkaalimustikkatyypin ja mustikkatyypin männiköille kasvu- ja tuottotauluissa saadut kasvuluvut eivät eroa toisistaan sanottavasti, viimeksi mainitutkin voidaan pitää vertailukelpoisina.

Ikä v.	Istutuskuusikko				Hoidettu männikkö
	OMaT		OMT		MT
	m	m³	m	m³	m
20	8.4	67	7.7	49	6.7
30	14.3	212	13.2	146	11.0
40	18.7	358	17.7	246	14.9
50	21.8	452	20.6	332	18.1

Jos vertaa Lappi-Seppälän Punkaharjun lehtikuuselle saamia pituuksia edellä oleviin istutuskuusikon pituuksiin, huomaa lehtikuusen olevan kaikissa ikävaiheissa kuusta edellä, suhteellisesti eniten n. 30 vuoden iällä. Vielä enemmän se ohittaa männyn. Jos Metsäntutkimuslaitoksen aikana perustettujen taulukossa 2 mainittujen Siperian lehtikuusten valtapituudet asetetaan suorakulmaiseen akselistoon, näyttäytyy tämän puulajin pituuskasvu vieläkin edullisempana kuin mitä em. Lappi-Seppälän saamat luvut osoittavat. Samoin ohittavat näiden viljelmien kokonaispuuntuotosta saadut luvut viljelykuusikoiden vastaavat tulokset. Tämä siitä huolimatta, että puiden lukumäärä hehtaarilla on lehtikuusikoissa paljon pienempi kuin kuusikoissa. Lappi-Seppälän arvelu, että Siperian lehtikuusi »parhailla kasvupaikoilla antaa parempia tuloksia kuin kotimaiset puulajit» on näin ollen saanut nyt suoritetuista uusista viljelykokeista tukea. Samaa voidaan joltisellakin varmuudella sanoa sen perusteella, mitä edellä on käynyt selville, myös Euroopan ja Korean lehtikuusesta. Lehtikuusen ja kotimaisten havupuiden pituuskasvun perusteella odottaisi, että Siperian ja Euroopan lehtikuuset olisivat hyvin säilyneet niissä ± tasaikäisissä sekametsissä, jotka näistä puulajeista on viime vuosisadan puolella perustettu Vesijaon ja Punkaharjun kokeilualueisiin. Näin ei kuitenkaan läheskään aina ole käynyt, vaan lehtikuuset ovat eräissä tapauksissa jääneet kasvussaan jälkeenkin. Kehitys on ollut tällainen siitä huolimatta, että lehtikuusi on jotakuinkin aina ollut istutettua, mänty ja kuusi taas useimmiten kylvettyä tai luonnon siementämää. Yksityiskohtaisia havaintoja tästä voi tehdä tutkimuslaitoksen metsänarvioimisosaston pysyvien koealojen tuloksista (sekä Heikinheimo 1955). Tämä osoittaa, miten vaikeata sellaisen sekametsikön kasvatus on, jossa sekoitus on pääasiallisesti puuttaista.

Edellä mainituista luvuista käy myös selville, että ulkomaiset kuuset ja pseudotsuga eivät kasvuunsa nähden vedä vertoja kotimaiselle istutuskuuselle. Vain Mustilan pseudotsugaviljelmä, jonka puuntuotto on ollut 364/44 m^3, on viimeksi mainitun veroinen.

Lehtikuusen lisäksi arvokkaan vertailukohteen muodostaa murraynmänty. Siitä onkin aineistoa verraten paljon. Sen nojalla käy päätteleminen, että tämän puulajin pituuskasvu voi metsikön nuoruusvaiheessa olla suurempi kuin istutuskuusikon ja sen mukaisesti paljon suurempi kuin hoidetun männikön. Myös kuutiotuotossa se voi olla kuustakin edellä. Samantapaisiin päätelmiin Miettinen (1952) on jo aiemmin tullut. 39-vuotisten vertailumetsikköjen kokonaiskasvuksi hän sai: murraynmännyn 356 m^3/ha, istutusmännikön 216 m^3/ha ja istutuskuusikon 264 m^3/ha kuoretonta puuta. Murraynmännyn vuotuinen keskimääräinen kasvu on näin ollen ollut 9.1 m^3, männyn 5.8 m^3 ja kuusen 6.6 m^3/ha. Nämä erot eivät johdu puustojen erilaisesta järeydestä, vaan erilaisesta pituuskasvusta, joka

murraynmännyllä on huomattavasti suurempi kuin kuusella ja männyllä. Tulos on siis samansuuntainen kuin edellä.

Suurimman puuntuoton tässä kokeessa käytetyistä ulkomaisista puulajeista antaa *Populus suaveolens*, mikäli sitä kasvatetaan sille sopivalla kasvupaikalla.

Metsäntutkimuslaitoksen metsänarvioimisosaston ulkomaisten puulajien viljelmiin asettamista koealoista tiedetään myös kasvusadannekset, usein n. 30 vuoden ajalta. Jos nämä sadannekset asetetaan samaan akselistoon, käy selville, ettei eri puulajien (eikä myöskään kasvupaikkojen) kesken ole olennaista eroa, ts. kaikille puulajeille voidaan piirtää kasvusadanneksen keskimääräistä kulkua eri ikävaiheissa osoittava yhteinen käyrä. Tämä käyrä, jolle Appelroth (1953) käyttää nimeä »tasaikäisen metsikön elämänkaari» (jämnåriga beståndets livskurva), vastaa parhaiten sitä käyrää, joka kasvu- ja tuottotaulujen perusteella saadaan luonnonnormaaleille kuusikoille. Alle 60 vuoden iällä se kulkee hiukan korkeammalla kuin Appelrothin kotimaisille puille laatima, mikä onkin hyvin käsitettävää, kun ulkomaisten puiden kohdalla on kysymys hoidetuista metsiköistä. Tässä yhteydessä onkin syytä mainita, että Ilvessalo (1952) on saanut harvennuksin käsitellyn kotimaisten puulajien vertailumetsälön kasvusadannekseksi vertailuajan alussa 5.4 ja lopussa 3.4 % ja vastaavalle luonnonnormaalille alussa 4.4 ja lopussa 2.5 % sekä eräässä toisessa vertailutapauksessa »hoidetulle» alussa 5.5 ja lopussa 3.4 % sekä hoitamattomalle alussa 5.6 ja lopussa 2.7 %.

Puurotujen vertailua

Näiden ulkomaisten puulajien koeviljelysten olennaisena tarkoituksena on ollut saada selvitystä siihen, mitkä tietyn puulajin maantieteelliset rodut ovat Suomen oloissa edullisimpia, ts. kestävimpiä ja mahdollisimman nopeasti kasvavia. Tällaisiin rotuihin olisi vastainen siemenen hankinta sekä puulajin kotoisella että uudella viljelyseudulla kohdistettava. Lisäksi ne ovat arvokkaana lähtökohtana käytettäessä keinollista suvullista rodunjalostusta, ennen kaikkea pyrittäessä aikaansaamaan kahden puulajin tai puurodun risteytymiä. Tällaisten edullisimpien rotujen etsinnässä ei todennäköisesti ole monenkaan puulajin kohdalla vielä onnistuttu. Tämä koskee etenkin sellaisia puulajeja, joiden maantieteellinen levinneisyys on laaja ja monivivahteinen ja joiden rodut siitä johtuen ovat lukuisia. Useassa tapauksessa lienevät Suomessa olevat viljelmätkin vielä liian nuoria lopullisten päätelmien teolle. Eräissä puulajeissa tavattavat tuhot ja niiden seuraukset voivat nim. nyt peittää niiden todelliset kehitysmahdollisuudet. Rotujen vertailua vaikeuttaa varsin paljon sekin, että tiettyä rotua on viljelty vain yhdellä paikkakunnalla, etenkin Ruotsinkylässä, joka yleensä on antanut heikkoja tuloksia.

Eri puulajeja esiteltäessä tähän rotukysymykseen on jo kiinnitetty huomiota. Paremman yleiskuvan saamiseksi palataan siihen seuraavassa vain lyhyesti. Niistä puulajeista, joita tässä yhteydessä ei mainita, ei ole katsottu olevan mahdollista tehdä mitään päätelmiä nyt kysymyksessä olevassa suhteessa.

Abies alba. Päätelmien teko vaikea, kun Puolan ja Slovakian rotuja on kokeiltu vain Ruotsinkylässä. Paras tulos on saatu Ruotsin Ombergista tuoduilla taimilla, etenkin Sb 42/30.

Abies balsamea. New Brunswikin rotu näyttää lupaavimmalta. Parhaat ovat Sb 215/35 ja Sb 216/35.

Abies holophylla. Tuntematon rotu Sb 243/36 ja Aulanko sekä Korean Hosenin rotu Sb 306/42 ovat verraten lupaavia.

Abies lasiocarpa. Ei voi vielä päätellä lopullisesti. Kookkaimpia puita on viljelmissä Sb 41/30 ja Sb 43/30.

Abies nephrolepis. Molemmat Koreasta saadut rodut lupaavia.

Abies sachalinensis. Parhaita ovat toistaiseksi viljelmät Sb 217/35 ja Sb 167/33, joiden siemen on peräisin Hokkaidosta, nähtävästi hiukan eri paikoista.

Abies sibirica. Kuten edellä on mainittu, ei ole todettu eroa Uralista ja Suomesta hankitusta siemenestä kasvatettujen viljelmien välillä.

Larix decidua. Varmimpana yleisrotuna lienee pidettävä sudetilaista, mm. viljelmät Ph 129/31, Ph 31 D/31 ja Ph 135/31. Erittäin suuria toiveita on antanut Tšekkoslovakiasta peräisin oleva lehtikuusiviljelmä Ph 282/35. Skotlantilaisen lehtikuusen kasvu on myös hyvä, mm. viljelmät Ph 30 D/31, Ph 134/31, Ph 130/31, mutta se on tuhoille alttiimpi ja sen rungon laatu on usein heikohko.

Larix Gmelini. Rodullisesti on pidettävä parhaina viljelmiä Ph 9 D/30, Ph 104/30, Ph 132/31 ja Rk 39/30, joiden siemen on Etelä-Sahalinilta n. 48° pl. ja 100 m mp.

Larix Gmelini var. *japonica.* Edullisimpia tuloksia voidaan odottaa viljelmistä Ph 48 D/33, Ph 267/34 ja Ph 269/34, joiden siemenen kotipaikka on myös Etelä-Sahalin, 47°30′ pl, 100 m mp., Tokion yliopiston metsä. Tämän siemenen lähettäjä prof. I. S o n o b e sanoo sen olevan »todellista *Larix kurilensista*».

Larix Gmelini var. *olgensis.* Parhaat tulokset voitaneen odottaa saatavan viljelmistä Ph 268/34, Ph 270/34 ja Ph 281/35, joiden emopuiden kotiseutu on Korea, Keizanchin, 41°28′ x 128°10′ ja 1 360 m mp.

Larix sibirica. Kestävimmäksi ja muissakin suhteissa edullisimmaksi on osoittautunut ns. Raivolan rotu, josta on viljelmiä sekä ensimmäisessä että toisessa polvessa. Pohjois-Suomessa olisi jatkuvasti kokeiltava sekä tällä että Arkangelin rodulla.

Picea Engelmanni. Kolmen kokeillun rodun kesken ei ainakaan tois-

taiseksi ole huomattu olennaista eroa. Parhaat viljelmät ovat Ph 4 D/29, Ph 137/31, Ph 220/33 ja Sb 314/43.

Picea glauca. Kokeissa on käytetty neljää rotua, joiden arvojärjestyksestä ei olla vielä selvillä. Lupaavimpia ovat viljelmät Sb 121/35 ja Ph 35 D/31.

Picea glauca var. *albertiana.* Ainoasta käytetystä rodusta ovat parhaat viljelmät Ph 221/33, Sb 122/31 ja Sb 123/31.

Picea Glehnii. Eniten voidaan odottaa niistä viljelmistä, joiden siemen on saatu Japanin metsäntutkimuslaitokselta. Paras on viljelmä Sb 204/34.

Picea jezoensis. Kuudesta eri siemenerästä perustetut viljelmät eivät ole tuoneet esiin toisista selvästi poikkeavaa rotua. Lupaavia viljelmiä on sekä Punkaharjulla että Solbölessä.

Picea mariana. Tämänkään puulajin rotukokeissa ei ole päästy ratkaiseviin tuloksiin niiden kolmen rodun avulla, joita on viljelty. Parhaiten kehittyneitä ovat Sb 120/31, Ph 199/32 ja Sb 173/33, jotka kaikki ovat peräisin eri seuduilta.

Picea Omorika. Mustilan Kotikunnaalla olevien viljelmien siemen on antanut paremmat tulokset kuin se, joka on kerätty puulajin omalta levinneisyysalueelta. Edellisiin kuuluvat viljelmät Ph 350/38, Ph 351/38 ja Ph 358/38.

Pinus Banksiana. Tuhojen vuoksi on vaikea päätellä rotujen arvoa. Paras on ollut Sb 106/31, jonka siemen on Kanadan Saskatchewanista.

Pinus Cembra. Suurin osa koeviljelmiä on sellaisia, joiden siemenen alkuperästä ei ole varmoja tietoja, ei edes sitä, ovatko ne peräisin Keski-Euroopasta vai Neuvostoliitosta. Paras tulos on saatu viljelmästä Ph 43/1896, jonka tiedetään olevan siperialaista perua. Tämän rodun parempaan kasvuun viittaavat myös ne rinnakkaiskokeet, joissa on käytetty Uralilta ja Sveitsin Engadinista hankittua siementä.

Pinus contorta var. *latifolia.* Kokeissa on käytetty 10-kunta rotua, joista perustetut vanhimmat ja toistaiseksi parhaat tulokset antaneet, ovat Mustilan tilalla. Ne ovat peräisin Albertasta (Banff). Nuoremmista näyttävät erittäin lupaavilta eräät Br. Columbian Mount Idan ja Long Laken siemenestä perustetut viljelmät. Parhaisiin kuuluvat viljelmät Ph 2 D/29, Ph 89/27, Rk 7/27, Ph 1 D/29, Ph 88/27 ja Ph 97/29.

Pinus Mugo. Sveitsin Engadinista *arborea*-nimellä saaduista siemeneristä perustetuissa viljelmissä on valtaosa runkomaisia puita. Parhaat näistä ovat viljelmät Ph 235/34 ja Rk 34/29.

Pinus Peuce. Koeviljelmiin on käytetty Balkanilta neljältä eri seudulta kotoisin olevaa siementä. Näistä perustetuilla viljelmillä ei ole todettu toistaiseksi olennaista eroa. Lupaavia viljelmiä on kaikista roduista.

Pseudotsuga taxifolia. Tämä puulaji, josta on käytetty toistakymmentä rotua, on osoittautunut meillä epävarmaksi puulajiksi, etenkin pakkas- ja

sienituhojen vuoksi. Nämä tuhot peittävät myös eri rotujen mahdolliset kasvun erot. Nuoremmista viljelmistä ovat parhaat Aulangolla olevat sekä Ph 126/31 ja Ph 128/31, vanhemmista Mustilan. Ph 128/31 väitetään kuuluvan »*glauca*» ryhmään. Laadittuaan vertailevan yhdistelmän Saksassa suoritetuista pseudotsugakokeista Schober (1954) päätyy siihen, että sopivimmat rodut Saksaa varten voitaisiin löytää »*caesia*» ryhmästä. Mm. Salmon Armista peräisin oleva on siellä menestynyt hyvin.

Thuja plicata. Tästäkään puulajista ei ole onnistuttu saamaan Suomen oloihin kestävää rotua niistä neljästä, jotka on kokeihin käytetty. Yksirunkoisia puita on saatu edullisimmissa oloissa Punkaharjulla, Ph 233/34, ja Aulangolla.

Fagus sylvatica. Kokeiltavina on ollut 6 eri alkuperää. Niistä näyttävät Ruotsista peräisin olevat lupaavimmilta, siis viljelmät Sb 103/31 sekä Sb 181/32 ja Rk 187/32.

Eräitä sovellutuksia

Edellä selostetut ulkomaisten puulajien viljelykokeet koskevat pääasiassa Suomen eteläisintä parin leveysasteen (60—62) laajuista osaa. Siinä olevan yhdeksän viljelypaikkakunnan kasvukauden yleisilmastot eivät eroa sanottavasti toisistaan. Ruotsinkylän ja Solbölen kokeilualueiden kasvukauden sademäärät ovat kuitenkin usein keskimäärää suuremmat ja eteläisten paikkakuntien talvet lauhempia kuin sisämaassa. Tällä seikalla ei kuitenkaan ole ollut ratkaisevaa vaikutusta koetuloksiin. Määräävänä on nim. ollut viljelmien kasvupaikan laatu: sen kasvualusta (maa)- ja mikroilmasto. Epäedullisimpia nämä ovat verraten etelässä olevassa Ruotsinkylän kokeilualueessa, edullisimmat taas Aulangon kansallispuistossa sekä Solbölen ja Punkaharjun kokeilualueissa (kartake 2). Muut edustavat jonkinlaista keskiarvoa, mutta samalla myös omaa erikoistapaustaan. Lapissa olevan Kivalon kokeilualueen koeviljelmät ovat sikäli poikkeukselliset, että ne sijaitsevat parinsadan metrin korkeudella merenpinnasta lumituhoalueen rajalla sekä paksusammaltyypissä.

Parhaiksi viljelypaikoiksi ovat osoittautuneet sellaiset lämpöiset morenimaat, jotka kuuluvat lähinnä käenkaalimustikka- ja käenkaalioravanmarjatyyppeihin. Usealle puulajille on riittänyt jo mustikkatyyppi. Sen sijaan hiesu- ja savimaat eivät ole olleet edullisia. Vähiten sopivia niistä ovat olleet entiset pellot. Kaikista heikoimmin on onnistuttu yritettäessä kasvattaa ulkomaisia puita soilla tai suoviljelyksillä. Todella kestävä tällaisissa kasvuoloissa on ollut vain *Picea mariana*. Kasvupaikan laadun ratkaiseva vaikutus huomataan myös saman viljelmän erilaisissa osissa: paras tulos on saatu kuivissa ja lämpimissä kohdissa, kun

taas tuoreehkot osat ovat jääneet aukeiksi tai kituvan ja harvahkon puuston haltuun. Tasaisessa maastossa jo muutaman desimetrin keskitasosta laskeutuvat laakeatkin painanteet, varsinkin hiesumailla ovat olleet ulkomaisille puille sopimattomia. Maaston ratkaiseva vaikutus on tullut esille myös siten, että mm. *Thuja plicata* on muodostanut Punkaharjun kokeilualueessa yksirunkoisia puuryhmiä vain kivisen rinteen yläreunassa. Samanlaisia tapauksia on ollut myös usealla muulla puulajilla, mm. lajilla *Abies sachalinensis*.

Kasvupaikan keinollisella parantamisella on myös odottamattoman edullinen vaikutus. Aulangon kansallispuistossa usealla aralla havupuulla saatu hyvä tulos johtuu epäilemättä myös osaltaan siitä, että alkuperäiselle kivennäismaalle on aikanaan siirretty 10—20 cm:n vahvuinen kerros suomutaa. Sellaiset aivan toisista ilmasto-oloista peräisin olevat puulajit kuin mm. *Picea asperata* ja *Abies Faxoniana*, jotka näissä kokeissa eivät ole ottaneet viihtyäkseen luonnonvaraisella kasvupaikalla, ovat menestyneet paljon paremmin Mustilassa (A. F. Tigerstedt 1922) ja Ruotsin Draflessa lähellä Härnösandia, 62°41′ x 18°1′, (Kempe 1940) molemmissa erikoisesti valmistetulla kasvualustalla. Lehtipuiden suhteellisen heikko menestyminen näissä paikoissa saatuihin saavutuksiin verraten on myös johtunut samasta syystä.

Yleispiirteisenä tuloksena nyt suoritetuista kokeista on siis se havainto, että kasvupaikan laatu on tietyn puun kohdalla usein osoittautunut ratkaisevammaksi kuin rotu, ts. sopimattomassa kasvupaikassa ei ole menestynyt yksikään käytettävissä ollut, suotuisassa kasvupaikassa hyvin kehittynyt rotu.

Ulkomaisten puulajien metsikköilmastoa voidaan myös järjestellä edullisemmaksi metsikön riittävällä harvuudella. Tähän päästään suhteellisen pitkillä istutusväleillä sekä tarpeeksi usein ja voimakkaina suoritetuilla harvennuksilla. Tässä yhteydessä on mainittava myös verhopuusto, jonka käyttö useille hallanaroille varjopuille on eduksi. Yleisempi käyttö ja merkitys on viljelmän ± eteläpuolella olevalla korkeahkolla metsänreunalla.

Kaikissa edellä mainituissa tapauksissa saavutettavana etuna on myös puiden parempi yleiskunto ja sen antama vastustuskyky etenkin biottisia tuhoja vastaan. Tällä seikalla onkin suuri merkitys, kuten seuraavastakin ilmenee.

Ratkaisevimpana ulkomaisten puiden kaukoviljelyn onnistumiselle on yleensä pidetty, että vieraiden puulajien kotipaikan ilmasto poikkeaa mahdollisimman vähän uuden kasvupaikan ilmastosta. Maapallollahan tuskin on kahta täysin samanlaista ilmastoaluetta, ts. kahta aluetta, joissa molemmissa mm. lämpö-, sade-, valo- ja humidisuussuhteet olisivat samanlaiset. Huomio onkin toistaiseksi

kiinnitetty pääasiassa lämpösuhteihin ja sademääriin sekä niiden jakautumiseen vuoden eri osille. Etupäässä pakkastalven 1939—40 puille aiheuttamien välittömien vaurioiden perusteella nyt kokeillut puulajit on ryhmitetty kolmeen pakkasenkestävyysluokkaan (siv. 74). Tämän lisäksi on kiinnitettävä huomio puiden kasvun ja uuden kasvupaikan ilmaston rytmin väliseen suhteeseen. Siitä riippuu etenkin puulajien erilainen alttius kevät- ja syyshallojen tuhoille. Ratkaisevana ei kuitenkaan ole yksistään versojen aikaisempi ja myöhäisempi puhkeamisaika keväällä ja puutumisvaihe syksyllä, vaan myös versojen pakkasenkestävyys sinänsä. Tunnettua on mm., että kotimainen mänty, jonka versojen kasvu alkaa pari viikkoa ennen kuin kuusen, ei ole kevätkylmille läheskään niin arka kuin kuusi. Ulkomaisista puulajeista nyt puheena olevassa suhteessa ovat keskimäärin herkimmät *Abies*- ja *Picea*-lajit, kestävimmät *Pinus*- ja *Larix*-lajit.

Tässä yhteydessä mainittavaksi sopii myös, että *Larix deciduan* viljely mm. Kolilla ja Kivalolla on jotakuinkin toivotonta sen vuoksi, että tämä puulaji ei siellä ehdi karistaa neulasiaan ennen lumen tuloa ja joutuu sen vuoksi lumen tuhoamaksi.

Sellaisista Suomessa kasvaneista puulajeista, jotka ovat peräisin kokonaan toisista ilmasto-oloista, on edellä jo mainittu Aasian sisäosista Tiibetin rajoilta ja 3 000—4 000 m mp. kotoisin olevat *Picea asperata* ja *Abies Faxoniana*. Paljon varmemmin ovat menestyneet balkanilaiset *Picea Omorika* ja *Pinus Peuce*, keski-eurooppalaiset *Larix decidua*, *Pinus Cembra* **Cembra* ja *P. Mugo* sekä itäaasialaiset merellisestä ilmastosta ja usein 40 leveysasteen vaiheilta lähtöisin olevat *Larix leptolepis*, *L. Gmelini* var. *japonica*, *L. Gmelini* var. *olgensis*, *Abies nephrolepis*, *A. Veitchii*, *Picea jezoensis*, *P. Koyamai* ym. Tämä osoittaa, että useiden puulajien kasvuedellytysten minimirajat liikkuvat varsin laajalla sekä toisaalta, että ulkomaisten puulajien viljelyn mahdollisuuksista voidaan päästä varmuuteen vain järjestelmällisten viljelykokeiden avulla.

Ratkaiseva seikka on lisäksi se, että uusi tulokas tulee toimeen siinä eloyhteisössä, jossa sitä on tarkoitus kasvattaa. Näin ei ole edes kaikkien meillä varmimpina pidettyjen ulkomaisten puulajien laita. Jonkinlaista vieraista oloista johtuvaa heikkoutta osoittanee mm. *Larix sibirica* siinä, ettei sitä ole saatu meillä Evolla, Vesijaolla ja Punkaharjulla olevissa kotimaisten puulajien viljelmissä kunnolleen säilymään siinäkään tapauksessa, että se on ollut hiukan vanhempaa kuin toiset puulajit. Näin on käynyt siitä huolimatta, että tämä lehtikuusi — kuten on nähty — kasvaa etenkin nuoruusvaiheessaan nopeammin kuin mänty ja kuusi.

Suurimpana haittana ovat kuitenkin varsinaiset biottiset tuhot, jotka johtuvat hyönteisistä, sienistä ja baktereista tai niiden puuttumi-

sesta. Viimeksi mainittu tapaus voi esiintyä silloin, kun vieras puulaji tuo mukanaan jonkin sellaisen biottisen tuhon aiheuttajan, jolla uudella paikkakunnalla ei ole tuhoojaa, esim. hyönteisen tai sieniparasiitin parasiittia. Lisäksi voi olla mahdollista, että tietystä tuholaisesta on oudoissa oloissa toinen rotu, jota vastaan uusi tulokas ei ole immuuni. Tällaista biottista tasapainottomuutta tehostaa tietenkin usein ennen muuta vieraan puulajin heikko kunto.

Esimerkkejä edellä mainitusta voidaan nyt suoritetuista kokeista saada. *Pinus monticolan* ja *P. Strobusen*, joiden kasvu toisinaan näyttää verraten lupaavalta, tuhoaa *Cronartium peridermii*-sieni, edellisen useimmiten jo taimivaiheessa, jälkimmäisen hiukan myöhemmin. Sieni on niin tehokas, että se tappaa edellisen voimakkaatkin taimet jo taimitarhassa. *Dasyscypha Willkommii*-sieni on esiintynyt tuhoisana parasiittina lehtikuusilajeilla seuraavassa järjestyksessä: *Larix decidua* (arka rotu), *L. leptolepis*, *L. Gmelini*, *L. Gmelini* var. *japonica* ja *L. occidentalis*. *Larix sibiricalla* sitä on toistaiseksi tavattu vain niukalti. Pseudotsugan kariste, *Rhabdocline Pseudotsugae*, jota Suomessa ei ole ennen tavattu, on osoittautunut meilläkin vaaralliseksi loiseksi, tosin toistaiseksi vain Solbölen kokeilualueessa. Varsin pahaa jälkeä tekevät ns. versosyövät, kuten *Sclerophoma* ja *Crumenula*, joita tavataan sekä useissa ulkomaisissa että kotimaisissa puulajeissa. Tästä syystä ne voivat muodostaa tuhokeskuksia, joista tauti leviää asteittain ympäristön viljelmiin ja metsiin. Tästä voidaan päätellä, että ulkomaisten puulajien viljelmiä ei olisi perustettava vieri viereen, kuten ns. dendrologisissa puistoissa on usein tehty, vaan hajalleen laajemmalle alueelle. Myös hakkuu- ja karsimistähteiden poistaminen on sienituhojenkin ehkäisemiseksi tärkeää.

Uusia koeviljelmiä perustettaessa olisi myös pyrittävä saamaan ne niin laajoiksi, että niihin sopii useita erillisinä kirjattavia koeruutuja. Näin saataisiin vertailuaineistoa monien edellä viitattujen ko. puulajien menestymiseen vaikuttavien seikkojen, kuten maaston ja maan vaihtelun sekä reunametsän ja tuhojen vaikutuksen selvittelylle. Tuloslaskennallisesti tällaisilla toistoilla on tunnetusti etuja. Myös standardin käyttöön olisi entistä enemmän pyrittävä.

Mikäli ulkomaisten puulajien kasvatusta tahdotaan harjoittaa taloudellisena yrityksenä ja sen tulos määritetään metsikön puun tuoton määrän perusteella, pystyvät vain aniharvat näistä puulajeista kilpailemaan kotimaisten puittemme kanssa. Kilpailukykyisimpiä ovat *Larix sibirica*, *L. decidua*, *L. Gmelini* var. *olgensis* ja *L. Gmelini* var. *japonica* sekä *Pinus contorta* var. *latifolia*. Varsin suuria toiveita ovat antaneet myös edellä mainittujen lehtikuusten sekä *Larix leptolepisen* risteytymät. Muista lajeista näyttää lupaavimmalta *Pseudotsuga taxifolia*, jonka meille edullisin rotu lienee vielä saamatta. Suurimmat toiveet sen löytämiselle



Kuva 40. *Abb. 40.* Punkaharjun puulajipuistosta. Kuvassa on osia seuraavien puulajien viljelmistä: *Von dem dendrologischen Park im Versuchsforst Punkaharju. In der Abbildung sieht man Teile von folgenden Kulturen:* Vasemmalta, *von links Picea Koyamai, Picea Abies* (Etelä-Suomi, *Süd-Finnland), Picea Abies* (Pohjois-Suomi, *Nord-Finnland), Pseudotsuga taxifolia, Picea Omorika, Picea rubens.* — Foto 1954 M. Kanerva.

kohdistuvat Br. Columbian Prince Georgen seutuun siis noin 53°50′ x 122°40′. Täältä peräisin on nykyisissä kokeissa yksi viljelmä (Sb 214), joka on Solbölen kokeilualueen Knopön saarella. Br. Columbiassa, ehkä edellisen alueen pohjoispuolella, luulisi myös päästävän käsiksi entistä parempiin *Pinus contorta* var. *latifolia-*, *Picea glauca-*, *P. glauca* var. *albertiana-*, *P. Engelmanni-*, *P. mariana-*, *Abies lasiocarpa-* ja *Thuja plicata*-rotuihin. Sopivimpien siemenen keräyspaikkojen valinnassa olisi käytettävä hyväksi niitä monipuolisia tietoja kanadalaisten metsäpuiden esiintymisestä ja kasvunedellytyksistä, joita ovat Amerikan matkallaan hankkineet Yrjö Ilvessalo (1929) ja Viljo Kujala (1945).

Puistojen perustajille ja hoitajille sekä ulkomaisten puulajien muille harrastajille tämän tutkimuksen tulokset antanevat myös apua mieleisten ja meillä kestävien puulajien valinnassa. Kun sidontavihreän kasvatus voi olla meillä tietyissä rajoissa taloudellisestikin kannattavaa, on aiheellista mainita, että tähän tarkoitukseen soveltuvat, jonkinlaisessa arvojärjestyksessä lueteltuina: *Thuja koraiensis, T. plicata, Abies Veitchii, Pseudotsuga taxifolia, Thuja occidentalis* ja *Abies sibirica.* Suotuisissa oloissa voivat tulla kysymykseen myös *Chamaecyparis-* ja *Tsuga*-lajit.

Ergebnisse von einigen Anbauversuchen mit fremdländischen Holzarten in Finnland

Referat

In den Staatswäldern, welche die Forstliche Forschungsanstalt Finnlands in den dreissiger und vierziger Jahren dieses Jahrhunderts zu Versuchsforsten bekommen hatte, gab es von früher her einige Kulturen fremdländischer Holzarten. Die am allgemeinsten hierbei benutzten Arten waren *Larix sibirica*, *L. decidua*, *Abies sibirica* und *Pinus Cembra*. Die sich als günstig erwiesenen Ergebnisse, zu welchen der Wirkliche Staatsrat A. F. Tigerstedt und sein Sohn Gutsbesitzer C. G. Tigerstedt auf dem ihnen gehörigen Gut Mustila in ihren Kulturversuchen mit fremdländischen Holzarten gelangt waren, haben für ihren Teil dazu beigatragen, dass seitens der Forstlichen Forschungsanstalt für notwendig gehalten wurde, diesartige neue Versuche auf ihre Versuchsforste zu erstrecken. Die von diesen Herren erhaltene Unterstützung, insbesondere bei der Beschaffung von Samen, ist von grossem Wert gewesen. Anregungen zur Arbeit haben auch dieses Gebiet betreffende zahlreiche Aufsätze von Generaldirektor, Professor A. K. Cajander und Doktor Lauri Ilvessalo gegeben. Von den Lieferanten der Samen ostasiatischer Holzarten sind die Professoren F. Koide und I. Sonobe sowie Doktor M. Tozawa, von denen der amerikanischen einige örtliche Waldforschungsanstalten ganz besonders zu erwähnen.

Anbauorte und ihre Lage

Die Orte, wo hier beschriebene Versuche durchgeführt wurden, sind in den anliegenden Karten, Abbildungen 1 und 2, gezeichnet. Von ihnen sind alle anderen ausser Aulanko und Mustila Versuchsforsten der Forschungsanstalt. Die südlichsten von ihnen liegen unter 100 m, Punkaharju und Vesijako etwa 100 m und Kivalo 250 m über dem Meer.

Aus diesen Karten gewinnt man einen Überblick über die Temperaturverhältnisse des wärmsten und des kältesten Monats der Anbauorte. Das Klima der Versuchsorte Punkaharju und Ruotsinkylä erläutern näher die Zahlen auf Seite 13. Diese Zahlen hat man aus der Beobachtungsperiode 1945—1954 erhalten.

Das Material und dessen Behandlung

Die Namen der Hölzer sind die gleichen wie bei R e h d e r (1949). Die Namen der Autoren erscheinen nur im Zusammenhang des finnischen Textes (S. 19).

In Tabelle 1, S. 14, ist eine Zusammenfassung der in den Versuchsforsten befindlichen, in dieser Untersuchung angewandten Kulturen je nach Holzart enthalten. Die Holzarten erscheinen darin, wie auch sonst überall, in alphabetischer Reihenfolge, Nadelhölzer und Laubhölzer jedoch in gesonderten Gruppen. Zu den Arten sind auch Varianten und Formen gezählt worden. Demnach wurden mit 24 Gattungen und 110 Arten Versuche gemacht, und zwar mit 10 Nadelholzgattungen und 69 Arten, sowie mit 14 Laubholzgattungen und 41 Arten. Kulturen gibt es insgesamt 694 und ihr gesamtes Areal beträgt 306 ha. Am zahlreichsten, d.h. durch 22 Arten, ist die *Abies*- Gattung vertreten, während die Gattungen *Picea*, *Pinus* und *Larix* durch entsprechend 14, 12 und 7 Arten vertreten sind. Die Zahl der in den Versuchsforsten angewandten Arten variiert. Im Versuchsforst Solböle beträgt sie 93, in Ruotsinkylä 60, in Punkaharju 55, in Lapinjärvi 4, in Kivalo und Vesijako je 3 und in Vilppula 1. Der grösste Anteil, 109 ha, der Kulturflächen liegt im Versuchsforst Punkaharju und 74 ha in dem von Ruotsinkylä.

Die am allgemeinsten angewandte Holzart ist *Larix sibirica* mit 66 Kulturen bezw. 126 ha, *Pseudotsuga taxifolia* 51 bezw. 20 ha, *Pinus contorta* var. *latifolia* 51 bezw. 25 ha, *Larix decidua* 37 bezw. 29 ha, *Pinus Cembra* 26 bezw. 11 ha, *Larix Gmelini* und *L. Gmelini* var. *japonica* insgesamt 39 bezw. 17 ha, *Pinus Peuce* 19 bezw. 5 ha, *Thuja plicata* 19 bezw. 7 ha, *Picea Engelmanni* 15 bezw. 4 ha und *P. mariana* 15 bezw. 9 ha.

Von den ausserhalb der eigentlichen Versuchsforste gelegenen hier angewandten (u.a. in Tabelle 2 angezeichneten) Kulturen sind 2 im Staatsforst Evo, 25 im Nationalpark Aulanko, 8 auf dem Gut Turva und 3 in Mustila. In diesen gibt es nur gleiche Holzarten wie in den Versuchsforsten der Forstlichen Forschungsanstalt. Somit besteht das eigentliche Untersuchungsmaterial aus 110 Holzarten und 732 Kulturen, deren gesamtes Areal etwa 308 ha umfasst.

In Tabelle 2, S. 104, sind die einzelnen Kulturen und ein Teil der erhaltenen Ergebnisse aufgezählt. Darin sind jedoch die Holzarten ausgelassen worden, mit denen gemachte Versuche völlig misslungen sind. Die Kulturen einer Art sind so gruppiert, dass diejenigen einer Herkunft untereinander, die der nördlicheren Orte vor denen der südlicheren und die älteren vor den jüngeren stehen.

Die in Tabelle 1 (Spalte 1) und auch anderswo vorkommenden Abkürzungen sind die folgenden: Kivalo = Kiv, Vilppula = Vilp, Vesijako = Vesij, Punkaharju = Ph, Aulanko = Aul, Mustila = Must, Ruotsinkylä = Rk und Solböle = Sb. Die einzelnen Kulturen (Spalte 2) sind z.B. mit Ph 1/1877 gezeichnet worden, worunter man die im Versuchsforst Punkaharju liegende Kultur Nr. 1 vom Jahre 1877 versteht. Ebenfalls bezieht sich Rk 414/46 auf die Kultur 414 vom Jahre 1946 im Versuchsforst Ruotsinkylä. Der Buchstabe D vor der Kulturnummer bedeutet eine Abkürzung der Worte Dendrologischer Park, Ka wiederum eine solche des Wortes Versuchsfläche. — Die Spalten 9—14 betreffen die Schäden des kalten Winters 1939—40. Die Beobachtungen hierüber wurden im Sommer 1940 gemacht. Die Klassifizierung der Schäden I—VI, die sich auch in weniger umfangreichen Kulturen auf die Untersuchung von mindestens 100 Bäumen gründet, ist die folgende: I = völlig gesunde Bäume, II = ein Teil der Nadeln und auch der Zweigspitzen vertrocknet, der letzte Jahrestrieb gesund, III = auch der oberste Teil des letzten Jahrestriebes vertrocknet, IV = Austrocknung des Stammes dehnt sich weiter nach unten, V = von dem Baum ist nur der vom Schnee geschützte Teil lebend, VI = völlig toter Baum. Die Untersuchung begrenzte sich natürlich nur auf Kulturen, wo die Bäume im Jahre 1940 bedeutend über die Schneedecke gereicht hatten. Über den Gesundheitszustand der Kulturen wurden zeitweise auch andere Beobachtungen gemacht. Man hat Pilz- und Insektenschädigungen beobachtet und sich bemüht, auch andere Ursachen für eventuelle Schwächen zu finden.

In den von der Forstlichen Forschungsanstalt gegründeten Kulturen ist auch die Anzahl der Jahre bestimmt worden, welche die herrschenden Bäume gebraucht haben, um 6 m hoch zu wachsen (Spalte 15). Dies ist auch ein sehr wertvoller Indikator in allen solchen Fällen, wo die Bäume frei und ohne grössere Beschädigungen haben aufwachsen können. Die Oberhöhe der Bäume der Kultur ist aus Spalte 16, der entsprechende mittlere Durchmesser aus Spalte 17 zu ersehen. In den Zahlen gibt der Zähler das Messergebnis (Meter und Zentimeter), der Nenner das Alter beim Messen an. Z.B. in Spalte 16 besagt die Zahl 33.0/79, dass die Oberhöhe 33.0 m und das Alter 79 Jahre beträgt.

In diesen Kulturen sind aus Initiative der Abteilung für Waldbau der Anstalt 102 beständige Versuchsflächen angelegt worden, von welchen 44 im Versuchsforst Punkaharju, 29 in Ruotsinkylä, 23 in Solböle, 3 in Vesijako und 3 in Kivalo liegen. In vielen älteren Kulturen und ebenfalls in denen im Staatsforst Evo und in Mustila sind die Versuchsflächen von der Abteilung für Forsttaxation angelegt worden. Ihre Anzahl ist 49 und die Gesamtzahl der bei der Untersuchung benuzten Versuchsflächen somit 151. Die in Spalte 18 erscheinenden Zahlen geben die Massenleistung (also

die jetzige Holzmasse des Bestandes + Durchforstungsmenge) an, und zwar Holz mit Rinde je Hektar. Nenner ist auch hier das Alter des Bestandes im Messjahr.

Die Allgemeinergebnisse der Kulturversuche und die auf sie einwirkenden Faktoren

Auf Seiten 19—67 wird ein eingehender Bericht in finnischer Sprache über die Ergebnisse der Versuche mit jeder der 110 Holzarten gegeben. Im folgenden werden die Ergebnisse allgemein behandelt.

Das Wachstum und der Zustand sowohl der einzelnen Bäume als auch der Bestände werden von mehreren Faktoren, u.a. von geographischer Lage, Standort, Holzart, Herkunft, Anlage, Pflege und Gesundheitszustand beeinflusst. Viele von diesen Faktoren können ineinander verflochten, sogar einander überdeckend sein. Dadurch wird die Auseinandersetzung der Folgen und der Bedeutung der einzelnen Faktoren erschwert.

Der Einfluss der geographischen Lage

Die nördlichsten der in Tabelle 2 genannten Kulturen liegen im Versuchsforst Kivalo. Dieser Ort liegt 5—7 Breitengrade von den nächsten Anbauorten entfernt. Die aus Raivola (ursprünglich aus Russland) herstammende *Larix sibirica* hat in Kivalo die Höhe von 6 m in 20 Jahren erreicht, und ihre Oberhöhe beträgt 11.0/31 m (also im Alter von 31 Jahren 11.0 m). Die entsprechenden Zahlen für Kulturen, die mit gleichem Pflanzenmaterial in Vesijako angelegt wurden, sind: 6 Meter erreicht in 15—18 Jahren und Oberhöhe 12.0—17.0/30 m, in Punkaharju 13—14 Jahre und 18.0/29 m und in Ruotsinkylä 19 Jahre und 12.5/27 m. Die Lärchen vom Samen aus dem Gouvernement Archangelsk sind wiederum in Kivalo ziemlich gleich wie diejenigen der vorgenannten Herkunft gewachsen, denn auch sie sind in 20 Jahren 6 Meter hoch geworden und ihre Oberhöhe ist 9.0/27 m. In Punkaharju sind die entsprechenden Zahlen 16—17 Jahre und 14.0/28 m, in Ruotsinkylä 16—19 Jahre und 12.0/28 m und in Solböle 14 Jahre und 14.0/27 m. — Den Zuwachs der *Pinus contorta* var. *latifolia* aus Br.-Kolumbien zeigen wiederum die folgenden Zahlen: Kivalo 29 Jahre und 6.5/30 m (die einer anderen 26 Jahre und 6.5/26 m), Punkaharju 16—17 Jahre und 15.0/28 und 13.5/29 m, Vesijako 17 Jahre und 14.5/30 m, Ruotsinkylä 17—18 Jahre und 10.5—12.0/26 m.

Inwiefern diese Zuwachsunterschiede der geographischen Lage zuzuschreiben sind, lässt sich nicht feststellen, denn die Standorte in Kivalo

sind anders (Hylocomium-Myrtillus-Typ) als die südlicheren (öfters Oxalis-Myrtillus-Typ), und ausserdem zeigt in Kivalo die Lärche verhältnismässig mehr Nadel- und die Murraykiefer Schneeschäden auf als südlicher.

Auf Grund der im vorstehenden angeführten Daten über das Klima der Versuchsforste in Punkaharju und Ruotsinkylä würde man erwarten, dass der letztere infolge seiner milderen Winter für den Anbau fremdländischer Holzarten günstiger als der erstere wäre. Die Versuchsergebnisse haben jedoch erwiesen, dass Punkaharju im Gegenteil vor Ruotsinkylä gestellt werden muss. Der Grund dazu liegt in der aussergewöhnlichen Ungünstigkeit der Standorte in Ruotsinkylä: Schluffboden, Neigung zur Verschumpfung, Kälte und damit zusammenhängende Frost- und andere Schädigungen.

Eine Übersicht über das Gedeihen der Holzarten in den verschiedenen Versuchsorten gibt die Aufstellung auf Seiten 68—69. Darin sind die vorgenannten Abkürzungen angewandt worden. Die finnischen Wörter bedeuten: hyvä = gut, hyvänpuoleinen = ziemlich gut, tyydyttävä = genügend, heikko = schwach, heikohko = ziemlich schwach, kuollut = eingegangen.

Allgemein kann man also feststellen, dass die empfindlichsten Arten — wie in den Gattungen *Abies*, *Tsuga*, *Thuja* und *Acer* — am besten in Aulanko und Solböle, die Lärche, die Murraykiefer und viele Fichtenarten wiederum in Punkaharju gediehen sind.

Der Einfluss des Standortes

Der grösste Teil der Kulturen liegt auf Standorten über der Durchschnittsgüte. Deshalb ist eine Auseinandersetzung der inneren Zusammenhänge u.a. zwischen dem Waldtyp und dem Zuwachs einer Holzart nur selten möglich. Auf recht verschiedenen Standorten gedeiht die Murraykiefer, die in Vaccinium-Myrtillus- und Oxalis-Myrtillus-Typ und in einigen Fällen auch in entwässerten Bruchmooren aufgezogen wurde. In den letztgenannten ist *Picea mariana* fast gleich gut wie auf dem Moränenboden gediehen. Es ist dagegen fast unmöglich gewesen, Lärchenarten in Mooren aufzuziehen.

Am leichtesten sind die Einflüsse verschiedener Standorte mit einander zu vergleichen, wenn der Standort innerhalb ein und derselben Kultur variiert. Sehr anspruchsvoll hinsichtlich ihres Standortes waren u.a. *Thuja plicata* und *Abies sachalinensis*.

Hauptsächlich wegen des ungeeigneten Standortes sind die internationalen Versuche mit der Lärche vom Jahre 1944 in Finnland misslungen.

Der Einfluss der Anlage und der Pflege der Kulturen

In Tabelle 1 wird die Pflanzenzahl genannt, welche beim Anlegen der Kulturen durchschnittlich je Hektar verwendet wurde. In vielen Fällen hat sie sich als zu gross erwiesen. In fremden Verhältnissen erfordern ausländische Holzarten auch frühe und starke Läuterungen und Durchforstungen. Blieben diese aus, so waren die Kulturen u.a. den Pilzschäden schwer ausgesetzt. Dies gilt u.a. von *Pseudotsuga taxifolia* und vielen *Abies*- und *Picea*-Arten.

Viele Lärchen- und Murraykieferkulturen haben erwiesen, dass, auch wenn man eine grösstmögliche Massenleistung erstreben will, es bei weitem nicht immer erforderlich ist, von dichtem Jungwuchs auszugehen. Für günstigste Pflanzenverbände werden bei Lärche 3.0 x 3.0 oder 2.5 x 2.5 m, bei Murraykiefer 2.0 x 2.0 m gehalten.

Wenn an den Bäumen Grünästung vorgenommen wird, ist es am sichersten, die Äste von der Kulturfläche wegzubringen. In einigen Fällen können sie nämlich einen günstigen Vermehrungsort für schädliche Pilze bilden.

Der Schirmbestand (Tabelle 2, Spalte 7), falls er nicht sehr dicht ist, hat sich nur für solche Schattenhölzer wie *Abies alba*, *Taxus cuspidata* und einige *Tsuga*-Arten als vorteilhaft erwiesen. Um je typischeres Gebirgsholz es sich handelt, desto nachteiliger war die Einwirkung der Schirmhölzer. Die kälteempfindlichen Holzarten erhielten und entwickelten sich besser, wenn sie nördlich eines hohen Waldrandes gepflanzt wurden.

Das Versäumen der Läuterungen und Durchforstungen, was in der Kriegszeit in vielen Versuchsforsten (Tabelle 2, Spalte 8) vorgekommen ist, hat die Ergebnisse recht bedeutend herabgesetzt.

Schäden und ihre Auswirkungen

Die meisten Schäden in den Kulturen sind auf die K ä l t e und F r o s t zurückzuführen. Die Vegetationsperiode des neuen Anbauortes war entweder zu kurz oder zu kalt oder ihr Rhythmus mit dem des Wachstums der fremden Holzart sonst nicht vereinbar. Dies ist besonders auf ungünstigen Standorten vorgekommen, wie in Niederungen und an anderen feuchten und kalten Stellen. Die Folgen des Mikroklimas werden vor allem beim Pflanzenalter der Kultur gemerkt. Eine nicht unbedeutende Einwirkung auf das Wachstum und dessen Rhythmus hat auch das Lichtklima. Je südlicherer und höherer Herkunft eine fremde Holzart ist, desto grösser ist der Unterschied auch in dieser Hinsicht. Trotz des frühen Beginnens des Wachstums im Frühjahr sind auch bei diesen Versuchen im

allgemeinen die *Larix*- und *Pinus*-Arten härter gegen Spätfrost als u.a. die *Abies*-, *Picea*- und *Pseudotsuga*-Arten gewesen.

Indirekte Folgen von Kälte und Frost waren vor allem Pilzschäden.

Die in Tabelle 2 genannten Holzarten kann man auf Grund der nach dem kalten Winter 1939—1940 gemachten Beobachtungen in drei Gruppen einteilen: empfindliche (= arat puulajit), relativ empfindliche (= verraten arat puulajit) und harte (= kestävät puulajit). Diese Gruppierung ist auf Seiten 74—75 zu finden.

Die kalten Winter 1939—40 und 1940—41 liessen in vielen fremdländischen Holzarten auch im Inneren des Holzes in Form von braunen Jahrringen ihre bleibenden Merkmale (K u j a l a 1952).

Von den I n s e k t e n waren bei der Lärche *Nematus Erichsoni* Hart. und *Coleophora laricella* Hb. und bei einigen *Abies*-Arten die Blattläuse am allgemeinsten.

D i e d u r c h P i l z e v e r u r s a c h t e n B e s c h ä d i g u n g e n sind recht mannigfaltig. In den Nadeln traten *Pucciniastrum goeppertianum* (J. Kuehn) Kleb. bei den Arten *Abies concolor*, *A. lasiocarpa*, *A. Nordmanniana* und *A. sibirica* sowie der Pilz *Rhizosphoma pini* (Desm.) Petr. et Syd., besonders bei den *Picea*-Arten auf. In den Sprossen wurden *Ascocalyx abietis* Naumhoff und *Crumenula abietina* Lagerb. besonders bei den Arten *Abies sibirica*, *Pinus contorta* var. *latifolia*, *P. Peuce* und *Pseudotsuga taxifolia* und in den Sprossen, Nadeln und Zapfen *Sclerophoma pitiophila* (Corda) v. Höhn bei allen Nadelhölzern getroffen. Eine noch ungeklärte *Sclerophoma*-Art erscheint in den Trieben der *Betula papyrifera*. Die *Pseudotsuga*-Kulturen werden besonders in Solböle von *Rhabdocline Pseudotsugae* Sydow bedroht. *Pinus Strobus* ist vom Pilz *Cronartium* verheert worden. So wird es bald auch den letzten Vertretern der *Pinus monticola* gehen. Dieser Kiefernblasenrost kommt auch in gewissem Masse bei der Peucekiefer vor. Das Schicksal der Lärche wird in vielen Fällen von *Dasyscypha Willkommii* (Hart.) Rehm entschieden. Er tritt als schädlicher Parasit in Ruotsinkylä besonders bei den Arten *Larix decidua*, *L. Gmelini* und *L. leptolepis* auf.

Vergleiche der Wuchsleistungen verschiedener Holzarten mit einander

Auf Seiten 78—80 werden die vorstehend besprochenen, die Wuchsleistung erweisenden Zahlen für diejenigen Kulturen aufgezählt, welche sich am besten entwickelt haben. Am schnellsten ist also *Populus suaveolens* gewachsen, dessen jährlicher Höhenzuwachs durchschnittlich annähernd 1 m beträgt. Ihr folgen die meisten Lärchenarten, welche in 11—13 Jahren die Höhe von 6 m erreichen. Die am schnellsten wachsenden

Kiefernarten brauchten hierzu 15—20 Jahre, Fichtenarten 18—27 Jahre, Edeltannenarten 18—26 Jahre, Pseudotsuga 20, Thuja und Tsuga 26 Jahre. Von den Birken zeigen die besten Ergebnisse *Betula papyrifera* und *B. mandshurica* var. *japonica*.

Über die Gesamtleistung der *Abies*-Arten liegen nur für *Abies balsamea* (115/25 fm) und *A. sibirica* (501/58 und 983/73 fm) Angaben vor. Die grossen Leistungszahlen der letzteren sind vor allem auf die Dichte der Bestände zurückzuführen. Am interessantesten wird ein Vergleich zwischen verschiedenen Lärchenarten sein. Die betreffenden Zahlen erscheinen auf Seite 81. Auf Grund dieser Zahlen kann man keinen sehr grossen Leistungsunterschied der Arten feststellen. Man kann jedoch für wahrscheinlich halten, dass die sibirische und die europäische Lärche alle anderen Arten übertreffen. Vergleiche zwischen den ältesten Kulturen weisen darauf hin, dass die Leistung der europäischen Lärche in dem späteren Alter grösser ist als die der sibirischen. Als Vergleichsgegenstände können u.a. die Kulturen Ph 8 c/1879 und Ph 1/1877 dienen, wo der Standort der letzteren ausserdem etwas günstiger ist. Am schwächsten sieht die Kurilerlärche, *Larix Gmelini* var. *japonica*, zu sein, während die Korealärche, *L. Gmelini* var. *olgensis*, ihr weit überlegen ist.

Unter den *Picea*-Arten haben *Picea glauca* (163/27 fm) und *P. mariana* (124/27 fm) die grösste Leistung aufzuweisen. Von den Kiefern ist die Murraykiefer ganz überragend, wie die folgenden Zahlen zeigen: Must 12/30 = 124/21 fm, Ph 195/32 = 128/24 fm, Ph 196/32 = 137/25 fm, Ph 88/27 = 268/28 fm und Must 1 a/15 = 427/39 fm. Bei *Pinus Peuce* und *P. Cembra* war die Leistung fast die gleiche. In günstigen Verhältnissen hat die letztere in 56 Jahren 474 fm geleistet (Ph 43/1896). Mit Ausnahme von Mustila, wo die Ergebnisse 364/44 fm und 438/49 fm erreicht wurden, war der Zustand der *Pseudotsuga*-Kulturen vorläufig schwach.

Wenn man diese Ergebnisse mit den entsprechenden Leistungszahlen der einheimischen Holzarten vergleicht, wird folgendes festgestellt. In guten Standorten ist die Oberhöhe der einheimischen gepflanzten Fichte (K a l e l a 1933) 7.7/20, 10.5/25 und 13.2/30 m. Von den *Abies*-Arten haben entsprechenden Höhenzuwachs nur *A. balsamea* und *A. sachalinensis*, beide in günstigsten Fällen, aufgewiesen. In Finnland hat sich *A. sibirica* in ihrem Höhenzuwachs bei weitem nicht immer mit den einheimischen Nadelhölzern messen können (L a u r i I l v e s s a l o 1913, H e i k i n h e i m o 1955). Am deutlichsten werden die einheimischen Holzarten in ihrem Zuwachs von der Lärche, besonders von der sibirischen und der europäischen überholt, wie aus den vorerwähnten Zahlen zu schliessen ist. Das Gleiche gilt auch von der Murraykiefer. M i e t t i n e n (1952) hat bei 39-jährigen Beständen folgenden Vergleich angestellt: Murraykiefer 356 fm/ha, gepflanzter Kiefernbestand 216 fm/ha und gepflanzter Fichtenbestand 264 fm/ha

ohne Rinde. Der entsprechende jährliche durchschnittliche Zuwachs betrug somit 9.1, 5.8 und 6.6 fm. Die Unterschiede sind auf den verschiedenen Höhenzuwachs der Holzbestände zurückzuführen.

Vergleich der Leistungen in Beziehung zur Rasse

Die Ableitung der Schlussfolgerungen über die in den Versuchen angewandten vorteilhaftesten Rassen der fremdländischen Holzarten wird vor allem durch folgende Faktoren erschwert: die Zahl der angewandten Herkünfte ist zu gering, alle Herkünfte sind nicht immer unter gleichen Umständen angebaut worden und Wiederholungen derselben Herkunft sind wenige. Ausserdem sind die Kulturen vieler Holzarten zur Anstellung ähnlicher Vergleiche zu jung. Auf Seiten 85—87 werden die Arten aufgezählt, mit denen man zu gewissen wahrscheinlichen Ergebnissen angelangt sein wird. In diesem Zusammenhang werden auch die Kulturen genannt, in welchen das Samensammeln in Zukunft am zweckmässigsten vorgenommen werden dürfte. Hier wird nur auf folgende Beobachtungen hingewiesen:

Abies sibirica: Zwischen den Nachkommen aus den direkt im Ural und in vielen verschiedenen Beständen in Finnland gesammelten Samenpartien wurden keine Unterschiede festgestellt. *Larix decidua:* Die sicherste Rasse ist die sudetische. Sehr interessant ist ferner die tschechoslowakische, teils auch die schottische. Für *L. Gmelini* var. *japonica* wurden die besten Ergebnisse mit der aus Südsachalin erhaltenen erreicht, die ihr Lieferer Prof. I. Sonobe als »echte Larix kurilensis» bezeichnet. *Larix Gmelini* var. *olgensis* ist gut in den Fällen gediehen, wo der Same aus Nordkorea, Keizanchin, stammt, während für *L. sibirica* der Same der sog. Raivolaer Herkunft, für *P. Omorika* wiederum derjenige aus Mustila, Finnland, sich bewährt hat. Die Anbauversuche mit *Pinus Cembra* zeigten wenigstens vorläufig keine nennenswerten Unterschiede zwischen der uralischen und der schweizerischen Rasse. *Pinus contorta* var. *latifolia* gab mit dem Samen aus Alberta (Banff) die bisher besten Ergebnisse in den Kulturen von Mustila. Unter den jüngeren sehen einige Kulturen, die mit Samen aus Mount Ida und Long Lake, Br.-Kolumbien, angelegt sind, im Falle von *Fagus sylvatica* wiederum die Kulturen schwedischer Herkunft vielversprechend aus.

Einige praktische Folgerungen

Die besten Voraussetzungen hat natürlich der Anbau derjenigen fremdländischen Holzarten, die aus solchen Klimaverhältnissen stammen, welche den Verhältnissen des neuen Anbauortes möglichst entsprechen. Die Sicherheit über die Aussichten auf das Gedeihen

einer fremdländischen Holzart wird jedoch erst durch Anbauversuche erreicht. In Finnland hat man sogar aus so fremden Verhältnissen stammende Holzarten wie *Picea asperata* und *Abies Faxoniana* aufziehen können, deren Ursprungsort im Inneren Asiens und 3 000—4 000 m über dem Meer liegt. Noch sicherer sind die balkanischen *Picea Omorika* und *Pinus Peuce*, die mitteleuropäischen *Larix decidua*, *Pinus Cembra* und *P. Mugo* sowie die ostasiatischen aus dem maritimen Klima und oft aus der Gegend des 40. Breitengrades herstammenden *Larix leptolepis*, *L. Gmelini* var. *japonica*, *L. Gmelini* var. *olgensis*, *Abies nephrolepis*, *A. Veitchii*, *Picea jezoensis*, *P. Koyamai* u.a. gediehen.

Im Anbau fremdländischer Holzarten hat sich auch als entscheidend erwiesen, dass eine fremde Holzart in der Lebensgemeinschaft, in der sie aufgezogen werden soll, gedeihen kann. Zu grossem Nachteil können solche biotische Schädigungen sein, die durch Insekten, Pilze und Bakterien oder deren Fehlen verursacht werden. Das Letztgenannte kann dann eintreten, wenn die fremde Holzart einen solchen Verursacher von Schädigung mitbringt, für den am neuen Ort kein Schädling, z.B. kein Parasit der Insekten oder Pilzparasiten vorkommt. Ausserdem kann es möglich sein, dass von einem bestimmten Schädling in den fremden Verhältnissen eine andere Rasse vorkommt, gegen die der Neuling nicht immun ist. Zu dieser Gleichgewichtslosigkeit trägt natürlich auch der schwache Zustand der neuen Holzart bei. Beispiele für das vorstehend Angeführte haben besonders *Pinus monticola*, *P. Strobus*, *Pseudotsuga taxifolia*, *Larix decidua* (empfindliche Rasse) und *L. leptolepis* geliefert. Die Versuche haben auch gezeigt, dass wenn mehrere Fremdkulturen nahe aneinander liegen, sich Schadenherde bilden können, von denen sich die Krankheit in die Umgebung verbreitet. In diesem Sinne sind die sog. dendrologischen Parke nicht günstig.

Sofern man den Anbau fremdländischer Holzarten als wirtschaftliches Unternehmen treiben will und seine Leistung auf Grund der Holzerzeugung des Bestandes bestimmt wird, können nur die wenigsten der Holzarten, mit denen bis jetzt Versuche angestellt wurden, sich mit den einheimischen Holzarten Finnlands messen. Am wettfähigsten sind die Lärchenarten und die Murraykiefer. Die Aussichten der Pseudotsuga sind noch ungelöst. Parkanlegern und -pflegern und Erziehern von Bindegrün helfen die Ergebnisse dieser Untersuchung bei der Wahl zweckdienlicher und in Finnland resistenter fremdländischer Holzarten.

Kirjallisuutta

Appelroth, Eric. 1953. Det jämnåriga beståndets biologiska och ekonomiska utveckling vid rationell beståndsvård. Skogsbruket 1953/1.

Blomqvist, A. G. 1881. Hvilka erfarenheter har man af hitintills i landet verkställda odlingar af lärkträdet och andra utländska trädslag? Finska Forstföreningens Meddelanden. Andra bandet.

Cajander, A. K. 1917. Metsänhoidon perusteet. II. Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo.

Hahn, G. G. and Ayers, T. T. 1934. Dasyscyphae on Conifers in North America. I. The Large-spored, White-Excipled Species. Mycologia XXVI, p. 73—101.

—»— 1943. Role of *Dasyscypha Willkommii* and Related Fungi in the Production of Cancer and Die-back of Larches. Journal of Forestry. V. 41. p. 483—495.

Heikinheimo, Olli. 1927. Punkaharjun retkeilyopas. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisema.

—»— 1927. Raivolan lehtikuusimetsän retkeilyopas. Metsäntutkimuslaitoksen julkaisema.

—»— 1940. Metsäpuiden siemensadot vuosina 1940—41 ja 1941—42. Metsälehti 1940/44.

—»— 1953. Ulkomaiset puut Suomessa, etenkin Uudellamaalla. Metsämies 1953/3—4.

—»— 1954. Taimitarhan maantieteellinen sijainti, siemenen alkuperä ja istutuskaudet. *Referat:* Geographische Lage der Baumschule, Herkunft des Samens und Zeit der Pflanzung AFF 61. 9.

—»— 1955. Vesijaon kokeilualueen vaiheita. MTJ 46, 2.

Ilvessalo, Lauri. 1913. Versuche mit ausländischen Holzarten im Staatsforst Vesijako. AFF 2.

—»— 1920. Ulkomaalaisten puulajien viljelemismahdollisuudet Suomen oloja silmälläpitäen. *Erweitertes Referat:* Über die Anbaumögligkeit ausländischer Holzarten mit spezieller Hinsicht auf die finnischen Verhältnisse. I. Einblick in die Entwicklung des Anbaues ausländischer Holzarten. AFF 17.

—»— 1923. Raivolan lehtikuusimetsä. Der Lärchenwald bei Raivola. MTJ 5.

—»— ja Sarvas, Risto. 1949. Ulkomaiset puulajit ja niiden viljelymahdollisuudet Suomessa. Suuri metsäkirja. I osa. Metsänhoito. Porvoo, Helsinki.

Ilvessalo, Yrjö. 1929. Notes on same forest (site)types in North America. AFF 34.

—»— 1952. Metsikön kasvun ja poistuman välisestä suhteesta. *Summary:* On the relation between growth and removal in forest stands. MTJ 40, 1.

—»— 1954. Skogsmark och bonitering i de nordiska länderna. Skogsvårdsför. Tidskrift 1954, s. 189—.

Kalela (Cajander), Erkki K. 1933. Tutkimuksia Etelä-Suomen viljelyskuusikoiden kasvusta. *Referat:* Untersuchungen über die Entwicklung der Kulturfichtenbestände in Süd-Finnland. MTJ 19, 3.

Kempe, Seth M. 1940. Arboretum Drafle 1890—1939. Upsala och Stockholm.

Keränen, J. 1952 a. Temperaturkarten von Finnland für den Zeitraum 1901—1930. Ilmatieteellisen Keskuslaitoksen toimituksia no 36.

—»— 1952 b. On temperaturchanges in Finland during the last hundred years. Fennia 75.

Korhonen, V. V. 1951. Die mittlere Niederschlagshöhe in Finnland in den Jahren 1886—1935. Ilmatieteellisen Keskuslaitoksen toimituksia no 34.

Kujala, Viljo. 1945. Waldvegetationsuntersuchungen in Kanada. Mit besonderer Berücksichtigung der Anbaumöglichkeiten kanadischer Holzarten auf natürlichen Waldböden in Finnland. Suomalaisen Tiedeakatemian toimituksia. Sarja A IV. Biologica 7.

—»— 1950. Über die Kleinpilzen der Koniferen in Finnland. Ascomycetes, Fungi imperfecti, Uredinales. Suomenkielinen selostus: Havupuiden pikkusienistä Suomessa. MTJ 38, 4.

—»— 1952. Eräistä ruskettumisilmiöistä elävien puiden rungoissa. *Referat:* Über einige Verbräunungserscheinungen in lebenden Baumstämmen in Süd- und Mittelfinnland. MTJ 40, 14.

—»— 1953. *Ascocalyx abietis* ja sen kuromamuodot. *Referat: Ascocalyx abietis* und ihre Konidienformen. Suomen Sieniseuran julkaisu Karstenia II.

Lappi-Seppälä, M. 1927. Tutkimuksia siperialaisen lehtikuusen kasvusta Suomessa. *Referat:* Untersuchungen über den Zuwachs der sibirischen Lärche in Finnland. MTJ 12.

Mathiesen, A. 1940. Külmakakjustustest puudel ja põõsastel 1939—1940. a. talvel. *Summary:* On Frost-Injuries of Trees and Bushes in the Winter of 1939/1940. Äratrükk ajakirjast »Agronoomia» 1940.

Metzger, Carl. 1935. Zur Kenntnis der sibirischen Lärche. Forstliche Wochenschrift Silva 27—28. Berlin.

Miettinen, Leevi. 1952. Piirteitä Murrayn männyn kasvusta ja kehityksestä. *Summary:* On the growth and development of lodgepole pine stands *(Pinus contorta latifolia* S. Wats.) MTJ 40, 9.

Palosuo, Veikko. 1938. Tutkimuksia lehtikuusen luontaisesta uudistumisesta eräissä suomalaisissa lehtikuusimetsissä. *Referat:* Die natürliche Verjüngung der Lärche in einigen finnischen Kulturbeständen. MTJ 27, 3.

Rehder, Alfred. 1948. Manual of Cultivated Trees and Shrubs. Hardy in North America. Second Edition. New York.

Robak, Håkon. 1951. Om saprofyttiske og parasittiske raser av lerkekreftsoppen, *Dasyscypha Willkommii* (Hart.) Rahm. *Summary:* On Parasitical and Saprophytical Strains of the Larch Canker Fungus. Medd. fra Vestlandets forstlige forsøkstat. No 9 (Bind 9, hefte 2).

Schober, R. 1954. Douglasien-Proveniensversuche I. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1954, 5.

Tigerstedt, A. F. 1922. Mustilan Kotikunnas. Kertomus kokeista ulkomaisilla puulajeilla ja pensailla Mustilassa vuosina 1901—1921. Havupuut. Arboretum Mustila. English Preface and Summary. Porvoo. — Myös AFF 24.

Tigerstedt, C. G. 1927. Pinus Murrayana. Forstlig Tidskrift.

Vaarama, Antero. 1941. Helsingin Yliopiston kasvitieteellisessä puutarhassa talven 1939—40 aikana puille ja pensaille aiheutuneet pakkasvahingot. *Referat:* Die Winterschäden im botanischen Garten der Universität Helsinki im Frostwinter 1939—40. Ann. Bot. Vanamo 16, 4.

Taulukko 2. Ulkomaisten puulajien viljelmät

Tabelle 2. Die Kulturen der fremdländischen Holzarten

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
N:o	Kokeilualue *Versuchsforst*	Viljelmä, n:o *Kultur, N:o*	Metsätyyppi ym. *Waldtyp ua.*	Viljelmän ala, a *Das Areal der Kultur, a*	Taimien syntymävuosi *Die Sämlinge sind vom Jahr*	Verhopuustoa hakattu *In dem Schirmbestand gehauen* kertaa *Mal*	Raivattu ja harvennettu *Geläuert und durchforstet*	Tuhot talvella 1939—40 *Beschädigung im Winter 1939—40*						6 m:n pituisten puiden ikä, v. *Das Alter der 6 m hohen Bäume, J.*	Valtapituus, m *Oberhöhe, m*	Valtaläpimitta, cm *D 1.3 der herrschenden Bäume, cm*	Kuutiotuotto, m^3 *Massenleistung, fm*
								I	II	III	IV	V	VI				
								Abies alba									
								Ruotsi, *Schweden*, Omberg									
1	Ph	16 D/30	OMaT	4	1922	1	1	—	—	21	71	8	—	34	6.0/34	—	—
2	Rk	69/30	OMT	50	»	1	1	—	—	—	—	91	9	—	—	—	—
3	»	75/30	»	12	»	1	1	—	—	2	22	72	4	—	1.0/30	—	—
4	Sb	42/30	OMaT	28	1925	2	4	—	35	30	35	—	—	26	8.0/30	15/30	—
5	»	150/32	OMT	12	»	1	—	—	—	3	8	74	15	—	5.0/30	—	—
								Puola, *Polen*, Dobromil, Leszcyny, Bratinki, 590 m									
6	Rk	272/33	OMT	16	1926	2	1	—	—	—	—	84	16	—	3.5/25	—	—
								Slovakia, *Slowakei*, 700—900 m									
7	Rk	270/33	OMT	32	1926	2	1	—	—	—	—	91	9	—	3.0/24	—	—
								Abies amabilis									
								Tuntematon — *Unbekannt*									
1	Ph	67 D/35	OMT	2	1929	2	1	2	7	—	9	25	57	—	1.5/24	—	—
2	Sb	290/38	OMaT	2	1933	—	1	—	—	44	56	—	—	—	3.0/19	—	—
								Abies balsamea									
								Tuntematon — *Unbekannt*									
1	Sb	30/29	OMaT	1	1922	2	1	33	67	—	—	—	—	23	11.0/33	17/33	—
								NL, Viro, *UdSSR, Estland*, Järvselg									
2	Rk	276/33	OMT	24	1926	2	2	—	—	—	—	—	—	25	6.0/26	—	—
								Kanada, New Brunswick, St John, 46°									
3	Ph	64 D/34	OMT	4	1928	2	1	—	—	—	—	—	—	24	6.5/25	—	—
4	»	292/36	»	18	»	1	—	—	—	—	—	—	—	28	6.0/28	—	—
5	Rk	275/33	»	44	»	2	2	—	—	—	—	—	—	24	6.5/24	—	—
6	Sb	215/35	OMaT	11	»	—	2	71	29	—	—	—	—	18	10.5/26	16/26	110/26
7	»	216/35	»	13	»	—	2	28	71	1	—	—	—	19	10.0/26	17/26	115/26
								Abies cephalonica									
								Kreikka, *Griechenland*, Pindos, 39°33′ x 2°19′, 1 200 m									
1	Sb	307/42	OMT	1	1932	—	2	—	—	—	—	—	—	—	3.5/23	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
							Abies concolor										
							USA, Colorado										
1	Ph	61 D/34	OMT	4	1929	2	1	3	11	43	43	—	—	—	3.5/24	—	—
2	»	236/34	MT,OMT	20	»	1	3	13	27	22	34	4	—	24	7.0/27	—	—
3	»	252/34	OMaT	40	»	2	1	—	25	25	45	5	—	—	3.0/24	—	—
4	»	332/37	OMT	48	»	—	1	—	18	26	49	7	—	25	5.5/24	—	—
5	Rk	327/34	»	3	»	—	1	—	46	20	20	13	—	—	5.5/23	10/23	—
6	»	347/36	»	21	»	—	2	—	21	24	22	33	—	—	4.0/23	7/23	—
7	Sb	19/29	OMaT	14	1923	—	—	16	78	4	2	—	—	24	9.5/29	22/29	—
8	»	39/29	»	3	»	—	2	—	50	32	18	—	—	28	8.5/32	13/32	—
9	»	247/36	»	18	1929	—	5	—	63	17	17	3	—	—	7.0/23	13/23	—
10	Aul	—	»	3	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.0/26	—	—
							Abies Faxoniana										
							Kiina, *China*, Kansu, 2 700—2 800 m										
1	Sb	224/35	OMaT	1	1928	—	—	—	—	—	—	50	50	—	—	—	—
2	»	225/35	»	3	»	—	—	—	—	—	52	44	4	—	—	—	—
3	»	227/35	»	2	»	—	—	—	—	—	42	50	8	—	4.0/25	—	—
4	»	228/35	»	3	»	—	—	—	—	—	32	45	23	—	—	—	—
5	»	229/35	»	4	»	—	—	—	—	2	25	48	25	—	—	—	—
6	Aul	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.5/27	—	—
							Abies Fraseri										
							NL, Viro, *UdSSR*, *Estland*, Järvselg										
1	Rk	172/31	OMT	3	1926	2	—	—	91	—	9	—	—	23	7.5/26	15/26	—
							Abies grandis										
							USA, Washington, Colombia National Forest										
1	Rk	313/34	OMT	1	1926	—	—	—	—	50	50	—	—	—	3.5/15	—	—
							Abies holophylla										
							Korea										
1	Rk	311/34	OMT	2	1926	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—	—
							Tuntematon — *Unbekannt*										
2a	Sb	243/36	OMaT	14	1928	—	4	—	65	25	10	—	—	24	6.5/27	14/27	—
2b	Aul	—	OMT	1	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.0/26	—	—
							Korea, Hosen, 37°55′ x 127°10′, 180 m										
3	Sb	306/42	OMT	3	1931	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5.0/24	—	—
							Abies homolepis										
							Tuntematon — *Unbekannt*										
1	Sb	246/28	OMaT	2	1928	—	4	—	17	—	39	44	—	23	4.5/27	—	—
							Abies koreana										
							Korea, Chiizan, 35°20′ x 126°50′, 1 700 m										
1	Sb	289/38	OMaT	2	1933	—	—	6	63	19	6	—	6	—	5.0/19	—	—
2	Aul	—	OMT	4	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.5/22	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
							Abies lasiocarpa										
							Br. Colombia										
1	Ph	15D/30	OMaT	4	1924	2	2	42	49	6	—	—	3	—	5.5/29	—	—
2	»	107/30	»	52	»	2	3	5	90	5	—	—	—	—	4.0/29	—	—
3	Rk	56/30	OMT	25	»	1	2	43	57	—	—	—	—	—	3.5/28	—	—
4	»	57/30	»	42	»	3	2	—	47	23	15	15	—	—	3.0/28	—	—
5	»	78/30	»	2	»	—	1	—	—	38	46	15	—	—	—	—	—
6	»	372/38	»	13	»	—	1	34	60	6	—	—	—	—	3.0/28	—	—
7	Sb	41/30	OMaT	14	»	—	3	13	86	1	—	—	—	28	7.5/31	15/31	—
8	»	43/30	»	18	»	—	3	42	58	—	—	—	—	28	6.5/28	—	—
							Br. Colombia, Schuswap Lake, 51°8′ x 119°7′, 1 800 m										
9	Ph	353/38	OMaT	27	1932	1	1	86	14	—	—	—	—	—	5.0/21	—	—
							USA, Washington, Stabler Colombia, National Forest, 46° x 122°, 1 200 m										
10	Ph	81 D/38	OMaT	4	1932	—	—	100	—	—	—	—	—	—	2.5/21	—	—
11	»	354/38	OMT	25	»	1	—	100	—	—	—	—	—	—	3.0/21	—	—
12	Sb	304/42	»	16	»	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2.5/20	—	—
							Abies lasiocarpa var. ***arizonica***										
							USA, Arizona, Flaggstoff										
1	Sb	267/37	OMaT	29	1931	—	2	3	46	24	19	6	2	—	4.0/24	—	—
							Abies Mariesii										
							Tuntematon — *Unbekannt*										
1	Rk	175/31	OMT	1	1925	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Ph	72 D/36	OMaT	4	1928	—	2	25	16	44	15	—	—	—	1.5/25	—	—
3	Sb	219/35	»	23	»	1	2	1	27	32	20	18	2	26	6.0/27	—	—
							Abies nephrolepis										
							Korea, Keizanchin, 1 360 m										
1	Rk	271/33	OMT	13	1926	2	—	—	30	68	—	2	—	27	5.0/25	—	—
2a	Sb	248/36	OMaT	7	1928	—	4	12	87	1	—	—	—	24	7.5/27	14/27	—
2b	Aul	—	OMT	Δ	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.5/27	—	—
							Korea, Chiizan, 35°20′ x 127°50′, 1 200 m										
3	Sb	308/42	OMT	1	1931	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5.5/24	—	—
							Abies Nordmanniana										
							Kaukaasia, *Kaukasien*, 800—2 000 m										
1	Ph	68 D/35	OMT	3	1928	1	1	8	16	45	31	—	—	—	1.5/25	—	—
2	Rk	368/38	»	32	»	2	1	11	11	48	25	5	—	—	3.0/23	—	—
3	Sb	242/36	OMaT	34	»	—	5	—	1	8	53	38	—	—	5.0/24	—	—
4	Ph	355/38	OMT	35	1929	—	2	11	12	78	—	—	—	—	4.0/24	—	—
5	Aul	—	»	Δ	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.5/26	—	—
							Abies recurvata										
							Kiina, *China*, Kansu, 2 700—3 800 m										
1	Sb	226/35	OMaT	6	1928	—	—	—	—	—	24	43	33	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
								Abies sachalinensis									
								Japani, *Japan*, Hokkaido, 43°15′ x 142°30′									
1	Sb	168/33	OMaT	2	1924	1	2	4	76	13	7	—	—	25	8.5/28	13/28	—
2	Rk	174/31	OMT	6	»	2	1	—	15	79	6	—	—	28	6.0/28	11/28	—
3	»	190/31	»	1	»	—	—	—	—	—	—	—	—	28	—	—	—
4	»	312/34	»	5	1926	1	1	12	16	64	8	—	—	—	2.0/25	—	—
5	»	167/33	»	7	1926	1	2	15	82	3	—	—	—	23	8.5/26	14/26	—
6	»	245/36	»	2	1928	—	4	11	50	9	—	—	—	24	7.5/27	13/27	—
6a	Sb	141/32	OMaT	26	»	1	—	—	—	—	15	63	32	—	7.0/23	—	—
7	Ph	62 D/34	OMT	4	1929	1	2	—	8	37	46	4	4	22	7.0/24	—	—
8	»	228/34	»	46	»	2	2	2	9	23	49	13	4	23	7.5/27	—	—
9	»	254/34	OMaT	29	»	2	1	7	43	50	—	—	—	—	4.0/24	—	—
10	»	295/36	OMT	60	»	—	3	—	—	19	67	10	4	27	6.0/27	—	—
11	Sb	202/34	OMaT	4	»	1	1	—	3	1	35	60	1	23	—	—	—
12	»	217/35	»	12	»	1	3	—	—	—	—	—	—	22	8.5/26	17/26	—
13	Aul	—	OMT	4	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.5/25	—	—
								Abies sachalinensis var. ***Mayriana***									
								Japani, *Japan*, Hokkaido, Teshio									
1	Rk	173/31	OMT	7	1924	2	1	—	16	70	12	2	—	28	6.5/28	13/28	—
2	Sb	169/33	OMaT	4	1925	1	2	5	91	4	—	—	—	26	9.0/30	11/27	—
3	»	170/33	»	2	»	1	2	13	74	13	—	—	—	27	6.5/27	—	—
4	Aul	—	»	—	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0/29	—	—
								Abies sibirica									
								Tuntematon — *Unbekannt*									
1a	Evo	4/80	OMT	4	1876	—	5	—	—	—	—	—	—	—	24.0/73	25/73	983/73
1	Ph	45/96	MT-OMT	63	1893	—	10	—	—	—	—	—	—	—	16.0/56	18/56	319/56
2	»	48 b/98	OMT	31	1894	—	6	—	—	—	—	—	—	—	18.0/58	18/58	501/58
								Suomi, *Finnland*, Punkaharju									
3	Ph	14D/30	OMaT	4	1924	—	2	40	60	—	—	—	—	26	10.0/32	13/32	—
4	Sb	18/29	Lehto	8	»	—	3	95	5	—	—	—	—	20	11.5/28	19/28	156/28
								NL, *UdSSR*, Valamo									
5	Sb	244/36	OMaT	17	1929	—	4	90	10	—	—	—	—	23	6.5/23	—	—
								NL, *UdSSR*, Ural, Kolvinsk									
6	Rk	326/34	OMT	52	1929	—	2	69	31	—	—	—	—	23	5.5/23	7.0/23	—
								Abies sutchuenensis									
								Kiina, *China*, Kansu, 2 700—3 800 m									
1	Sb	223/35	OMaT	2	1928	1	—	—	—	—	33	58	9	—	—	—	—
2	Aul	—	—	4	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0/27	—	—
								Abies Veitchii									
								Japani, *Japan*, Hokkaido									
1	Rk	176/31	OMT	1	1924	2	—	—	—	—	—	—	—	28	5.5/27	—	—
2	Ph	71 D/36	OMaT	4	1928	1	2	4	35	55	6	—	—	—	3.5/25	—	—
3	»	294/36	OMT	18	»	—	—	—	7	38	41	7	7	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
							Japani, *Japan,* Hokkaido										
4	Rk	367/38	OMT	36	1928	—	2	3	48	47	2	—	—	—	4.5/24	8/24	—
5	Sb	218/35	OMaT	50	»	1	2	3	85	10	2	—	—	25	8.0/27	15/27	—
6	»	252/36	»	16	»	—	2	9	81	6	4	—	—	24	6.5/24	—	—
7	»	274/37	»	3	»	—	—	6	83	9	2	—	—	—	6.5/24	—	—
8	»	280/37	OMT	12	»	—	1	—	—	—	—	—	—	23	6.5/24	—	—
9	Aul	—	»	1	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0/26	—	—
							Chamaecyparis Lawsoniana										
							Tuntematon — *Unbekannt*										
1	Rk	182/31	OMT	1	1924	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—
2	»	323/34	»	1	»	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—
3	Sb	21/29	OMaT	1	1923	—	—	—	—	—	—	55	45	—	3.0/32	—	—
4	»	34/29	»	1	»	—	—	—	—	—	—	5	95	—	2.5/32	—	—
							USA, Washington, Silverton, Ragner Station										
5	Sb	263/37	Lehto	2	1932	—	1	—	—	—	5	—	95	—	—	—	—
							Chamaecyparis obtusa										
							Japani, *Japan*, Toehiki										
1	Rk	183/31	OMT	1	1926	—	—	—	—	—	—	80	20	—	—	—	—
2	»	322/34	»	1	»	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—
3	Sb	185/33	OMaT	2	»	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
							Japani, *Japan*, Kiso										
4	»	111/31	»	3	1926	—	1	—	—	5	—	50	45	—	5.0/29	—	—
5	»	186/33	»	5	»	—	1	—	20	12	28	40	—	—	3.5/29	—	—
							Keski-Japani, *Mittel-Japan*										
6	»	262/37	Lehto	2	1932	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Aul	—	OMT	4	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5/23	—	—
							Chamaecyparis pisifera										
							Japani, *Japan*, Kiso										
1	Rk	184/31	OMT	1	1925	—	—	—	—	—	—	100	—	—	2.0/27	—	—
2	»	321/34	»	1	»	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—
3	Sb	183/33	OMaT	5	»	—	—	16	13	11	39	21	—	—	2.5/27	—	—
							Japani, *Japan*, Nogano, Suva										
4	»	112/31	»	2	1926	—	1	4	—	14	46	36	—	—	6.0/29	10/29	—
5	»	184/33	»	3	»	—	1	—	10	21	37	32	—	—	—	—	—
							Keski-Japani, *Mittel-Japan*										
6	»	261/37	Lehto	5	1932	—	1	—	—	16	29	44	11	—	2.5/23	—	—
7	Aul	—	—	—	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5/23	—	—
							Larix decidua										
							Tuntematon — *Unbekannt*										
1	Ph,Kt	2a/1842	VT-MT	665	1842	—	3	—	—	—	—	—	—	—	31/106	38/106	582/106
2	»	26/1842	»			—	3	—	—	—	—	—	—	—	31/106	48/106	479/106
3	Evo	10/1879	OMT	23	1867	—	3	—	—	—	—	—	—	—	30/80	35/80	593/80

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
					Tuntematon — *Unbekannt*												
4	Ph	12/1879 Ka 8c	OMT	160	1877	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31/75	35/75	760/75
5	»	12/1879 Ka 8a	»	172	»	—	5	—	—	—	—	—	—	—	31/75	39/75	751/75
6	»	12/1879 Ka 8b	»		»	—	5	—	—	—	—	—	—	—	30.5/75	41/75	684/75
					Suomi, *Finnland*												
7	Rk	446/49	MT	17	1944	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0/10	—	—
8	Ph	403/54	OMT	21	1947	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.5/8	—	—
8a	Lapj.	30/51	MT, OMT	50	1948	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.5/7	—	—
9	»	404/51	OMT	9	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.5/7	—	—
10	Kiv	163-5/52	HMT	575	1949	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0/6	—	—
					Puola, *Polen*, Lysa Gora, Radom, 50°50′ x 20°20′, 500 m												
11	Rk	47/30	HMT	1	1925	—	2	—	—	—	—	—	—	15	14.0/25	20/25	—
					Puola, *Polen*, S:te Katarzyna, 50°54′ x 21°41′, 330 m												
12	»	371/30	HMT	13	1932	—	2	6	4	67	13	6	4	14	—	—	—
					Skotlanti, *Schottland*												
13	Rk	41/30	OMT	8	1926–1928	—	3	95	5	—	—	—	—	15	15.0/24	17/24	53/24
14	Ph	30 D/31	»	6	1927	—	3	52	34	7	6	—	1	14	15.5/27	21/27	196/27
15	»	130/31	OMaT	45	»	—	2	55	21	14	10	—	—	14	16.5/29	33/29	—
16	»	134/31	OMT	200	»	—	3	42	50	8	—	— [1]	—	15	16.0/26	21/26	207/26
								3	32	29	20	15 [2]	1				
17	Sb	68/31	OMT	16	1927	—	4	100	—	—	—	—	—	17	12.5/28	15/28	109/28
18	Ph	183/32	OMT-OMaT	46	1929	—	1	66	23	4	5	1	1	15	13.0/24	23/24	—
					Sleesia, *Schlesien*, Jägerndorf, 600 + m												
19a	Vesij	156/28	OMT-Kgk	220	1925	—	—	—	—	—	—	—	—	16	14.0/30	16/30	—
19	Rk	43/30	OMT	20	1926	—	3	90	10	—	—	—	—	15	13.0/25	21/25	84/25
20	»	52/30	»	16	»	—	1	90	10	—	—	—	—	19	12.5/26	19/26	—
21	»	108/30	»	34	»	—	2	4	21	10	50	13	2	17	—	—	—
22	Ph	31 D/31	»	6	1927	—	3	80	20	—	—	—	—	15	15.5/27	23/27	177/27
23	»	129/31	OMaT	45	»	—	3	40	25	24	9	—	2	13	17.0/26	26/26	167/26
24	»	135/31	MT,OMT	213	»	—	3	56	41	3	—	—	—	17	15.0/26	22/26	196/26
								14	40	17	8	17	4				
25	Sb	71/31	OMT	17	»	—	4	100	—	—	—	—	—	15	12.5/27	20/27	130/27
26	»	78/31	Suopelto	6	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					Tšekkoslovakia, *Tschechoslowakei*, Legarder Forst, 1 000 m												
27	Ph	282/35	OMT, Kpk	6	1931	—	3	8	42	50	—	—	—	15	11.0/22	12/22	—
					Tyroli, *Türolen*, 800—1 200 m												
28	Ph	28 D/31	OMT	6	1925	—	3	75	20	3	2	—	—	20	15.0/30	23/30	164/30
29	Rk	46/30	MT-OMT	45	»	—	3	—	—	—	—	—	—	18	11.0/27	13/27	—
30	»	53/30	MT	15	»	—	2	32	44	25	—	—	—	20	12.5/27	19/27	—
					Sveitsi, *Schweiz*, Münsterthal, 46°36′ x 10°25′, 1 300 m												
31	Ph	41 D/32	OMT	5	1926	—	2	85	15	—	—	—	—	18	15.0/30	25/30	113/25
32	Rk	45/30	»	30	»	—	2	100	—	—	—	—	—	16	12.0/25	19/25	82/25
33	»	166/31	MT	3	»	—	3	39	61	—	—	—	—	20	11.5/25	16/25	—

[1]) Kuiva [2]) Kostea

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
			Etelä-Ranska, *Süd-Frankreich*, Briancon, 44°54′ x 6°38′, 1 500 m														
34	Rk	44/30	OMT	24	1925	—	2	95	5	—	—	—	—	19	10.0/26	11/26	40/26
35	Ph	27 D/31	»	8	1927	—	5	43	47	10	—	—	—	16	16.0/28	24/28	232/28
36	Sb	72/31	»	17	»	—	2	100	—	—	—	—	—	17	11.5/28	18/28	—
37	»	154/32	Pelto	24	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38	»	80/31	OMT-OMaT	4	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			Larix Gmelini														
			NL, *UdSSR*, Sahalin														
1	Rk	21/28	MT, OMT	80	1924	—	1	—	—	—	—	—	—	24	—	—	—
2	»	165/31	MT	1	1925	—	2	100	—	—	—	—	—	19	11.0/27	16/27	—
3	»	38/30	MT, OMT	50	1926	—	3	85	15	—	—	—	—	18	12.0/25	13/25	—
4	»	103/31	OMT	94	»	—	4	20	74	6	—	—	—	19	10.5/25	11/23	—
5	Sb	47/30	»	9	»	—	3	100	—	—	—	—	—	18	12.5/29	16/29	—
5a	»	63/31	»	17	»	—	3	100	—	—	—	—	—	19	12.0/29	17/29	123/29
6	»	79/31	Ent. suopelto	6	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Ph	9 D/30	OMT, OMaT	13	»	—	2	100	—	—	—	—	—	15	17.5/29	23/29	209/29
8	»	104/30	OMaT	28	»	—	3	95	5	—	—	—	—	13	17.5/27	23/27	177/27
9	»	132/31	OMT, MT	74	»	—	4	46	49	5	—	—	—	15	15.0/27	18/27	143/27
10	Rk	39/30	MT, OMT	66	»	—	3	87	10	3	—	—	—	15	15.0/29	19/29	99/29
11	Rk	105/31	OMT, MT	315	1926	—	5	17	76	6	1	—	—	17	13.0/28	15/28	86/28
12	»	170/31	OMT	5	»	1	3	68	32	—	—	—	—	16	12.5/25	15/25	—
13	Sb	64/31	»	17	»	—	3	100	—	—	—	—	—	15	—	—	—
14	»	76/31	Ent. suopelto	4	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	Rk	40/30	MT, OMT	76	»	—	3	88	10	2	—	—	—	18	12.0/25	16/25	—
16	»	51/30	»	20	»	—	1	41	51	8	—	—	—	20	10.0/25	14/25	—
17	»	102/31	MT	75	»	—	4	30	61	8	1	—	—	19	—	—	—
18	Sb	45/30	OMT	9	»	—	3	100	—	—	—	—	—	18	11.5/29	16/29	—
19	»	67/31	» soist.	17	»	3	4	100	—	—	—	—	—	23	9.0/29	14/29	—
20	»	75/31	Ent. suopelto	10	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			Larix Gmelini var. ***japonica***														
			NL, *UdSSR*, Sahalin														
1	Ph	11 D/30	OMT	13	1926	—	2	90	10	—	—	—	—	15	17.0/29	21/29	163/29
2	»	103/30	OMaT	35	»	—	3	80	15	5	—	—	—	13	17.0/27	22/27	164/27
3	»	133/31	OMT	73	»	—	3	50	48	2	—	—	—	16	15.5/27	18/27	150/27
4	Rk	42/30	»	20	»	—	3	95	5	—	—	—	—	17	13.0/25	16/25	64/25
5	»	49/30	MT,OMT	16	»	1	1	100	—	—	—	—	—	18	—	—	—
6	»	107/31	»	270	»	—	5	5	66	21	8	—	—	18	—	—	—
7	»	169/31	OMT	8	»	1	3	48	43	9	—	—	—	15	12.5/25	14/25	—
8	»	196/31	MT	2	»	—	—	100	—	—	—	—	—	18	10.5/25	16/25	—
9	»	233/31	OMT	2	»	—	1	100	—	—	—	—	—	16	11.5/26	15/26	—
10	»	344/35	»	8	»	—	2	—	27	66	4	3	—	20	11.0/25	15/25	—
11	Sb	46/30	MT,OMT	9	1926	—	3	100	—	—	—	—	—	21	11.0/29	15/29	—
12	»	70/31	OMT	17	»	—	4	100	—	—	—	—	—	14	15.5/27	17/27	173/27
13	»	74/31	Suopelto	36	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			NL, *UdSSR*, Kurilit, *Kurilen*, Isluds														
14	Rk	164/31	VT,MT	4	»	—	2	96	4	—	—	—	—	20	12.0/25	14/25	—
			Korea														
15	Sb	66/31	Kgk	18	1926	—	4	100	—	—	—	—	—	21	10.5/29	16/29	—
16	»	73/31	Suopelto	36	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
						NL, *UdSSR*, Sahalin, 47°30′, 100 m											
17	Ph	48 D/33	OMT	5	1929	—	3	71	23	4	1	—	1	15	14.5/27	17/27	96/22
18	»	267/34	OMaT	100	»	—	3	55	28	11	5	1	—	15	13.0/24	16/24	98/24
19	»	269/34	MT	44	»	—	3	—	—	—	—	—	—	15	15.5/27	18/27	—
						NL, *UdSSR*, Kurilit, *Kurilen*, Iturup											
20	Must	7 a/19	PyT	(23)	1914	—	2	—	—	—	—	—	—	—	21.0/40	—	344/40
															18.5/35	—	260/35
21	»	7 b/19	»	(20)	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21.0/40	—	289/40
															19.0/35	—	202/35
						Larix Gmelini* var. *olgensis											
						Korea											
1	Ph	10 D/30	OMT,MT	5	1926	—	2	65	27	8	—	—	—	15	16.0/29	24/29	209/29
2	»	102/30	OMaT	43	»	—	3	77	13	10	—	—	—	13	17.0/27	24/27	201/27
3	»	131/31	OMT,MT	132	»	—	5	29	64	7	—	—	—	16	15.5/27	20/27	183/27
						Korea, Hozan, 40°49′ x 126°59′, 1 600 m											
4	Sb	65/31	OMT	18	1927	—	3	100	—	—	—	—	—	20	10.5/28	15/28	—
5	»	77/31	Suopelto	30	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						Korea, Keizanchin, 41°28′ x 128°10′, 1 360 m											
6	Ph	268/34	OMaT	100	1932	—	2	57	31	10	2	—	—	12	13.5/21	19/21	—
7	»	270/34	MT	105	»	—	3	—	—	—	—	—	—	13	12.0/21	16/21	—
8	»	281/35	Kpk (OMT) ojitettu	16	»	—	3	40	60	—	—	—	—	13	12.0/21	14/21	—
						Larix leptolepis											
						Suomi, *Finnland*, Mustila											
1	Ph	21 D/31	OMT	5	1928	—	2	51	39	8	2	—	—	13	15.5/25	21/25	—
2	Sb	140/32	»	13	»	—	3	100	—	—	—	—	—	—	11.5/28	16/28	—
						Japani, *Japan*, Hondo											
3	Ph	56 D/33	MT	4	1929	—	3	12	47	19	10	2	10	16	12/24	17/24	—
4	»	271/34	»	6	»	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Sb	205/34	Ent. pelto	33	»	—	3	9	21	11	5	3	51	14	14.5/25	26/25	209/25
						Suomi, *Finnland*, Punkaharju											
6	Ph	391/45	OMT	32	1942	—	2	—	—	—	—	—	—	12	5.5/11	—	—
						Larix occidentalis											
						USA, Washington + Idaho, Priest River, 48°20′ x 116°50′, 1 260 m											
1	Ph	46 D/35	OMT	5	1932	—	2	—	—	—	—	—	—	18	6.5/21	—	—
						Larix sibirica											
						Tuntematon — *Unbekannt*											
1	Kit	Ka 1a/1842	MT-VT	286	1838	—	5	—	—	—	—	—	—	—	28.0/110	32/110	456/110
2	»	Ka 1b/1842	»		»	—	6	—	—	—	—	—	—	—	30.0/110	36/110	519/110

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
				Tuntematon — *Unbekannt*													
3	Ph	1/1877 Ka 7a	OMaT	186	1873	—	6	—	—	—	—	—	—	—	33.0/79	42/79	669/79
4	»	1/1877 Ka 7b	OMT			—	6	—	—	—	—	—	—	—	31.0/79	41/79	565/79
5	»	3/1877 Ka 17	»	79	»	—	8	—	—	—	—	—	—	—	23.5/72	32/72	432/72
6	Vesij	100 B/1884 Ka 25a	»		1881	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25.5/66	25/66	507/66
7	»	100 B/1884 Ka 25b	»	147	»	—	4	—	—	—	—	—	—	—	25.0/66	30/66	391/66
8	»	100 B/1884 Ka 25c	»		»	—	4	—	—	—	—	—	—	—	26.0/66	30/66	430/66
9	Ph	44/1896 Ka 3	MT	41	1893	—	9	—	—	—	—	—	—	—	20.5/56	29/56	431/56
10	»	53/1899 Ka 19b	OMT	78	1896	—	7	—	—	—	—	—	—	—	21.0/53	23/53	352/53
11a	»	53/1899 Ka 19a	»		»	—	7	—	—	—	—	—	—	—	22.0/53	26/53	393/53
11b	Vilp	Ka 16/1900	MT	80	1897	—	4	—	—	—	—	—	—	—	19/53	21/53	183/53
12	»	Ka 22/1901	OMT	120	»	—	4	—	—	—	—	—	—	—	21.5/53	28/53	234/53
13	Vesij	77/1911 Ka 41	»	29	1908	—	4	—	—	—	—	—	—	—	21.5/36	27/36	354/36
				NL, *UdSSR*, Raivola													
14	Kiv	27/30	HMT	75	1925	—	—	—	—	—	—	—	—	20	11.0/31	16/31	—
15	Vesij	142/26	OMT (MT)	300	»	—	—	—	—	—	—	—	—	15	16.5/30	21/30	—
16	»	143/26	MT,OMT	20	»	—	—	—	—	—	—	—	—	18	12.0/30	12/30	—
17	»	150/27	OMT,Kgk	380	»	—	—	—	—	—	—	—	—	15	17.0/30	24/30	149/30
18	»	189/36	OMT	93	1933	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0/24	15/24	—
19	Ph	8 D/30	»	13	1925	—	2	100	—	—	—	—	—	14	16.5/30	27/30	250/30
20	»	98/29 Ka 35	»	323	1927 1935	—	—	100	—	—	—	—	—	14	18.0/29	23/29	263/29
21	Ph	101/29	OMaT	80	1925	—	3	100	—	—	—	—	—	13	17.5/28	28/28	219/28
22	Rk	20/29	MT,OMT	120	»	—	5	85	14	1	—	—	—	19	12.5/27	14/27	—
23	Sb	36/29	OMT	1	»	—	1	100	—	—	—	—	—	19	12.0/30	16/30	—
24	»	17/31	»	16	1928	—	4	100	—	—	—	—	—	20	9.5/27	14/27	—
25	»	157/32	OMaT	6	»	—	2	100	—	—	—	—	—	14	14.0/26	19/26	185/26
26	Ph	251/40	MT-OMT	80	1937	—	3	—	—	—	—	—	—	15	10.0/18	—	—
				Suomi, *Finnland*, Punkaharju = Raivola														
27	Kiv	152/47	HMT	5 000	1943	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0/12	2/12	—
28	»	160/50	»	271	1944	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0/11	1/11	—
29	Kalt	105/46	MT os. soist.	150	1943	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.5/12	—	—
30	»	109/53	MT	150	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.5/12	—	—
31	»	119a/47	VT	78	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.0/12	—	—
32	Ph	392/45	OMT	4	1942	—	3	—	—	—	—	—	—	11		—	—
33	»	393/47	OMT	51	1943	—	2	—	—	—	—	—	—	—		—	—
34	Lapj	19/46	»	736	1942	—	1	—	—	—	—	—	—	13	5.5/13	—	—
35	»	20/48	OMaT	136	1943	—	—	—	—	—	—	—	—	12	5.4/12	—	—
36	Rk	414/46	MT (OMT)	184	1942	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5.8/14	—	—
37	»	415/46	MT,Kgk	33	»	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5.7/14	—	—
38	»	416/46	MT,VT	81	»	—	2	—	—	—	—	—	—	—	4.5/14	—	—
39	»	417/46	»	75	»	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5.1/14	—	—
40	»	424/48	MT	137	» 1944	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5.3/14	—	—
41	»	448/50	»	34	1947	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.5/9	—	—
42	»	449/50	MT,VT	22	1947	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.2/9	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
							NL, *UdSSR*, Arkangel, 64° x 40°										
43	Kiv	26/30	HMT	50	1928	—	—	—	—	—	—	—	—	20	9.0/27	12/27	—
44	Ph	42 D/33	OMT	4	»	—	3	100	—	—	—	—	—	17	14.0/28	21/28	105/23
45	»	182/32	»	27	»	—	3	100	—	—	—	—	—	16	13.5/25	21/25	—
46	Rk	48/30	MT	20	»	—	1	100	—	—	—	—	—	19	12.0/28	15/28	68/28
47	»	84/30	MT,OMT	60	»	—	4	95	5	—	—	—	—	17	10.5/23	11/23	—
48	»	106/31	OMT,MT	154	»	—	4	98	2	—	—	—	—	16	11.5/23	12/23	—
49	»	110/31	MT	45	»	—	3	91	3	3	3	—	—	20	9.5/23	12/23	50/23
50	Sb	155/32	OMaT	22	1929	—	2	100	—	—	—	—	—	14	15.0/26	21/26	—
51	»	156/32	»	14	1928	—	—	100	—	—	—	—	—	14	14/27	20/27	—
52	Ph	47 D/33	OMT	5	1930	—	3	42	55	3	—	—	—	16	10.0/23	15/23	—
							NL, *UdSSR*, Novosibirsk										
53	Ph	45 D/33	OMT	4	1929	—	3	100	—	—	—	—	—	16	11.0/24	16/24	—
54	Rk	104/31	MT,OMT	315	»	—	6	96	4	—	—	—	—	16	13.0/22	14/22	—
55	»	262/32	MT	18	»	—	2	100	—	—	—	—	—	20	7.5/22	12/22	—
56	Sb	69/31	OMT	18	»	—	4	100	—	—	—	—	—	19	10.0/26	16/26	—
							NL, *UdSSR*, Nizne-Tagilskij, 58° x 53°										
57	Kiv	83/33	HMT	140	1930	—	—	—	—	—	—	—	—	20	9.0/25	11.5/25	—
58	Ph	46 D/33	OMT	4	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
59	Rk	171/31	MT	36	»	—	1	92	6	1	1	—	—	15	10.5/23	12/23	—
60	»	263/32	»	40	»	—	1	96	4	—	—	—	—	16	10.5/23	13/23	—
							NL, *UdSSR*, Nizne-Tagilskij + Arkangel + Raivola										
61	Kit	1/34	VT-OMT	1 300	1931–1934	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
62	Ph	246/34	OMaT-OMT	301	1930–1932	—	4	100	—	—	—	—	—	16	13.5/26	23/26	—
63	»	247/34	»	387	1930–1935	—	4	100	—	—	—	—	—	15	11.5/23	20/23	—
							NL, *UdSSR*, Arkangel + Raivola										
64	Vesij	163/29	MT	80	1925	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.5/30	12/30	—
							Risteytymiä, *Hybriden*										
65	Ph	44 D/33	OMT	4	1929	—	3	100	—	—	—	—	—	18	15.0/27	23.0/27	108/23
							Lehtikuusen risteytymiä — *Hybriden von den Lärchen*										
							Larix decidua* x *sibirica										
1	Ph	11/30	OMT	82	1926	1	1	—	—	—	—	—	—	—	16.5/28	23/28	224/29
2	»	349/38	»	22	1934	—	2	57	30	13	—	—	—	12	11.5/19	18/19	—
							Larix sibirica* x *decidua										
3	Rk	363/38	OMT	5	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	11.5/17+	16/17+	—
							Larix decidua* x *leptolepis										
4	Rk	364/38	OMT	5	1933	2	—	—	—	—	—	—	—	—	12.0/19	23/19	—
							Larix leptolepis* x *sibirica										
5	Ph	21 D/31	OMT	5	1928	—	2	51	39	8	2	—	—	—	15.5/27	21/27	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
								Picea asperata									
								Kiina, *China*, Kansu, 2 000 m									
1	Sb	250/36	OMaT	10	1928	—	3	—	—	—	—	—	—	—	5.0/27	—	—
2	Ph	D/32	OMT	—	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.5/27	—	—
3	Rk	—	»	—	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.5/27	—	—
								Picea Engelmanni									
								Br. Columbia, Luis Creek, 51°7′ x 120°7′, 780 m									
1	Ph	4 D/29	OMaT	5	1924	1	2	56	44	—	—	—	—	22	12.0/32	19/32	—
2	Sb	12/29	OMT ojitettu	11	»	—	3	95	5	—	—	—	—	23	10.5/31	17/31	—
								Br. Columbia, Trout Lake, 50°40′ x 117°30′									
3	Rk	30/29	OMT-MT	28	1924	—	5	29	71	—	—	—	—	26	7.5/28	11/28	—
4	Sb	13/29	OMT soist.	12	»	—	3	90	10	—	—	—	—	23	10.5/31	15/31	—
5	»	37/29	OMaT	1	»	—	1	67	33	—	—	—	—	26	6.5/31	7/31	—
								Kanada, Alberta, Crows Nest Pass, 49°39′ x 114°40′									
6	Ph	137/31	MT	95	1927	1	4	82	18	—	—	—	—	23	9.0/26	13/26	71/26
7	Ph	220/33	OMT	18	»	2	4	92	8	—	—	—	—	22	7.5/26	14/26	—
8	Rk	242/32	MT	100	»	—	—	25	70	2	3	—	—	jäänyt alle			—
9	»	245/32	OMT	11	»	—	—	38	37	9	9	4	3	—	3.5/25	—	—
10	Sb	124/31	OMaT	17	»	—	5	100	—	—	—	—	—	23	7.0/25	—	—
11	»	197/34	Ent. pelto	13	1928	—	4	75	25	—	—	—	—	24	6.5/24	—	—
12	»	203/34	»	6	»	—	1	89	11	—	—	—	—	24	9.0/28	18/28	—
12a	Turva	—	MT	1	1927	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.3/27	—	—
12b	»	—	OMT	1	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.9/27	—	—
								Br. Columbia, Valemount, 52°55′ x 119°20′									
13	Ph	385/44	OMT	40	1937	1	2	—	—	—	—	—	—	—	3.5/16	—	—
14	Sb	314/43	OMT	78	»	—	2	—	—	—	—	—	—	—	4.5/18	—	—
15	»	317/43	»	3	»	—	1	—	—	—	—	—	—	—	3.5/18	—	—
								Picea glauca									
								Tuntematon — *Unbekannt*									
1	Rk	178/31	OMT	3	1924	—	1	3	48	46	3	—	—	—	5.5/28	—	—
2	Ph	381/38	MT soist.	16	1933	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5/19	—	—
								Kanada, Alberta, Olds									
3	Ph	139/31	OMT	30	1927	1	4	97	3	—	—	—	—	24	7.0/26	11/26	—
4	»	218/33	OMT-MT	25	»	2	4	90	10	—	—	—	—	22	7.5/26	13/26	—
5	Rk	247/32	OMT	11	»	—	—	44	43	8	3	2	—	—	—	—	—
6	»	269/33	»	16	»	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Sb	121/35	Ent. pelto	35	»	—	3	100	—	—	—	—	—	18	11.5/27	17/27	163/27
								Kanada, Alberta, Lesser Slave Lake									
8	Ph	35 D/31	OMaT	6	1927	2	4	100	—	—	—	—	—	21	9.5/26	15/26	—
9	»	138/31	MT	70	»	1	4	100	—	—	—	—	—	22	7.5/26	10/26	—
10	»	219/33	»	10	»	2	4	90	10	—	—	—	—	21	8.5/26	13/26	—
10a	Turva	—	»	1	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.8/27	—	—
10b	»	—	OMT	1	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.8/27	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
								Kanada, New Brunswick, John River Valley									
11	Ph	39 D/32	OMaT	6	1928	2	2	44	56	—	—	—	—	24	6.5/25	—	—
12	Sb	200/34	Ent. pelto	4	»	—	4	63	34	3	—	—	—	23	6.5/27	—	—
								Picea glauca* var. *albertiana									
								Kanada, Alberta, Olds									
1	Ph	221/33	MT (OMT)	348	1928	2	6	88	12	—	—	—	—	19	9.0/25	16/25	72/25
2	»	376/40	OMT	18	1934	—	3	—	—	—	—	—	—	—	4.5/19	—	—
3	Rk	246/32	»	12	1928	2	—	35	40	15	5	1	4	—	—	—	—
4	»	267/33	MT-OMaT	120	»	1	1	—	—	—	—	—	—	23	6.5/24	8/24	—
5	Sb	122/31	Ent. pelto	8	»	—	3	100	—	—	—	—	—	20	10.5/27	16/27	—
6	»	123/31	»	10	»	—	4	100	—	—	—	—	—	19	9.0/26	15/26	105/26
7	»	193/34	»	18	»	—	4	90	10	—	—	—	—	23	6.5/24	—	—
8	»	196/34	»	12	—	—	4	85	15	—	—	—	—	23	6.5/24	—	—
9	Turva	—	MT	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.5/27	—	—
10	»	—	OMT	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.0/27	—	—
								Picea Glehnii									
								Epävarma — *Unsicher*									
1	Rk	180/31	OMT	2	1924	4	1	40	60	—	—	—	—	—	3.5/27	—	—
2	Sb	172/33	OMaT	2	»	1	2	97	3	—	—	—	—	—	5.0/28	—	—
3	»	204/34	»	17	1928	—	1	14	77	9	—	—	—	23	8.0/27	14/27	—
4	Ph	70 D/34	OMT	1	1927	—	—	33	67	—	—	—	—	—	4.5/26	—	—
								Picea jezoensis									
								Japani, *Japan*, Hokkaido									
1	Rk	177/31	OMT	6	1924	3	—	22	76	2	—	—	—	—	2.0/28	—	—
								Japani, *Japan*, (Tokio)									
2	Rk	179/31	OMT	2	1924	3	—	35	61	4	—	—	—	—	3.0/27	—	—
3	Sb	171/33	OMaT	1	»	1	2	87	13	—	—	—	—	29	6.5/31	—	—
								Japani, *Japan*, Sahalin									
4	Ph	29 D/31	OMT	6	1925	2	2	1	76	23	—	—	—	28	6.0/28	—	—
5	»	119/31	MT	8	»	2	—	52	43	5	—	—	—	28	6.0/28	—	—
								Japani, *Japan*, Hokkaido, Shikari									
6	Sb	110/31	OMaT	17	1925	1	2	86	14	—	—	—	—	—	5.0/27	—	—
7	»	199/34	»	5	—	—	4	50	50	—	—	—	—	27	6.0/27	—	—
								Japani, *Japan*, Hokkaido, Kotoni, 43°4′ x 141°15′									
8	Ph	76 D/37	OMT	5	1926	1	2	4	78	18	—	—	—	26	6.5/27	—	—
9	Sb	270/37	»	9	»	—	2	25	53	6	1	—	15	27	7.0/29	13/29	—
10	»	279/37	MT	9	»	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6.0/26	—	—
								Korea, Keizanchin, 1 960 m									
11	Sb	305/42	OMT	4	1932	—	2	—	—	—	—	—	—	—	5.0/23	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
								Picea Koyamai									
								Korea, Keizanchin, 1 360 m									
1	Ph	80 D/38	OMaT	7	1932	—	1	100	—	—	—	—	—	—	5.0/21	—	—
2	»	352/38	OMT	63	»	1	1	100	—	—	—	—	—	—	4.5/21	—	—
3	»	379/41	»	10	»	1	2	—	—	—	—	—	—	—	4.5/21	—	—
								Picea mariana									
								Kanada, Alberta, Olds									
1	Ph	36 D/31	OMT	6	1927	1	2	95	5	—	—	—	—	26	6.0/26	—	—
2	»	136/31	MT	83	»	1	4	100	—	—	—	—	—	25	7.0/29	—	—
3	»	215/33	OMT ojitettu	100	»	1	4	92	8	—	—	—	—	24	6.5/26	—	—
4	Rk	248/32	OMT	12	»	—	—	7	48	20	20	5	—	—	—	—	—
5	»	250/32	Ojit. kr.	100	»	2	1	100	—	—	—	—	—	24	7.0/25	—	24/25
6	»	265/33	OMT-MT	304	»	1	—	—	—	—	—	—	—	24	6.5/25	—	—
7	Sb	120/31	OMaT ent. pelto	18	»	—	4	100	—	—	—	—	—	21	8.5/27	15/27	124/27
8	»	198/34	»	7	»	—	4	80	20	—	—	—	—	25	6.5/25	—	—
a	Turva	—	MT	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.8/27	—	—
8b	»	—	OMT	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.1/27	—	—
8																	
								Kanada, New Brunswick, John River Volley									
9	Ph	199/32	MT	34	1928	1	4	13	65	22	—	—	—	23	7.0/25	—	—
								Kanada, New Brunswick, St. John									
10	Ph	40 D/32	OMaT	6	1928	1	2	54	46	—	—	—	—	24	6.5/25	—	—
11	»	200/32	MT	95	»	1	4	79	21	—	—	—	—	24	7.5/28	—	—
12	»	217/33	OMT(FT)	88	»	2	4	52	48	—	—	—	—	22	7.0/25	—	—
13	Rk	249/32	OMT	10	»	—	—	18	49	16	17	—	—	—	—	—	—
14	»	268/33	OMT-OMaT	50	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.5/24	—	—
15	Sb	173/33	OMaT Ent. pelto	24	»	1	4	79	21	—	—	—	—	23	8.0/27	—	—
								Picea Omorika									
								»Balkan», 1 600—1 800 m									
1	Ph	58 D/34	OMaT	7	1929	2	2	12	33	46	—	—	9	23	6.5/24	—	—
2	»	253/34	»	27	»	1	3	11	69	20	—	—	—	23	6.5/24	—	—
3	Rk	356/37	MT, OMT	41	»	1	1	44	51	5	—	—	—	24	5.0/22	—	—
4	Sb	220/35	OMaT	19	»	1	2	67	32	—	—	—	1	23	6.0/23	—	—
5	»	241/36	»	7	»	—	3	68	32	—	—	—	—	23	6.5/23	—	—
6	Aul	—	»	3	»	2	1	—	—	—	—	—	—	—	7.5/23	—	—
								Suomi, *Finnland*, Mustila									
7	Ph	350/38	OMaT	11	1932	—	3	46	30	18	6	—	—	20	6.5/21	—	—
8	»	351/38	»	70	»	—	2	—	—	—	—	—	—	21	6.0/21	—	—
9	»	358/38	OMT	60	—	1	1	12	45	43	—	—	—	21	6.5/21	—	—
								Picea pungens									
								USA, Colorado									
1	Ph	60 D/34	OMT	6	1929	2	4	66	34	—	—	—	—	—	4.5/24	—	—
2	»	251/34	OMaT-MT	236	»	1	1	18	71	11	—	—	—	—	4.5/24	—	—
3	»	330/37	Ent. pelto	42	»	1	—	4	68	28	—	—	—	27	6.0/27	—	—
4	Rk	345/36	MT,OMT	52	»	—	1	2	60	35	1	2	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
								USA, Colorado									
5	Rk	351/36	MT, OMT	23	1929	—	3	35	52	12	1	—	—	—	4.0/23	—	—
6	Sb	269/37	FT	30	1930	—	4	33	62	5	—	—	—	—	5.0/25	—	—
7	»	282/38	»	6	»	—	1	32	68	—	—	—	—	—	3.5/22	—	—
								Picea rubens									
								USA, New Hampshire, 240—360 m									
1	Ph	77 D/37	OMT	2	1931	1	2	50	19	31	—	—	—	—	4.5/22	—	—
								Picea Schrenkiana									
								NL, *UdSSR*, Turkestan, Alma-Ata									
1	Ph	75 D/37	OMT	4	1930	—	1	53	44	3	—	—	—	—	1.0/22	—	—
								Picea sitchensis									
								Br. Columbia, Queen Carlotte Islands, Sidegade									
1	Sb	163/33	OMT	14	1928	—	2	—	—	46	42	8	4	—	3.0/27	—	—
								Alaska, Juneau, Sealewer									
2	Ph	74 D/37	OMT	10	1932	—	1	33	38	29	—	—	—	—	2.5/21	—	—
3	Lapj	4/37	OMaT	10	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.5/23	—	—
4	Sb	256/37	Lehto	16	»	—	2	4	12	21	42	8	13	—	3.5/20	—	—
5	»	257/37	»	15	»	—	3	1	6	23	61	7	1	—	3.5/20	—	—
6	»	258/37	»	35	»	—	3	5	12	23	53	5	2	—	3.5/20	—	—
7	»	259/37	»	6	»	—	2	—	2	26	67	4	1	—	3.5/20	—	—
8	»	268/37	»	17	»	—	4	—	1	46	31	16	6	—	4.5/23	—	—
9	»	285/38	OMT	10	»	—	2	9	12	35	43	1	—	—	5.0/23	—	—
10	»	286/38	OMaT	31	»	—	1	4	14	29	44	7	2	—	6.0/20	—	—
11	»	287/38	»	5	»	—	1	6	19	29	33	7	6	21	7.0/23	—	—
								Picea Wilsonii									
								Kiina, *China*, Kansu, 2 000 m									
1	Sb	249/32	OMaT	3	1928	—	1	—	—	—	—	—	—	—	5.0/27	—	—
								Pinus Banksiana									
								Kanada, Saskatchewan, Prince Albert, 53°12′ x 105°48′									
1	Sb	106/31	OMT	16	1927	—	3	100	—	—	—	—	—	19	9.5/28	12/28	120/28
2	Ph	51 D/34	»	5	1928	—	2	72	14	14	—	—	—	19	9.0/25	—	—
3	Sb	139/32	VT	20	»	—	3	—	—	—	—	—	—	22	7.0/27	10/27	—
								Br. Columbia, Eagle River, 50°56′ x 118°50′									
4	Rk	359/37	MT	10	1933	—	1	51	36	13	—	—	—	—	3.0/18	—	—
								Kanada, Ontario, Geraldton									
5	Ph	408/53	OMT	19	1950	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	»	409/53	»	14	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
								Pinus Cembra									
								Suomi, *Finnland*									
1	Ph	24/89	OMT	10	1886	—	5	—	—	—	—	—	—	—	14.5/59	25/59	342/59
2	»	43/96	»	18	1894	—	10	—	—	—	—	—	—	—	17.0/56	23/56	474/56
3	»	6 D/29	»	6	1924	—	6	100	—	—	—	—	—	26	9.5/32	15/32	—
4	Sb	16/29	»	8	»	—	5	100	—	—	—	—	—	28	8.0/31	15/31	50/28
5	»	38/29	OMaT	2	»	—	1	100	—	—	—	—	—	25	7.0/31	9/31	—
6	Rk	66/30	OMT	80	»	—	2	69	31	—	—	—	—	29	5.0/28	—	—
7	»	93/30	MT	20	»	—	1	100	—	—	—	—	—	26	6.5/27	15/27	—
8	Ph	5 D/29	OMT	5	»	—	3	100	—	—	—	—	—	25	9.5/32	16/32	—
9	»	100/29	»	65	»	—	3	100	—	—	—	—	—	22	9.5/29	20/29	95/29
10	Rk	55/30	VT,MT	25	»	1	2	100	—	—	—	—	—	28	5.5/27	9/27	—
11	»	79/30	MT	5	»	1	2	100	—	—	—	—	—	28	6.0/28	7/28	—
12	»	157/31	»	10	»	—	1	100	—	—	—	—	—	27	6.5/28	10/28	—
13	Sb	15/29	OMT	7	»	—	8	100	—	—	—	—	—	28	8.0/31	15/31	38/28
14	Ph	248/34	OMaT, OMT	166	1927	—	2	100	—	—	—	—	—	23	8.0/26	15/26	—
15	»	316/37	Kgk	18	»	—	3	100	—	—	—	—	—	25	8.5/32	15/32	—
16	Rk	266/33	OMT, MT	366	»	1	1	—	—	—	—	—	—	26	5.5/25	—	—
17	Ph	357/38	MT, OMT	118	1931	1	2	—	—	—	—	—	—	—	5.0/22	—	—
18	»	239/34	MT	28	1929	—	1	—	—	—	—	—	—	—	7.0/24	—	—
19	»	356/38	»	43	1932	1	2	—	—	—	—	—	—	—	3.5/21	—	—
20	»	422/46	»	10	1943	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	»	423/46	»	8	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
								Sveitsi, *Schweiz*, Engadin, 46°30′ x 10°									
21a	Kiv	24/30	HMT	50	1925	—	1	—	—	—	—	—	—	—	5.0/29	9/29	—
22	Ph	290/36	MT	30	1930	—	3	100	—	—	—	—	—	24	7.0/26	14/26	—
23	»	303/37	OMT	7	»	1	3	100	—	—	—	—	—	—	5.5/23	—	—
24	»	329/37	»	3	»	1	1	100	—	—	—	—	—	—	5.0/23	—	—
								NL, *UdSSR*, Ural									
25	Ph	291/36	MT	3	1932	—	3	100	—	—	—	—	—	22	5.5/21	—	—
								Pinus contorta var. ***latifolia***									
								Br. Columbia, Mount Ida, 50°50′ x 119°, 900 m									
1	Ph	2 D/29	OMT	6	1925	—	3	10	90	—	—	—	—	15	13.0/26	19/26	194/26
2	»	89/27	OMT,OMaT	140	»	—	4	10	90	—	—	—	—	15	15.0/28	19/28	254/28
3	Vesij	157/28	MT,OMT	160	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16.0/30	18/30	186/30
4	Rk	7/27	OMT	109	»	—	2	4	96	—	—	—	—	17	15.0/29	17/29	177/29
5	Ph	190/32	MT	13	1928	—	3	4	88	8	—	—	—	16	11.5/24	16/24	—
6	Rk	115/31	VT	25	»	—	2	15	85	—	—	—	—	16	12.0/25	14/25	130/25
								Br. Columbia, Long Lake, Trout Lake, 1 260 m									
7	Kiv	25/30	HMT	50	1925	—	—	—	—	—	—	—	—	29	6.5/30	12/30	—
8	Ph	1 D/29	OMT	6	»	—	3	10	90	—	—	—	—	17	13.5/29	18/29	229/29
9	»	88/27	OMaT	36	»	—	4	10	90	—	—	—	—	16	15.0/28	18/28	268/28
10	»	97/29	OMT	100	»	—	2	10	90	—	—	—	—	17	10.5/22	—	98/22
11	»	99/29	OMaT pelto	85	»	—	4	20	80	—	—	—	—	—	13.5/28	19/28	218/28
12	»	195/32	MT	14	1928	—	4	26	74	—	—	—	—	17	11.0/24	14/24	128/24
13	»	274/33	»	12	»	—	3	18	78	4	—	—	—	19	9.5/24	13/24	—
14	»	322/37	OMT ojitettu	15	1933	—	4	8	60	32	—	—	—	18	9.5/23	15/23	—
15	Vesij	151/27	MT	75	1925	—	—	—	—	—	—	—	—	17	14.5/30	19/30	—
16	»	152/27	OMT	90	»	—	—	—	—	—	—	—	—	17	14.0/30	17/30	—

1	2	3	4	3	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
					Br. Columbia, Long Lake, Trout Lake, 1260 m												
17	Vesij	153/27	VT	50	1925	—	—	—	—	—	—	—	—	16	14.0/30	16/30	146/30
18	Rk	6/27	OMT	70	»	—	2	100	—	—	—	—	—	17	12.0/26	16/26	183/26
19	»	120/31	VT	30	1928	—	2	21	79	—	—	—	—	18	10.5/25	13/25	109/25
					Br. Columbia, Salmon Arm + Shuswap Lake, 50°42′ x 119°16′, 360—450 m												
20	Ph	191/32	MT	11	1928	—	3	52	43	5	—	—	—	16	11.0/24	14/24	—
21	»	321/37	OMT	14	1933	—	3	19	29	48	4	—	—	18	7.0/20	—	—
22	Rk	119/31	VT	14	1928	—	2	15	85	—	—	—	—	17	11.0/25	14/25	93/25
					Br. Columbia, Upper Hat Creek, 50°35′ x 121°35′, 1 500 m												
23	Ph	194/32	MT	8	1928	—	4	17	83	—	—	—	—	17	10.5/25	15/25	121/25
24	»	323/37	OMT	11	1933	—	4	30	58	12	—	—	—	18	10.0/23	15/23	—
25	Rk	116/31	VT	30	1928	—	1	31	69	—	—	—	—	18	10.5/25	14/25	130/25
26	»	244/32	Kr,MT ojitettu	72	»	—	2	4	94	2	—	—	—	18	9.0/23	10/23	—
					Br. Columbia, Nicola Forest Reserve, 50°13′ x 121°0′, 1 260 m												
27	Ph	188/32	MT	20	1928	—	4	28	72	—	—	—	—	16	11.5/25	14/25	109/25
28	»	196/32	»	16	»	—	4	30	70	—	—	—	—	16	11.0/25	15/25	137/25
29	»	197/32	»	17	»	—	3	27	71	2	—	—	—	17	11.0/25	15/25	—
30	»	317/37	OMT	21	1933	—	5	53	44	3	—	—	—	16	8.5/20	13/20	87/20
30a	»	318/37	»	20	»	—	5	53	45	2	—	—	—	16	9.0/20	13/20	86/20
31	Rk	8/27	» Kgk	150	1925	—	2	70	26	4	—	—	—	16	14.5/29	17/29	195/29
32	»	117/31	VT	30	1928	—	1	31	69	—	—	—	—	18	10.5/25	13/25	101/25
33	»	118/31	»	30	»	—	1	43	57	—	—	—	—	18	10.0/25	13/25	102/25
					Kanada, Alberta, Cypress Hills, 49°40′ x 110°												
34	Ph	319/37	OMT	23	1933	—	5	67	32	1	—	—	—	17	8.0/20	13/20	74/20
35	Rk	121/31	VT	30	1928	—	2	47	53	—	—	—	—	21	8.5/25	12/25	68/25
36	»	167/31	MT	2	»	—	2	88	12	—	—	—	—	19	8.0/24	13/24	—
37	Rk	243/32	Rä,kr	165	1928	—	2	7	93	—	—	—	—	19	8.0/23	12/23	—
					Kanada, Alberta, Olds + Calgary, 1 050 m												
38	Ph	189/32	MT	20	1926	—	4	63	37	—	—	—	—	18	12.0/27	14/27	137/27
39	»	192/32	MT	17	1927	—	4	70	30	—	—	—	—	18	11.0/26	12/26	134/26
40	»	193/32	»	51	1926	—	4	72	28	—	—	—	—	18	11.0/27	14/27	133/27
41	»	273/33	»	5	»	—	3	64	36	—	—	—	—	20	9.5/27	12/27	—
42	Rk	54/30	VT,MT	45	1927	—	2	80	20	—	—	—	—	20	10.5/26	13/26	90/26
43	»	65/30	VT	230	»	—	3	—	98	2	—	—	—	19	10.0/27	13/27	100/27
44	Sb	104/31	OMT	16	»	—	4	30	70	—	—	—	—	18	11.0/26	14/26	161/26
45	»	105/31	»	9	»	—	4	30	70	—	—	—	—	19	11.5/26	14/26	162/26
46	»	164/33	Rä	59	1928	—	2	8	83	7	1	—	1	22	8.0/24 2.5/24	—	—
47	»	165/33	Rä,kgk	53	»	—	2	17	81	2	—	—	—	21	9.0/24 4.5/24	—	—
					Kanada, Alberta, Spirit River, 55°47′ x 118°49′												
48	Ph	320/37	OMT	24	1933	—	5	54	45	1	—	—	—	16	9.0/20	14/20	100/20
					Br. Columbia, Salmon Arm + Nicola Forest + Spirit River												
49	Ph	324/37	OMT	7	1933	—	4	25	63	12	—	—	—	17	9.5/23	15/23	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
							Epävarma — *Unsicher*										
50	Kiv	85/34	HMT	150	1929	—	—	—	—	—	—	—	—	26	6.5/26	11/26	—
							Kanada, Alberta, Banff										
51	Must	1 a/15	PyT	10	1911	—	5	—	—	—	—	—	—	—	21.0/44 19.0/39	—	508/44 427/39
52	»	1 b/15	»	20	»	—	5	—	—	—	—	—	—	—	19.5/44 18.0/39	—	428/44 381/39
53	»	6/15	»	10	»	—	4	—	—	—	—	—	—	—	19.0/44 16.0/39	—	423/44 344/39
54	»	12/30	OMT	25	1928	—	2	—	—	—	—	—	—	—	11.5/26 8.5/21	—	185/26 124/21
							Pinus flexilis										
							Kanada, Alberta, Coleman, 49°39′ x 114°30′										
1	Ph	54 D/34	OMT	4	1930	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Sb	221/35	»	3	1928	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
							Pinus Heldreichii var. ***leucodermis***										
							Serbia, *Serbien*										
1	Ph	55 D/34	OMT	8	1930	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	»	241/34	MT, OMT	10	»	—	4	64	30	6	—	—	—	—	—	—	—
							Pinus koraiensis										
							Korea										
1	Rk	328/34	OMT	4	1925	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.0/30	—	—
							Korea, Hozan, 38°20′ x 127°30′, 200 m										
2	Sb	251/36	»	3	1928	—	1	39	61	—	—	—	—	—	5.0/27	—	—
							Pinus monticola										
							USA, Washington, Colombia National Forest, 46° x 122°, 1 050 m										
1	Rk	315/34	MT	7	1926	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Sb	107/31	OMT	6	—	—	1	—	9	36	46	2	7	—	3.5/29	—	—
							Br. Columbia, Canoe, 50°46′ x 119°13′										
3	Ph	238/34	MT	22	1928	—	2	16	9	33	40	2	—	25	9.0/28	15/28	—
							Br. Columbia, Larch Hills, 600 m										
4	Rk	325/34	MT-OMT	140	1928	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	»	333/34	MT	9	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	Sb	174/33	»	13	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
							Pinus Mugo										
							Tanska — *Dänemark*										
1	Ph	3 D/29	MT	6	1924	—	2	53	47	—	—	—	—	27	7.0/29	—	—
2	»	12 D/30	»	5	»	—	2	57	41	2	—	—	—	—	5.0/29	—	—
2a	Rk	83/30	»	10	»	—	—	45	50	3	1	—	1	—	4.0/27	—	—
3	»	143/31	VT	3	»	—	—	23	68	9	—	—	—	—	4.0/29	—	—
4	Sb	201/34	CT	13	»	—	—	40	53	7	—	—	—	—	—	—	—
5	»	48/30	MT	63	»	—	—	57	43	—	—	—	—	—	5.5/31	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
					Sveitsi, *Schweiz*, Münsterthal												
6	Sb	26/29	Vr,VT	16	1925	—	—	53	45	2	—	—	—	—	4.0/27	—	—
					Sveitsi, *Schweiz*, Engadin, 1 660 m												
7	Rk	35/29	MT	5	1925	—	2	51	48	1	—	—	—	—	—	—	—
8	Sb	14/29	OMT	8	»	—	5	93	7	—	—	—	—	28	6.5/30	—	—
					Sveitsi, *Schweiz*, Muotta da Champ Seck, 1 900 m												
9	Rk	34/29	MT	10	1925	—	2	54	46	—	—	—	—	26	6.5/26	11/26	—
10	Sb	25/29	VT-MT	9	»	—	—	53	45	2	—	—	—	—	3.0/26	—	—
					Sveitsi, *Schweiz*, Engadin												
11	Ph	235/34	MT	40	1929	—	3	76	24	—	—	—	—	23	6.5/24	—	—
12	»	240/34	»	6	»	—	4	56	44	—	—	—	—	—	4.5/21	—	—
					Pinus nigra												
					Tšekkoslovakia — *Tschechoslowakei*												
1	Sb	288/38	OMT	3	1932	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					Pinus Peuce												
					Bulgaria, *Bulgarien*, Rino Planino												
1	Ph	13 D/30	OMT	5	1924	—	3	25	75	—	—	—	—	27	7.0/29	—	—
2	Rk	50/30	MT	12	»	—	2	50	50	—	—	—	—	25	10.0/29	15/29	90/29
3	»	67/30	OMT	45	»	1	4	12	88	—	—	—	—	28	6.0/27	9/27	—
4	»	68/30	MT	7	»	1	4	6	94	—	—	—	—	25	6.5/27	11/27	—
5	»	111/31	»	18	»	1	5	—	100	—	—	—	—	26	8.0/27	15/27	—
6	»	198/31	OMT	1	»	—	—	—	100	—	—	—	—	25	7.0/27	—	—
7	Sb	40/30	»	18	»	—	6	50	50	—	—	—	—	24	9.5/29	16/29	100/29
8	»	44/30	MT	1	»	—	2	65	35	—	—	—	—	28	8.0/31	12/31	—
9	»	151/32	OMaT	10	»	—	2	29	71	—	—	—	—	26	9.0/31	15/31	—
10	Aul	—	OMT	4	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0/31	—	—
11	»	—	»	—	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9.0/31	—	—
12	»	—	»	—	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0/31	—	—
1					Jugoslavia, *Jugoslavien*, Bosnia, 600—900 m												
13	Ph	244/34	MT-OMT	6	1927	—	3	16	28	14	26	9	7	—	3.5/26	—	—
					Makedonia, *Makedonien*, 800 m												
13b	Ph	53 D/34	OMT	6	1928	—	3	10	70	20	—	—	—	24	6.5/25	—	—
14	»	243/34	MT-OMT	24	»	—	4	66	32	2	—	—	—	25	6.0/25	—	—
15	»	237/34	MT	9	»	—	2	43	57	—	—	—	—	21	9.5/28	18/28	—
16	Rk	366/38	OMT	19	1929	2	2	—	—	—	—	—	—	22	7.0/23	12/23	—
					Bulgaria, *Bulgarien*, Pirn												
17	Ph	242/34	MT-OMT	29	1930	—	4	83	17	—	—	—	—	26	5.5/28	—	—
18	»	278/35	OMT	115	1931	—	4	77	23	—	—	—	—	—	5.5/22	—	—
19	»	306/37	Pelto	16	1930	—	1	72	28	—	—	—	—	23	6.5/23	—	—
20	»	326/37	OMT	75	»	1	2	80	20	—	—	—	—	24	5.5/23	—	—
21	»	336/37	Pelto	64	»	—	2	20	80	—	—	—	—	21	7.0/23	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
						Pinus ponderosa											
						USA, Washington, Caskaden, 900 m											
1	Rk	329/34	OMT	8	1925	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						USA, Montana, Bitterroot National Forest, 1 200 m											
2	Sb	109/31	OMT	1	1926	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						Br. Columbia, Dear Park, 49°25′ x 118°2′											
3	Sb	108/31	OMT	2	1927	—	—	—	7	7	—	57	29	—	—	—	—
						Br. Columbia, Lytton, 50°12′ x 121°33′											
4	Ph	52 D/34	OMT	4	1928	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						Pinus Strobus											
						USA, Minnesota											
1	Ph	73 D/37	OMT	6	1932	—	—	73	27	—	—	—	—	—	—	—	—
						Pseudotsuga taxifolia											
						Br. Columbia, Prince George, 53°53′ x 122°46′											
1	Sb	214/35	OMaT	20	1927	—	5	3	87	10	—	—	—	—	11.0/25	16/25	—
						Br. Columbia, Luis Creek, 51°7′ x 120°7′, 780 m											
2	Rk	26/29	OMT	38	1924	1	4	—	—	30	35	26	9	25	1.5/28	—	—
3	»	59/30	»	1	»	1	2	—	17	83	—	—	—	27	6.5/28	—	—
4	»	61/30	»	26	»	—	1	3	1	29	56	6	5	27	4.5/27	—	—
5	Sb	6/29	»	28	»	—	4	24	76	—	—	—	—	21	10.0/29	17/29	95/29
6	»	160/33	OMaT	12	1926	—	5	—	73	23	2	—	2	22	10.0/26	16/26	—
						Br. Columbia, Shuswap Lake, 51°8′ x 119°7′, 360—510 m											
7	Ph	23 D/31	OMT	4	1926	—	4	—	38	42	16	—	4	23	11.0/30	18/30	—
8	Sb	10/29	»	12	1924	—	4	1	79	17	3	—	—	23	10.5/31	16/31	—
						Br. Columbia, Craigellachie, 50°58′ x 118°43′, 420 m											
9	Sb	9/29	OMT	12	1924	—	4	4	89	6	1	—	—	23	9.5/31	15/31	—
10	»	158/33	OMaT	17	1926	—	5	—	63	30	2	—	5	22	9.5/26	16/26	—
						Br. Columbia, Larch Hills, 50°50′ x 119°, 900 m											
11	Ph	125/31	OMaT	50	1927	—	—	—	9	17	45	15	14	—	—	—	—
12	»	126/31	OMaT,OMT	36	»	3	3	3	44	41	10	1	1	22	8.0/26	11/26	—
13	Rk	237/32	OMaT	60	»	1	2	—	—	—	—	—	—	24	6.0/25	—	—
14	»	239/32	OMT ositt. soist.	34	»	—	—	15	19	25	35	6	—	—	2.0/25	—	—
15	Sb	118/31	OMT	14	»	—	4	1	82	14	3	—	—	23	10.0/28	18/28	—
						Br. Columbia, Salmon River, 50°15′ x 126°, 660 m											
16	Ph	33 D/31	OMaT	4	1927	2	4	1	42	40	17	—	—	22	11.5/29	20/29	—
17	»	123/31	OMaT,OMT	77	»	3	3	2	22	28	42	3	3	22	11.0/29	21/29	—
18	»	124/31	OMaT	43	»	—	3	—	16	27	51	5	1	20	9.5/26	18/26	—
19	Ph	216/33	MT	33	1927	1	6	8	82	10	—	—	—	22	9.0/26	15/26	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
				(Br. Columbia, Salmon River, 50°15′ x 126°, 660 m)													
20	Rk	25/29	OMT	27	1924	1	4	—	—	26	52	15	7	27	8.0/28	—	—
21	»	62/30	MT	54	»	—	1	2	23	23	45	6	1	—	4.0/27	—	—
22	»	186/31	OMT	1	1927	—	—	—	67	33	—	—	—	21	9.5/25	16/25	—
23	»	238/32	»	132	»	2	1	—	—	—	—	—	—	24	6.0/25	—	—
24	Aul	—	»	8	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12.5/27	—	—
25	Sb	7/29	»	40	»	—	4	30	70	—	—	—	—	22	10.0/29	15/29	65/29
26	»	32/29	»	1	1924	—	2	—	84	16	—	—	—	24	11.0/31	16/31	—
27	»	119/31	»	16	1927	—	4	5	88	6	1	—	—	23	9.0/28	14/28	—
28	»	162/33	OMaT	12	1926	—	5	—	—	—	—	—	—	24	10.0/29	15/29	—
				Br. Columbia, »Interior», 480—600 m													
29	Rk	24/29	OMT	26	1924	1	4	—	—	20	30	40	10	27	7.5/28	—	—
30	»	31/29	»	32	»	4	2	—	61	39	—	—	—	25	9.5/28	12/28	—
31	»	63/30	MT,OMT	56	»	—	1	—	4	32	64	—	—	—	4.0/28	—	—
32	Sb	8/29	OMT	40	»	—	4	5	88	7	—	—	—	21	9.0/31	16/31	—
33	»	161/33	OMaT Ent. pelto	12	1926	—	5	—	78	21	1	—	—	24	10.5/29	18/29	—
				Br. Columbia, Valemount, 52°55′ x 119°20′													
34	Ph	125II/43	OMT-OMaT	17	1938	—	1	—	—	—	—	—	—	—	4.0/15	—	—
				Br. Columbia, Tete Jaune													
35	Rk	419/46	OMT,OMaT	135	1937	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2.0/15	—	—
36	Sb	313/43	OMT	68	»	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6.5/18	—	—
37	»	315/43	OMaT	10	»	—	1	—	—	—	—	—	—	—	4.5/15	—	—
38	»	316/43	»	5	»	—	1	—	—	—	—	—	—	16	6.5/18	—	—
				Kanada, Alberta, Crows Nest Pass, 49°39′ x 114°41′													
39	Ph	34 D/31	OMaT	5	1927	2	3	36	56	8	—	—	—	20	10.5/26	16/26	—
40	»	127/31	»	50	»	—	3	6	79	11	4	—	—	22	10.0/29	20/29	—
41	»	128/31	OMT	82	»	2	4	27	63	9	—	—	1	23	7.5/26	—	—
42	»	214/33	MT	95	»	1	6	10	83	7	—	—	—	22	8.5/26	15/26	—
43	Aul	/32	OMT	4	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.5/28	—	—
44	Rk	109/31	MT	150	»	1	5	—	37	45	11	7	—	25	6.0/25	—	—
45	»	202/31	OMT	1	»	—	—	18	82	—	—	—	—	24	7.0/25	9/25	—
46	»	235/32	»	200	»	1	2	—	—	—	—	—	—	23	6.5/25	11/25	—
47	»	241/32	MT,OMT	107	»	—	—	9	19	71	1	—	—	22	6.0/26	—	—
48	Sb	117/31	OMT	20	»	1	4	58	40	2	—	—	—	23	9.0/28	15/28	—
				USA, Washington, Stabler Colombia National Forest, 360 m													
49	Sb	260/37	FT	16	1932	—	1	—	3	25	64	5	3	—	4.0/20	—	—
				Tuntematon — *Unbekannt*													
50	Rk	27/29	OMT	20	1924	1	4	4	4	38	44	9	1	—	—	—	—
51	»	60/30	»	1	»	1	3	6	18	76	—	—	—	27	5.5/28	7/28	—
52	Sb	31/29	»	1	»	3	—	5	77	18	—	—	—	25	10.5/31	17/31	—
53	»	159/33	OMaT	11	1927	—	5	1	75	22	2	—	—	21	10.5/28	18/28	—
				Br. Columbia, Quesnel													
54	Must	5/09	OMT	10	1905	—	4	—	—	—	—	—	—	—	20.5/49 17.5/44		438/49 364/44

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
							Taxis cuspidata										
							Tuntematon — *Unbekannt*										
1	Ph	22 D/25	OMaT	5	1925	—	2	39	14	14	23	10	—	—	3.0/28	—	—
2	Rk	181/31	OMT	4	»	2	2	2	3	3	50	40	2	—	2.0/27	3/27	—
3	»	185/34	»	1	»	—	—	—	—	—	—	93	7	—	1.0/27	—	—
4	»	203/31	»	2	»	—	—	—	—	—	32	68	—	—	1.5/27	—	—
5	»	273/33	»	6	»	2	—	—	2	6	15	63	14	—	1.5/27	—	—
6	Sb	142/32	»	9	»	—	1	1	18	33	37	7	4	—	3.0/30	—	—
7	»	143/32	»	4	1927	—	1	—	4	22	34	36	4	—	3.0/28	—	—
8	»	206/34	OMaT	4	»	—	—	—	—	29	71	—	—	—	1.3/25	—	—
9	Aul	—	»	3	1925	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.5/30	—	—
							Thuja koraiensis										
							Tuntematon — *Unbekannt*										
1	Ph	D	OMaT	1	1934	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.0/18	—	—
2	Sb	298/38	»	3	»	—	1	46	36	18	—	—	—	—	4.0/21	—	—
3	Aul	—	»	1	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5/21	—	—
							Thuja occidentalis										
							Tuntematon — *Unbekannt*										
1	Sb	22/29	OMT	1	1919	—	—	50	32	12	6	—	—	—	3.5/33	—	—
							Kanada, Ontario, 49°30′ x 83°										
2	Ph	19 D/30	OMaT	5	1925	2	2	14	60	26	—	—	—	31	6.5/31	—	—
3	»	121/31	Lhkr	9	»	2	3	9	40	48	2	1	—	—	5.5/28	—	—
4	»	184/32	Kgkr	3	»	1	2	43	54	3	—	—	—	—	3.0/26	—	—
5	Rk	76/30	Krkg	40	»	1	—	3	20	64	12	1	—	—	3.0/26	—	—
6	»	77/30	»	70	»	1	—	2	68	24	4	2	—	—	3.0/26	—	—
7	»	192/31	OMT	2	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.5/27	—	—
8	»	373/38	»	2	»	—	—	—	—	—	—	—	—	26	6.5/27	9/27	—
9	Sb	56/30	OMaT	16	»	—	1	48	52	—	—	—	—	—	5.5/30	—	—
10	»	115/31	Pelto	11	»	—	1	80	20	—	—	—	—	—	6.0/30	—	—
							Kanada, New Brunswick										
11	Sb	239/35	Kr	27	1929	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
							Thuja plicata										
							Br. Columbia, Cambie										
1	Rk	114/31	OMaT	23	1924	—	—	—	—	2	6	90	2	—	—	—	—
2	Sb	29/29	»	3	»	—	—	—	31	44	15	8	2	—	2.5/31	—	—
3	»	35/29	»	2	»	—	—	—	28	33	17	22	—	—	1.0/28	—	—
							Br. Columbia, Celista, Interior, 50°57′ x 119°18′, 900 m										
4	Ph	32 D/31	OMaT	3	1927	1	2	—	15	10	44	31	—	—	4.5/26	—	—
5	»	122/31	Krkg	60	»	1	2	2	19	28	39	12	—	—	4.0/26	—	—
6	»	212/33	Lehkr	80	»	—	—	15	17	21	40	7	—	—	2.0/26	—	—
7	Sb	116/31	OMaT	20	»	—	—	—	33	37	27	3	—	—	4.5/28	—	—
8	Aul	—	»	2	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.5/28	—	—
							Br. Columbia, Lemprier, 52°30′ x 119°4′										
9	Ph	120/31	Kgkr	69	1927	2	3	3	19	25	47	6	—	—	4.0/26	—	—
10	»	213/33	Lehkr	15	»	—	—	10	23	30	37	—	—	—	2.0/26	—	—
11	Rk	274/33	»	31	»	—	1	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—
12	Sb	188/33	OMaT	15	»	—	1	—	53	22	15	9	1	—	4.0/28	—	—
13	»	187/33	»	6	»	—	1	—	65	14	9	8	4	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
				Br. Columbia, Larch Hills, 50°50′ x 119°, 810 m													
14	Ph	185/32	Kgkr	78	1928	2	2	37	25	18	20	—	—	—	4.5/25	—	—
15	»	211/33	Lehkr	120	»	1	—	5	42	25	24	4	—	—	2.0/24	—	—
16	»	222/33	»	80	»	1	3	3	29	11	31	16	9	—	5.0/25	—	—
17	Rk	307/34	OMT	64	»	—	—	—	1	2	12	70	15	—	—	—	—
18	»	324/34	»	10	»	—	—	—	—	—	—	100	—	—	1.0/23	—	—
19	»	380/38	Taimit.	2	»	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—
				Br. Columbia, Celista + Lemprier + Larch Hills													
20	Ph	233/34	OMaT-OMT	13	1928	2	1	16	32	31	20	1	—	24	6.5/25	—	—
				Thujopsis dolabrata													
				Tuntematon — *Unbekannt*													
1	Sb	149/32	OMaT	1	1927	—	—	—	—	17	83	—	—	—	1.5/28	—	—
				Tsuga canadensis													
				Tuntematon — *Unbekannt*													
1	Sb	20/29	OMaT	4	1924	—	1	63	37	—	—	—	—	26	7.5/28	15/28	—
2	»	33/29	»	1	»	—	1	—	100	—	—	—	—	—	5.0/28	—	—
3	»	311/42	OMT	3	1933	—	2	—	—	—	—	—	—	—	4.5/22	—	—
				Tsuga caroliniana													
				USA, N-Carolina, Asheville, 660 m													
1	Sb	266/37	FT	13	1932	—	1	13	17	11	13	21	25	—	3.5/23	—	—
2	»	309/42	OMT	4	»	—	2	—	—	—	—	—	—	—	4.0/23	—	—
				Tsuga diversifolia													
				Tuntematon — *Unbekannt*													
1	Sb	312/42	OMT	1	1931	—	1	—	—	—	—	—	—	—	3.0/24	—	—
2	Aul	—	OMaT	1	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.5/24	—	—
				Tsuga heterophylla													
				Br. Columbia, Larch Hills, 50°50′ x 119°, 900 m													
1	Ph	59 D/34	OMT-OMaT	3	1927	—	1	16	4	20	52	4	4	—	4.0/26	—	—
2	»	293/36	OMaT	6	»	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3.0/26	—	—
3	Aul	—	»	4	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.5/26	—	—
				USA, Washington, Stabler Colombia National Forest, 360 m													
4	Sb	265/37	OMaT	7	1932	—	1	6	2	1	5	32	54	—	4.5/23	—	—
				Tsuga Mertensiana													
				USA, Washington, Stabler Colombia National Forest, 1 350 m													
1	Sb	264/37	FT	4	1932	—	1	3	6	3	11	46	31	—	2.5/23	—	—
				Tuntematon — *Unbekannt*													
2	Rk	420/46	OMT	4	1937	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
								Acer campestre									
								Tuntematon — *Unbekannt*									
1	Sb	179/33	Pelto	2	1928	—	—	35	61	4	—	—	—	—	—	—	—
2	»	275/37	Lehto	3	1931	—	—	—	—	7	26	47	20	—	—	—	—
								Acer Ginnala									
								Suomi, *Finnland*, Mustila									
1	Rk	222/31	Piha	1	1927	—	—	50	50	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Sb	59/30	Pelto	6	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	»	178/33	»	1	1928	—	—	56	44	—	—	—	—	—	—	—	—
								Korea									
4	»	292/38	»	2	1933	—	—	80	15	5	—	—	—	—	6.0/19	—	—
5	Aul	—	OMT	10	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0/22	—	—
								Acer Mono* f. *marmoratum									
								Japani, *Japan*, Hokkaido, Napporo									
1	Rk	308/34	OMT	2	1927	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—	—
2	Sb	176/33	Pelto	5	»	—	—	11	11	7	36	28	7	—	4.3/25	—	—
								Korea, Koago									
3	Sb	273/37	Taimit.	1	1932	—	—	—	—	—	10	90	—	—	—	—	—
								Acer Negundo									
								Suomi, *Finnland*, Mustila									
1	Rk	91/30	OMT	1	1927	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Sb	60/30	Pelto	6	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Rk	346/36	OMT	5	1929	—	—	31	22	18	7	8	14	—	—	—	—
4	Sb	277/37	Pelto	2	»	—	—	—	28	—	43	—	29	—	—	—	—
5	Aul	—	OMT	4	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.0/26	—	—
								Acer rubrum									
								Kanada, New Hampshire									
1	Ph	305/37	Pelto	17	1932	—	1	4	2	7	14	11	62	—	4.0/21	—	—
2	»	328/37	OMT	52	»	1	1	4	5	10	31	44	6	—	6.0/22	—	—
3	»	333/37	»	10	»	—	—	4	19	28	33	16	—	—	5.0/22	—	—
4	»	359/38	»	23	»	—	—	4	7	15	24	49	1	—	4.5/22	—	—
5	Sb	278/37	Pelto	3	»	—	—	—	6	13	31	38	12	—	5.0/21	—	—
6	Aul	—	OMT	1	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.5/23	—	—
								Acer saccharum									
								Tuntematon — *Unbekannt*									
1	Ph	226/33	FT	12	1931	1	2	3	—	3	32	39	23	—	—	—	—
2	Sb	271/37	Taimit.	1	»	—	—	—	6	—	—	78	16	—	—	—	—
3	Aul	—	OMT	1	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5.5/24	—	—
								Alnus viridis									
								Sveitsi, *Schweiz*, Münsterthal									
1	Sb	27/29	OMaT	3	1925	—	—	11	41	15	4	3	26	—	4.0/29	—	—
								Betula davurica									
								Tuntematon — *Unbekannt*									
1	Rk	213/31	OMT	1	1928	—	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
				Betula Ermani													
				Japani, *Japan*, Hokkaido													
1	Rk	80/29	Pelto	1	1924	—	1	—	—	—	—	—	—	—	6.0/31	—	—
2	Sb	23/29	OMaT	1	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				Betula mandshurica													
				Siperia, *Sibirien*, Habarovsk													
1	Ph	50 D/34	OMT	3	1931	—	2	—	—	—	—	—	—	—	11.5/22	—	—
				Betula Maximowicziana													
				Epävarma — *Unsicher*													
1	Rk	212/31	OMT	1	1927	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Sb	152/32	OMaT	2	»	—	—	—	50	50	—	—	—	—	—	—	—
				Betula papyrifera													
				Suomi, *Finnland*, Mustila													
1	Rk	70/30	MT	11	1925	—	2	100	—	—	—	—	—	—	13.0/29	12/29	—
2	»	81/30	Pelto	1	»	—	2	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Sb	2/28	Lehto	13	»	—	3	100	—	—	—	—	—	—	15.0/28	16/28	104/28
				Betula papyrifera var. ***neoalaskana***													
				Kanada, Alberta, Cooking Lake, 53°26′ x 113°5′													
1	Ph	26 D/31	OMT	6	1928	—	2	100	—	—	—	—	—	—	10.0/25	—	—
2	»	118/31	Kgkr	34	»	1	3	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	»	186/32	»	4	»	1	3	100	—	—	—	—	—	21	8.0/25	11/25	—
4	»	210/33	Niitty	3	»	—	3	100	—	—	—	—	—	18	10.5/25	12/25	—
5	Sb	193/33	Pelto	4	»	—	—	—	21	29	24	—	26	—	—	—	—
				Carpinus Betulus													
				Tuntematon — *Unbekannt*													
1	Rk	168/31	OMaT	60	1925	1	—	—	—	2	2	73	23	—	2.5/30	—	—
				Cercidiphyllum japonicum													
				Tuntematon — *Unbekannt*													
1	Sb	—	OMT	4	1932	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0/23	—	—
2	Aul	—	OMT-OMaT	4	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.5/23	—	—
				Fagus grandifolia													
				USA, New Hampshire													
1	Ph	79 D/37	OMT-OMaT	1	1933	—	—	—	—	25	50	25	—	—	—	—	—
2	Sb	295/38	OMaT	15	»	—	—	—	—	32	37	22	9	—	—	—	—
				Fagus sylvatica													
				Tanska, *Dänemark*, Bunderupsholm, Rold Skov													
1	Rk	4/25	OMT	2	1922	—	—	—	—	—	—	42	58	—	—	—	—
				Ruotsi, *Schweden*, Omberg													
2	Sb	103/31	OMaT	22	1925	—	1	—	—	2	45	45	8	—	4.5/26	—	—
				Ruotsi, *Schweden*, Hallandsås, Röjsjöholm													
3	Rk	187/32	OMT	3	1925	—	—	—	—	—	—	100	—	—	5.0/26	—	—
4	Sb	181/33	OMaT	1	»	—	—	—	—	—	—	68	32	—	3.0/26	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
					Puola, *Polen*, Dobromil, Leszyny, 550 m												
5	Sb	102/31	OMaT	1	1926	—	1	—	—	—	50	50	—	—	—	—	—
6	Rk	189/31	OMT	1	»	—	—	—	—	—	—	100	—	—	2.5/26	—	—
					Tšekkoslovakia, *Tschechoslowakei*, Podkarpatien, 800—900 m												
7	Rk	188/31	OMT	5	1926	—	—	—	—	—	4	91	5	—	3.5/26	—	—
					Tšekkoslovakia, *Tschechoslowakei*, Ulica, Welkoja, Bjeresnojen Gau-Kosice, 400—600 m												
8	Sb	182/33	OMaT	6	1926	—	—	—	—	—	—	67	33	—	3.0/26	—	—
					Fraxinus americana												
					Kanada, Ontario												
1	Sb	61/30	OMT	2	1925	—	1	79	—	16	—	5	—	—	4.5/27	—	—
					Fraxinus chinensis var. ***rhyncophylla***												
					Suomi, *Finnland*, Mustila												
1	Sb	207/34	OMaT	1	1926	—	—	—	—	—	—	100	—	—	3.0/26	—	—
2	»	209/34	»	2	»	—	—	—	4	18	42	33	3	—	1.5/26	—	—
					Fraxinus longicuspis												
					Japani, *Japan*, Kiso, 55°30′ x 137°0′												
1	Sb	208/34	OMaT	1	1926	—	—	—	—	14	14	50	22	—	—	—	—
					Fraxinus mandshurica												
					Japani, *Japan*, Hokkaido												
1	Rk	37/29	OMaT	4	1925	—	1	—	—	—	—	88	12	—	—	—	—
2	Sb	28/29	»	8	»	1	—	3	1	3	18	29	46	—	1.5/27	—	—
					Fraxinus oregona												
					USA, Washington, Stabler Colombia Forest, 360 m												
1	Sb	293/38	OMT	5	1933	—	—	—	4	11	19	66	—	—	5.0/19	—	—
2	»	296/38	FT	5	»	—	—	—	—	—	2	91	7	—	—	—	—
					Fraxinus pennsylvanica												
					Suomi, *Finnland*, Mustila												
1	Rk	365/38	OMT	28	1934	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Sb	283/38	FT	5	»	—	1	66	10	18	6	—	—	—	6.0/18	—	—
					Juglans mandshurica												
					Korea, Kokai, 36°47′ x 127°21′, 540 m												
1	Ph	25 D/31	OMaT	1	1928	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Rk	205/31	OMT	1	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Sb	113/31	Pelto	3	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.0/27	—	—
					Juglans Sieboldiana												
					Tuntematon — *Unbekannt*												
1	Ph	24 D/	OMaT	1	1928	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	Sb	114/	Pelto	4	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.0/24	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
					Populus laurifolia												
					Suomi, *Finnland*												
1	Rk	5/25	OMT	60	1924	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	»	89/30	»	13	1927	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	Sb	101/31	Pelto	4	»	—	—	100	—	—	—	—	—	—	15.5/25	22/25	—
					Populus suaveolens												
					Saksa, *Deutschland*												
1	Sb	51/30	OMaT Lehto	10	1928	—	1	100	—	—	—	—	—	—	21/24	26/24	—
					Prunus Sargenti												
					Tuntematon — *Unbekannt*												
1	Rk	—	OMT	4	1939	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.0/16	—	—
2	Aul	—	OMaT	4	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.0/16	—	—
					Quercus borealis												
					Belgia, *Belgien*												
1	Ph	229/34	OMT	4	1932	—	2	10	1	26	61	2	—	—	—	—	—
					USA, New Hampshire												
2	Ph	230/34	OMT-OMaT	12	1932	—	2	10	1	26	61	2	—	—	—	—	—
					Tilia japonica												
					Japani, *Japan*, Hokkaido												
1	Rk	92/30	OMT	4	1925	—	—	2	16	32	32	13	5	—	—	—	—
2	Sb	5/28	Lehto	3	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					Japani, *Japan*, Kiso, 35°45′ x 137°15′												
3	Rk	370/38	OMT	1	1928	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Sb	194/3	OMaT	4	»	—	2	62	25	13	—	—	—	—	—	—	—
					Tilia platyphyllos												
					Saksa, *Deutschland*												
1	Sb	191/33	OMaT	17	1927	—	2	84	8	8	—	—	—	—	7.0/25	—	—

INVESTIGATIONS INTO THE DISPERSAL OF BIRCH POLLEN WITH A PARTICULAR VIEW TO THE ISOLATION OF SEED SOURCE PLANTATIONS

RISTO SARVAS

TUTKIMUKSIA KOIVUN SIITEPÖLYN LEVIÄMISESTÄ ERITYISESTI SIEMENVILJELYSTEN ERISTÄMISTÄ SILMÄLLÄ PITÄEN

SUOMENKIELINEN SELOSTUS

HELSINKI 1956

Contents

Introduction 3
Methods of investigation 4
Results 8
Summary 12
Literature 14
Suomenkielinen selostus 15

Helsinki 1956. Valtioneuvoston kirjapaino

Introduction

The growing interest during the recent years in the problems of forest genetics has greatly increased the need to obtain more precise data on the pollen spread of forest trees. Due to the summary character of the knowledge we have of the spread of pollen our forest genetic thinking is built on many essential points on a precariously vague basis. However, the need of more precise information has already become quite compelling in practical silviculture too, especially now that seed source plantations are being established on an extensive scale.

It is no mischance nor a result of intentional neglect that we have advanced no further on this point. A great deal of persevering fundamental work has already been carefully done; reference is made, to mention a few, to the investigations by Schmidt (1918), Hesselman (1919), Malmström (1923), Dyakowska (1937), Pohl (1937), Rempe (1937), Dengler and Scamoni (1944), Scamoni (1949, 1955), Sarvas (1952, 1955a and 1955b), Wright (1952, 1953), Langner (1953), Leibundgut and Marcet (1953), Andersson (1955), and Persson (1955), The cause lies above all in the complexity of the occurrence. Very probably the majority of the investigators who, starting out with high hopes, have tackled this problem have, after a few years — or tens of years — been prepared to say with Dengler (Dengler and Scamoni 1944, p. 148): »Die Probleme bei diesem ökologischen Vorgang sind viel schwieriger, als ich es mir bei Beginn vorgestellt hatte, und könnten ein ganzes Forscherleben ausfüllen.»

However, advances have been made step by step. The purpose of the present investigation is to make a modest contribution to the solution of the question of what sort of result might be attainable by measures aiming at isolation by distance of seed source plantations. Although the present studies only provide guidance to this practically important question the report is published at this early stage because of the urgency of the problem of establishing seed source plantations.

In studying the possibilities of isolating seed source plantations it is not sufficient to ascertain the extent to which it is possible to prevent pollination from outside the seed source plantations. In addition, it is important to be able to estimate what percentages of the seed to be harvested from the plantation are the result of pollination from the seed source plantation itself (and of pollination from outside). The study of these questions thus requires information both on the pollen amounts deriving from outside the plantations and on the plantations' own pollen crop.

To date it has hardly been possible to obtain exact information on the plantations' own pollen crop as seed source plantations at full flowering age and of normal size hardly exist anywhere yet. However, it can be assumed that the pollen crop from seed source plantations will equal and obviously even exceed that of mature pure stands. Information of the pollen crop of the latter stands will provide an idea of at least the minimum amounts of the pollen crop from seed source plantations. Partly for this purpose, parallelly with the studies covered by the present report, and partly in connection with much earlier investigations, the pollen crop of pure stands in the neighbourhood of Helsinki has been measured.

For this reason, it has been possible to concentrate in the present study mainly on ascertaining the part played by pollen derived from outside the seed source plantation.

In this work I have received help from many. Mr. Olavi Helenius, B. F., and Mr. Olavi Huuri, B. F., have assisted me with the field work, and Mr. Ilkka Koivisto in the laboratory. I wish to extend to them my respectful, best thanks. I also express my gratitude for the grant given for the present investigation by the Foundation for Forest Tree Breeding.

Methods of investigation

The pollen crop of pure birch stands, both of *Betula pubescens* and *Betula verrucosa*, and its effect on the quality of seed has been studied in detail in a couple of stands in the neighbourhood of Helsinki ever since 1946 (Sarvas 1952, 1955 a). As a result of these studies, quite a firm correlation between the abundance of pollen catch and the filled seed percentage of birch could be shown as early as 1952. This was further corroborated by later studies in 1955. The 1955 result is given in Fig. 1.

On the basis of these investigations it is now possible to make use of this correlation found to exist between the abundance of birch pollen catch and the filled seed percentage. By studying the quality of the seed crop from several birches growing in different parts of a certain, fairly extensive area it is possible, by means of this correlation, in the autumn after the seed

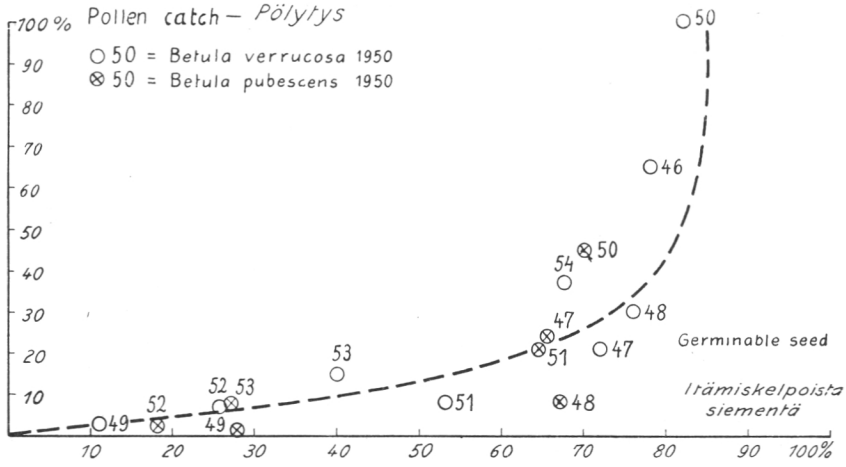


Fig. 1. The dependence of filled seed percentage on the total amount of pollen catch.
Kuva 1. Koivun täysisiemensadanneksen riippuvaisuus pölytyksen runsaudesta.

crop has matured, actually to »map» the average pollen catch all over the district concerned in the spring at flowering time. As *Betula pubescens* in particular flowered exceptionally abundantly in this country in the spring of 1954 it was desired to take advantage of the opportunity offered. It was impossible, however, to investigate as extensive districts as would have been desirable.

The utilization of the above-mentioned correlation not only implied replacing the laborious pollen measurements by seed inspections easier to carry out but also changed the study from a mathematical to a somewhat more biological work, closer to reality.

The investigation area selected was an extensive glacifluvial sandy heath, called Siikakangas (centre: lat. 61°53′, long. 24°11′), situated in the boundary areas of South and Central Finland in the commune of Ruovesi (Fig. 2). The central part of this heath shows a uniform *Pinus silvestris* district running NW-SE, width approx. 2 km and length approx. 4 km. The centre was thoroughly burnt in 1909 in a destructive forest fire, and hence the centre now grows only small-sized young pine stands, height approx. 2—4 m, regenerated after the fire, with *Betula verrucosa* and *B. pubescens* individuals here and there as mixed tree species. The birches, 2—4 m higher than the pines, have just reached the flowering stage (Fig. 3). On the other hand, their own pollen crop is so small that its effect in many cases may be disregarded.

The area concerned is surrounded by different mixed forests. *Pinus silvestris* constitutes an estimated 35, *Picea abies* 45 and *Betula verrucosa* and *B. pubescens* some 20 per cent of the growing stock volume. The south-

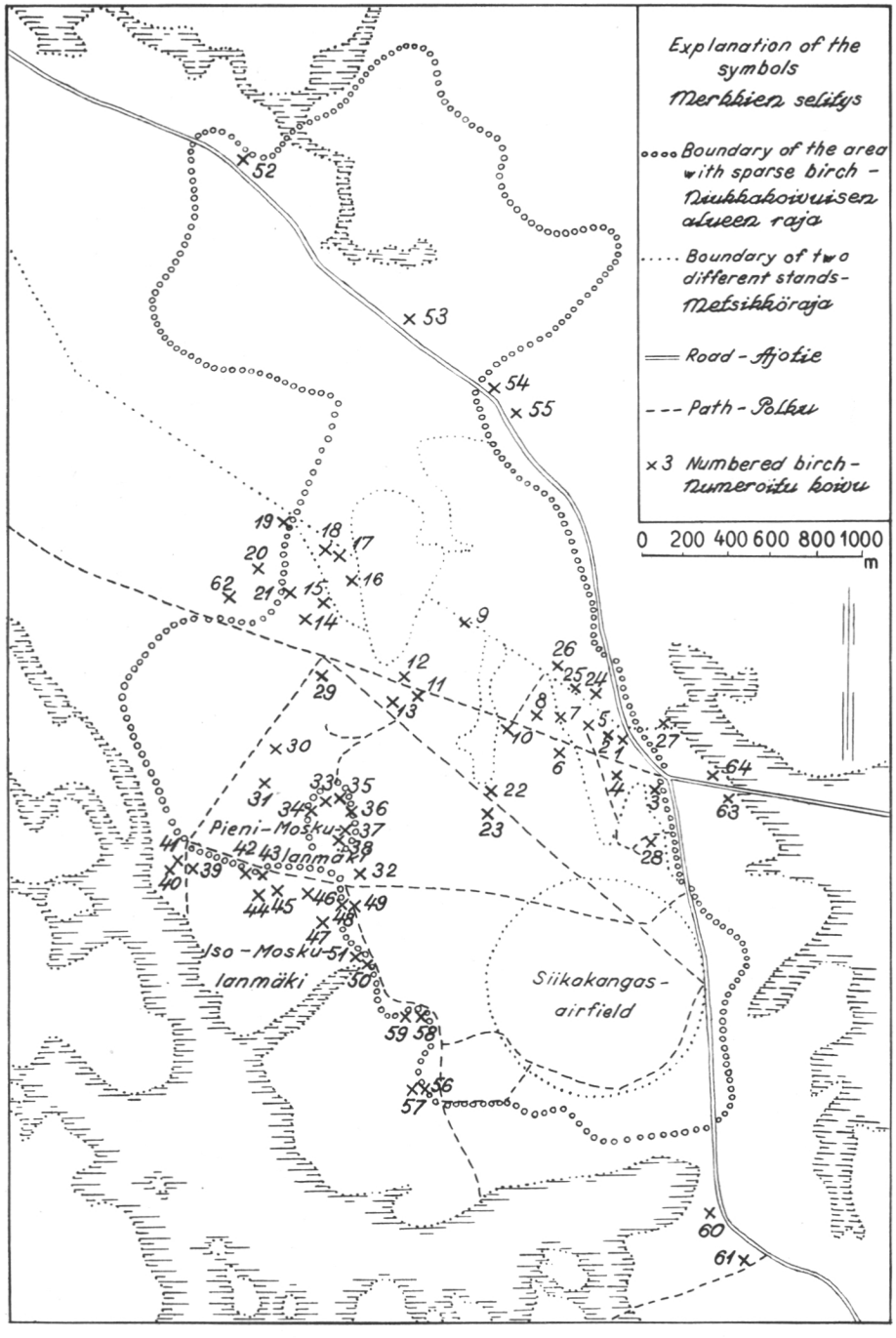


Fig. 2. Investigation area.
Kuva 2. Tutkimusalue.



Fig. 3. Young pine stand growing in the central part of the area investigated, sparsely admixed with birches higher than the seedling stand in general. Photo P. Mikola 24. 1. 1956 North East from sample tree No. 32.

Kuva 3. Tutkimusalueen keskustassa kasvavaa nuorta männikköä, jonka seassa on harvakseen muuta taimistoa pitempiä koivuja. Valok. P. Mikola 24. 1. 1956 koilliseen koepuusta n:o 32.

west, south and southeast margins of the area border on the extensive, ramified Siikaneva bog. However, a mixed forest zone approx. 50—200 m wide divides the bog from the above mentioned fire-devastated area; birch is locally quite abundant in this zone.

In addition, it may be pointed out that the area broadly speaking is relatively plane, average elevation approx. 165 m above sea level. The most prominent exceptions are the hills Pieni Moskulanmäki and Iso Moskulanmäki, the former approx. 185 m and the latter approx. 200 m above sea level.

In the spring of 1954 *Betula verrucosa* flowered in the Ruovesi district approx. from 8. to 12 May and *Betula pubescens* from 19. to 25 May. Both of these flowering times were favorable for the flowering: the air temperature was rather high (the daily maxima varied from 14°—23°C) and there were only some few showers at the end of the *Betula pubescens* flowering period (23.—25. 5.). In addition, the weather was windy, North-winds prevailing during the *Betula verrucosa* flowering and S- and SE-winds during the *B. pubescens* flowering time.

In the period 15—21 July, a total of 64 sample trees, including 30 *Betula verrucosa* and 34 *B. pubescens*, were selected from different parts of this area. The positions of these trees were entered on a large-scale map, and a seed sample, an average of some twenty catkins per tree, was taken from each tree. The selection of sample trees uniformly throughout the area was hampered by the fact that isolated trees suitable for the purpose did not grow everywhere and, in addition, not all the birches, particularly not *Betula verrucosa*, had female catkins.

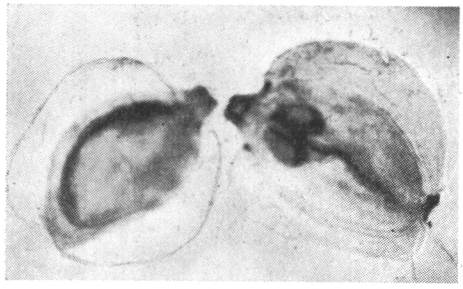


Fig. 4. A filled (left) and empty (right) nutlet of *Betula pubescens*, under the microscope. In the filled nutlet the seed fills the cavity of the fruit, in the empty the placenta and two undeveloped ovules are visible. Magnified × 10.
Kuva 4. Täysi (vas.) ja tyhjä (oik.) hieskoivun siemen (= pähkylä) mikroskoopissa läpivalaistuna. Täydessä siemen täyttää hedelmän ontelon, tyhjässä näkyy istukka ja kaksi kehittymätöntä siemenaihetta. Suurennus 10-kertainen.

The map (Fig. 2) shows the sample trees marked in with small crosses. In addition, each tree is indicated by the number originally given to it in the field and painted at breast height on it. The seed samples collected from sample trees were examined under the microscope. The filled and empty seeds were easy to separate from ecah other (Fig. 4). The partially filled were counted as filled due to the fact that also they result from fertilized ovules. The distinction between the thus defined filled and empty seeds was very clear, which is why the determination of filled seed percentages must be considered quite objective.

The details of the filled seed percentages of the different trees are given in Table 1, p. 9 which also provides information on the distance of the sample trees from the nearest individual of the same tree species, and the distance from the marginal forest.

Results

Even a quick glance at Table 1, which gives the filled seed percentages of the seed samples taken from the different sample trees, indicates quite clearly that the birches growing at the edges of the heath have the highest and the birches in its central part the lowest filled seed percentages.

Particularly the birches growing at the foot of the Iso Moskulanmäki hill, covered with birch-dominated forest, show conspicuously high filled seed percentages. This applies to both *Betula verrucosa* and *B. pubescens*, although more detailed study reveals slight differences between the two

Table 1. The results of the measurements of the Siikakangas birches.
Taulukko 1. Siikakankaan koivujen paikka ja täysisiemensadannekset syksyllä 1954.

Sample tree No. *Koepuun n:o*	Distance — *Etäisyys* from the nearest B. verrucosa *lähimmästä raudus-koivusta* (m)	Distance — *Etäisyys* from the marginal forest *reuna-metsästä* (m)	Filled seed % *Täysiä siemeniä %*	Sample tree No. *Koepuun n:o*	Distance — *Etäisyys* from the nearest B.pubescens *lähimmästä hieskoivusta* (m)	Distance — *Etäisyys* from the marginal forest *reuna-metsästä* (m)	Filled seed % *Täysiä siemeniä %*
	Betula verrucosa				*Betula pubescens*		
4	+50	160	53	1	10	40	55
6	+50	280	75	3	+50	30	81
10	+50	520	49	5	+50	160	73
14	25	410	13	7	+50	320	52
17	35	380	75	8	+50	430	24
18	35	320	64	9	+50	440	65
19	25	140	73	11	15	560	60
20	+50	—	74	12	40	560	4
22	3	600	31	13	40	500	3
24	10	120	68	15	+50	360	83
26	+50	180	52	16	30	500	6
29	+50	380	65	21	+50	120	89
30	50	410	14	23	+50	600	30
31	35	230	61	25	+50	180	64
34	15	—	76	27	+50	—	44
36	10	—	53	28	+50	100	81
38	5	—	80	32	15	30	67
41	8	—	44	33	2	150	18
43	20	—	79	35	5	—	87
44	3	—	81	37	3	—	90
47	3	—	87	39	12	—	71
48	5	—	59	40	+50	—	78
50	5	—	51	42	3	—	73
53	2	410	25	45	3	—	81
55	10	—	63	46	3	—	80
56	2	—	42	49	2	—	82
58	15	—	48	51	5	—	(3)
61	2	—	65	52	+50	—	86
62	15	—	73	54	3	—	80
63	1	—	50	57	3	—	89
				59	5	—	53
				60	2	—	85
				64	4	—	67

birch species.[1]) Taking the *Betula verrucosa* and the *B. pubescens* individuals having a minimum distance of 30 m from other birches of the same species and standing in the central part of the heath a minimum distance of approx. 400 m from the edges, a total of 11 selected trees (Nos. 8, 9, 10, 12, 13, 14,

[1]) A very pronounced exception, however, is made by No. 51, a *Betula pubescens* growing at the foot of the Iso Moskulanmäki hill. It shows a filled seed percentage of only 3 %. It is quite clear that other circumstances than a failure of pollination must account for this very low figure, most probably some chromosomal disturbances.

16, 22, 23, 30 and 53), the average filled seed percentage was 24. The average filled seed percentage of *Betula verrucosa* individuals growing on the edges of the heath was 64, and that of *B. pubescens* individuals 72.

In a pure *Betula verrucosa* stand situated fairly close to the area investigated (Ruovesi, Vessari, Sample Plot No. 152) the filled seed percentage in the autumn of 1954 was 82 and in a pure *B. pubescens* stand (Vilppula, Jaakkoinsuo, Sample Plot No. 153) 86.

It is obvious from these results that the pollination of the female flowers of both *Betula verrucosa* and *B. pubescens* in the spring of 1954 was considerably less complete in the central parts than on the edges of the heath, not to mention the pure *Betula verrucosa* or *B. pubescens* stands of the district. This is evidently due to the fact that in the central parts of the heath, where birches are few, the density of the pollen cloud of the two birch species at the time of flowering was much lower than along the edges where there was a fairly abundant growth of birch.

A more exact idea of the differences is obtainable from the previously found correlation between filled seed percentage and pollen catch shown in Fig. 1, p. 5.

The filled seed percentage in pure stands nearly reached its maximum with both tree species. This concurs with the general ocular observation that the flowering of both the two birch species in this area in the spring of 1954 was better than the average, that of *Betula pubescens* even exceptionally good. In pure stands the amount of pollen catch was evidently approximately the same as e.g. with *Betula verrucosa* in the spring of 1950 in the Ilmala Sample Plot on the northern outskirts of Helsinki, i. e. approx. 150 grains/sq mm in the flowering period as a whole (cf. S a r v a s 1952). Fig. 1. shows, further, that the average filled seed percentage, 24 %, of the birches growing in the centre of the heath corresponds to a pollen catch equalling approx. 5 per cent of that measured at Ilmala in 1950, i. e. approx. 8 grains/sq mm.

The above calculations warrant the following estimate. Had a birch seed source plantation been established in the centre of Siikakangas heath, at a minimum distance of 400 m from the edges, early enough to reach its full flowering capacity by the spring of 1954, the total amount of pollen rain in the seed source plantation in spring 1954 would apparently have amounted to a minimum of approx. 150 grains/sq mm; of this, approx. 8 grains or 5 per cent would have derived from outside the plantation. Hence the seed crop harvested in the autumn would apparently have included only approx. 5 per cent of seed for which the male tree grew outside the seed source plantation.

Depending on wind conditions in particular, a calculation like this must be expected to give a somewhat different result in different years. *Betula*

verrucosa and *B. pubescens*, however, even in the investigation period under review, flowered at different times and in fairly different weather conditions (cf.p. 7). Another factor of considerable uncertainty in the calculation is that the total of the trees representing the centre of the heath was fairly small. On the other hand, the abundant flowering of birch in the spring of 1954 lends more weight to the results than would have been the case if the investigation had been carried out in some other year of less prolific birch flowering. Also, if a birch seed source plantation really had been established in the area the isolation could doubtless have been considerably improved by removing scattered birches growing in the centre and particularly at the edges of the area. In addition, the above calculations are based on the assumption that the birch is completely self-incompatible and that *Betula verrucosa* and *B. pubescens* never hybridize, and that the sample trees and the other few birches growing in the centre of the area do not pollinate each other. None of these assumptions, however, is quite admissible in reality. For instance, in self-incompatibility *Betula pubescens* in particular seems to reveal considerable genotypical variation; thus *Betula pubescens* No. 9, which grew 440 m from the marginal forest and nevertheless showed a filled seed percentage of 65, deserves closer study.

The result is very positive as regards the prospects of isolating seed source plantations of birch. Its general significance is probably enhanced still more by the fact that, due to the light weight of birch pollen, the birch must be considerad a tree species fairly difficult to isolate.

The possibilities of isolating seed source plantations of birch have been studied previously, e.g. by Dellingshausen (1954). In the case investigated by him the problem was far different as the principal disseminator of strange pollen consisted of one separate group of birches growing approximately 300 m from the seed source plantation. However, he too arrives at a conclusion very similar to that reached in the present investigation.

The favourable result gives rise to the question whether it might be possible, utilizing the material now collected, to study in rough outline even how the effectiveness of distance isolation in greater detail depends on the width of the zone of isolation.

This point has been studied by plotting the results for each sample tree in a diagram, the filled seed percentage of the seed sample taken from the sample tree is made the vertical axis and the distance of the tree from the edge of the area under review constitutes the horizontal axis. The result is seen in Fig. 5. The figure also shows the ocularly drawn mean for the points representing the individual sample trees. This figure shows very clearly that as the distance from the marginal forest grows the filled seed percentage of the sample trees declines, although the dispersal on both sides of the mean value curve is considerable. It is also seen that the decline in

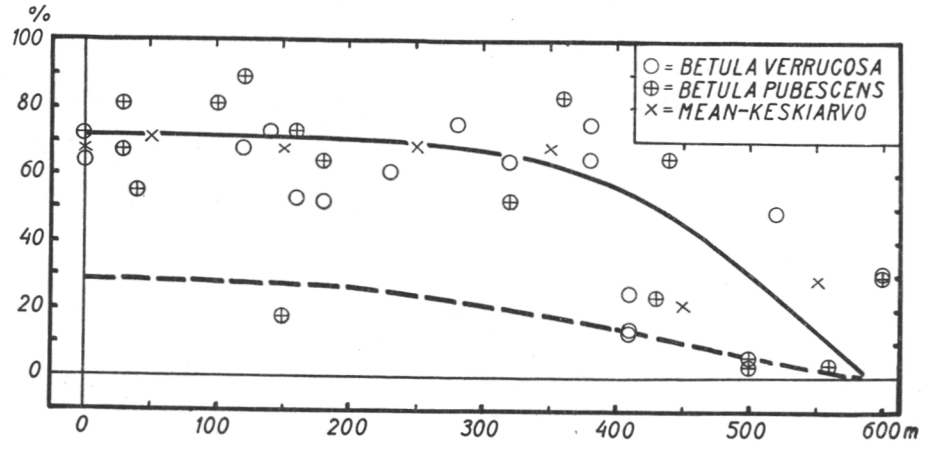


Fig. 5. The filled seed percentage of birch at different distances of the bordering forest (———) and the relative amount of total pollen catch (— — —).

Kuva 5. Koivun täysisiemensadannes eri etäisyyksillä reunametsästä (———) ja pölytyksen suhteellinen runsaus (— — —).

the filled seed percentage, initially fairly slow, steepens from approx. 300—400 m onwards.

Fig. 5 has another curve, too, drawn as a dotted line, which shows the relative amount of pollen catch at the different distances from the marginal forest when the pollen catch in a pure birch stand (e. g. seed source plantation) is taken at 100. This diagram is based on the mean value curve of the diagram mentioned above and on the correlation in Fig. 1. It shows perhaps more clearly still how the effectiveness of isolation depends on distance. If it is desired to ensure that the seed collected from a seed source plantation contains only a maximum of approx. 10 per cent resulting from pollination from outside, the distance must be no less than approx. 400 m.

In conclusion, it should be pointed out that the result shown in Fig. 5 suggests the relatively slight significance of the long-distance transport of pollen in the pollination of forest trees. In recent years, in particular, a similar conclusion has been indicated in several other investigations also (e.g. Langner 1953 and Wright 1952, cf. also Scamoni 1955).

Summary

The investigation aimed at finding out the effectivness of distance as a factor isolating forest tree seed source plantations from outside pollination.

For methodical reasons, birch was selected as the object of the investigation.

The investigation is based on the fairly firm correlation previously found to obtain between the density of birch pollen catch and the filled seed percentage.

The investigation was carried out on an extensive pine seedling area with a sparse growth of *Betula verrucosa* and *B. pubescens* but surrounded by stands containing plenty of birch.

From the investigation it was estimated that, should a birch seed source plantation have existed in the centre of the pine area studied (distance isolation approx. 400 m), apparently only approx. 5 per cent of its seed crop would have resulted from pollination from outside and the balance of 95 per cent from pollination within the seed source plantation.

Literature

Andersson, Enar. 1955. Pollenspridning och avståndsisolering av skogsfröplantager. Summary. Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift, I, s. 35—100.

Dellingshausen, M. 1954. Der Anteil fremden Pollens bei der Befruchtung in einer Birkensamenplantage. Summary. Zeitschrift f. Forstgenetik u. Forstpflanzenzüchtung, s. 52—53.

Dengler und Scamoni. 1944. Über den Pollenflug der Waldbäume. Zeitschrift für das gesamte Forstwesen, S. 136—155.

Dyakowska, J. 1937. Researches on the rapidity of the falling down of pollen of some trees. Bulletin international de l'académie polonaise des sciences et des lettres. Série B: sciences naturelles (I).

Hesselman, Henrik. 1919. Iakttagelser över skogsträdspollens spridningsförmåga. Resümee: Beobachtungen über die Verbreitungsfähigkeit des Waldbaumpollens. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt, h. 16.

Langner, W. 1953. Eine Mendelspaltung bei Aurea-Formen von Picea Abies (L.) Karst. als Mittel zur Klärung der Befruchtungsverhältnisse im Walde. Summary. Zeitschrift f. Forstgenetik u. Forstpflanzenzüchtung, S. 49—51.

Leibundgut, H. und Marcet, E. 1953. Pollenspektrum und Baumartenmischung. Beobachtungen über den Pollenniederschlag auf dem Uetliberg bei Zürich im Jahre 1950. Résumé: Spectres polliniques et mélange des essences. Schweizerische Zeitschr. für Forstwesen, S. 594—611.

Malmström, Carl. 1923. Degerö Stormyr. Resümee: Degerö Stormyr. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt, h. 20.

Persson, Arne. 1955. Frequenzen von Kiefernpollen in Südschweden 1953 und 1954. Summary. Résumé. Zeitschrift f. Forstgenetik u. Forstpflanzenzüchtung, S. 129—137.

Pohl, Franz. 1937. Die Pollenkorngewichte einiger windblütiger Pflanzen und ihre ökologische Bedeutung. (Beiträge zur Morphologie und Biologie des Pollens, VII). Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Band LVII, Abteilung A.

Rempe, Helmut. 1937. Untersuchungen über die Verbreitung des Blütenstaubes durch die Luftströmungen. Planta, 27. Band.

Sarvas, Risto. 1952. On the flowering of birch and the quality of seed crop. Selostus: Koivun kukkimisesta ja siemensadon laadusta. Communic. Inst. forest. Fenn. 40.

—»— 1955 a. Investigations into the flowering and seed quality of forest trees. Selostus: Tutkimuksia metsäpuiden kukkimisesta ja siemensadon laadusta. Communic. Inst. forest. Fenn. 45.

—»— 1955 b. Ein Beitrag zur Fernverbreitung des Blütenstaubes einiger Waldbäume. Summary. Résumé. Zeitschrift f. Forstgenetik u. Forstpflanzenzüchtung, S. 137—142.

Scamoni, A. 1949. Beobachtungen über den Pollenflug der Kiefer und Fichte. Forstwissenschaftl. Centralblatt, S. 735—751.

—»— 1955. Berichte über den gegenwärtigen Stand unseres Wissens vom Pollenflug der Waldbäume. Summary. Résumé. Zeitschrift f. Forstgenetik u. Forstpflanzenzüchtung, S. 145—149.

Schmidt, Wilhelm. 1918. Die Verbreitung von Samen und Blütenstaub durch die Luftbewegung. Österreichische botanische Zeitschrift.

—»— 1925. Der Massenaustausch in freier Luft und verwandte Erscheinungen. Probleme der kosmischen Physik. VII. Hamburg.

Wright, Jonathan W. 1952. Pollen dispersion of some forest trees. Northeastern Forest Exp. Station, Station Paper 46. (Mimeographed.)

—»— 1953. Pollen- dispersion studies: some practical applications. Journal of forestry, pp. 114—118.

Tutkimuksia koivun siitepölyn leviämisestä erityisesti metsäpuiden siemenviljelysten eristämistä silmällä pitäen

SUOMENKIELINEN SELOSTUS

Johdanto

Sitä mukaa kuin metsien hoidossa parin viime vuosikymmenen kuluessa on kiinnitetty yhä lisääntyvässä määrässä huomiota metsägeneettisiin kysymyksiin, on tarve saada entistä täsmällisempi kuva metsäpuiden siitepölyn leviämisestä suuresti kasvanut. Koko metsägeneettinen ajattelumme rakentuu monissa varsin olennaisissa kohdissa arveluttavan hataralle pohjalle juuri siitepölyn leviämistä koskevien perustietojen ylimalkaisuuden vuoksi, mutta täsmällisten tietojen tarve nousee jo varsin pakottavana eteen käytännön metsätaloudessakin etenkin sen jälkeen, kun siemenviljelysten perustamiseen on ryhdytty laajassa mittakaavassa.

Nyt esillä olevan tutkimuksen tarkoituksena on vähäiseltä osalta selvittää kysymystä, millaiseen tulokseen voidaan toivoa päästävän siemenviljelysten eristämisessä etäisyyttä hyväksi käyttäen. Vaikkakin esitettävänä oleva tutkimus valaisee tätä käytännön kannalta tärkeää kysymystä vain suunnistavasti, on sen julkaisemista pidetty kuitenkin siemenviljelysten perustamistyön kiireellisyyden vuoksi tarpeellisena.

Siemenviljelysten eristämisen mahdollisuuksia tutkittaessa ei tietystikään riitä, että selvitetään, missä määrin siemenviljelysten ulkopuolelta tuleva saman puulajin pölytys voidaan ehkäistä, vaan on ennen muuta pyrittävä saamaan käsitys siitä, mikä suhde vallitsee siemenviljelyksen ulkopuolelta ja siitä itsestään käsin tapahtuvan pölytyksen välillä. Tämä suhde ilmaisee, kuinka suuri sadannes siemenviljelyksestä korjattavasta siemenestä on arvioitava syntyneen siemenviljelyksestä itsestään käsin tapahtuneen ja kuinka suuri ulkopuolelta tulleen pölytyksen seurauksena. Näiden kysymysten selvittämiseksi tarvitaan siis tietoja sekä siemenviljelysten omasta siitepölysadosta että myös siemenviljelysten ulkopuolelta tulevista siitepölymääristä.

Siemenviljelysten omasta siitepölysadosta ei tällä hetkellä vielä liene mahdollisuuksia saada täsmällisiä tietoja, koska täyden kukkimisrunsauden ikään ehtineitä, normaalikokoisia siemenviljelyksiä tuskin missään vielä on olemassa. Voidaan kuitenkin olettaa, että siemenviljelysten oma siitepölysato tulee saavuttamaan ja ilmeisesti ylittämäänkin täysi-ikäisten puhtaiden metsiköiden siitepölysadon. Hankkimalla tietoja tällaisten metsiköiden siitepölysadosta, voidaan siis arvioida ainakin siemenviljelysten siitepölysadon alimmaismäärät. Osaksi tässä tarkoituksessa onkin rinnan nyt esitettävien tutkimusten kanssa ja osaksi jo paljon aikaisemminkin suoritettu mittauksia Helsingin läheisyydessä puhtaiden metsiköiden siitepölysadosta ja tulokset julkaistu erillisinä tutkimuksina (Sarvas 1952, 1955a).

Nyt esitettävässä tutkimuksessa on tämän vuoksi voitu keskittyä pääasiallisesti siemenviljelyksen ulkopuolelta tulevan siitepölyn merkityksen selvittämiseen.

Tutkimusmenetelmä

Puhtaiden koivikoiden, sekä raudus- että hieskoivikoiden, siitepölysatoa ja sen vaikutusta siemenen laatuun on tutkittu yksityiskohtaisesti Helsingin lähistöllä parissa metsikössä vuodesta 1946 alkaen (Sarvas 1952). Näiden tutkimusten tuloksena saatettiin jo v. 1952 osoittaa varsin kiinteä korrelatio siitepölysadon runsauden ja koivun täysisiemensadanneksen välillä. Myöhemmin suoritetuilla tutkimuksilla tämä voitiin vielä vahvistaa (Sarvas 1955a). Kuvassa 1 esitetään toistettuna v. 1955 saavutettu tulos. Tutkimalla siemensadon laatu useista koivuista, jotka kasvavat eri puolilla jotakin tiettyä laajahkoa aluetta, on nyt mainittuja korrelatioita hyväksi käyttäen mahdollista suorastaan »kartoittaa» tietyn alueen yllä keväällä kukkimisaikana liikkuneiden siitepölypilvien keskimääräinen teho. Kun molemmat koivulajimme, rauduskoivu ja hieskoivu, kukkivat keväällä 1954 koko maassa runsaasti, hieskoivu jopa poikkeuksellisen runsaasti, haluttiin tätä mahdollisuutta käyttää hyväksi, vaikkei ollutkaan tilaisuutta levittää tutkimuksia niin laajoille alueille, kuin olisi ollut toivottavaa.

Nyt puheena olevan korrelation hyväksi käyttäminen ei ole merkinnyt vain suuritöisten siitepölynmittausten vaihtamista helpommin suoritettaviin siementutkimuksiin, vaan se on samalla tuonut tarkastelun matemaattiselta linjalta jossakin määrin biologisemmalle, lähemmäksi todellisuutta.

Tutkimusalueeksi valittiin Etelä- ja Keski-Suomen raja-alueilla Ruoveden kunnan eteläosassa oleva laaja Siikakangas-niminen hiekkakangas (kuva 2). Tämän kankaan keskiosaan muodostuu n. 2 km:n levyinen ja n. 4 km pituinen NW—SE-suuntainen yhtenäinen mäntyalue. Keskusta on v. 1909 palanut perusteellisesti tuhoisassa metsäpalossa, niin että alueella nyt kasvaa vain pienehköä, n. 2—4 m:n mittaista palon jälkeen syntynyttä nuorta männikköä, jossa sekapuuna tavataan siellä täällä yksittäisiä, n. 2—4 m mäntyjä pitempiä raudus- ja hieskoivuja. Koivut ovat parahiksi varttuneet siksi suuriksi, että ne niukasti kukkivat ja hedelmöivät. Toisaalta niiden oma siitepölysato on kuitenkin siksi vähäinen, että sen vaikutus toisiin koivuihin voidaan useimmissa tapauksissa jättää huomioon ottamatta.

Nyt puheena olevaa aluetta ympäröivät erilaiset sekametsät, joissa voidaan arvioida mäntyä olevan n. 35 %, kuusta n. 45 % ja raudus- ja hieskoivua yhteensä n. 20 % puuston kuutiomäärästä. Alueen lounais-, etelä- ja kaakkoisreunat rajoittuvat laajaan, monihaaraiseen Siikanevaan. Kuitenkin jää nevan ja edellä mainitun palaneen alueen väliin n. 50—200 m:n levyinen sekametsävyöhyke, jossa paikoin kasvaa koivua varsin runsaastikin.

Mainittakoon vielä, että alue on suurin piirtein verrattain tasaista, ollen keskimäärin n. 165 m meren pinnan yläpuolella. Huomattavimmat kohoamat muodostavat tutkimusalueella Pieni- ja Iso Moskulanmäki, joista edellinen ulottuu n. 185 m merenpinnan yläpuolelle ja jälkimmäinen n. 195 m. Sekä Pieni- että Iso Moskulanmäki poikkeavat myös sikäli ympäristöstään, että maalaji on niiden kohdalla moreenia. Tästä johtuu, että ne ovat myös ympäristöään paljon viljavampia. Vuoden 1909 kulon jälkeen on kummallekin mäelle noussut runsaasti koivua, joka tätä tutkimusta tehdessä kukki ja hedelmöi runsaasti.

Nyt puheena olevan alueen eri puolilta valittiin 15. 7.—21. 7. 1954 välisenä aikana kaikkiaan 64 koepuuta, joista 30 rauduskoivuja ja 34 hieskoivuja. Näiden puiden paikka merkittiin talouskartalle ja kustakin puusta otettiin siemennäyte, keskimäärin parikymmentä norkkoa puuta kohden. Koepuiden valitsemista tasaisesti alueen kaikista osista vaikeutti se, että kaikkialla ei nyt puheena olevaan tarkoitukseen kelpaavia erilliskoivuja kasvanut, eikä lisäksi kaikissa koivuissa, varsinkaan rauduskoivuissa, ollut hedelmänorkkoja.

Koepuut on kuvassa 2 esitettyyn kartaan merkitty vinoristeillä ja kukin piste on numeroitu sille maastossa alun perin annetulla ja kyseessä olevaan puuhun rinnankorkeudelle maalatulla numerolla.

Koepuista kerätyt siemennäytteet tutkittiin mikroskoopissa läpivalaisten, jolloin oli helppo erottaa toisistaan tyhjät ja täysinäiset siemenet. Ns. vaillinaiset, joissa siemen ei täytä pähkylän koko onteloa, luettiin täysiin, koska niissäkin lienee miltei joka tapauksessa tapahtunut hedelmöittyminen. Raja näin määriteltyjen täysien ja tyhjien välillä on varsin jyrkkä, mistä syystä täysisiemensadannesten laskemiseen ei liity mainittavaa subjektiivisuutta.

Eri koepuista otettujen siemennäytteiden täysisiemensadannekset nähdään taulukosta 1, johon lisäksi on merkitty matka koepuusta lähimpään saman puulajin yksilöön ja etäisyys reunametsästä.

Tutkimustulokset

Jo pikainenkin silmäys taulukkoon 1, jossa on esitetty eri koepuista otettujen siemennäytteiden täysisiemensadannekset, osoittaa varsin selvästi, että kankaan laiteilla kasvavien koivujen täysisiemensadannekset ovat suurimmat ja kankaan keskiosassa pienimmät. Huomattavan suuria ovat täysisiemensadannekset varsinkin koivuvaltaisen metsän peitossa olevan Ison Moskulanmäen juurella kasvavissa koivuissa. Tämä koskee sekä raudus- että hieskoivua, joskin yksityiskohtaisempi tarkastelu osoittaa vähäisiä erojakin näiden molempien koivulajien kesken.

Kun valitaan kankaan keskiosasta, vähintään n. 400 m:n päässä laiteilta, sellaiset rauduskoivut, joiden läheisyydessä (vähintään 30 m:n etäisyydellä) ei kasva toisia rauduksia ja sellaiset hiekset, joiden läheisyydessä ei kasva toisia hieksiä, saadaan näin valittujen, kaikkiaan 11 puun (n:ot 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 22, 23, 30 ja 53) keskimääräiseksi täysisiemensadanneksi 24 %. Kankaan laiteella kasvavien rauduskoivujen keskimääräinen täysisiemensadannes on 64 % ja hiesten 72 %.

Eräässä tutkimusaluetta suhteellisen lähellä olevassa puhtaassa rauduskoivikossa (Ruovesi, Vessari, koeala n:o 152) nousi täysisiemensadannes keväällä 1954 82 %:iin ja puhtaassa hieskoivikossa (Vilppula, Jaakkoinsuo, koeala n:o 153) 86 %:iin.

Näitä tuloksia tarkastellessa on ilmeistä, että keväällä 1954 on sekä raudus- että hieskoivun emikukkien pölyttyminen tapahtunut Siikakankaan keskiosissa huomattavasti puutteellisemmin kuin kankaan laiteilla, puhumattakaan saman paikkakunnan puhtaista raudus- ja hieskoivikoista. Ilmeisestikin syynä on se, että kankaan keskiosissa, missä koivuja on hyvin niukasti, molempien koivulajien siitepölypilven tiheys on ollut puiden kukkimisaikana huomattavasti vähäisempi kuin melko runsaasti koivua kasvavilla laiteilla.

Tarkempi käsitys nyt puheena olevista eroista saadaan käyttämällä hyväksi aikaisemmin johdettua ja kuvassa 1 esitettyä koivun täysisiemensadanneksen ja pölytyksen runsauden välistä korrelatiota.

Tästä kuvasta ilmenee, että kummallakin koivulajilla täysisiemensadannes on noussut puhtaissa metsiköissä (edellä mainitut koealat 152 ja 153) lähes korkeimpaan määräänsä, mikä onkin sopusoinnussa sen yleisen silmämääräisen havainnon kanssa, että molemmat koivulajit kukkivat nyt puheena olevalla alueella keväällä 1954 keskimääräistä paremmin, vieläpä hieskoivu suorastaan poikkeuksellisen runsaasti, kuten aikaisemmin jo on huomautettukin. Puhtaissa metsiköissä pölytyksen runsaus on siis ilmeisesti ollut suunnilleen samaa suuruusluokkaa kuin esim. rauduskoivulla keväällä

1950 Ilmalan tutkimusmetsikössä Helsingin pohjoislaiteella, eli koko kukkimisajan kuluessa n. 150 kpl./mm² (vrt. Sarvas 1952). Kuvasta 1 nähdään edelleen, että Siikakankaan keskustassa kasvavien koivujen keskimääräistä tyhjäsiemensadannesta, 24 %:ia, vastaa pölytys, joka on n. 5 % edellä mainitusta v. 1950 Ilmalassa mitatusta, eli siis n. 8 kpl./mm².

Nyt mainittujen laskelmien perusteella voidaan edelleen tehdä seuraava arviointi. Mikäli Siikakankaan keskustaan, vähintään n. 400 m:n etäisyydelle laiteista, olisi aikanaan perustettu koivun siemenviljelys, joka kevääseen 1954 mennessä olisi saavuttanut täyden kukkimistehonsa, olisi siemenviljelyksessä siitepölysadon kokonaismäärä keväällä 1954 nähtävästi noussut ainakin n. 150 kpl:een/mm², josta n. 5 % eli n. 8 kpl. siemenviljelyksen ulkopuolelta lentänyttä. Syksyllä korjatusta siemensadosta olisi siis nähtävästi vain n. 5 % ollut siementä, jonka isä kasvoi siemenviljelyksen ulkopuolella.

Varsinkin kukkimisrunsaudesta ja sääsuhteista (erityisesti tuulisuhteista) riippuen on odotettavissa, että eri vuosina yllä esitetyn kaltainen laskelma johtaa jossakin määrin erilaisiin tuloksiin. Rauduskoivu kukki, kuten tavallisesti, keväällä 1954 tutkimusalueella n. viikkoa aikaisemmin kuin hieskoivu, mistä syystä näiden eri koivulajien kukkiminen tapahtui kuitenkin nytkin melkoisen erilaisissa sääoloissa.

Edellä esitettyyn laskelmaan liittyy myös melkoista epävarmuutta sen vuoksi, että kaiken kaikkiaan kankaan keskustaa edustavia puita on ollut vähänlaisesti. Toisaalta on kuitenkin huomattava, että koivun runsas kukkiminen keväällä 1954 antaa tuloksille enemmän kantavuutta, kuin jos tutkimus olisi suoritettu jonakin vain keskinkertaisen runsaana tai heikkona koivun kukkimisvuotena. Huomattakoon myös, että mikäli alueelle todella olisi perustettu koivun siemenviljelys, olisi epäilemättä eristystä verrattain vähäisinkin hakkuin voitu vielä melkoisesti tehostaa poistamalla sekä alueen keskustassa että varsinkin laiteilla harvakseen kasvavia koivuja. Edellä mainituissa laskelmissa on lisäksi lähdetty siitä olettamuksesta, ettei itsepölytyksestä synny täyttä siementä, ja etteivät raudus- ja hieskoivu risteydy keskenään ja että koepuut ja muut koealueen keskustassa kasvavat koivut eivät pölytä toisiaan. Mikään näistä olettamuksista ei täysin vastaa todellisuutta. Esim. itsesteriilisyyden suhteen lienee varsinkin hieskoivussa melkoista genotyyppistä vaihtelua; niinpä hieskoivu n:o 9, joka kasvaa 440 m:n päässä reunametsästä ja jonka siemenestä siitä huolimatta 65 % on ollut täyttä, ansaitsee tulla tarkemmin tutkituksi.

Näin saavutettua tulosta on pidettävä varsin myönteisenä siemenviljelysten eristämismahdollisuuksia ajatellen. Sen merkittävyyttä lisännee vielä se, että koivun siitepölyn keveydestä ja runsaudesta johtuen koivua on pidettävä verrattain vaikeasti eristettävänä puulajina. Aikaisemmin on koivusiemenviljelyksen eristämismahdollisuuksia selvittänyt mm. Dellingshausen (1954). Hänen tutkimassaan tapauksessa probleema on tosin ollut melkoisesti toinen, koska pääasiallisena vieraan siitepölyn levittäjänä on ollut yksi erillinen, siemenviljelyksestä n. 300 m:n päässä kasvava koivuryhmä. Tässä tapauksessa jo 300 m:n eristys muodosti varsin tehokkaan eristyksen.

Saavutettu tulos nostaa vielä kysymyksen, olisiko kerättyä aineistoa hyväksikäyttäen mahdollista edes karkeasti selvittää, miten etäisyyseristyksen tehokkuus yksityiskohtaisemmin riippuu eristysvyöhykkeen leveydestä.

Tätä kysymystä voidaan selvitellä asettamalla mittaustulokset akselistoon, jossa pystyakselilla on tietystä koepuusta otetun siemennäytteen täysisiemensadannes ja vaaka-akselilla puun etäisyys tutkimusalueen laiteesta. Tulos näkyy kuvassa 5, johon on myös piirretty silmävarainen tasoituskäyrä. Nähdään varsin selvästi, että sitä

mukaa kuin koepuiden etäisyys reunametsästä lisääntyy, pienenee niistä otettujen siemennäytteiden täysisiemensadannes, joskin hajanto keskiarvokäyrän molemmin puolin on melkoisen suuri. Nähdään myös, että aluksi täysisiemensadanneksen väheneminen tapahtuu suhteellisen hitaasti, mutta n. 300—400 m:n etäisyydestä alkaen nopeammin.

Täysisiemensadanneksen perusteella on kuvassa 1 esitettyä korrelatiota hyväksikäyttäen mahdollista arvioida tapahtuneen pölytyksen runsaus. Niinpä kuvaan 5 onkin katkoviivalla piirretty käyrä, joka osoittaa pölytyksen suhteellista määrää eri etäisyyksillä reunametsästä. Tästä nähdään, että mikäli toivotaan siemenviljelyksestä kerättävän siemenen sisältävän esim. enintään n. 10 % siementä, joka on syntynyt siemenviljelyksen ulkopuolelta tulleen pölytyksen seurauksena, olisi etäisyyden nyt tutkitussa tapauksessa oltava vähintään n. 400 m.

On syytä lopuksi todeta, että kuvassa 5 esitetty tulos viittaa siitepölyn kaukokulkeutumisen suhteellisen vähäiseen merkitykseen metsäpuiden pölytystapahtumassa. Samantapaiseen käsitykseen on varsinkin viime vuosina tultu useissa muissakin tutkimuksissa (esim. Langner 1953 ja Wright 1952, vrt. myös Scamoni 1955).

THE DEVELOPMENT OF A MICROBIAL POPULATION IN DECOMPOSING FOREST LITTER

A LABORATORY STUDY

BY

PEITSA MIKOLA and VEIKKO HINTIKKA

MIKROBISTON MUUTOKSET HAJAANTUVISSA METSÄKARIKKEISSA

SUOMENKIELINEN SELOSTUS

HELSINKI 1956

Contents

	Page
Introduction	3
Method	5
Results	6
Discussion	12
Literature cited	14
Selostus	15

Helsinki 1956. Valtioneuvoston kirjapaino

Introduction

As numerous studies carried out in different countries indicate the decomposition rate of the litter of different tree and plant species varies greatly (Helbig & Jung 1929, Melin 1930, Wittich 1939—44, Broadfoot & Pierre 1939, Bornebusch 1946, Johnston 1953, Mikola 1954, Viro 1955). It is known, moreover, that the number of species, of fungi and bacteria in particular, that participate in the transformation of forest litter in nature is tremendous, and that different species differ greatly regarding their effectiveness in litter decomposition. The rate of decomposition of litter evidently depends on how active the species are which carry on the process; however, the properties of the litter itself may affect the composition of its microbial population. Therefore to what extent the decomposition of litter is determined by the litter itself and to what by the microbes concerned and by environmental conditions is rather a complicated problem.

The aim of the present study was to elucidate how a natural microbial population changes when it is grown on different kinds of forest litter. The experiment was made in the Biological Laboratory of the Finnish Forest Research Institute. Litter of different forest plants was inoculated with the same microbial population and incubated under similar conditions. The changes of population were then followed by taking samples at certain intervals for plate counts and microscopic examination.

Five types of litter were chosen for the experiment, viz:

1. Hylocomium moss *(Pleurozium schreberi)*
2. Wood hairgrass *(Deschampsia flexuosa)*
3. Gray alder *(Alnus incana)*
4. Common aspen *(Populus tremula)*
5. Scotch pine *(Pinus silvestris)*

The litter was collected in Ruotsinkylä Experimental Forest near Helsinki in the fall of 1954. The moss was green, while the grass, leaf and needle litters were withered and yellow.

Previous studies (Mikola 1954) had shown that the litter of Hylocomium moss is acid and decomposes very difficultly. The litter of hairgrass has a high content of cellulose and is poor in nutrients and decomposes rather slowly. Alder produces litter that is rich in nitrogen and decomposes easily. Aspen leaves are harder and poorer in nitrogen and decompose somewhat slower, and the high acidity and slow decomposition of pine needle litter are well known.

This study forms part to a research project concerning the microbiology of the Finnish forest soils, supported by the State Scientific Board (Valtion Luonnontieteellinen Toimikunta) (there is a previous publication in the series by Gyllenberg, Hanioja & Vartiovaara, 1954). The authors acknowledge the valuable cooperation of Prof. U. Vartiovaara and Mr. P. Hanioja in preparing this paper.

Method

5 g of air-dry litter and 50 ml of tap water were put into a 300 ml erlenmeyer flask. Leaves were not ground or chopped more than was necessary to put them through the neck of the flask. When the litter had absorbed its full capacity of moisture, a layer of appr. 5 mm of free water remained in the flasks. 1 ml of microbe suspension was added to each flask; the suspension was made by shaking fresh humus and litter of a mixed stand in water. Thus the same microbial population was introduced into each flask (in addition to that existing in the air-dry litter). After 6 days, 150 ml of water was added to half of the flasks; in these flasks the litter remained submerged in the water and thus more anaerobic conditions were established. The flasks were kept in darkness at room temperature, plugged with cotton wool, and the evaporation was replaced by adding water monthly. The flasks in which aerobic conditions prevailed were shaken now and then. The flasks with 200 ml of water were disturbed as little as possible in order to keep conditions anaerobic.

The microbial populations in the flasks were studied 20, 50, 80, and 130 days after the start of the experiment. This was done as follows:

The aerobic flask was shaken vigorously, so that the free liquid soaked the litter. 1 ml of the liquid was withdrawn with a pipette and the following dilutions were made: 1: 1 000, 1: 10 000, 1: 100 000, and 1: 1 mill. When taking samples from the anaerobic flasks the liquid was disturbed as little as possible. 1 ml portions of each dilution were transferred onto agar plates. The following media were used:

1. Hagem agar:	KH_2PO_4	0.5	g
	NH_4Cl	0.5	»
	$MgSO_4.7H_2O$	0.5	»
	$FeCl_3$(1 % solution)	0.5	ml
	Malt extract	5	g
	Dist. water	1 000	ml
	Agar	15	g
	pH 5.5		
2. Soil extract agar:	K_2HPO_4	0.5	g
	Soil extract	100	ml
	Tap water	900	»
	Agar	15	g
	pH appr. 6.5		

Soil extract was prepared by mixing 1 dm^3 of humus from a mixed stand of *Oxalis-Myrtillus* type and 1 liter of water. The mixture was autoclaved, centrifuged, and filtered.

3. Cellulose agar:	K_2HPO_4	1	g
	$(NH_4)_2SO_4$	1	»
	NaCl	2	»
	$MgSO_4.7H_2O$	0.5	»
	$FeSO_4.7H_2O$	0.4	»
	Tap water	1 000	ml
	Agar (washed)	10	g

After the agar had been poured onto a petri dish, a circle of filter paper was placed on its surface. The filter paper had been sterilized by dry heat.

The numbers of microbes are calculated per 1 ml of liquid taken from the flasks.

Moulds grew well on Hagem agar. The numbers of bacteria were highest on soil extract agar. Cellulose agar was used to study the occurrence of cellulose-decomposing moulds and bacteria.

Special methods for growing anaerobes were not applied; thus the following figures refer only to those microbes that are able to grow on aerobic media. The occurrence of special physiological groups of microbes, such as nitrifying or nitrogen-fixing bacteria, was not studied.

Most microbes met with on agar plates were isolated and examined microscopically. G i l m a n ' s (1945) manual was applied in the determination of genera and species of fungi.

Results

The numbers of aerobic bacteria are given in Table 1. The figures are rough means of several soil extract agar plates.

Table 1. The number of aerobic bacteria, mill. per ml., in litter decomposing under aerobic conditions.

Taulukko 1. Aerobien bakteerien lukumäärä, milj./ml, aerobeissa oloissa hajaantuvissa karikkeissa.

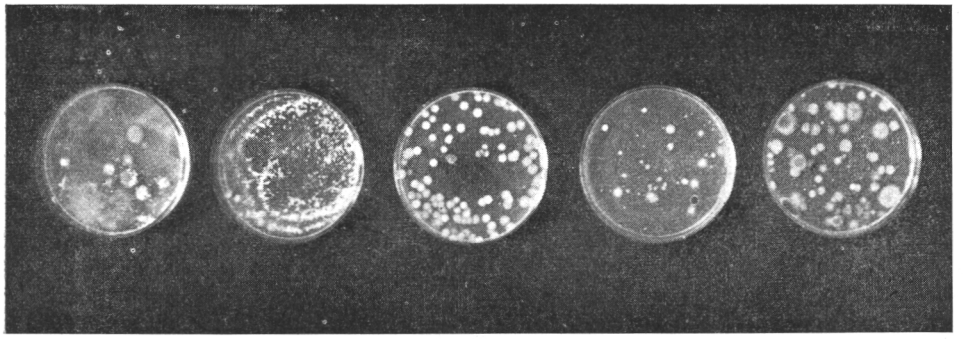
Kind of litter *Karikelaji*	After 20 days *20 päivän kuluttua*	After 50 days *50 päivän kuluttua*	After 80 days *80 päivän kuluttua*	After 130 days *130 päivän kuluttua*
Pleurozium schreberi ..	10	1	40	10
Deschampsia flexuosa ..	10	100	250	50
Alnus incana	20	50	40	150
Populus tremula	20	250	450	50
Pinus silvestris	100	50	15	10

Bacteria were very abundant in all types of litter. In the litter of hairgrass and aspen the bacteria increased rapidly, whereas they decreased continuously in pine needles; in moss and alder litter the changes were smaller.

The number of bacterial species seemed to be very limited. Only three types were usually met with, viz. a 4 μ long rod, a 2 μ long elliptical

bacterium, and a small coccus. In the samples the rods constituted 50—100 % of the bacteria, the elliptical forms 0—50 %, while the cocci were more uncommon.

The numbers of moulds in aerobic litter are presented in Table 2. The determinations were made on Hagem agar plates. It is clearly seen that in some litter types the moulds increased, and in others decreased during incubation. The differences between the different litter types become more distinct if the changes in the mould population during prolonged incubation are compared (Tables 3—7). Fig. 1 shows some typical dilution plates of different litter types.



1 2 3 4 5

Fig. 1. Dilution plates (1 : 1 000) of different litters after 80 days' incubation under aerobic conditions.

Kuva 1. Laimennusmaljat (1 : 1 000) eri karikkeista aerobeissa oloissa 80 päivää kokeen alkamisesta.

1. *Pleurozium schreberi*
2. *Deschampsia flexuosa*
3. *Alnus incana*
4. *Populus tremula*
5. *Pinus silvestris*

Table 2. The number of moulds per ml. in litter under aerobic conditions when determined on Hagem agar.

Taulukko 2. Homeiden luku, kpl/ml, aerobeissa oloissa. Määritys Hagem-agarilla.

Kind of litter *Karikelaji*	After 20 days *20 päivän kuluttua*	After 50 days *50 päivän kuluttua*	After 80 days *80 päivän kuluttua*	After 130 days *130 päivän kuluttua*
Pleurozium schreberi ..	400 000	150 000	100 000	50 000
Deschampsia flexuosa ..	100 000	70 000	200 000	1 000 000
Alnus incana	200 000	500 000	200 000	1 000 000
Populus tremula	100 000	20 000	10 000	10 000
Pinus silvestris	200 000	50 000	50 000	150 000

Table 3. The composition of the mould population in decomposing *Pleurozium* litter during prolonged incubation.

Taulukko 3. Homelajiston koostumus hajaantuvissa Pleurozium-karikkeissa hajaantumisen eri aikoina.

Mould *Home*	After 20 days *20 päivän kuluttua*	After 50 days *50 päivän kuluttua*	After 80 days *80 päivän kuluttua*	After 130 days *130 päivän kuluttua*
	% of the number of moulds % *homeiden lukumäärästä*			
Penicillium (3 sp.)	10	10	2	—
Mucor (3 sp.)	50	15	44	30
Trichoderma	40	75	54	70

Table 4. The composition of the mould population in decomposing hairgrass litter during prolonged incubation.

Taulukko 4. Homelajiston koostumus hajaantuvissa ahdeclauhan karikkeissa hajaantumisen eri aikoina.

Mould *Home*	After 20 days *20 päivän kuluttua*	After 50 days *50 päivän kuluttua*	After 80 days *80 päivän kuluttua*	After 130 days *130 päivän kuluttua*
	% of the number of moulds % *homeiden lukumäärästä*			
Penicillium (3 sp.)	15	30	5	5
Mucor (3 sp.)	15	10	—	5
Trichoderma	15	40	5	20
Pullularia	15	—	—	—
Cephalosporium	—	20	90	—
Monilia	—	—	—	70
Mycelia sterila (1 sp.) ..	40	—	—	—

Table 5. The composition of the mould population in decomposing alder leaf litter during prolonged incubation.

Taulukko 5. Homelajiston koostumus hajaantuvissa lepän lehtikarikkeissa hajaantumisen eri aikoina.

Mould *Home*	After 20 days *20 päivän kuluttua*	After 50 days *50 päivän kuluttua*	After 80 days *80 päivän kuluttua*	After 130 days *130 päivän kuluttua*
	% of the number of moulds % *homeiden lukumäärästä*			
Penicillium (3 sp.)	90	△	—	—
Mucor	—	△	—	△
Pullularia	10	—	—	—
Cephalosporium	—	—	—	△
Mycelia sterila (4 sp.) ..	—	100	100	100
A red yeast *Punainen hiiva*	△	—	—	—

Table 6. The composition of the mould population in decomposing aspen leaf litter during prolonged incubation.

Taulukko 6. Homelajiston koostumus hajaantuneissa haavan lehtikarikkeissa hajaantumisen eri aikoina.

Mould *Home*	After 20 days *20 päivän kuluttua*	After 50 days *50 päivän kuluttua*	After 80 days *80 päivän kuluttua*	After 130 days *130 päivän kuluttua*
	% of the number of moulds % *homeiden lukumäärästä*			
Penicillium (2 sp.)	50	5	—	—
Mucor (2 sp.)	—	85	—	50
Rhizopus	—	—	—	50
Pullularia	5	—	—	—
Cephalosporium	—	10	100	—
Mycelia sterila (2 sp.) ..	45	△	△	△
A red yeast *Punainen hiiva*	△	—	—	—

Table 7. The composition of the mould population in decomposing pine needle litter during prolonged incubation.

Taulukko 7. Homelajiston koostumus hajaantuvissa männyn neulaskarikkeissa hajaantumisen eri aikoina.

Mould *Home*	After 20 days *20 päivän kuluttua*	After 50 days *50 päivän kuluttua*	After 80 days *80 päivän kuluttua*	After 130 days *130 päivän kuluttua*
	% of the number of moulds % *homeiden lukumäärästä*			
Penicillium (2 sp.)	80	90	5	5
Mucor (1 sp.)	—	10	—	15
Trichoderma	—	△	—	5
Pullularia	10	—	—	—
Cephalosporium	—	△	—	—
Mycelia sterila (3 sp.) ..	10	△	95	75

Penicillia and other acid tolerant and richly sporulating moulds predominate during the early period of decomposition. The number of common species of *Penicillium* was small. By far the commonest was *P. lanosum* (which is hardly separable from *P. commune)*, and *P. frequentans* (or *P. notatum)* was met with almost regularly. The third common species was *P. tardum.*

There were at least four species of *Mucor.* The commonest were *M. silvaticus* and *M. fragilis; M. hiemalis* and *M. ramannianus* occurred more seldom. The number of *Mucors* decreased somewhat during incubation.

Trichoderma viride and *Pullularia pullulans,* which are known to be very common in nature, occurred in the present experiment too, mostly,

however, during the early period. Only in the moss litter was *Trichoderma* the predominant mould all the time.

In most cases non-sporulating *Mycelia sterila* constituted the bulk of the fungal population during the later stages of decomposition. At least ten species were observed. All of them had septate mycelia that often had chlamydospores. Clamp connections were not found.

Besides bacteria and moulds, yeasts and actinomycetes were sometimes found.

As was mentioned previously, the occurrence of such microbes that require anaerobic conditions was not studied. Table 8 gives the number of aerobic bacteria in the flasks kept under semianaerobic conditions. At the beginning the number of bacteria was very high but decreased rapidly and then remained fairly constant at a few millions per ml. Likewise the moulds were at first almost as frequent in the anaerobic flasks as in aerobic ones but decreased rapidly and soon disappeared completely.

Table 8. The number of aerobic bacteria, mill. per ml, in litter kept under semianaerobic conditions.

Taulukko 8. Aerobeissa oloissa kasvavien bakteerien lukumäärä, milj./ml, anaerobeissa oloissa hajaantuvissa karikkeissa.

Kind of litter *Karikelaji*	After 20 days *20 päivän kuluttua*	After 50 days *50 päivän kuluttua*	After 80 days *80 päivän kuluttua*	After 130 days *130 päivän kuluttua*
Pleurozium schreberi ..	10	1	4	10
Deschampsia flexuosa ..	10	10	3	2
Alnus incana	20	2	3	3
Populus tremula	20	2	2	5
Pinus silvestris	100	2	4	3

The changes in the number and composition of the microbial population are correlated with changes in the litter itself. In the beginning, when the litter contains much easily soluble material, *Penicillia* and other rapidly growing and richly sporulating microbes are most numerous; later on, however, the predominating microbes are those that are capable of decomposing more resistant substances. Fig. 2 represents the course of the pH of litter during decomposition under aerobic conditions. The change in the microbial population was largest in those litters (alder and aspen) in which the pH rose highest, while in litters that remained more acid (Hylocomium moss and pine) the change was smaller.

Under semianaerobic conditions there were fewer microbes, decomposition was slower, and likewise the change in pH was smaller (Fig. 3).

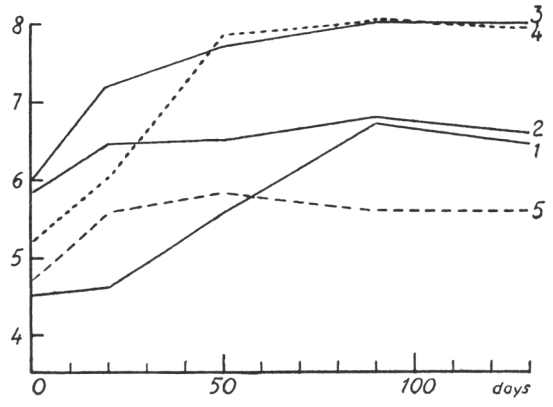


Fig. 2. Course of the pH in litter under aerobic conditions.
Kuva 2. Karikkeiden pH:n kehitys aerobeissa oloissa.

1. *Pleurozium schreberi*
2. *Deschampsia flexuosa*
3. *Alnus incana*
4. *Populus tremula*
5. *Pinus silvestris*

In aerobic cultures aerobic cellulose-decomposing bacteria were met with during the early stage only (Table 9) and in anaerobic litter not at all. They formed yellow colonies on cellulose agar and probably belonged to one species only.

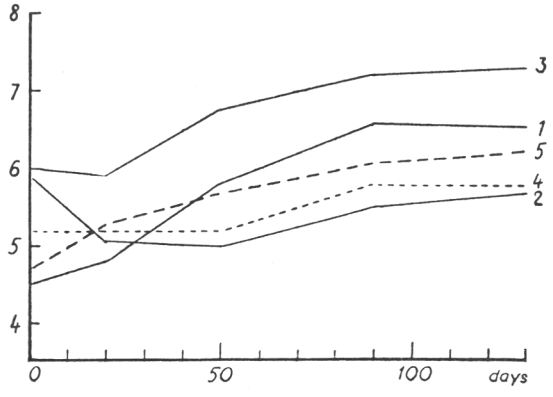


Fig. 3. Course df the pH in litter under semianaerobic conditions.
Legend in Fig. 2.
Kuva 3. Karikkeiden pH:n kehitys puoliksi anaerobeissa oloissa.
Selitys kuvassa 2.

Table 9. The number of aerobic cellulose-decomposing bacteria per ml.
Taulukko 9. Aerobien selluloosaa hajoittavien bakteerien lukumäärä, kpl/ml.

Kind of litter *Karikelaji*	After 20 days *20 päivän kuluttua*	After 50 days *50 päivän kuluttua*	After 80 days *80 päivän kuluttua*	After 130 days *130 päivän kuluttua*
Pleurozium schreberi ..	100 000	10 000	—	—
Deschampsia flexuosa ..	20 000	1 000	—	—
Alnus incana	—	—	—	—
Populus tremula	10 000	10 000	—	—
Pinus silvestris	5 000	—	—	—

Moulds growing on cellulose agar were frequent all the time in aerobic flasks (10 000—1 mill. per ml), and some few were isolated from semianaerobic flasks too. No essential changes in the number or composition of cellulose-decomposing moulds occurred during incubation. In moss litter the commonest species was *Trichoderma viride*, in all the others a *Verticillium* sp. Species of *Penicillium*, *Hormodendrum*, and *Pyrenochaeta* were often met with, as well as some *Mycelia sterila*.

Discussion

In the above results attention is caught by the great abundance of microbes in forest litter and, on the other hand, the rather limited number of species. On account of the great number of microbes, however, high dilutions (1: 100 000 and 1: 1 mill.) were used, and then probably many less frequent species were eliminated; thus the above results apply to the commonest species only. In field studies likewise, the overwhelming dominance of some few species has been noticed in decomposing litter (Smit & Wieringa 1953). Gyllenberg and others (1954) have also observed the small number of common mould species in Finnish forest humus.

The experimental technique applied favoured rapidly growing and richly sporulating moulds, while non-sporulating *Mycelia sterila* and higher *Ascomycetes* and *Basidiomycetes* that might play an essential role in nature had to give way. The inoculum itself, the humus extract, contained relatively numerous spores of moulds, and when liquid samples were removed from the flasks spores mainly came out and only few fragments of sterile mycelia growing inside leaves or needles. Spores germinate readily on agar, often better than fragments of hyphae. Therefore the comparison between the part played by sporulating and non-sporulating fungi cannot be based on the number of colonies on the agar plates.

In spite of the limitations of the experimental technique some conclusions can be drawn. (1) Sporulating moulds are very abundant in forest soil. They play an essential role in the decomposition of litter, mainly during the early stages, whilst later on other fungi and bacteria attain more importance. (2) A distinct differentiation takes place in a microbial population, depending on the properties of the litter. It seems probable, as is suggested by H a n d l e y (1954), that the activity of microorganisms is controlled by some unknown properties of vegetable debris and that the composition of microbial populations may reveal such differences in litters that have not been demonstrated by present chemical methods.

Literature cited

Bornebusch, C. H. 1946. Forskellige bladarters forhold til omsaetningen i skovjord. (Der Einfluss verschiedener Blätterarten auf die Umsetzung im Waldboden.) — Det Forstl. Forsögsv. i Danmark, 16 : 265—272.

Broadfoot, W. M. & Pierre, W. H. 1939. Forest soil studies: I. Relation of rate of decomposition of tree leaves to their acid-base balance and other chemical properties. — Soil Sci. 48 : 329—348.

Gilman, J. C. 1945. A manual of soil fungi. — Ames.

Gyllenberg, H., Hanioja, P. & Vartiovaara, U. 1954. Observations on the composition of the microbial population in some virgin soils. — Acta Forest. Fenn. 62.2.

Handley, W. R. C. 1954. Mull and mor formation in relation to forest soils. — For. Comm. Bull. 23.

Helbig, M. & Jung, E. 1929. Experimentelle Untersuchungen über Waldstreuzersetzung. — Allg. Forst. u. Jagdzeit. 105 : 336—344, 382—392.

Johnston, D. R. 1953. A laboratory study on the decomposition of vegetable debris in relation to the formation of raw humus. — Plant and Soil 4 : 345—369.

Melin, E. 1930. Biological decomposition of some types of litter from North American forests. — Ecology, 1 : 72—101.

Mikola, P. 1954. Experiments on the rate of decomposition of forest litter. — Comm. Inst. Forest. Fenn. 43.1.

Smit, J. & Wieringa, K. T. 1953. Microbiological decomposition of litter. — Nature, 171 : 794—795.

Viro, P. J. 1955. Investigations on forest litter. — Comm. Inst. Forest. Fenn. 45.6.

Wittich, W. 1939—44. Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einem Boden mit Mullzustand. I—IV. Forstarchiv. 15, 19, 20.

MIKROBISTON MUUTOKSET HAJAANTUVISSA METSÄKARIKKEISSA

Selostus

Tässä selostetun laboratoriokokeen tarkoitus oli osoittaa, millaista erilaistumista tapahtuu luonnollisessa metsämaan sekamikrobistossa, kun sille annetaan hajoitettavaksi yksipuolisesti tiettyä karikelajia. Kokeiltaviksi otettiin viittä lajia karikkeita, joista seinäsammal ja mänty edustivat happamia ja vaikeasti hajaantuvia karikkeita, ahdelauha selluloosarikasta ja ravinneköyhää ainesta, leppä typpirikasta ja helposti hajaantuvaa lehtikariketta ja haapa melkoisesti lepän kaltaista, mutta typpiköyhempää ainesta.

Koe tapahtui siten, että 300 ml:n vetoiseen pulloon pantiin 5 g ilmakuivia karikkeita ja 50 ml vettä. Osaan pulloista lisättiin myöhemmin 150 ml vettä, jolloin karikkeet joutuivat kokonaan upoksiin ja siis lähes anaerobeihin olosuhteisiin. Aika ajoin (20, 50, 80 ja 130 päivää kokeen alkamisesta) otettiin pulloista näytteet, joista määritettiin erilaisten mikrobien lukumäärät tavallista maljalaimennusmenetelmää käyttäen. Lukumäärien määrittämiseen ja mikrobien eristämiseen käytettiin kolmenlaista ravintoalustaa, joiden kokoomus on selostettu ss. 5—6. Bakteerien kasvattamiseen soveltui parhaiten maauute-agar, homeiden taas ns. Hagem-agar. Selluloosa-agaria käytettiin nimenomaan selluloosaa hajoittavien mikrobien eristämiseen. Anaerobeja mikrobeja ei tutkittu.

Aerobien bakteerien luku aerobeissa oloissa hajaantuvissa karikkeissa on taulukossa 1 ja homeiden luku taulukossa 2. Niistä nähdään, että sekä bakteerien että homeiden luku kehittyy erilaisissa karikkeissa eri suuntiin. Mikrobistossa tapahtunut erilaistuminen näkyy myös kuvassa 1. Vielä selvempää kuin mikrobien lukumäärissä erilaistuminen on homesienien lajikoostumuksessa (taulukot 3—7). Hajaantumisen alkuaikoina olivat vallitsevia *Penicillium* ym. runsaasti kuromia muodostavat homeet, mutta loppuaikana pääasiassa itiöitä muodostamattomat *Mycelia sterila*.

Puoli-anaerobeissa oloissa mikrobien luku väheni nopeasti tietylle tasolle, jolla se sitten pysyi (taul. 8).

Selluloosaa hajoittavia bakteereita oli aerobeissa karikkeissa aluksi runsaasti, mutta ne hävisivät myöhemmin (taul. 9). Anaerobeissa oloissa niitä ei esiintynyt. Selluloosaa hajoittavia homeita oli aerobeissa oloissa kaikissa karikkeissa koko koeajan melko runsaasti.

Käytetty koemenetelmä sisältää joitakin rajoituksia, jotka tulee ottaa huomioon tuloksia tarkasteltaessa. Niinpä koemenetelmä suosi rihmastossaan runsaasti itiöitä muodostavia homeita, kun taas *Mycelia sterila* ja korkeammat sienet joutuivat väistymään. Siksi koe ei antane oikeata kuvaa itiöitä muodostavien ja muodostamattomien sienien paljoussuhteista ja merkityksestä luonnossa. Kuitenkin voidaan panna merkille mikrobien suuri lukumäärä hajaantuvissa karikkeissa sekä erityisesti itiöllisten homeiden runsaus hajaantumisen alkuaikana. Yleisten lajien lukumäärä sen sijaan on varsin suppea.

PRIMÄÄRISEN SOISTUMISEN OSUUDESTA SUOMEN SOIDEN SYNNYSSÄ

OLAVI HUIKARI

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN ANTEIL DER PRIMÄREN VERSUMPFUNG AN DER ENTSTEHUNG DER FINNISCHEN MOORE

DEUTSCHES REFERAT

HELSINKI 1956

Helsinki 1956. Valtioneuvoston kirjapaino

Alkusanat

Tämän tutkimuksen aiheen olen saanut maamme soiden syntyä koskevan tutkimuksen uranuurtajalta fil. tohtori, dosentti A. L. Backmanilta. Olen hänelle syvästi kiitollinen jatkuvasta opastuksesta ja niistä arvokkaista neuvoista, joita hän on minulle antanut.

Aineiston keruu ja muut kenttätyöt aloitettiin Simon—Kemin tutkimusalueella jo kesällä 1946. Aineistoa on sittemmin täydennetty joka kesä aina vuoteen 1955 saakka. Ns. geologisesti vanhoilta mailta kerättiin tutkimusaineisto vuoden 1950 kesällä.

Tutkimustehtävä osoittautui odotettua vaikeammaksi. Oli kehitettävä uusia tutkimusmenetelmiä ja tutkittava monia kysymyksiä varsinaisen aiheen ulkopuoleltakin, jotta olisi saatu oikea käsitys tutkittavan aiheen perusolemuksesta. Tutkimusaineisto on pakosta muodostunut niin laajaksi, että sen käsittely mikroskooppisten tutkimusmenetelmien hitauden takia on talvikausina jatkunut aina vuoden 1954 loppuun saakka.

Työtä tehdessä olen saanut runsaasti myötämielistä apua kaikilta niiltä henkilöiltä, joiden kanssa olen tutkimuksen eri vaiheissa joutunut tekemisiin. Mieluisa velvollisuuteni on tässä yhteydessä esittää heille kiitokseni.

Esimiehelleni, professori O. J. Lukkalalle olen suuressa kiitollisuuden velassa siitä, että hän on jatkuvasti mielenkiinnolla seurannut työtäni sekä antanut sen kaikissa vaiheissa vaivojaan säästämättä neuvoja ja opastusta. Myös professori Väinö Auerilta olen useissa työtäni koskevissa keskusteluissa saanut varteenotettuja, arvokkaita neuvoja. Niistä samoin kuin käsikirjoitukseni lukemisesta olen hänelle suuresti kiitollinen.

Käsikirjoituksen ovat lukeneet professorit Viljo Kujala ja S. E. Multamäki. Metsät. tohtori, dosentti Leo Heikuraiselta olen saanut erikoisesti arvostamaani apua käsikirjoituksen jäsentelyssä. Olen kaikille heille näin saamastani tuesta erityisen kiitollinen.

Tutkimusaineiston keruussa ja laboratoriotöissä on lähimpänä apunani ollut metsät. yliopp. Kimmo Virtanen. Näytteiden mikroskooppisissa

tutkimuksissa ovat avustaneet mm. ylioppilaat Karl-Johan Ahlsved, Thorolf Winqvist ja Helmer Vickström. Heille kaikille lausun parhaat kiitokset huolellisesta työstä. Käännöstoimisto Teijo Havu on kääntänyt tutkimuksen saksankielisen tekstin.

Kiitollisuudella mainitsen, että Suomen Metsätieteellinen Seura, Suomen Kulttuurirahasto ja Emil Aaltosen Säätiö ovat taloudellisesti tukeneet työtäni.

Helsingissä, maaliskuun 28 p:nä 1956.

Olavi Huikari

Sisällysluettelo

Sivu

Johdanto ... 7
Katsaus kirjallisuuteen ... 7
Tutkimuksen tarkoitus ja hahmottelu ... 9
Käsitteiden määrittelyä ... 11
Tutkimusmenetelmistä ... 14
Yleistä ... 14
Vesistön umpeenkasvun tutkimusmenetelmä ... 17
Primäärisen soistumisen tutkimusmenetelmä ... 19
Kasvien jäännökset erottelun perusteena ... 20
Fossiilliset sienirihmastot erottelun perusteena ... 20
Tiivistelmä tutkimusmenetelmistä ... 30
Geologisesti nuorilla mailla suoritetut tutkimukset ... 32
Tutkimusalue ... 32
Kenttätyöt ja aineisto ... 32
Soiden runsaus ... 34
Soiden kehitys ... 36
Soiden syvyys ... 36
Turpeiden korkeuskasvu ... 39
Suotyypit ... 41
Soiden syntytavat ... 46
Yhteenveto ... 48
Geologisesti vanhoilla mailla suoritetut tutkimukset ... 50
Leijansuo Yläneellä ... 51
Jaakkoinsuo Vilppulassa ... 53
Haukipuronsuo Karstulassa ... 56
Oisavanjärven suoalue Muhoksella ... 57
Rinnesuo Rovaniemellä ... 58
Muut tutkimuskohteet ... 60
Yhteenveto ... 61
Ympäristötekijöiden muutosten vaikutus soistumiseen ... 62
Loppukatsaus ... 66
Kirjallisuusluettelo ... 68
Deutsches Referat ... 72
Kuvaliite 1.

Johdanto

Katsaus kirjallisuuteen

Soistumisilmiö on ollut jo kauan tutkimuksen kohteena varsinkin pohjoismaiden luonnontieteilijäin keskuudessa. Suomessa lienee Gadd v. 1776 (vrt. Lukkala 1933) ensimmäisenä tieteellisessä mielessä tutkinut soiden syntyä. 1800-luvun lopulla alkoi laajempi soiden syntyä selvittelevä tutkimustoiminta, joka on sitten jatkunut aina 1930-luvulle saakka. Ensimmäisistä tutkimuksista alkaen on erikoisesti kiinnitetty huomiota soiden laajenemiseen ja uusien soiden syntyyn sekä tutkittu, mistä syistä soiden laajeneminen johtuu ja kuinka nopeaa se on.

Cajander (1913) jakaa soiden syntytavat vesistöjen umpeenkasvuun, tulvamaiden soistumiseen ja metsämaan soistumiseen. Aina Backmanin (vrt. Cajander 1913, s. 25 ja Backman 1919) tutkimuksiin saakka asetettiin eri soistumistavoista vesistöjen umpeenkasvun merkitys etusijalle. Backman (1919) osoitti, että Keski-Pohjanmaan soista vain n. 5 % oli syntynyt järvien umpeenkasvun tuloksena ja loput 95 % metsämaan soistumisen kautta. Aario (1932) tuli Pohjois-Satakunnassa suorittamissaan tutkimuksissa sellaiseen tulokseen, että siellä on 77 % suoalasta soistunutta metsämaata. Viimeksi mainitun tutkimuksen lisäksi ovat Auerin (1923) sekä mm. Lumialan (1937, ss. 68—95) ja Salmen (1951, ss. 22, 34, 44 ja 52 sekä 1954, s. 78) tutkimukset täydentäneet Backmanin esittämiä tuloksia vesistöjen umpeenkasvun merkityksestä. Ne ovat osoittaneet, että vesistöjen umpeenkasvun osuus soiden synnyssä vaihtelee eri puolilla maatamme jonkin verran, ollen yleensä suurempi, mutta kuitenkin samaa suuruusluokkaa kuin Backman on esittänyt. Backman (1919) on siis todennäköisesti saanut jokseenkin tarkkaan (vrt. Kujala 1924 b) selville vesistöjen umpeenkasvun merkityksen maamme soiden synnyssä.

Edellä mainittuihin Backmanin tutkimuksiin perustuen meillä on yleensä oltu sitä mieltä, että suurin osa soistamme on syntynyt metsämaiden soistumisen kautta. Lukkalan (1933) suorittamat tutkimukset ovat puolestaan osoittaneet, että metsämaan soistumista tapahtuu meillä jatkuvasti.

Alunperin ruotsalaisetkin soistumisilmiön tutkijat olivat jatkuvan ja voimakkaan metsämaiden soistumisen kannalla. Mutta Hesselmanin (1909, 1910 ja 1917) todettua, että metsämaan soistumista tapahtuu Ruotsissa nykyään vain hyvin vähäisessä määrässä, ovat useat myöhemmät tutkimukset tukeneet tätä käsitystä. Tärkeimpinä näistä on pidettävä Malmströmin (1923 ja 1931) suorittamia, joiden tutkimusalueet sijaitsevat meidänkin maahamme verrattuina soistumisen kannalta suhteellisen edullisissa ilmastollisissa oloissa.

Malmströmin (1923 ja 1931) tutkimuksista käy selville, että hän on ensi sijassa selvittänyt kysymystä, laajeneeko soiden pinta-ala Ruotsissa nykyään metsämaiden kustannuksella yleisistä ilmastollisista tai muista sellaisista syistä johtuvana, ja jättänyt aineistostaan pois paikallisista tai tilapäisistä erikoissyistä johtuvat soistumistapaukset. Tältä kannalta katsottuna on hänen tutkimustensa mukaan metsämaan soistumisilmiö Norrlannissa käytännöllisesti katsoen pysähdyksissä.

Malmström (1931, s. 93) pitää metsämaan soistumisen merkityksen oikean ymmärtämisen edellytyksenä, että ns. primäärinen soistuminen erotetaan metsämaan soistumisesta, sillä hänen mielestään huomattava osa soista on syntynyt primäärisen soistumisen kautta.

Meillä on primäärinen soistuminen tunnettu eräänä soiden syntytapana jo Häyrénin (1902), Leiviskän (1902, s. 114, 1905 s. 180 ja 1908, s. 131) ja Lindbergin (1908) tutkimuksien perusteella. Sittemmin Kujala (1924 b) ja Auer (1924 a) ovat kiinnittäneet huomiota sen ilmeisesti tärkeään merkitykseen. Toistaiseksi ei kuitenkaan ole ollut käytettävissä minkäänlaisiin tutkimuksiin perustuvia lukuja primäärisen soistumisen osuudesta soiden synnyssä.

Primäärinen soistuminen on maiden merestä (tai mannerjään peitosta) paljastumisen yhteydessä tapahtuvaa suon kasvupaikkaominaisuuksia omaavan entisen merenpohjan peittymistä suokasvillisuudella. Se on perusolemukseltaan siis kokonaan toista kuin metsämaan soistuminen. Metsämaan soistuminenhan on ns. kovien metsämaiden suoksi muuttumista. Sen on lisäksi todettu (mm. Malmström 1931, Aario 1932 ja Lukkala 1933) tapahtuvan valtaosalta jo ennestään olemassa olevien soiden vaikutuksesta. Metsämaan soistuminen ei näinollen ole sillä tavoin ajallisesti ja paikallisesti rajoitettavissa kuin primäärinen soistuminen. Metsämaan soistuminen on useimmiten soiden kehitykseen liittyvä jo metsämaaksi luetun paikan kasvupaikkatekijöiden muuttumisilmiö.

Mikäli metsämaan soistumisen aikaisempi ja nykyinen merkitys halutaan selvittää, on täten ensi sijassa pyrittävä saamaan selville primäärisen soistumisen osuus soiden synnyssä metsämaan soistumiseen verrattuna. Varsinaisen metsämaan soistumisen syiden ja ilmiön aktiivisuuden selvittämiseksi on edellä mainitun lisäksi pyrittävä laajentamaan tietoja soiden kehityksen peruspiirteistä.

Tutkimuksen tarkoitus ja hahmottelu

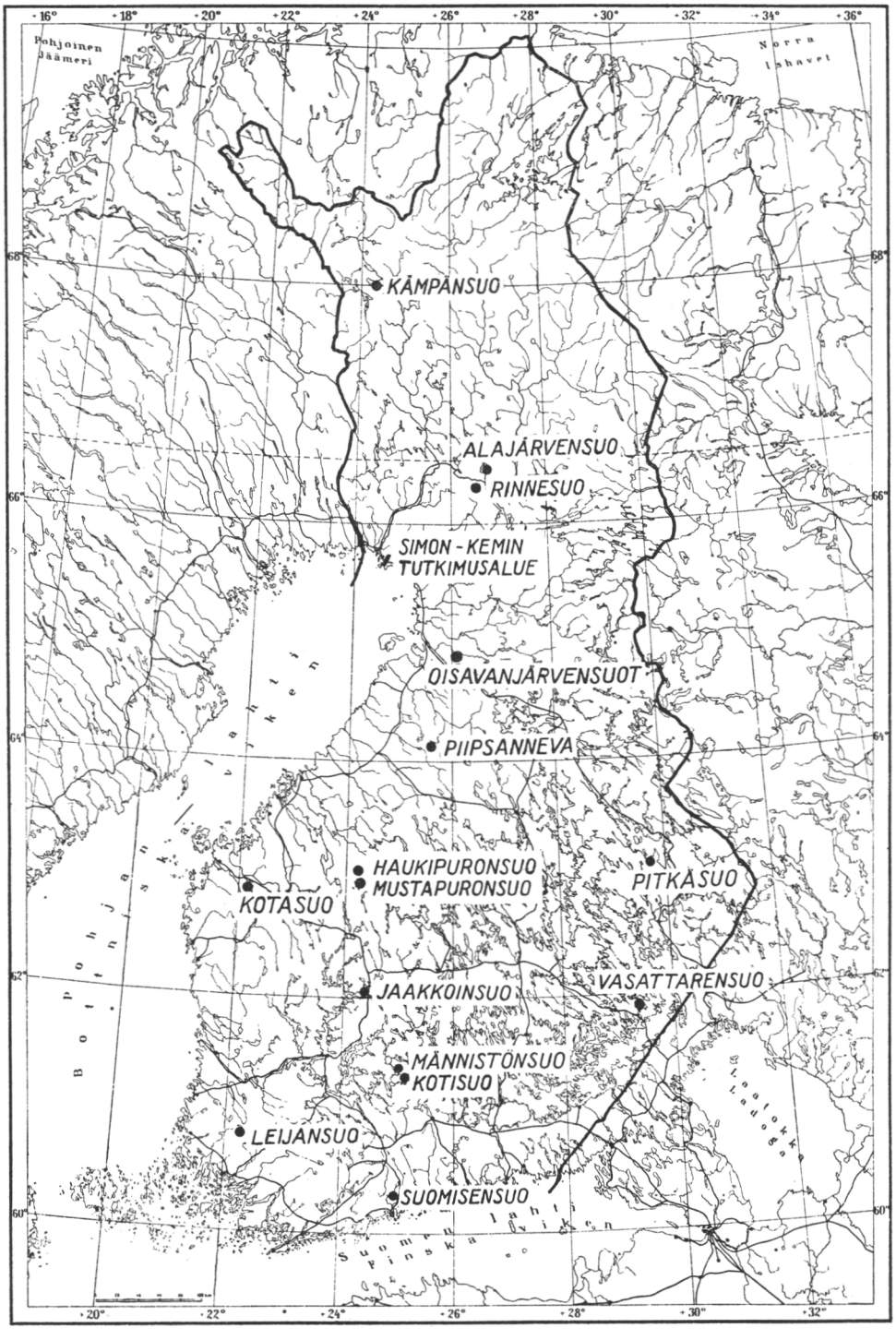
Tässä tutkimuksessa on pyritty saamaan lisävalaistusta erikoisesti kysymykseen, missä laajuudessa maassamme on tapahtunut primääristä soistumista ja kuinka suuri osa soistamme on syntynyt metsämaan soistumisen tuloksena. Samalla on tutkittu myös soiden kehitystä ja pyritty löytämään sen eri ilmenemismuodoista metsämaan soistumisilmiön syiden ja aktiivisuuden selvittämistä helpottavia säännönmukaisuuksia.

Lukuisissa tutkimuksissa on osoitettu, että suurin osa maatamme on ollut jääkauden loputtua meren peitossa ja vapautunut siitä vähitellen. Tätä ns. maankohoamista tapahtuu edelleenkin. Täten on nykyäänkin mm. Auerin (1924 a), Kujalan (1924 b) ja Backmanin (1936) mukaan maankohoamisrannikolla mahdollisuus seurata soiden syntyä ilmeisesti ainakin pääpiirteiltään sellaisena, kuin se on tapahtunut kaikkialla muuallakin maassamme maiden paljastuessa merestä. Osa tutkimuksesta suoritettiinkin tästä johtuen geologisesti aivan nuorilla mailla, Perämeren rannikolla, välittömästi meren rantaviivasta lähtien. Tutkimuksissa seurattiin erikoisesti maiden primääristä soistuneisuutta, metsämaan soistumisilmiön esiintymistä ja soiden kehityksen peruspiirteitä siirryttäessä meren rantaviivasta sisämaahan päin.

Saatujen tulosten paikkansapitävyyttä ja yleistämismahdollisuuksia selvitettiin sisämaassa geologisesti vanhemmilla mailla suoritetuilla tutkimuksilla.

Erilaisten soistumistapojen yhteydessä tapahtuviin pintakasvillisuuden muutoksiin sekä lieju- ja mutakerrostumien syntyyn ei katsottu olevan aihetta puuttua tämän tutkimuksen puitteissa. Näin voitiin menetellä lähinnä sen takia, että niistä on aikaisemmin tehty lukuisia perusteellisia tutkimuksia (vrt. mm. Leiviskä 1902, 1905 ja 1908, Cajander 1913, Auer 1921 a ja b, 1923 ja 1927, Kujala 1924 a ja b, Aario 1932, Lumiala 1937 ja Brandt 1948), joista on saatavissa yksityiskohtaiset tiedot edellä mainituista seikoista.

Ne tutkimukset, joita on tehty paikallisista soistumistapauksista ja jollakin suolla tai sen laiteilla tutkimushetkellä vallinneesta tilanteesta, koskipa tutkimus kasvipeitettä, vesitalousmuutoksia tai muita paikallisesti ja ajallisesti herkästi vaihtelevia tunnuksia ja niihin vaikuttavia tekijöitä, ovat jo osoittaneet, että soistumisilmiötä ei voida selvittää tutkimalla tällä hetkellä vallitsevia tai paikallisesti ilmeneviä kehityksen muotoja. Tutkimuksen on kohdistuttava, niinkuin Backman (1919), Kujala (1924 b) ja Auer (1924 a) ovat selvästi osoittaneet, soiden syntytapojen keskinäisen merkityksen entistä tarkempaan toteamiseen sekä varsinkin soiden synnyn ja kehityksen peruspiirteiden selvittämiseen maankohoamisrannikolla.



Kuva 1. Kartta, joka osoittaa tutkimusalueiden sijoituksen.
Abb. 1. Karte, mit angezeichneten Untersuchungsgebieten.

Käsitteiden määrittelyä

Soistumisella tarkoitetaan suon syntymistä, joka puolestaan merkitsee kasvupaikkatekijöiden muuttumista sellaisiksi, että ns. suokasvit saavat ko. paikan kasvipeitteessä valta-aseman (vrt. Cajander 1913, ss. 17—44).

Yleisimmin mainitaan soiden syntyneen vesistöjen umpeenkasvun, tulvamaiden soistumisen ja metsämaan soistumisen tuloksena. Vesistöjen umpeenkasvussa tarkoitetaan vesistöllä (vrt. mm. Cajander 1913, ss. 17—23, Auer 1921 a, ss. 30—47 ja Aario 1932, ss. 77—90) järviä, lampia, merenlahtia, puroja ja jokia.

Vesistöjen umpeenkasvu määritellään tapahtuvaksi joko pinnanmyötäisesti tai pohjanmyötäisesti. Pinnanmyötäinen umpeenkasvu tapahtuu siten, että sammalkasvillisuus kasvaa vesistön reunoilta veden pinnalle ja muodostaa täten muillekin kasveille kasvualustan, jolloin vesistö vähitellen täyttyy. Pohjanmyötäisessä umpeenkasvussa laskeutuu vesistön pohjalle liejua ja mutaa, jotka täyttävät lisääntyvän kasvillisuuden kanssa vesistön pohjasta käsin.

Cajander (1913, ss. 23—25) tarkoittaa tulvamaa-termillä jonkin vesistön lietepitoisten tulvien alaiseksi joutuvaa maata. Hän toteaa tulvamaiden soistumista tapahtuvan jokien varsilla sellaisilla mailla, jotka ovat lietepitoisten tulvien vaikutusalueella, mutta saattaa sitä esiintyä purojenkin ympäristössä. Tulvamaiden soistuminen tapahtuu siten, että joen tai puron kuljettamat lietteet kerrostuvat vedenkulkupaikan laidalle valliksi, joka hidastaa tai estää kokonaan ympäristöstä tulevien ja vesistön tulvavesien pääsyn vedenkulku-uomaan. Tällöin vallin taakse tulva-alueelle syntyy suokasvillisuutta ja turvetta, joka on toistuvien tulvien tuoman lietteen takia lietepitoista ainakin suon kehityksen alkuvaiheessa.

Backmanin (1919, s. 127) suorittamat tutkimukset ovat osoittaneet, että Keski-Pohjanmaalla on enintään 1 % maiden pinta-alasta tulvamaita ja paljaita kallioita. Auerin (1921 b) tutkimukset Lapin tulvamailta ovat puolestaan osoittaneet, että joen tulviminen ei ole tulva-alueilla tavattavien turvekerrosten syntyyn niinkään ratkaisevasti vaikuttava tekijä kuin ympäristöstä tulva-alueelle tulevat valuvedet. Tulvamaasoistumat eivät täten ilmeisesti muodosta selvästi itsenäistä suon syntytapaa. Tulvamaasuot eroavat tosin muista soista selvästi sen takia, että niiden turve on sekoittunut tulvavesien kuljettamaan lietteeseen ja niiden pintakasvillisuus sekä turvekoostumus on sen vuoksi erikoinen. Vaikka tulvamaiden soistuminen jatkuvasti pidettäisiin muista soiden syntytavoista erillään, lienee sen merkitys meillä kuitenkin sangen vähäinen.

Tulvamaiden soistumisen esiintymismahdollisuus oli aikaisemmasta

käytännöstä johtuen otettava tässä tutkimuksessa huomioon. Tulvamaiden soistumiseksi luettiin jonkin vesistön lietepitoisten tulvien alaiseksi joutuvan maan soistuminen.

Metsämaan soistumis-termille on usein annettu eri tutkimuksissa toisistaan poikkeava merkitys. Ko. termin merkitys on lisäksi määritelty epämääräisesti tai jätetty kokonaan määrittelemättä. Niinpä Cajander (1913, ss. 25—44) ilmeisesti tarkoittaa metsämaan soistumisella metsätyyppeinä kuvattujen metsämaiden soistumista. Toisaalta hän (1913, ss. 36—37) lähtee siitä olettamuksesta, että kaikki ne suot, jotka eivät ole entistä järvenpohjaa, ovat syntyneet metsämaan soistumisena, lukuun ottamatta harvinaisia tulvamaiden soistumia. Backman (1919, s. 140) tarkoittaa tutkimuksessaan metsämaan soistumisella metsän peitossa olevan kuivan maan soistumista. Aario (1932, s. 34) lukee metsämaan soistumiseen kuuluvaksi metsän peitossa olevan kovan maan soistumisen lisäksi myös varsinkin rannikolla tavattavien puuttomien paikkojen soistumisen. Lukkala (1933) on metsämaan soistumisesta tekemissään tutkimuksissa selvittänyt kysymystä, onko soiden pinta-ala viime aikoina laajentunut varsinaisten kangasmaiden kustannuksella. Malmström (1923 ja 1931) erottaa primäärisen soistumisen metsämaan soistumisesta ja sisällyttää metsämaan soistumiseen vain varsinaisten kangasmaiden soistumisen.

Metsämaan soistuminen on eräissä tutkimuksissa (Aario 1932, ss. 64—77 ja Lumiala 1937, ss. 84—95) jaettu primääriseen metsämaan soistumiseen ja sekundääriseen metsämaan soistumiseen. Primäärisellä metsämaan soistumisella tarkoitetaan sellaista metsämaan suoksi muuttumista, johon ei ole ainakaan välittömästi ollut vaikuttamassa mikään jo aikaisemmin muodostunut suo. Se voi tapahtua joko sadevesien tai pintaveden kohoamisen vaikutuksesta. Sekundäärisellä metsämaan soistumisella tarkoitetaan jonkin suon ympäristössä sen vaikutuksesta tapahtuvaa kovan metsämaan muuttumista suoksi. Sen aiheuttajana voi olla joko suon pinnan nousun yhteydessä tapahtuva pohjavesipinnan nousu tai se, että suo valuttaa vesiään alempana olevalle kovalle metsämaalle.

Perusedellytyksenä metsämaiden soistumiselle pidetään erilaisista syistä aiheutuvaa pohjaveden pinnan kohoamista ja sen yhteydessä tapahtuvaa maanpinnan kosteuden lisääntymistä siinä määrin, että suokasvillisuus pääsee voitolle kovan maan kasvillisuudesta. Maanpinnan kosteuden lisääntymistä voi aiheuttaa joko se, että maahan tulee enemmän vettä kuin ennen tai että maasta poistuu vähemmän vettä kuin ennen. Edellinen voi johtua joko lisääntyvästä sademäärästä tai vesien virtailuteiden muuttumisesta, jälkimmäinen taas puolestaan joko siitä, että haihtuminen on pienempää kuin aikaisemmin tai vesien poistuminen on hitaampaa kuin ennen, esim. laskusuhteiden heikentymisen, maan vedenläpäisykyvyn pienentymisen tai pitempään säilyvän roudan takia.

Kuten aikaisemmin (s. 8) on mainittu, sisällytetään edellä esitetyssä soiden syntytapojen kolmijaossa primäärinen soistuminen yleensä metsämaan soistumiseen. Primäärisen soistumisen merkitys oletetaan tällöin useimmiten varsinaisen metsämaan soistumisen rinnalla todennäköisesti niin vähäiseksi, että sitä ei pidetä tarpeellisena erottaa. Osaltaan on varmastikin vaikuttanut myöskin se, että primäärisen soistumisen merkityksen selvittämiseen ei ole ollut käytettävissä minkäänlaista tutkimusmenetelmää. Useat tutkimukset viittaavat kuitenkin siihen, että primäärisellä soistumisella saattaa olla tärkeäkin merkitys muihin soiden syntytapoihin verrattuna. Niinpä Häyrén (1902) on todennut Tammisaaren saaristossa suorittamiensa tutkimusten yhteydessä, että siellä syntyy soita maan paljastuessa merestä. Leiviskä (1902, s. 114, 1905, s. 180 ja 1908, s. 178) on osoittanut Perämeren rannikolla syntyvän runsaasti soita maatuvalle merenrannalle. Kujala (1924 a ja b) on todennut, että huomattava osa Keski-Pohjanmaan merenrannikolla syntyneistä soista on syntynyt suoraan märälle, usein lätäkköiselle maalle tai hyvin mataliin merenlahtiin. Hänen mielestään tätä soiden syntytapaa ei ole luettava vesistöjen umpeenkasvuun kuuluvaksi, koska maan kohoaminen merestä on siinä ratkaiseva soistumista edistävä tekijä. Auer (1924 b, s. 104) nimittää täten syntyneitä soita primäärisiksi soiksi ja niiden syntymistä primääriseksi soistumiseksi. Lukkala (1933, s. 66) on osoittanut primääristä soistumista esiintyvän Perämeren rannikolla ja Brandt (1948) Etelä-Pohjanmaan rannikolla.

Maatuvan merenrannan soistuminen on siis ilmeisesti koko nykyisellä merenrannikollamme yleinen ilmiö. Luonnollista on, että primääristä soistumista saattaa tapahtua myös järvien rannalla, mikäli maata paljastuu veden alta.

Tässä tutkimuksessa määritellään tärkeimmät soistumistavat seuraavasti:

Vesistön umpeenkasvulla tarkoitetaan merenlahden, järven, lammen, joen tai puron umpeenkasvua siten, että ko. vesistöstä tulee suo.

Metsämaan soistumisella tarkoitetaan ns. kovien metsämaiden (kangasmaiden) (vrt. Ilvessalo 1951, ss. 16—21) soistumista.

Primäärisellä soistumisella tarkoitetaan vedestä paljastuvan maan muuttumista suoksi välittömästi vedestä paljastumisen yhteydessä.

Tutkimusmenetelmistä

Yleistä

Vaikkakin tässä tutkimuksessa kiinnitettiin päähuomio primäärisen soistumisen ja metsämaan soistumisen merkityksen selvittämiseen, oli silti kaikilta tutkimusalueilta pystyttävä selvittämään myös muiden soistumistapojen osuus, etteivät ne pääsisi aiheuttamaan virhettä tutkimustuloksiin. Erilaisten soiden syntytapojen toisistaan erottamiseksi on aikaisemmissa tutkimuksissa kehitetty useita menetelmiä. Mutta kun sekä niiden kehittämisessä että käytössä ei ole otettu huomioon primäärisen soistumisen merkittävää esiintymismahdollisuutta, on niiden käyttökelpoisuuteen ollut tässä yhteydessä suhtauduttava erikoisen kriitillisesti.

Metsämaan soistumisilmiön esiintymistä tutkiessaan B a c k m a n (1919) käytti ensimmäisenä sellaista tutkimusmenetelmää, jonka avulla on ilmeisesti mahdollisuuksia määritellä sekä metsämaan soistumisilmiön voimakkuutta nykyhetkellä että saada jonkinlainen kuva myös primäärisen soistumisen osuudesta soiden syntyyn. Hän suoritti tutkimuksia suoalan prosentuaalisesta jakaantumisesta Keski-Pohjanmaalla eri korkeuksilla meren pinnasta laskettuna ja esitti tällöin seuraavia tuloksia:

Korkeusvälillä	0— 50	m	m. p. y.	on	suota	41.9	%	koko	pinta-alasta
»	50—100	»	»	»	»	48.8	»	»	»
»	100—200	»	»	»	»	53.1	»	»	»

Mainittujen lukujen perusteella B a c k m a n teki sen johtopäätöksen, että soiden suhteellinen ala kasvaa kovien metsämaiden kustannuksella maiden vanhetessa. Näin epäilemättä asia onkin, mutta niinkuin K u j a l a (1924 b, ss. 4—5) toteaa, kyseisistä luvuista voidaan myös päätellä, että soistuminen ensimmäisessä ryhmässä (41.9 %) on ollut suhteellisesti paljon voimakkaampaa kuin toisessa (6.9 %) ja kolmannessa (4.3 %).

Ensimmäisen ryhmän suuri soistuneisuus saattaa johtua siitä, että huomattava osa siihen kuuluneista soista on syntynyt primäärisen soistumisen kautta. Jotta primäärisen soistumisen osuudesta voitaisiin tehdä mahdollisimman luotettavia päätelmiä, on tässä tutkimuksessa suoritettu

maiden soistuneisuuden vertailua Kujalan (1924 b, s. 22), Aarion (1932, s. 121) ja Brandtin (1948, s. 17) määrittelemällä rantasoiden vyöhykkeellä ja tehty vertailu mahdollisimman pienillä aikaeroilla luokiteltujen alueiden kesken.

Eri-ikäisten maiden suhteellisen soistuneisuuden vertailuun perustuvaa tutkimusmenetelmää harkittiin olevan edullisinta käyttää Perämeren rannikolla. Siellä on maan kohoaminen voimakkainta, ja siten siellä on nähtävissä mahdollisimman selvästi kehittyneenä merestä paljastuvien maiden soistumisen eri vaiheet ja niille luonteenomaiset piirteet. Maankohoamisrannikolla käyvät merestä kohonneille maille syntyneet suot läpi koko kehityksensä ehkä suurimmat muutokset edellä mainitussa rantasoiden vyöhykkeessä. Rantasoiden vyöhykehän loppuu siinä, missä soilla on jo erilaisille ilmastollisille suokomplekseille tyypilliset piirteet. Samalla kun siellä on täten tilaisuus tutkia mahdollisimman selvästi ilmenevien erilaisten soistumistapojen keskinäistä merkitystä, on siellä myös soiden kehitys selväpiirteisenä nähtävissä.

Kun soiden kehityksen säännönmukaisuuksien kaikinpuolinen tunteminen muodostaa perustan mm. metsämaan soistumisen ilmenemisen syyyhteyksien selvittelylle, tutkittiin rantasoiden alueella myös soiden turvekerrosten kehitystä, suotyyppien kehitystä ja kehityksen mahdollista ajoittaista nopeutumista tai hidastumista.

Yhtenä tutkimusmenetelmänä käytettiin eri-ikäisten turvekerrosten paksuuden mittauksia, joilla pyrittiin saamaan esille turvekerrosten paksuuskasvun suuruus soiden kehityksen eri vaiheissa. Turvekerrosten kehityksestä etsittiin säännönmukaisuuksia myös tutkimalla suotyyppien kehityksen peruspiirteitä ja vertailemalla eri-ikäisten maiden suotyyppejä keskenään sekä toisiaan vastaavien turvekerrostumien kasvinjäännöskoostumuksia toisiinsa.

Edellä esitetyn eri-ikäisten maiden soistuneisuuteen perustuvan tutkimusmenetelmän lisäksi selvitettiin useiden muiden tutkimusmenetelmien käyttökelpoisuutta soiden syntytapojen toteamiseen. Se oli välttämätöntä, jotta olisi voitu varmentaa saatua tulosta sekä selvittää myös vesistöjen umpeenkasvun ja tulvamaiden soistumisen merkitys tutkimusalueilla. Samalla tehtiin mahdolliseksi vertailevien tutkimusten suorittaminen ns. geologisesti vanhemmilla mailla.

Vanhojen karttojen ja nykyisen kartoituksen välinen vertailu osoitti, että luotettavia kartoituksia on saatavissa vain niin lyhyiltä aikaväleiltä, ettei menetelmällä voida ilmeisestikään tehdä muuta kuin todistaa joitakin paikallisia soistumistapauksia. Lukkala (1933) onkin käyttänyt mainittua menetelmää juuri paikallisten soistumistapausten osoittamiseen.

Soiden reunoilla kasvavista puista otettujen kairalastujen tutkiminen osoitti puiden iän olevan liian lyhyen ja kasvun niin monista tekijöistä

riippuvaisen, että kairalastujen tutkimisella voi olla vain joissakin paikallisissa poikkeustapauksissa merkitystä soistumisilmiötä tutkittaessa.

Varmin tie soiden synnyn selvittelyyn, myös geologisesti vanhoilla mailla, näytti olevan suon pohjasta otettujen näytteiden tutkiminen. Pohjanäytteiden tutkimista onkin yleisesti käytetty monilla tavoin soiden synnyn selvittelyyn.

Eräissä tapauksissa on osoitettu olevan mahdollisuuksia päätellä suon syntytapaa suon alla olevan pohjamaan laadun perusteella. Turvekerrostumien alla olevan saven kovuuden perusteella voidaan päätellä, onko savi ollut aina märkää vai välillä kuivunut, ja vastaavasti (vrt. A u e r 1924 b, s. 99) onko paikka aina ollut pohjaveden peitossa vai välillä kuivana maana. Myös suon alla olevan mineraalimaan huuhtoutuneisuus ja podsolin laatu voivat joissakin tapauksissa osoittaa, missä määrin suon pohja on aikaisemmin ollut kuivana maana. Kun maan huuhtoutuminen on riippuvainen (vrt. mm. A a l t o n e n 1940, ss. 203—222) paitsi maan kosteudesta, ilmastosta ja maan iästä, myös maalajista ja maan happamuudesta, käytettiin sitä vain aputunnuksena soistumistapaa määritettäessä T a m m i n (1931, s. 296—311) esittämillä perusteilla. Samoin oli saven kovuuteen perustuvaa menetelmää mahdollisuus käyttää vain apumenetelmänä sen käyttökelpoisuuden ollessa riippuvainen maalajista.

Hiilen radioaktiivinen isotooppi C^{14}, jota on käytetty geologisissa iänmäärityksissa (vrt. S a u r a m o 1954), tarjoaa erään mahdollisuuden suon pohjanäytteiden iän ja siten myöskin soistumistavan määrittämiseen. Menetelmän käyttökelpoisuutta ei ollut tämän tutkimuksen yhteydessä tilaisuutta kokeilla. On kuitenkin pääteltävissä, että se ei voi tarjota tässä tutkimuksessa käytettyihin menetelmiin nähden mitään ratkaisevaa etua. Niinpä mm. välittömästi mineraalimaan päällä oleva orgaaninen maalaji on saattanut palaa ja hiilikerrokseen siten sekoittua myöhemmin syntynyttä kasviainesta. Myöskään silloin, jos tutkimuspaikka on aluksi ollut kovana metsämaana ja kuitenkin soistunut hyvin pian veden peitosta paljastumisen jälkeen, ei menetelmä pysty ilmaisemaan, mistä soistumistavasta on ollut kysymys.

Välittömästi mineraalimaan päällä olevan suon pohjakerroksen tutkimisesta oli täten löydettävä soiden syntytapojen selvittämiseen käyttökelpoiset menetelmät kaikkien soiden syntytapojen selvittämistä varten. Soistumisilmiön monimuotoisuuden ja eri muotojen usein ilman selvää rajaa toisiinsa liittymisen takia tehtävästä tuli vaikea. Kaikki tutkimuspreparaatit ja näytteet oli säilytettävä koko tutkimusten suoritusajan ja aloitettava työ useita kertoja alusta. Menetelmien kehittämiselle antoi maankohoamisrannikon tutkimusalue kuitenkin hyvän tuen. Siellä voitiin erilaisten menetelmien käyttökelpoisuus tarkistaa, kun soiden syntytapa oli nähtävissä.

Tulvamaiden soistumisesta on jo aikaisemmin esitetty, että sitä voi tapahtua vain jonkin tulvivan vesistön vaikutuspiirissä. Tulvamaasoistumat on tämän takia helppo erottaa jo sijaintinsa perusteella. Paitsi sijaintinsa puolesta ovat tulvamaiden soistumiset helposti erotettavissa muista soistumistavoista myös lietepitoisen turpeensa takia.

Näin ollen jäi selvitettäväksi pohjanäytteiden tarkemman tutkimuksen avulla, onko näytteenottopaikka soistunut vesistön umpeenkasvun, metsämaan soistumisen vai primäärisen soistumisen kautta.

Vesistön umpeenkasvun tutkimusmenetelmä

Auer (1924 b, ss. 95—104) ja Kujala (1924 a ja b) ovat osoittaneet, että vesistöjen umpeenkasvu ja primäärinen soistuminen liittyvät monimuotoisesti ilman selvää rajaa toisiinsa. Tämän takia täytyy siis myös niiden erottaminen toisistaan olla rajatapauksissa vaikeaa. Jotta ei primääristen soistumien määrään olisi tässä tutkimuksessa tullut virhettä väärin tulkittujen umpeenkasvusoistumien takia, tehtiin merenrannan maatumisrajassa havaintoja kummankin soistumistavan tärkeimpien ja helpoimmin tutkittavien tunnusominaisuuksien välisistä eroista. Näihin havaintoihin perustuen selvitettiin erilaisten tutkimusmenetelmien käyttökelpoisuutta.

Backman (1919) on määrännyt vesistöjen umpeenkasvun osuuden makrofossiililöytöihin nojautuen. Hän määritti vesikasvien makrofossiilien perusteella ns. muinaisjärvien pinta-alat. Aario (1932, s. 113) on määrännyt umpeenkasvusoistumien osuuden suon pohjassa olevien kerrostumien laadun perusteella. Päätelmiensä teossa hän nojautui myös makrofossiili- ja piilevätutkimuksiin.

Vesikasvien makrofossiileihin perustuvaa umpeenkasvusoistumien tutkimusmenetelmää on käytetty sellaisissa tutkimuksissa, joissa ei ole pyritty selvittämään primäärisen soistumisen merkitystä erillisenä soistumistapana. Tästä johtuen oli suoritettava tutkimuksia menetelmän käyttökelpoisuudesta ja pääteltävä mm. edellä mainittujen tutkimusten perusteella, sisältyikö menetelmään tässä yhteydessä käytettynä virhemahdollisuuksia. Simon—Kemin tutkimusalueelta otettiin kartan (kuvaliitteessä 1) osoittamista paikoista 30 kpl. 5 cm × 5 cm × 10 cm:n suuruisia pohjanäytteitä välittömästi mineraalimaan pinnan yläpuolelta. Näytteet liuotettiin väkevässä typpihapossa ja niistä huuhdottiin veden sekä seulojen avulla makrofossiilit esille. Tulokset muodostuivat taulukon 1 mukaisiksi.

Taulukosta havaitaan, että vesikasvien fossiileja on ollut useilla tutkimuspaikoilla, jopa sellaisillakin, joissa hyvin todennäköisesti on voinut tapahtua vain aivan vaatimattomien, muutaman neliömetrin laajuisten lätäköiden soistumista. Tämä on ilmeisesti mahdollista siitä syystä, että

Taulukko 1. Makrofossiilinäytteiden tutkimustulokset. — *Tabelle 1. Untersuchungsergebnisse der Makrofossilienproben.*

Näytteen N:o — *Nr. der Probe*		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Turpeen paksuus cm — *Torfdicke cm*		60	40	60	50	40	120	60	30	240	220	180	90	40	150	170	140	100	70	30	100	60	70	130	170	110	90	50	140	120	90
Liejun paksuus cm — *Schlammdicke cm*		0	0	1	0	0	0	0	0	6	4	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Andromeda polifolia	siemeniä			1										2			2											2			
Alnus glutinosa	hedelmiä																2	1									1				
» incana	»		7	1	1																										
Betula nana	lehtiä				v																										
Calla palustris	hedelmiä			1																											
Carex canescens	pullakoita																										1				
» lasiocarpa	»			2		6			1	2	1		1	1	1				11	9						1	2				
» limosa	»												2						1			1					2				2
» rostrata	»		1											1		1									2						
» tyvituppia ja	juurihuov.															k	k	k	k	r	v	r		r		v	v			r	k
Cicuta virosa	siemeniä						1																					1			
Comarum palustre	»			4			2	2					2				1	2				2			1		1	3			
Empetrum nigrum	»																														
Equisetum	jätteitä												r																		
Hippuris vulgaris	siemeniä	1	1	3	1	1																						2			
Lysimachia vulgaris	»				1																							3			
Menyanthes trifoliata	»	4	12	11	6	2							1	2	1	5	3	15	19	11	6	7	2	11				12	2	11	19
Nuphar luteum	»															1															
Nymphaea candida	»	2														1															
Phragmites	jätteitä															v									v						
Potamogeton	hedelmiä			2						27	64	72				7									4						
Ranunculus	siemeniä			2					1																						
Ruppia	hedelmiä																								1						
Scirpus lacuster	»					1	25	4						1																	
» mamillatus	»	10	10	5	10	14		1																							
» paluster	»	10	15	8	15	3																									
Scorpidium scorpioid.	lehtiä													r	k	k	v	v	k	k	v		k	r	v		v	k	k		k
Sparganium minimum	hedelmiä																1														
Sphagnum	lehtiä								v									v					v	v				v		
Zanichellia pedunculata	hedelmiä					2	15																	11	50	2			6		
» repens	»		3																						2						

Merkintöjen selitys: Siemenien ja hedelmien määrä on ilmoitettu kappaleina, muiden fossiilien määrä lyhennyksin r = runsas, k = kohtalaisesti ja v = vähän.

Zeichenerläuterungen: Die Samen- und Fruchtmengen sind in Stückzahl, die der übrigen Fossilien mit Abkürzungen r = reichhaltig, k = mässig und v = wenig angegeben.

hedelmiä = *Früchte*, jätteitä = *Reste*, lehtiä = *Blätter*, pullakoita = *Früchte*, siemeniä = *Samen*, tyvituppia ja juurihuovastoa = *Wurzelscheiden und Wurzelfilz.*

silloin, kun maa on juuri paljastumaisillaan meren peitosta, voi jokseenkin kaikkialla jopa kasvaakin vesikasveja tai voi maanpintaan kulkeutua vesikasvien fossiileina säilyviä osia. Jos paikka soistuu heti veden peitosta paljastuessaan, säilyvät vesikasvien jäännökset turpeen alla. Täten voidaan menetelmää käytettäessä tehdä helposti virhepäätelmiäkin, mikäli sitä käytetään primäärisen soistumisen ja vesistön umpeenkasvun toisistaan erottamiseen.

Vesikasvien fossiilien runsaus näyttää olevan sitä suurempi, mitä paksumpi liejukerrostuma on. Kun liejukerrostuman esiintymistä on usein käytetty jopa tärkeimpänä menetelmänä umpeenkasvusoistumien määrittämisessä, tehtiin juuri merestä paljastumassa olevilla mailla havaintoja liejukerrostumien esiintymisistä erilaisten soistumistapojen yhteydessä.

Merenrannan maatumisrajassa ei varsinaisella tutkimusalueella tavattu muuta soiden syntytapaa kuin K u j a l a n (1924 a ja b) kuvaamaa maanpinnan märkien painanteiden ja rantalätäköiden primääristä soistumista. Tutkimusalueen välittömässä läheisyydessä sijaitsevalla Karsikkoniemellä todettiin kaksi A a r i o n (1932, ss. 84—89) kuvaamaan tapaan umpeenkasvavaa, avovetistä, vain heikosti meren kanssa yhteydessä olevaa merenlahtea. Mineraalimaan pinnan päällä näissä umpeenkasvavissa lahdissa oli selvästi makroskooppisestikin erotettavissa oleva liejukerrostuma. K u j a l a n (1924 b, ss. 6—12) kuvaamien rantalätäköiden kaltaisissa muodostumissa todettiin olevan ohut, yleensä vain heikosti tai ei ollenkaan makroskooppisesti erottuva, runsaasti kasvien juuria sisältävä liejukerrostuma.

Kun liejukerrostuma on mineraalimaan pinnassa ilmeisesti sitä paksumpi, mitä selvemmin on kysymys umpeenkasvusoistumisesta, on tässä tutkimuksessa otettu umpeenkasvun ja primäärisen soistumisen erottamisessa perustaksi mineraalimaan pinnassa tavattavan liejukerrostuman paksuus ja laatu.

Vesistöjen umpeenkasvuun on laskettu kuuluvaksi ne suot, tai suon osat, joiden pohjassa mineraalimaan päällä on voitu havaita selvästi makroskooppisesti erottuva liejukerrostuma.

Primäärisen soistumisen tutkimusmenetelmä

Maankohoamisrannikon tutkimusalueella otettiin aivan nuorilta soilta runsaasti pohjanäytteitä sellaisista paikoista, joiden syntytapa oli pääteltävissä suon nykyisen ulkoasun perusteella mahdollisimman varmasti. Samoin otettiin näytteitä kangasmaiden humuksista erilaisilta metsätyypeiltä. Näytteet olivat puoliksi alla olevaa mineraalimaata ja puoliksi sen yläpuolella olevaa orgaanista maalajia. Välittömästi mineraalimaan yläpuolelta otettiin laboratoriossa n. 1 g:n erä näytettä ja siitä valmistettiin (1 minuutti n. 10 % kalilipeässä keittäen) preparaatti (vrt. H e i k u r a i n e n ja H u i k a r i 1952, s. 13) mikroskooppista tutkimusta varten.

Malmström (1923 ja 1931), Auer (1923 ja 1927) ja Lukkala (1933) ovat käyttäneet ns. kuusen siitepölyrajamenetelmää turvekerrosten iän määrityksessä sekä kuusen yleistymisen jälkeen tapahtuneen soiden laajentumisen selvittämisessä. Menetelmä onkin siihen tarkoitukseen käyttökelpoinen. Kun tässä tutkimuksessa pyrittiin ennen muuta primäärisen soistumisen laajuuden selvittämiseen eikä jonakin ajankohtana tapahtuneen soiden laajentumisen tutkimiseen, ei mainittua menetelmää voitu ottaa tässä yhteydessä käytäntöön. Näytteiden tutkimisessa kiinnitettiin päähuomio primääristä soistumista ja metsämaan soistumista sekä erilaisia metsähumuksia edustavien näytteiden välisten eroavaisuuksien selvittämiseen.

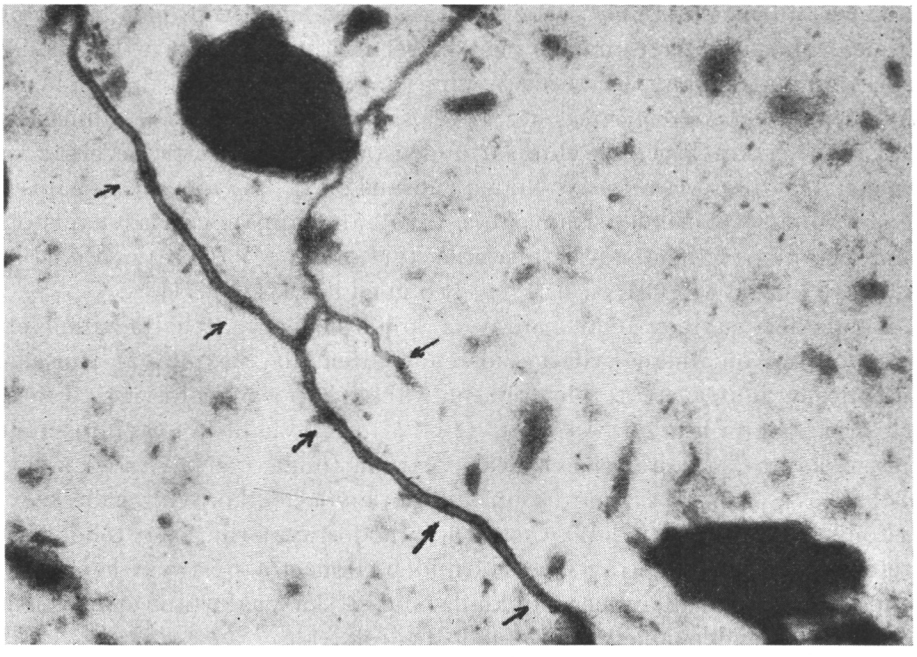
Kasvien jäännökset erottelun perusteena

Kasvinjäännöskoostumusten erilaisuuden perusteella pystyttiin primääristä soistumista ja metsämaan soistumista edustavat näytteet erottamaan toisistaan melkein poikkeuksetta. Kun lehdot liittyvät kasvipeitteensä puolesta rajatta lehtokorpiin, on luonnollista, että niiden erottaminen toisistaan turvekerroksen alla olevan kasvinjäännöskoostumuksen perusteella on varsinkin rajatapauksissa vaikeaa, jopa mahdotontakin. Erään virhemahdollisuuden havaittiin sisältyvän myös siihen, että välittömästi mineraalimaan pinnan yläpuolella olevaan alkuperäiseen kasvinjäännöskoostumukseen on ilmeisesti useimmiten sekoittunut paikalla myöhemmin kasvaneiden kasvien juurien jäännöksiä. Metsämaan soistumista edustavassa näytteessä on siis metsähumuksen jäännöksien seassa useimmiten myös suokasvien juurien jäännöksiä. Tästä johtuen on vain suokasvien maanpäällisten osien ja yksinomaan metsämailla toimeentulevien kasvien jäännöksillä merkitystä paikan soistumistavan kuvastajina silloin, kun on kysymys metsämaan soistumisen ja primäärisen soistumisen toisistaan erottamisesta.

Toisaalta on kuitenkin todettava, että primäärisen soistumisen kautta syntyvät suot olivat nuorilla kehitysasteillaan runsasvetisiä ja sen takia niiden pääasiassa sarakasvillisuuden muodostama turve oli jokseenkin helposti erotettavissa metsämaan soistumista edustavista näytteistä, joissa oli vastaavasti aikoinaan vallinneista kuivista oloista johtuen mm. *Pleurozium*- ja *Hylocomium*-jäännöksiä helpostikin tunnettavina. Kasvinjäännöskoostumuksen määritykseen perustuva menetelmä osoittautui täten käyttökelpoiseksi, mutta se oli usein hankala ja aikaa vievä.

Fossiiliset sienirihmastot erottelun perusteena

Samalla kun kasvinjäännöskoostumuksen määritysmenetelmää kehitettiin (vrt. Heikurainen ja Huikari 1952), selvitettiin näytteiden muiden tunnusominaisuuksien käyttömahdollisuutta. Tällöin havaittiin, että metsähumusnäytteille oli erikoisen tyypillistä sienirihmojen runsas esiintyminen. Rihmastoja esiintyi runsaasti ja selvinä niinkin maatuneissa



Kuva. 2. Sienirihmapätkä suon pohjalta otetussa näyteessä. Nuolet osoittavat sienirihman soluseinien sijaintia. Vasemmalla ylhäällä kuusen siitepölyhiukkanen. Noin 1000 kertainen suurennus. Valok. 1955 O. Huikari.

Abb. 2. Hyphenstück in einer Probe aus dem Moorgrund. Die Pfeile zeigen, wo sich die Zellenwände der Hyphe befinden. Links oben ein Pollenkorn der Fichte. Ca. 1000 mal vergrössert. Photo: Huikari 1955.

näytteissä, ettei muuta solurakennetta ollut erotettavissa. Lehtomaisessa humuksessa näytti sienirihmojen määrä olevan vähäisempi, mutta sielläkin niitä esiintyi kaikkialla.

Kun toisaalta voitiin todeta, että ohutturpeisten, aivan rantaviivan läheisyydessä olevien nevojen pohjanäytteissä ei sienirihmoja tavattu juuri ollenkaan, oli oletettavissa, että sienirihmojen esiintymisen tutkiminen voisi tarjota suhteellisen kätevän tutkimusmenetelmän primääristen soistumien runsauden määrittämiseen.

Mm. F o s t e r i n (1949, ss. 90—91) mukaan tiedetään, että sienirihmastojen soluseinämät ovat muodostuneet kitiinistä ja eräistä polymeroituneista typettömistä yhdisteistä, jotka ovat polysakkaridien tai mahdollisesti lipoidien tapaisia. Sienirihmojen soluseinät ovat täten koostumukseltaan hyvin samankaltaisia kuin siitepölyhiukkasten seinämät. Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että siitepölyhiukkaset säilyvät soissa niissä runsaussuhteissa, missä ne sinne ovat alunperin joutuneet. Tällä perusteella näytti ilmeiseltä, että myös ko. sienirihmastot ovat jokseenkin yhtä kestäviä hajaantumista vastaan.

Turve- ja metsähumusnäytteitä tutkittaessa havaittiin, että niissä olevat sienirihmastot (vrt. kuva 2) ovat jokseenkin yksinomaan väliseinällisiä. Tämän ominaisuuden perusteella voitiin päätellä niiden olevan vastaavasti kantasienien *(Basidiomycetes)* tai kotelosienien *(Ascomycetes)* rihmastoja.

Kanta- ja kotelosienien elinvaatimuksista tiedetään, että ne eivät tule toimeen anaerobisissa oloissa. Niiden runsaus on riippuvainen kasvualustan pH:sta siten, että sienien rihmastoja tavataan happamilla kasvualustoilla enemmän kuin vähemmän happamilla (vrt. mm. Wacksman 1931, s. 245, Jensen 1931, s. 124 ja Romell 1934, s. 71).

Kosteuden suhteen ovat kanta- ja kotelosienet vaateliaita siten, että niiden optimi on ilman kyllästyskosteuden tienoilla, ne pitävät runsaasta kosteudesta, mutta eivät tule toimeen vähän happea sisältävässä vedessä (vrt. mm. Björkman 1946, ss. 82—124). Kasvualustan ravinteisuuden suhteen kanta- ja kotelosienet ovat vaatimattomia (vrt. Wacksman 1931, s. 657), joten ne tulevat hyvin toimeen myös heikkoravinteisilla kasvualustoilla. Kun vielä tiedetään, että ne muodostavat runsaasti tehokkaasti leviäviä itiöitä, on todettavissa, että niiden rihmastot pystyvät kasvamaan luonnontilaisilla maillamme kaikkialla, missä kasvualustan anaerobisuus liiallisen kosteuden ohella ei muodosta estettä.

Edellä esitettyyn nojautuen voitiin pitää todennäköisenä, että mikäli tarkoin mineraalimaan rajasta otetuissa näytteissä on runsaasti fossiilisia sienirihmastoja, niin ne ovat peräisin metsähumuksesta. Toisaalta on ilmeistä, että jos näytteissä ei ole ollenkaan sienirihmoja tai niitä on vähän, ei näytteenottopaikalla ole koskaan ollut metsähumusta, ellei näytteenottopaikka ole joskus palanut niin perusteellisesti, että kaikki primääriset kasvinjäännökset ovat tuhoutuneet. Näytteenottopaikan palaneisuus on helposti todettavissa preparaatin tarkastelun yhteydessä, joten siitä ei voi aiheutua virhettä tutkimustuloksiin.

Näytteiden oton jälkeen tapahtuvaa sienirihmojen kasvamista näytteisiin tutkittiin vertaamalla 10 %:lla KOH:lla kyllästettyjen ja tavallisten näytteiden rihmastomääriä ja rihmastojen laatua. Tällöin havaittiin, että mikäli näytteet kuivataan heti ottamisen jälkeen, ei niihin ilmesty sekundääristä rihmastoa. Sekundäärinen rihmasto on lisäksi läpikuultavana ja hentona sekä väliseinättömänä helposti erotettavissa fossiilisista rihmastoista. Mahdollisten virheiden poistamiseksi kaikki otetut näytteet joko kuivattiin huolellisesti tai, jos siihen ei ollut tilaisuutta, ne kyllästettiin 10 %:sella KOH-liuoksella.

Menetelmän edelleen kehittämiseksi suoritettiin kokeellisia tutkimuksia, joiden avulla pyrittiin löytämään tarkka ja mahdollisimman yksinkertainen sienirihmastojen runsauden määritystapa. Suoritetuissa kokeissa havaittiin, että sienirihmojen solut ovat jokseenkin aina samankokoisia ja solujen väliseinät suhteellisen helposti erotettavissa. Tämä havainto antoi mah-

Taulukko 2. Sienirihmasolujen lukumääriä erilaisilta metsätyypeiltä humuksesta otetuissa näytteissä laskettuna 100 siitepölyhiukkasta kohti. (Tyyppilyhennykset I l v e s s a l o n (1951) mukaiset).

Tabelle 2. Einige Hyphenzellenzahlen in Proben aus dem Humus verschiedener Waldtypen, pro 100 Pollenkörner gerechnet. (Typenabkürzungen nach I l v e s s a l o (1951)).

Metsätyyppi *Waldtyp*	Rihmastosoluja kpl./100 siitepölyä *Hyphenzellenzahl pro 100 Pollenkörner*			Näytteenottopaikka *Probenentnahmeort*
	Humuksen pinta *Humusoberfläche*	Humuksen keskus *Humusmitte*	Humuksen pohja *Humusgrund*	
CT	9 800	19 500	29 000	Vilppula
»	6 200	8 500	15 000	»
» s.[1])	12 400	17 300	11 500	»
VT	4 300	22 800	9 200	Simo
»	10 100	6 200	11 200	»
» s.	17 400	12 800	16 500	»
»	—	—	13 500	Keuruu
»	—	—	23 400	»
MT	32 500	28 000	15 400	Simo
»	12 000	25 000	18 000	»
»	20 000	18 000	19 000	»
» s.	21 400	8 300	11 500	»
»	—	—	7 500	Lohja
»	—	—	25 500	»
»	—	—	21 500	»
HMT	11 900	18 400	11 700	Rovaniemi
»	26 000	12 000	15 500	»
OMT	2 500	454	552	Korso
»	2 400	1 100	900	»
»	1 950	1 200	580	»
»	1 900	923	628	»
OMT s.	950	264	354	»
Lh	312	186	167	»
»	510	380	400	»
»	120	185	212	»
»	356	225	425	»
»	330	270	250	»

[1]) s = soistunut.
s = versumpft.

dollisuuden mikroskoopin näkökentässä olevien rihmastojen runsauden määrittämiseen laskemalla rihmastojen solujen lukumäärä. Vertailevissa laskentakokeissa voitiin todeta, että tutkittavasta näytteestä valmistetun preparaatin laimeusasteen vaihtelu aiheuttaa tuloksiin huomattavia eroja. Tällöin kokeiltiin rihmastosolujen lukumäärän laskentamahdollisuutta puiden siitepölyn runsauteen verrattuna.

Jotta saataisiin selvyyttä siihen, miten sienirihmasolujen runsaus siitepölyhiukkasten määrään verrattuna vaihtelee erilaisilla kasvualustoilla, suoritettiin eräitten metsä- ja suotyyppien humusnäytteistä ja pintaturpeista sienirihmasolujen lukumäärän laskentoja. Taulukossa 2 ovat laskentatulokset metsähumuksista. Niistä tutkittiin erikseen humusnäytteen pinnan, keskiosan ja pohjan suhteellinen sienirihmapitoisuus.

Taulukko 3. Simon tutkimusalueelta otettujen pintaturvenäytteiden jakaantuminen sienirihmasolujen runsausluokkiin. (Tyyppilyhennykset Huikarin (1953) mukaiset).

Tabelle 3. Einteilung der aus dem Untersuchungsgebiet Simo genommenen Oberflächentorfproben nach den Reichtumsklassen der Hyphenzellen. (Typenabkürzungen nach Huikari (1953)).

Suotyyppi — *Moortyp*	Sienirihmasoluja kpl./100 siitepölyhiukkasta *Hyphenzellen pro 100 Pollenkörner*					
	0—50	51—100	101—200	201—500	501—800	800—
	Pintaturvenäytteitä kpl. — *Stückzahl der Oberflächentorfproben*					
RuN	5	—	—	—	—	—
RhN	5	—	—	—	—	—
SN	4	—	—	—	—	—
OtSN	5	—	—	—	—	—
HN	3	2	—	—	—	—
OtRuK	3	2	1	—	—	—
RuK	2	2	1	—	—	—
RhK	1	2	1	—	—	—
SK	2	1	—	—	—	—
OtMK	—	—	1	2	3	—
MK	—	—	1	3	2	—
OtRuR	2	—	1	—	—	—
RhR	2	1	—	—	—	—
SR	2	2	—		—	—
OtIR	—	1	1	2	3	—
IR	—	1	—	3	1	—

Havaittiin, että CT:n, VT:n, MT:n ja HMT:n humuksissa on sienirihmoja erittäin runsaasti. Mikroskoopin näkökentässä näytti valmiste olevan melkein pelkästään sienirihmahuovastoa. Sienirihmasolujen laskentakin oli sen takia vaikeaa. Ko. metsätyyppien humuksesta suoritettujen laskentojen tarkkuus pysyy kuitenkin todennäköisesti 100—500 kpl:n virherajoissa. Useimmiten sienirihmasolujen lukumäärä verrattuna näytteen sisältämien puiden siitepölyhiukkasten lukumäärään vähenee siirryttäessä pinnasta näytteen pohjaan. Tämä johtuu todennäköisesti ainakin osittain siitä, että siitepölyhiukkasia saattaa rikastua humuksen alaosaan kulkeutumalla läpi sienirihmahuovaston. OMT:n ja lehdon multamaisissa humuksissa on sienirihmojen suhteellinen runsaus ollut huomattavasti pienempi kuin muiden metsätyyppien humuksissa. Kaikissa metsähumusnäytteissä on aina tavattu sienirihmoja eikä näytteissä ole kertakaan todettu olleen vähemmän kuin 100 kpl. sienirihmasoluja 100 siitepölyhiukkasta kohden.

Taulukossa 3 on vastaavien tutkimusten tuloksia eräiltä suotyypeiltä. Tutkitut näytteet otettiin tasapinnan turpeesta noin 5 cm:n syvyydestä. Havaitaan, että soiden turpeissa on eräissä tapauksissa sienirihmasoluja enemmän kuin esim. OMT:n humuksessa. Tämä onkin luonnollista, sillä esimerkiksi lehdot liittyvät kasvipeitteensä ja humuksen laadun puolesta

rajatta ohutturpeisiin ruskosammalkorpiin. Merkille pantavaa on kuitenkin se, että nevojen sekä vetisten ja vähäpuisten korpien ja rämeiden turpeet sisältävät erittäin vähän sienirihmoja.

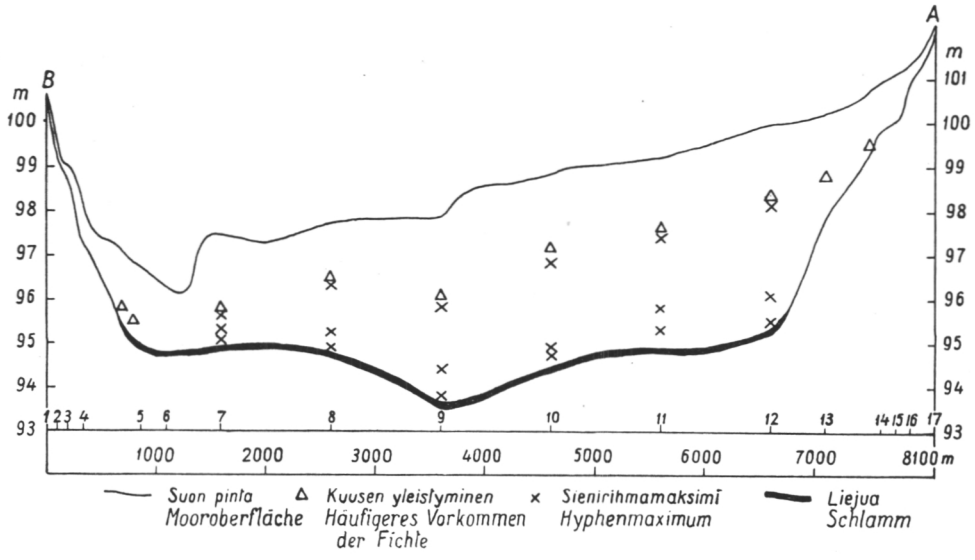
Puiden siitepölyhiukkasten runsauteen verrattu sienirihmasolujen määrä näyttää olevan edellä esitettyyn perustuen jokseenkin herkästi riippuvainen kasvupaikan kosteudesta.

Sienirihmojen säilyvyydestä turvekerrosten sisässä tehtiin tutkimuksia siten, että otettiin suon pohjasta mineraalimaan kontaktista näytteitä sellaisilta kohdilta, joissa oli mineraalimaassa selvä rautapodsoli. Tutkituista 26:sta näytteestä oli 18:ssa runsaasti sienirihmoja ja 8:ssa hiiltä osoituksena paikan palamisesta mineraalimaata myöten. Kun mm. T a m m i n (1931, ss. 296—311) tutkimuksen mukaan tiedetään, että rautapodsolin esiintyminen merkitsee paikan olleen joskus kovana metsämaana, voitiin täten todeta, että turvekerrosten sisään jääneet sienirihmasolut säilyvät ilmeisesti hyvin.

Edellä esitetyt tutkimukset olivat jo antaneet huomattavasti tukea sellaiselle käsitykselle, että siitepölyhiukkasten lukumäärään verrattu sienirihmasolujen lukumäärä kuvastaa tutkitun näytteen syntyaikana vallinneita maanpinnan kosteusoloja. Tämän teorian paikkansapitävyyden sekä samalla sienirihmasolujen säilyvyyden ja laskentamenetelmän tarkistamiseksi otettiin Keski-Pohjanmaalta Haapaveden kunnassa olevalta Piipsannevalta turvenäytteitä, jotka tutkittiin laboratoriossa. Piipsanneva on vedenjakajalla sijaitseva noin 3000 hehtaarin laajuinen yhtenäiseen allasmuodostumaan syntynyt suo (vrt. mm. K o k k o n e n 1919). Pääosa sen vesistä purkautuu suon länsilaidalta Pyhäjokeen laskevan heikkolaskuisen Piipsanojan kautta. Sadevesien lisäksi tulee Piipsan- ja Kotanevojen muodostamaan yhtenäiseen altaaseen vettä suon kaakkoispuolella olevalta Onkinevalta. Onkinevan Piipsannevalle päin purkautuva sadealue on enintään yksi kymmenesosa Piipsannevan pääaltaan sadealueesta. Onkinevan vedet laskevat Kotanevalle niin hyvälaskuista puroa myöten, että vesien purkautumisessa ei ole todennäköisesti tapahtunut merkittävää muutosta, vaikka puro olisi joskus ollut tukkeutuneenakin. Tältä pohjalta on todettavissa, että Piipsannevan pääaltaan turvekerrosten vesitaloudessa lienee tapahtunut muutoksia vain ilmaston muutosten aiheuttamana ja tällöin ne ovat todennäköisesti olleet samanlaisia suon kaikissa osissa.

Suolta otettiin sen halki kaakkois—luode suuntaan kulkevalta 8100 m pitkältä linjalta 17 turvenäytesarjaa. Näytteet olivat 5 cm.n pituisia, ne otettiin 14:sta profiilista 5 cm:n välein ja 3:sta profiilista 15 cm:n välein. 12:n näytesarjan näytteet kyllästettiin n. 10 %:sella KOH-liuoksella ja 5:n jätettiin kyllästämättä. Kaikki näytteet kuivattiin näytteenottopäivänä.

Näytteiden oton yhteydessä havaittiin (vrt. kuva 3), että suon pohjalla on laajalla alalla liejukerros, jonka paksuus on n. 10 cm. Turpeen todettiin



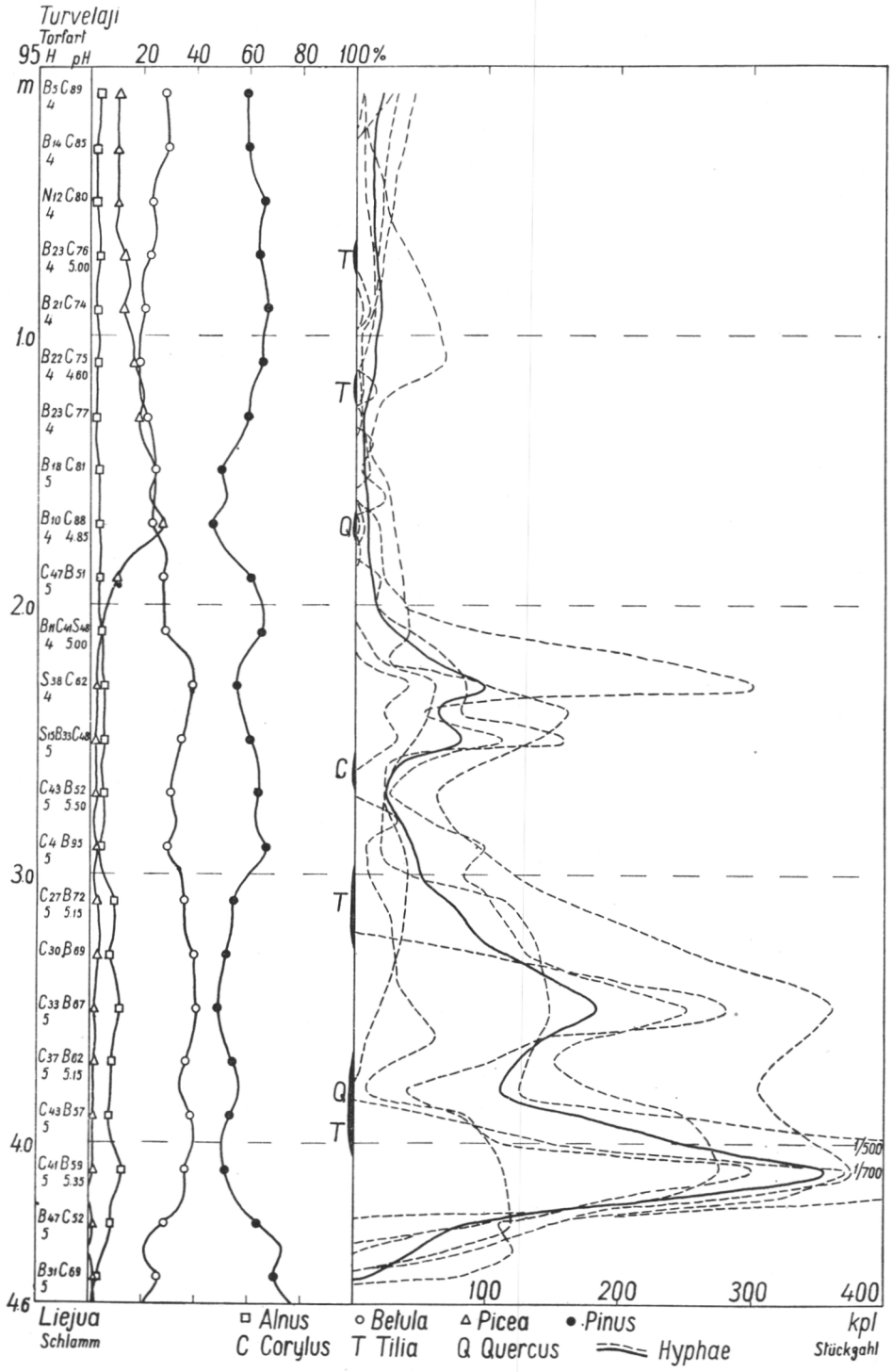
Kuva 3. Piipsannevan suoaltaasta kaakko- (A) — luode- (B) suuntaan piirretty poikkileikkauspiirros.

Abb. 3. Profilzeichnung des Moorbeckens des Piipsanneva-Moors, gezeichnet in der Richtung SO (A) — NW (B).

makroskooppisen tarkastelun perusteella olevan ruskosammalsara- ja saraturvetta ja sen maatumisasteen noin 4. Näytteistä tehtiin laboratoriossa siitepölyanalyysi ja sienirihmasolujen runsauden laskenta. Lisäksi tutkittiin talvella 0.5 m:n välein otetuista ja jäätyneinä laboratorioon kuljetetuista näytteistä turpeen pH. Tutkituista näytesarjoista otettiin suon paksuturpeisimmalta keskiosalta kuuden sarjan (7—12) tulokset ja synkronisoitiin ne keskiarvodiagrammaksi. Synkronisoinnissa käytettiin vertailutasoina kuusen siitepölyn maksimia, välittömästi sen alapuolella olevaa sienirihmamaksimia, sen alla olevaa sienirihmaminimiä ja näytesarjan alaosassa olevaa kahta sienirihmamaksimia.

Tutkimuslinjan kohdalta piirretystä poikkileikkauspiirroksesta (kuva 3) havaitaan liejun esiintymisen perusteella, että Piipsanneva on kehityksensä alkuvaiheessa ollut järvi. Backmanin ja Cleve-Eulerin (1937) mukaan Piipsanneva on kuroutunut irti merestä juuri ennen litorinakauden alkua. Täten sen turvekerrostumat ovat syntyneet ancyluskautta nuoremmalla ajalla. Sauramon (1954) myöhäiskvarttäärin aikataulun perusteella arvioiden kuroutuminen on tapahtunut noin 7000 vuotta sitten. Piipsannevan pohjassa olevan liejukerrostuman ohuus (n. 10 cm) sen laajuuteen verrattuna osoittaa, että paikalle alunperin syntynyt järvi on jokseenkin pian kuroutumisensa jälkeen soistunut umpeenkasvun kautta.

Kuvassa 4 on synkronisoidun keskiarvodiagramman ohella esitetty näytesarja 10:stä (vrt. kuva 3) tehtyjen mikroskooppisten turvelajimääri-



Kuva 4. Synkronisoitu keskiarvodiagramma Piipsannevasta. Turvelajimerkinnät julkaisun Heikurainen — Huikari (1952) mukaiset.

Abb. 4. Synchronisiertes Mittelwertdiagramm des Piipsanneva-Moors. Torfartenbezeichnungen nach der Veröffentlichung Heikurainen — Huikari (1952).

tysten tulokset, turpeen maatumisaste ja reaktio. Sataa siitepölyhiukkasta kohti laskettu sienirihmasolujen lukumäärä on esitetty synkronisoituna näytesarjoista 7—12 ja sen lisäksi niiden keskiarvona.

Diagrammoista havaitaan, että vaikkakin sienirihmasolujen suhteellisissa määrissä on eri näytesarjoissa vaihtelua, on kaikissa todettavissa samat pääpiirteet. Näytesarjan vanhimmassa osassa on sienirihmasoluja suhteellisen paljon. Siellä on runsaasti sienirihmoja sisältävä kerros, joka jakaantuu yleensä selvästi erottuvasti kahteen osaan. Ylöspäin siirryttäessä vähenee sienirihmasolujen määrä selväpiirteiseksi minimiksi. Sen yläpuolella on turvekerros, jossa sienirihmasolujen suhteellinen runsaus jälleen suurenee jääden kuitenkin pienemmäksi, kuin mitä se oli alempana olevassa maksimissa. Yleensä on tämä ylempänäkin sijaitseva maksimi todettu kaksiosaiseksi. Sen yläpuolella on kaikissa näytesarjoissa selvä sienirihmamäärän minimi, joka jatkuu useimmiten lievää nousua osoittaen pintaan saakka.

Tämä tutkimustulos osoittaa, että sienirihmasolujen laskentamenetelmä siitepölyhiukkasiin verrattuna pystyy ilmentämään toisiin paikkoihin verrannollisella tavalla sienirihmasolujen runsauden. Tuloksissa selvänä ilmenevä sienirihmasolujen suhteellisen runsauden vaihtelu voi johtua joko siitepölyhiukkasten tai sienirihmasolujen runsauden vaihtelusta. Kun siitepölyhiukkasten runsaudessa ei ole voitu osoittaa olevan mitään tämänlaatuisia säännönmukaisia vaihteluita, on ilmiötä pidettävä sienirihmasolujen runsauden vaihteluista johtuvana.

Eri näytesarjojen suhteellisten sienirihmamäärien yhtäläisiä vaihteluita ei täten voitane selittää muuten, kuin että s i e n i r i h m a t o v a t s ä i l y n e e t e r i n ä y t e s a r j o i s s a t o i s i i n s a v e r r a n n o l l i s e l l a t a v a l l a. Niitä on ilmeisesti myöskin jäänyt eri turvekerroksiin jo alunperin erilaisia määriä.

Eri syvyyksiltä suosta tehdyt pH-määritykset (vrt. kuva 4) osoittavat, että turpeen pH vaihtelee 4.60—5.35. Sienien toiminnalle ei ko. pH-alueella tapahtuvalla vaihtelulla voi olla näytesarjojen tutkimuksissa saatujen tulosten osoittamaa merkitystä. Turvelajimääritykset osoittavat (vrt. kuva 3) kehitystä ruskosammalvaltaisesta turpeesta jokseenkin puhtaaseen saraturpeeseen. Turpeen sisältämien ravinteiden määrä on ilmeisesti vähentynyt pohjasta pintaan päin siirryttäessä. Mutta Simon—Kemin tutkimusalueella on todettu (vrt. taulukko 3, s. 24), että vetisen suon turpeessa on erittäin vähän sienirihmoja, vaikka suossa olisi runsaastikin ravinteita. Tässäkään tapauksessa ei voida sienirihmasolujen määrän vaihtelua selittää turpeen ravinteisuuden vaihteluista johtuneeksi.

Jos verrataan keskiarvokäyrän osoittamia sienirihmasolujen suhteellisen määrän vaihteluja siitepölydiagrammaan (kuva 4) ja sen perusteella edelleen tietoihin jääkauden jälkeisistä ilmaston vaihteluista (vrt. S a u r a m o

1940), havaitaan, että ilmaston vaihteluiden ja sienirihmakäyrän välillä on huomattavia yhtäläisyyksiä. Sienirihmasolujen runsaus on laskenut pienimpään arvoonsa samanaikaisesti kuusen yleistymisen kanssa. Yleisesti selitetään kuusen yleistymisen ilmentävän subatlanttisen kauden alussa tapahtunutta ilmaston muuttumista kosteaksi ja kylmäksi. Tästä on ollut todennäköisesti seurauksena Piipsannevan pintaturpeen muuttuminen juuri samaan aikaan hyvin vetiseksi, joka on tehnyt sienirihmojen menestymisen vaikeaksi. Välittömästi ennen kuusen yleistymistä tapahtunut sienirihmasolujen suhteellisen määrän suureneminen voidaankin selittää seuraukseksi subboreaalikauden kuivasta ilmastosta. Sen alapuolella olevan atlanttisen kauden keski- ja loppupuoliskon kohdalle sattuvan sienirihmakäyrän täytyisi edellä olevan perusteella merkitä, että ilmasto on umpeenkasvun aikoihin (n. 7000 vuotta sitten) tai pian sen jälkeen ollut jokseenkin kuiva, sitten muuttunut kosteammaksi ja kuivunut uudestaan, joskin ilmeisesti lievemmin, ja sitten vähitellen muuttunut kosteammaksi aina subboreaalikauden kuivumiseen asti. Sienirihmakäyrän ylimmäinen osa viittaisi subatlanttisena kautena tapahtuneeseen lievään ilmaston kuivumiseen.

Edellä esitetty on vahvistanut sitä käsitystä, että t u r p e e n s i s ä l t ä m ä s i e n i r i h m a s o l u j e n m ä ä r ä v e r r a t t u n a s i i t e p ö l y h i u k k a s t e n l u k u m ä ä r ä ä n p y s t y y k u v a s t a m a a n o i k e a l l a t a v a l l a t u r p e e n s y n t y a i k a n a v a l l i n n e i t a m a a n p i n n a n k o s t e u s o l o j a. Sienirihmasolujen määrän laskenta on täten perusteiltaan ilmeisesti hyvinkin käyttökelpoinen tutkimusmenetelmäksi primäärisen soistumisen ja metsämaan soistumisen laajuutta selvitettäessä.

Jos verrataan taulukoissa 2 ja 3 esitettyjä erilaisten metsä- ja suotyyppien humuksien ja turpeiden sisältämiä suhteellisia sienirihmamääriä keskenään, on havaittavissa, että CT:n, VT:n, MT:n ja HMT:n humuksissa on niin runsaasti sienirihmoja, että ne erottuvat selvästi kaikkien turpeiden sienirihmamääristä. Toisaalta voidaan myös todeta nevojen turpeissa ilmeisesti olevan useimmiten niin vähän sienirihmoja, että kaikkien metsätyyppien humuksissa on niitä enemmän. OMT:n ja Lh:n näytteissäkin on jokaisessa ollut sienirihmoja enemmän kuin 100 solua 100 siitepölyhiukkasta kohti. Kun useissa turvenäytteissäkin on toisaalta ollut sienirihmoja mainittua suhdetta enemmän, ei yksistään sienirihmojen runsauden perusteella aina voida varmuudella erottaa metsämaan soistumista primäärisestä soistumisesta. Parhaimmaksi osoittautui näissä epävarmoissa tapauksissa etsiä apua kasvinjäännöskoostumuksesta. Mikäli näytteessä oli muutakin sarasolukkoa kuin sarojen juuria, laskettiin näyte primäärisen soistumisen kautta soistuneisiin. Jos näytteessä oli *Pleurozium*- tai *Hylocomium*-solukoita eikä ollut sarojen jäännöksiä, luettiin näyte metsämaan soistumista edustaviin.

Tutkimusten kestäessä todettiin, että epävarmojen tapausten määrä on suhteellisen vähäinen. Todennäköisesti tärkein syy siihen on se, että välittömästi maan merestä paljastumisen yhteydessä syntyneet suot ovat olleet hyvin vetisiä, samoin kuin ne ovat nykyäänkin rannikolla, joten niiden turpeissa on ollut hyvin vähän sienirihmoja.

Edellä esitettyyn perustuen päädyttiin näytteiden mikroskooppisissa tutkimuksissa seuraaviin näytteiden luokitteluperusteisiin:

Mikäli tutkittavassa näytteessä ei ole ollenkaan sienirihmoja, niin se tuskin on koskaan voinut olla metsähumusta. Mikäli sienirihmasolujen lukumäärä on alle 50 kpl. 100 siitepölyhiukkasta kohti, on pidettävä hyvin todennäköisenä, että näyte on turvetta. 50—1000 kpl. sienirihmasoluja 100 siitepölyhiukkasta kohti sisältävä näyte on todennäköisesti syntynyt kohtalaisen runsaan kosteuden vallitessa. Tällöin voidaan vasta kasvinjäännöskoostumuksen perusteella päätellä, onko näyte turvetta vai metsähumusta. Mikäli näyte sisältää 1000—1500 kpl. sienirihmasoluja 100 siitepölyhiukkasta kohti, on se todennäköisesti metsähumusta, ja jos sienirihmasoluja on yli 5000 kpl., näyte on jokseenkin varmasti metsähumusta. Menetelmällä voidaan selvittää ainakin osa siitä pinta-alasta, joka on heti merestä paljastuttuaan muuttunut suoksi, ja varmentaa muiden tutkimusmenetelmien antamia tuloksia.

Tiivistelmä tutkimusmenetelmistä

Edellä esitettyyn perustuen tässä tutkimuksessa on käytetty seuraavia tutkimusmenetelmiä ja tutkimustulosten luokitteluperusteita.

Erilaisten soiden syntytapojen keskinäistä merkitystä tutkittiin ensin Perämeren rannikolla. Rajoitetulta tutkimusalueelta selvitettiin kartoituksen ja pintapunnituksen avulla soiden runsaus eri-ikäisillä mailla ns. rantasoiden vyöhykkeessä. Saatujen tulosten perusteella tehtiin päätelmiä erilaisten soistumistapojen keskinäisestä merkityksestä pitäen tällöin erikoisesti silmällä primäärisen soistumisen yleisyyttä muihin soistumistapoihin verrattuna. Soiden kehityksen peruspiirteitä selvitettiin etsimällä turvekerrosten kehityksestä säännönmukaisuuksia. Tätä silmällä pitäen tutkittiin turpeiden korkeuskasvua ja suotyyppien kehitystä.

Sekä maankohoamisrannikon tutkimusalueen ns. geologisesti nuorilta mailta että sisämaan geologisesti vanhemmilta mailta otettiin soistuneista allasmuodostumista pohjanäytteitä. Näytteiden oton yhteydessä tehtiin muistiinpanot pohjamaan laadusta ja ominaisuuksista. Mikäli suon pohjassa oli näytteenottopaikalla pehmeä savi, voitiin pitää todennäköisenä, että paikka on aina ollut pohjaveden vaikutuksen alainen eikä täten ole koskaan ollut kovana metsämaana (vrt. A u e r 1924 b, s. 99). Mikäli suon alla oleva mineraalimaa oli huuhtoutunut ja siinä voitiin erottaa selvä rauta-

podsoli, otettiin tämä huomioon metsämaan soistumista ilmentävänä pohjanäytteen ominaisuutena (vrt. T a m m 1931, ss. 296—311). Jos mineraalimaan pinnalla oli selvästi makroskooppisesti erottuva liejukerrostuma, laskettiin näytteenottopaikka soistumistavaltaan vesistön umpeenkasvuun kuuluvaksi.

Pohjanäytteiden mikroskooppisessa tarkastuksessa käytettiin yhdistettyä sienirihmasolujen lukumäärän ja kasvinjäännöskoostumuksen määrittämiseen perustuvaa tutkimusmenetelmää. Ensin suoritettiin sienirihmasolujen lukumäärän laskenta. Jos sienirihmasolujen määrä oli alle 50 kpl. 100 puiden siitepölyhiukkasta kohti, eikä valmisteessa ollut muita metsähumuksen jäännöksiä tai hiiltä, luettiin näyte turpeisiin kuuluvaksi ja sen edustama paikka, jos siinä ei ollut tavattu luejua, primäärisen soistumisen kautta soistuneeksi. Jos sienirihmasolujen lukumäärä oli yli 50 kpl. 100 siitepölyhiukkasta kohti, tutkittiin näytteen kasvinjäännöskoostumusta ja tehtiin päätelmät sen perusteella. Mikäli sienirihmoja oli hyvin runsaasti (n. yli 5000 kpl. 100 siitepölyhiukkasta kohti), luettiin näyte metsähumuksiin kuuluvaksi.

Geologisesti nuorilla mailla suoritetut tutkimukset

Tutkimusalue

Tutkimusalueeksi valittiin Simon pitäjän ja Kemin maalaiskunnan välinen rajalinja välittömine ympäristöineen. Rajalinja alkaa merenrantaviivasta suuntautuen sisämaahan päin jokseenkin kohtisuoraan rantaviivan yleissuuntaa vastaan (katso kuvaliitettä 1).

Rajalinjan ympäristön kallioperä on gneissigraniittien ja amfiboliittien seosta (Suomen Kartasto 1925, kartta 8). Keskilämpötila on n. +0.8°, tammikuun n. —11.0°, heinäkuun lähes +15.0°. Vuotuinen sademäärä on n. 550 mm ja lumen syvyys 75 cm (Keränen ja Korhonen 1951, ss. 106—109).

Rajalinja tarjosi valmiin kiinnekohdan. Sen ympäristö oli säilynyt jokseenkin täydellisesti ojitukselta ja raivaukselta. Kahdessa kohdassa rajoittuu tutkimusalue n. 50 m:n matkalla pieneen viljelysaukeaan.

Kenttätyöt ja aineisto

Tutkimusalueen eri osien merestä paljastumisen ajankohdan (»geologisen iän») selvittämistä varten suoritettiin alueella korkeussuhteiden määritys pintapunnituksen avulla.

Wittingin (1943, ss. 1—40) mukaan maan kohoaminen on nykyään tutkimusalueella 9.0 m tuhannessa vuodessa. Niskasen (1939) tutkimus osoittaa, että maan kohoaminen on ollut viimeisten kahden tuhannen vuoden kuluessa tasaista. Korkeusvälillä 0—4.5 m m.p.y. olevat maat ovat tutkimusalueella paljastuneet 0—500 v. sitten. Niiden geologinen ikä on siis, korkeutta merenpinnan yläpuolella vastaavasti, 0—500 v. Korkeusvälillä 4.5—9.0 m m.p.y. on maiden geologinen ikä 500—1000 vuotta, korkeusvälillä 9.0—13.5 m m.p.y. 1000—1500 vuotta ja korkeusvälillä 13.5—18.0 m m.p.y. 1500—2000 vuotta. Kun tutkimusalueen yleistarkastuksessa voitiin todeta, että suot jo 1500—2000 vuoden ikäisillä mailla ovat saaneet aapasoille ominaiset piirteet, rajoitettiin tutkimusalue käsittämään vain 0—2000 v:n ikäiset maat. Tällöin muodostivat tutkimusalueen kaikki ne maat, jotka olivat vähemmän kuin 100 m:n etäisyydellä kiinne-

kohdaksi valitusta rajalinjasta ja joiden mineraalimaan pinta oli alle 18 m korkeudella merenpinnan tasosta. Merenpinnan nykyinen taso ja rantaviiva saatiin määritetyksi rautatien kiintopisteen avulla. Tutkimusalue ulottuu rantaviivasta 6700 m:n päähän sisämaahan päin. Se on koko alueeltaan Kujalan (1924 b, s. 22), Aarion (1932, s. 121) ja Brandtin (1948, s. 17) tutkimuksissaan määrittelemällä rantasoiden vyöhykkeellä.

Pintapunnituksen yhteydessä suoritettiin alueen kartoitus samaa runkoverkkoa hyväksi käyttäen. Linjan molemmin puolin kartoitettiin 100 m leveä vyöhyke. Erikoisen tarkasti selvitettiin kaikki kankaiden ja soiden rajat. Rajan määräämisessä noudatettiin Lukkalan (1933, s. 13) määrittelemää ja käyttämää periaatetta. Hän luki suoksi kaikki ne alueet, joilla rahka- tai karhunsammalpeite oli yhtäjaksoinen. Määritystä täsmennettiin siten, että mikäli suokasvillisuuden peittävyys koko kasvipeitteen peittävyysarvosta oli 75 % tai enemmän, luettiin paikka soihin kuuluvaksi noudattaen täten samaa perustetta, mikä on ollut käytännössä myös III:ssa valtakunnan metsien arvioinnissa (vrt. Ilvessalo 1951, s. 17). Kartta ja rajalinjan kohdalta piirretty profiili ovat kuvaliitteessä 1. Tyypin määritys varmennettiin kasvipeitekuvauksilla [1]).

Aineiston luokittelussa havaittiin, että ikäluokan 0—500 vuotta maiden määrä on vähäinen muiden ikäluokkien pinta-alaan nähden. Aineistoa täydennettiin alle 4.5 m m.p.y. olevilla mailla jatkamalla kartoitusta linjassa olevan mutkan kummastakin päästä niin pitkälle, että täydennyskartoitusalueen pituudeksi tuli 1000 m. Alue pysyi kokonaisuudessaan korkeusvälillä 0—4.5 m m.p.y.

Kartoitusta varten tehtyä kiintopisteverkkoa hyväksi käyttäen otettiin kaikilta soilta pohjanäytteitä soiden synnyn ja kehityksen mikroskooppista tutkimista varten. Yli 1 ha:n suuruisista soista pohjanäytteet otettiin 40 m:n välein. Jos suo oli kapea tai kooltaan alle 1 hehtaarin, otettiin säännöllisestä näyteverkosta poiketen lisänäytteitä ja huomioitiin niiden antama tulos normaalista näytetiheyttä vastaavien näytteiden antaman tuloksen varmentajana. Yhteensä kertyi varsinaisia pohjanäytteitä 692 kpl. Pohjanäytteiden oton yhteydessä mitattiin turvekerroksen paksuus elävän kasvillisuuden ja turpeen välisestä rajapinnasta turpeen alapintaan. Turvekerroksen kehitystä koskevia tutkimuksia varten otettiin 48 näytesarjaa. Ne otettiin suon pinnasta mineraalimaan rajaan saakka jokaisen ikäluokan suurimmista ja paksuturpeisimmista soista. Ohutturpeisilta paikoilta otettiin kaikki turvenäytteet lapiolla ja paksuturpeisilta kohdilta suokairalla. Näitä näytteitä oli kaikkiaan 968 kpl.

[1]) Kasvipeitekuvaukset säilytetään ja ovat nähtävänä metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston arkistossa.

Pohjanäytteet otettiin tarkoin mineraalimaan rajasta siten, että näytteeseen tuli mahdollisimman rikkoutumattomana mineraalimaan ja orgaanisen maalajin rajakohta. Pohjanäytteet olivat n. 3 cm:n korkuisia ja 0.5 cm × 0.5 cm paksuja. Turveprofiilinäytteet otettiin 5 cm:n korkuisina ja 0.5 cm × 0.5 cm:n paksuisina ilman välejä turvekerroksen pinnasta pohjaan saakka.

Soiden runsaus

Kuvaliitteessä 1 olevasta pituusleikkauspiirroksesta nähdään, että tutkimusalueen maanpinta kohoaa merenrantaviivasta sisämaahan päin mentäessä loivasti kumpuillen jo 1700 m:n matkalla 15 m:n korkeuteen, mutta laskee sen jälkeen takaisin aina 7 m m.p.y. ja kohoaa uudelleen ollen 6750 m:n päässä merenrannasta viimeisen kerran 18 m:n korkeudessa. Tästä johtuu, että kaikkien ikäluokkien maita on lähellä rannikkoa ja muiden, paitsi kaikkein nuorimman ikäluokan maita, myös kaukana rannikosta. Tämänlaatuinen tutkimusalueen korkeussuhteiden vaihtelu on omiaan poistamaan sen mahdollisuuden, että jonkin korkeusvälin maat keskittyisivät kokonaisuudessaan toisenlaiselle maalajille kuin muut, niinkuin pituusleikkauspiirroksen maalajimerkinnöistä on nähtävissä. Kovien maiden metsätyypeistä on tutkimusalueella vallitsevana puolukka-mustikkatyyppi. Myös variksenmarja-puolukkatyyppiä esiintyy usein. Kurjenpolvi-käenkaali-mustikkatyyppiä ja variksenmarja-kanervatyyppiä on vain muutama pieni kuvio (vrt. K a l e l a 1952). Poikkileikkauspiirroksen ja kartan mukaisesti on jokaisella korkeusvälillä sekä harjanteiden korkeimpia paikkoja että allasmuodostumien matalimpia kohtia.

Eri ikäluokkien maanpintojen kaltevuuksien keskimääräiseksi kuvaamiseksi laskettiin jokaisen ikäluokan mailla suurimman putouksen suuntaisten kaltevuuksien keskiarvo mineraalimaan pinnasta pinta-aloilla punnittuna. Tämä laskelma suoritettiin, jotta voitaisiin tarkistaa, onko eri ikäluokkien maiden keskimääräisissä kaltevuuksissa eroa ja vaikuttavatko eroavaisuudet soistuneisuussadanneksiin. Tuloksista (taulukko 4) havaitaan, että nuorimman ja vanhimman ikäluokan maiden keskimääräiset kaltevuudet ovat 19 m/1000 m. Ikäluokassa 500—1000 v. maiden keskimääräinen kaltevuus on humattavasti pienempi kuin edellä mainittujen, ollen 11 m/1000 m. Ikäluokan 1000—1500 v. maiden kaltevuus on 15 m/1000 m.

Soistuneiden maiden suhteellisen runsauden tarkastelua varten laskettiin tutkimusalueesta piirretystä kartasta soiden pinta-alat eri korkeusväleillä. Tulokset on esitetty taulukossa 4. Samassa taulukossa on esitetty soiden runsaus eri ikäluokkien mailla ja koko tutkimusalueella myös sadanneksina kunkin ikäluokan ja koko tutkimusalueen maiden pinta-alasta.

Taulukko 4. Simon—Kemin tutkimusalueen maiden keskimääräinen kaltevuus, kangasmaiden ja soiden pinta-alat sekä soistuneisuussadannekset.

Tabelle 4. Mittlere Neigung der Böden, die Flächen der festen Böden mit Rohhumusdecke und der Moore sowie Versumpfungsprozente im Untersuchungsgebiete Simo—Kemi.

Korkeus m m.p.y. *Höhe in m ü. M.*	Ikäluokka noin v. *Altersklasse ca. J.*	Kaltevuus m/1 000 m *Neigung m/1 000 m*	Pinta-ala ha *Flächeninhalt ha*	Kangasmaata ha *Fester Boden mit Rohhumusdecke ha*	Suota ha *Moor ha*	Suota pinta-alasta % *Moor von der Gesamtfläche %*
0— 4.5	0— 500	19	30.58	17.40	13.18	43.1
4.5— 9.0	500—1 000	11	33.20	8.41	24.79	74.7
9.0—13.5	1 000—1 500	15	35.56	12.55	23.01	64.7
13.5—18.0	1 500—2 000	19	49.80	19.80	30.00	60.2
0—18.0	0—2 000	17	149.14	58.16	90.98	61.0

II:n valtakunnan metsien arvioinnin tulosten (Ilvessalo 1942) mukaan Perämeren rannikkoalueella on soita koko maa-alasta keskimäärin 60 %. Backmanin (1919) mukaan soiden määrä on Keski-Pohjanmaalla 0—50 m m.p.y. olevilla mailla 41.9 % koko maa-alasta. Näihin tuloksiin verrattuna taulukossa 4 esitetyt luvut soiden määrästä tutkimusalueella osoittavat, että tutkimusalueen maat ovat voimakkaasti soistuneita.

Havaitaan, että jo kaikkein nuorimmillakin mailla on soiden määrä 43 % pinta-alasta. 500—1000 v:n ikäiset maat ovat huomattavasti tasaisempia ja niillä on soita 75 % maa-alasta. Kahdessa vanhimmassa ikäluokassa soiden suhteellinen määrä on jokseenkin samansuuruinen, vaikka kaltevuuksissa on selvä ero siten, että 1500—2000 v:n ikäluokan maat ovat kaltevampia kuin 1000—1500 v:n ikäluokan maat.

Voitaneen todeta maanpinnan kaltevuuden vaihtelun ilmenevän soistuneisuussadanneksissa siten, että mitä tasaisempia maat ovat, sitä enemmän on soita. Verrattaessa nuorimman ja vanhimman ikäluokan maiden soistuneisuutta toisiinsa on havaittavissa, että soita on vanhimman ikäluokan mailla enemmän kuin nuorimmassa ikäluokassa, vaikka maiden kaltevuudet ovat samansuuruiset. Todennäköisesti näiden ikäluokkien maiden soistuneisuusero osittain aiheutuu siitä, että maiden vanhetessa tapahtuu soiden laajenemista kangasmaiden kustannuksella.

Kaikkein nuorimpien maiden (0—500 v) suhteellisen suuri soistuneisuus (43 %) osoittaa, että maiden merestä paljastumisen yhteydessä tai sangen pian sen jälkeen syntyy runsaasti soita. Maiden vanhetessa saavuttanee soiden pinta-ala jo viimeistään 2000 vuotta merestä paljastumisesta lukien sellaisen laajuuden, että uusien soiden syntymistä ja vanhojen laajentumista ei voi sen jälkeen tapahtua yhtä laajassa mitassa kuin sitä ennen.

On pidettävä todennäköisenä, että mikäli soistumiseen vaikuttavissa tekijöissä ei tapahdu muutoksia, täytynee soiden laajentumisen vähitellen hidastua maiden vanhetessa.

Soiden kehitys

Soiden syvyys

Taulukossa 5 on esitetty tutkimusalueen soiden syvyydestä tehtyjen mittausten tulokset. Havaintopisteiden jakaantuminen osoittaa, että 0—500 v. sitten merestä paljastuneilla mailla kaikki suot ovat ohutturpeisia ja että, mitä vanhemmille maille siirrytään, sitä paksumpia turvekerroksia esiintyy. 500—1000 v:n ikäluokassa on jo jopa 85 cm:n paksuudelta turvetta. Ikäluokan 1000—1500 v. mailla on suurin tavattu turpeen syvyys ollut 135 cm ja ikäluokan 1500—2000 v. mailla 250 cm.

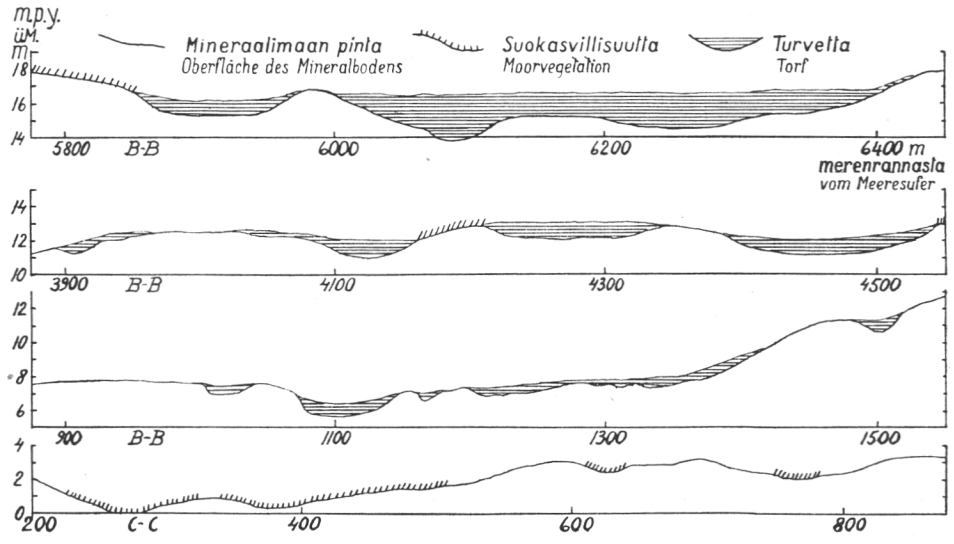
Jos verrataan nuoremmilta mailta vanhempiin siirryttäessä selvänä ilmenevää turvekerrosten paksunemista eri ikäluokkien maiden soistuneisuussadanneksiin, havaitaan, että turpeen paksunemisesta ei ole välttämättömänä seurauksena suoalan lisääntyminen ainakaan soiden kehityksen alkuvaiheessa. Suot kasvavat ilmeisesti korkeutta suurimmaksi osaksi laajentumatta sen vaikutuksesta reunoiltaan.

Jos soiden syntymistä tapahtuisi kaikissa ikäluokissa yhtä runsaasti, pitäisi ilmeisesti eri ikäluokkien mailla olla jokseenkin yhtä paljon aivan ohutturpeisia soita, sillä kovien metsämaiden soistumien täytyy olla kehityksensä alkuvaiheessa ohutturpeisia. Havaintopisteiden jakaantumisesta on havaittavissa, että 0—500 v:n ja 1000—1500 v:n ikäluokkien soilla on saatu eniten turpeen paksuushavaintoja sellaisista paikoista, joilla turvetta

Taulukko 5. Simon—Kemin tutkimusalueen soiden turvekerrosten paksuudet eri-ikäisillä mailla.

Tabelle 5. Die Dicken der Torfschichten der Moore im Untersuchungsgebiet Simo—Kemi auf Böden verschiedenen Alters.

Ikäluokka noin v. *Altersklasse ca.J*	Turpeen paksuusluokat, cm *Dickenklassen des Torfes in cm*												Suurin turpeen paksuus cm *Grösste Dicke des Torfes cm*	Keskimääräinen turpeen paksuus cm *Mittlere Dicke des Torfes cm*
	0 —10	11 —20	21 —30	31 —40	41 —50	51 —60	61 —70	71 —100	101 —140	141 —180	181 —220	220 —260		
	Havaintopisteiden lukumäärä, kpl. *Stückzahl der Beobachtungspunkte*													
0— 500	129	11	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	35	6
500—1 000	20	23	35	20	12	16	29	32	—	—	—	—	85	42
1 000—1 500	46	22	16	12	13	2	9	31	19	—	—	—	135	57
1 500—2 000	7	14	9	13	10	8	8	34	30	32	23	7	250	102



Kuva 5. Esimerkkejä eri-ikäisten maiden allasmuodostumien suokehityksestä.
Abb. 5. Beispiele von der Moorentwicklung der Beckenformationen der Böden verschiedenen Alters.

on vain 0—10 cm. Vastaavasti voidaan myös todeta, ettei näiden kaikkein ohutturpeisimpien soiden merkitys ole niin suuri 500—1000 v:n ja 1500—2000 v:n ikäluokkien mailla. Edellä esitettyyn perustuen on siis olemassa sellainen mahdollisuus, että 0—500 v:n ja 1000—1500 v:n ikäisillä mailla on enemmän kehityksensä alkuvaiheessa olevia soita tai soiden reunaosia kuin 500—1000 v:n ja 1500—2000 v:n ikäluokissa.

Seurattaessa tutkimusalueella olevien allasmuodostumien soistuneisuutta havaitaan siinä ja soiden kehityksessä jokseenkin selväpiirteistä säännönmukaisuutta. Kenttätutkimuksissa todettiin, että heti merestä paljastuessaan peittyy useimmista allasmuodostumista osa suokasvillisuudella ja osa kangaskasvillisuudella. Maan paljastuessa merestä on yleensä paremmat edellytykset suokasvillisuuden kuin kangaskasvillisuuden syntymiselle paljastumisrajan välittömässä läheisyydessä. Tästä johtuu, että allasmuodostumasta peittyy suokasvillisuudella jokainen paikka, jonka kasvupaikkatekijät ovat suokasvillisuuden vaatimuksia vastaavat.

Kuvassa 5 on esitetty esimerkkejä eri-ikäisten maiden allasmuodostumien soistuneisuudesta ja turvekerroksista pituusleikkauspiirroksina. Alimpana olevasta nuorimpien maiden pituusleikkauspiirroksesta havaitaan, että jokaisesta maanpinnan painanteesta on osa suokasvillisuuden peitossa. Suokasvillisuutta esiintyy allasmuodostumien rinteilläkin eikä vain syvimmällä kohdalla. Ikäluokan 500—1000 v. maita edustavasta pituusleikkauspiirroksesta on havaittavissa, että painannekohtiin on syntynyt turvetta, joka on

nostanut pienien allasmuodostumien maanpinnan niitä toisistaan erottelevien matalien saarekkeiden ja harjanteiden tasalle. Ikäluokan 1000—1500 v. allasmuodostumien suokehitystä edustavasta pituusleikkauspiirroksesta näkyy vuorostaan, että jo edellisessä tapauksessa ilmennyt pienaltaiden täyttyminen on osittain johtanut altaiden välisten kannasten peittymiseen suokasvillisuudella. Näin ovat nuoremmilla kehitysasteilla itsenäisen suokehityksen omaavat pienallasmuodostumat yhtyneet suuremmaksi allasmuodostumaksi, joka aloittaa jälleen jo edellä seuratun turpeella täyttymisvaiheen. Ikäluokan 1500—2000 v. mailta tehdystä allasmuodostuman pituusleikkauspiirroksesta on nähtävissä näin yhtyneiden allasmuodostumien turpeella täyttymisvaiheen loppuaste.

Edellä kuvatun tutkimusalueen allasmuodostumien suokehityksen biologinen perusta oli oletettavissa seuraavaksi:

Jokaisen sadealueen vedet kertyvät sadealueiden sisäisten allasmuodostumien suokehityksen alkuaikoina pienaltaiden alimpiin paikkoihin ja kulkevat niistä edelleen. Kun ko. pienaltaat täyttyvät turpeella ja maanpinta tällöin altaiden pohjalla kohoaa, laajenee se alue, johon valuvedet kasaantuvat. Ilmiö on voimakkain silloin, kun suon pinta kasvaa allasmuodostumien välissä olevan kankaan tasolle siten, että sekin joutuu niiden samojen vesien jatkuvaan vaikutuspiiriin, jotka ennen kerääntyivät vain altaiden pohjille. Tällöin myös vesimäärä jokaisessa paikassa jatkuvasti keskimäärin vähenee, joka puolestaan yleensä merkinnee vastaavaa turpeen keskimääräisen korkeuskasvun hidastumista pintakasvillisuuden ja turpeen täydellisemmän lahoamisen takia (vrt. L u k k a l a 1933, ss. 89—92). Jos tämän vaiheen jälkeen kaksi tai useampia allasmuodostumia yhtyy yhdeksi vesitaloudelliseksi kokonaisuudeksi, saattaa seurauksena olla yhteisen altaan alimmissa kohdissa vesien lisääntyminen sekä vastaavasti turpeen korkeuskasvun voimistuminen. Toisaalta on selvää, että mitä suurempi osa jostakin sadealueesta peittyy turpeella, sitä vähemmän on jäljellä maita, joilta valuisi vesiä alempana oleville turvemaille. Tällöin täytynee allasmuodostumien suokehityksen vähitellen hidastua, mikäli ollaan sellaisissa ilmastollisissa oloissa, joissa mm. kangaskasvillisuudella on pysyvä biologinen luonne.

Edellä esitetyn perusteella oli pääteltävissä, että soiden kehityksessä saattaa tapahtua vaihtelua, joka on määrätyissä ilmastollisissa oloissa riippuvainen sen sadealueen pinnanmuodostumisesta, jossa suo sijaitsee, sekä suon iästä. Kun oli odotettavissa, että nämä kehityksen vaihtelut ilmenisivät eri-ikäisten turvekerrostumien korkeuskasvujen vaihteluina ja ehkä myös suotyyppien säännönmukaisina vaihteluina, tutkittiin sekä turpeiden korkeuskasvua että suotyyppien kehitystä.

Turpeiden korkeuskasvu

Soistumisilmiön tutkimisen yhteydessä on suoritettu runsaasti tutkimuksia soiden turpeen korkeuskasvusta. Yleisimmin on tutkimusmenetelmänä käytetty Borggreven v. 1888 (vrt. Saarinen 1933, ss. 5—7) käytäntöön ottamaa männyn taimien suohon hautautuneisuuteen perustuvaa menetelmää. Määrittämällä männyn taimien ikä sekä suon pinnan ja taimen juuren niskan välinen korkeusero on selvitetty pintaturpeen vuotuinen korkeuskasvu. Periaatteeltaan samanlaisia ovat Weberin (1902) käyttämä tupasluikan *(Scirpus caespitosus)* ja Bertschin (1922) käyttämä kihokin *(Drosera)* suohon hautautuneisuuteen perustuvat tutkimusmenetelmät.

Männyn taimien pintaturpeeseen hautautuneisuuden perusteella ovat meillä mm. Cajander (1906, s. 55), Backman (1919, ss. 88—117), Saarinen (1933) ja Heikurainen (1953, ss. 149—152) tutkineet pintaturpeen korkeuskasvua. Lukkala (1933, ss. 67—77) on käyttänyt erittäin luotettavaa menetelmää pintaturpeiden korkeuskasvun tutkimisessa. Hän on selvittänyt tiettynä vuonna sattuneen metsäpalon aiheuttaman hiilikerrostuman avulla pintaturpeen korkeuskasvun suuruuden kahdelta Pylkönmäen ja Karstulan pitäjissä sijaitsevalta tutkimusalueelta. Pintaturpeen vuotuinen keskimääräinen korkeuskasvu on edellä mainituissa tutkimuksissa ollut seuraava:

Cajander (1906)	2.2—33.5	mm/v.
Backman (1919)	3.5— 6.0	»
Lukkala (1933)	3.8— 8.0	»
Saarinen (1933)	1.7—27.0	»
Heikurainen (1953)	1.2—10.9	»

Saarisen aineisto on kerätty Pohjois- ja Etelä-Suomesta. Siinä ovat edustettuina melkein kaikki rämetyypit. Backmanin aineisto on Keski-Pohjanmaalta, Cajanderin Evolta ja Perhosta sekä Heikuraisen Tervolasta, Kemin maalaiskunnasta ja Simosta.

Lukkala (1933, ss. 89—92) on laskenut neljältätoista maan eri puolilla sijaitsevalta tutkitulta suoalueelta kuusen yleistymisen jälkeen muodostuneen turpeen keskimääräisen korkeuskasvun. Yleensä on korkeuskasvu osoittautunut olevan 0.3—0.5 mm vuodessa, kohoten vain poikkeustapauksissa yhteen millimetriin. Hän toteaa, että turpeen korkeuskasvun määrä johtuu ensi kädessä turpeen mutautuneisuudesta, joskin myös kasvillisuuden laadulla on tärkeä merkitys. Granlund (1932, s. 57) on laskenut Etelä-Ruotsin kohosoilta nuoremman *Sphagnum*-turpeen korkeuskasvun turpeen keskipaksuuden ja iän perusteella ja saanut keskiarvoksi 0.53 mm vuodessa.

Taulukko 6. Turpeen korkeuskasvun maksimi- ja keskiarvot eri ikäluokkien mailla Simon—Kemin tutkimusalueella.

Tabelle 6. Maximale und mittlere Werte des Höhenzuwachses des Torfes auf den Böden verschiedener Altersklassen im Untersuchungsgebiet Simo—Kemi.

Ikäluokka v. *Altersklasse J.*	Turpeen maksimikorkeuskasvu *Maximaler Höhenzuwachs des Torfes*			Turpeen korkeuskasvun keskiarvo ikäluokassa mm/v. *Mittlerer Höhenzuwachs des Torfes in Altersklasse mm/J.*
	Suotyyppi *Moortyp*	Suon ikä v. *Alter des Moores J.*	mm/v. *mm/J.*	
0— 500	RhN	450	0.8	0.24
500—1 000	RuN	700	1.6	0.56
1 000—1 500	RaR	1 300	0.9	0.46
1 500—2 000	RuN	1 700	1.5	0.58

Kun Simon-Kemin tutkimusalueelta tunnetaan kaikkien turvekerrosten ikä ja niiden paksuus, on myös sieltä voitu laskea turpeen suurin keskimääräinen vuotuinen korkeuskasvu eri-ikäisillä mailla. Taulukossa 6 on esitetty tällaisen laskennan tulokset. Siihen on lisäksi laskettu kunkin ikäluokan maiden turvekerrosten keskimääräisen korkeuskasvun keskiarvot havaintopisteiden lukumäärällä (vrt. taulukko 5, s. 36) punnittuna.

Jos taulukon esittämiä lukuja verrataan yhdessä edellä esitettyjen Lukkalan ja Granlundin tutkimusten tulosten kanssa aikaisemmin esitettyihin pintaturpeen korkeuskasvusta saatuihin mittaustuloksiin, havaitaan, että pintaturpeen korkeuskasvusta saatuihin lukuihin on suhtauduttava varovasti, mikäli niitä halutaan käyttää suokehityksen indikaattoreina. Pintaturpeen korkeuskasvusta tehdyt mittaustulokset ilmentävät vain lyhyeltä ajalta, niinkuin Backman (1919, ss. 107—117) ja Lukkala (1933, ss. 91—92) ovat osoittaneet, suon pintakasvillisuuden biologista tilaa, joka puolestaan on riippuvainen hyvin monista, osittain suhteellisen herkästikin jokaisen allasmuodostuman sisällä sekä paikallisesti että ajallisesti muuttuvista tekijöistä. Suon korkeuskasvu on ilmeisesti turvekerrosten syntymiselle edullisissakin oloissa vain murto-osa siitä, mitä pintaturpeen korkeuskasvu osoittaa. Saarisen (1933, s. 18) tutkimuksessa on pintaturpeiden korkeuskasvun keskiarvo ollut 11.1 mm/v. Simon—Kemin tutkimusalueella on turvekerrosten keskimääräinen korkeuskasvu ollut 0.47 mm/v., joka on vain noin yksi kahdeskymmenesneljäsosa edellä mainitusta pintaturpeiden korkeuskasvun keskiarvosta.

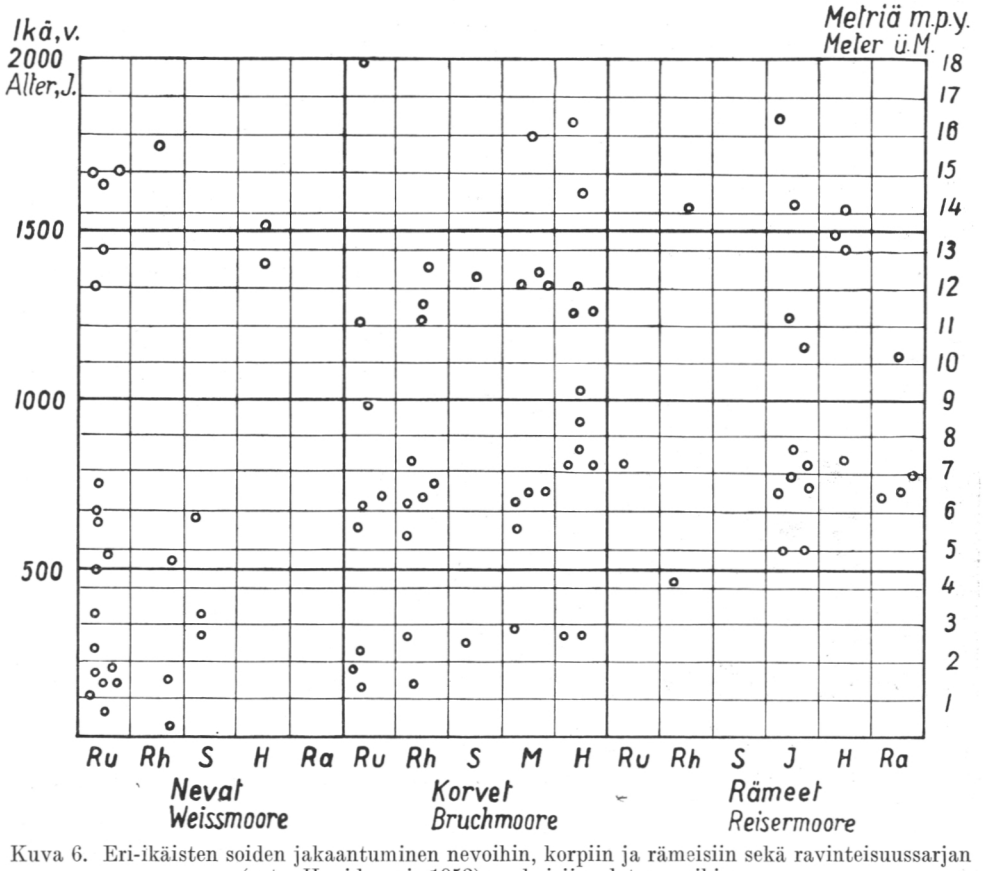
Taulukosta 6 havaitaan, että turpeen korkeuskasvu on 0—500 v:n ja 1000—1500 v:n ikäisillä mailla ollut jokseenkin selvästi vähäisempää kuin 500—1000 v:n ja 1500—2000 v:n ikäluokkien mailla. Saatu tulos tukee niitä käsityksiä, mitä turvekerrosten paksuusmittausten ja allasmuodostumien suokehityksen seuraamisen avulla aikaisemmin esitettiin soiden kehityksestä. Se, että 1000—1500 v:n ikäisten maitten turvekerrosten kasvu on hitaampi kuin sitä nuoremmissa tai vanhemmissa ikäluokissa, saattaa hyvin-

kin olla seuraus jo aikaisemmin havaitusta tutkimusalueella tässä ikäluokassa eniten tapahtuvasta allasmuodostumien suokehityksien yhtymisvaiheesta.

Soistumista koskevissa tutkimuksissa on usein lähdetty siitä, että suota ympäröivien kangasmaiden soistuminen on riippuvainen turpeen korkeuskasvun voimakkuudesta. Edellä esitetty tutkimustulos kuitenkin osoittaa jokseenkin selvästi, että turpeen korkeuskasvu on ennen muuta suon vesitalouden mukaan vaihteleva seurausilmiö ja varmaankin huomattavasti vähäisemmässä määrässä itsenäinen suon kehitystä määräävä tekijä. Soiden laajenemista niihin rajoittuvien kangasmaiden kustannuksella on tämän tutkimuksen alueella tapahtunut ilmeisesti eniten juuri silloin, kun turpeen korkeuskasvu on ollut keskimääräistä vähäisempää.

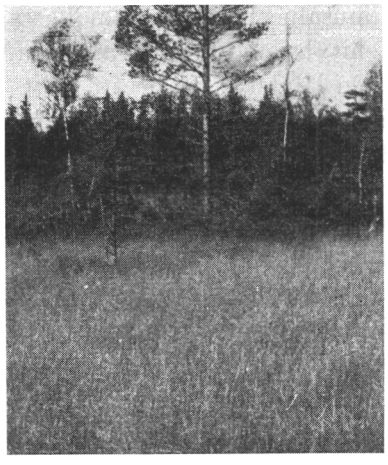
Suotyypit

Edellä on jo selvinnyt, että soiden kehityksen perusvaihtelut tutkitussa rannikkosoiden vyöhykkeessä liittyvät soiden vesitalouteen. Niiden pitäisi



Kuva 6. Eri-ikäisten soiden jakaantuminen nevoihin, korpiin ja rämeisiin sekä ravinteisuussarjan (vrt. H u i k a r i 1953) mukaisiin alatyyppeihin.

Abb. 6. Zerfallen der Moore verschiedenen Alters in Weissmoore, Bruchmoore und Reisermoore sowie in Untertypen nach der Nährstoffgehaltserie (vgl. H u i k a r i 1953).



Kuva 7. Maaduntaletto (ruskosammalrimpiletto). Simon—Kemin maalaiskunnan rajalinja, 350 m meren rantaviivasta sisämaahan päin ja suon pohjan korkeus 1.5 m m. p. y.. Turvetta 0—0.15 m. Valok. IX. 1946 Olavi Huikari

Abbildung 7. Verlandungsbraunmoor (Braunmoos-Rimpi-Braunmoor). Grenzlinie der Landgemeinden Simo—Kemi, 350 m von der Strandlinie des Meeres nach dem Binnenland zu; Höhe des Moorgrundes 1.5 m ü.M. Torf 0—0.15 m. Photo IX. 1946 Olavi Huikari.



Kuva 8. *Phragmites communis*-rimpiletto. Simon—Kemin maalaiskunnan rajalinja, 500 m meren rantaviivasta sisämaahan päin ja suon pohjan korkeus 4.5 m m. p. y.. Turvetta 0—0.25 m. Valok. IX. 1946 Olavi Huikari.

Abbildung 8. Phragmites communis-Rimpi-Braunmoor. Grenzlinie der Landgemeinden Simo—Kemi, 500 m von der Strandlinie des Meeres nach dem Binnenland zu; Höhe des Moorgrundes 4.5 m ü.M. Torf 0—0.25 m. Photo IX. 1946 Olavi Huikari.

siis myös ilmetä soiden kasvillisuudessa, lähinnä pintaturpeen vesitalousvaihteluiden seurausilmiönä. Tekijä on aikaisemmin (H u i k a r i 1952, s. 17 ja 1954, s. 10) päätynyt sellaiseen tulokseen, että suon kasvillisuudesta sen puusto kuvastaa selvimmin suon vesitaloutta. Suon päätyypeistä on siis jo todettavissa suon vesitaloudelle ominaiset peruspiirteet. Simon—Kemin tutkimusalueen kaikilta erillisiltä suotyypeiltä tehtiin kasvipeitekuvaukset. Suotyypit on esitetty kuvassa 6 jaoteltuina kasvipeitekuvausten perusteella nevoihin, korpiin ja rämeisiin sekä kaikki nämä päätyypit ravinteisuussarjan (vrt. H u i k a r i 1952) mukaisiin alatyyppeihin. Jako ravinteisuussarjan perusteella katsottiin tarpeelliseksi, jotta taulukosta kävisi selville aineiston luotettavuus tässä suhteessa.

Nuoremmilla mailla muodostavat runsasvetiset ja ohutturpeiset nevat soiden pääosan. Niillä tavataan rimpisiä ruskosammalnevoja (kuvat 7 ja 8), ruskosammalnevoja, ruohonevoja sekä saranevoja. Noin 1 metrin korkeudelta (m.p.y.) ylöspäin on myös korpia suhteellisen runsaasti. Ne esiintyvät pienempialaisina kuvioina kuin nevat ja niissä tavataan kaikkia ravinteisuussarjan edustajia. Ensimmäinen räme esiintyy noin 450 vuoden ikäisessä allasmuodostumassa. Rämeiden (kuva 9) osuus näyttää suurenevan ja nevojen pienenevän aina n. 1300 v:n ikäisille maille saakka, joista vanhempiin päin siirryttäessä alkaa jälleen esiintyä myös nevoja (kuva 10).

Tutkimusalueella olevien soiden tyyppien kehitystä tutkittiin myös turvelajimääritysten avulla. Pinnanmuodoista päätellen kehityksen alkuvaiheessa jokseenkin itsenäisesti kehittyneistä allasmuodostumista otettiin, kuten s. 33 on mainittu, paksuturpeisimmalta kohdalta yhtenäinen näytesarja. Näytesarjasta tutkittiin mikroskooppisesti kasvinjäännöskoostumus käyttäen Heikuraisen ja Huikarin (1952) kehittämää tutkimusmenetelmää. Kasvinjäännöskoostumuksen perusteella arvioitiin turpeen syntyaikana vallinnut suotyyppi. Täten tutkittuja näytesarjoja oli kaikkiaan 48. Näytesarjojen ottopaikat selviävät kuvaliitteestä 1. Näiden tutkimusten tuloksista esitetään aluksi seuraavat esimerkit. Taulukossa 7a ovat noin 300 vuoden ikäisen ruohokorven turvekerrostumien kasvinjäännöskoostumukset ja niitä muodostaneet suotyypit. Havaitaan, että suo on alkukehitysvaiheessaan ollut ruskosammalneva ja muuttunut turvekerroksen paksuntuessa ruohokorveksi. Taulukosta 7b havaitaan, että nyt noin 700 v:n ikäinen rahkaräme on kehityksensa alussa ollut kohtalaisen runsasravinteinen, jonkin verran puinen neva, joka on turpeen kasvaessa muuttunut ensin korveksi ja sitten rämeeksi ja tullut samalla jatkuvasti heikompiravinteiseksi. Taulukossa 7c esitetty n. 1150 v:n ikäinen isovarpuinen rä-



Kuva 9. Rahkaräme. Simon—Kemin maalaiskunnan rajalinja, 3 800 m meren rantaviivasta sisämaahan päin ja suon pohjan korkeus 10 m m. p. y.. Turvetta 0.85 m. Valok. IX. 1946 Olavi Huikari.

Abbildung 9. Reisermoor von Spagnum fuscum. Grenzlinie der Landgemeinden Simo—Kemi, 3 800 m von der Strandlinie des Meeres nach dem Binnenland zu; Höhe des Moorgrundes 10 m ü.M. Torf 0.85 m. Photo IX. 1946 Olavi Huikari.



Kuva 10. *Scorpidium*-letto. Simon—Kemin maalaiskunnan rajalinja, 6 100 m meren rantaviivasta sisämaahan päin ja suon pohjan korkeus 15 m m. p. y.. Turvetta 2.8 m. Valok. IX. 1946 Olavi Huikari.

Abbildung 10. Scorpidium-Braunmoor. Grenzlinie der Landgemeinden Simo—Kemi, 6 100 m von der Strandlinie des Meeres nach dem Binnenland zu; Höhe des Moorgrundes 15 m ü.M. Torf 2.8 m. Photo IX. 1946 Olavi Huikari.

me on alunperin ilmeisesti ollut ruohokorpea ja muuttunut sitten nevavaiheen kautta rämeeksi. Taulukosta 7d havaitaan, että n. 1600 v:n ikäinen saraneva on aloittanut kehityksensä sarakorpena ja vähitellen muuttunut saranevaksi.

Taulukko 7 a. Noin 300 v:n ikäinen ruohokorpi.

Tabelle 7 a. Ca. 300 Jahre alter Grasbruch.

Näytesyvyys cm *Probentiefe*	Turpeiden kasvinjäännökset *Pflanzenreste in Torfproben*	Suotyyppi *Moortyp*
10	Gr_4 B_9 L_{20} C_{67}	RhK
15	Gr_9 B_{14} L_{26} C_{51}	RhK
20	Gr_6 N_8 C_{44} L_{42}	RhK
25	L_3 N_5 Gr_7 C_{85}	Kn RhK
30	B_{12} Gr_{12} C_{76}	RuN

Taulukko 7 b. Noin 700 v:n ikäinen rahkaräme.

Tabelle 7 b. Ca. 700 Jahre altes Reisermoor von Sphagnum fuscum.

Näytesyvyys cm *Probentiefe*	Turpeiden kasvinjäännökset *Pflanzenreste in Torfproben*	Suotyyppi *Moortyp*
10	C_3 L_{17} N_{24} S_{56}	HR
15	C_5 N_{17} L_{30} S_{48}	HR
20	N_4 C_{12} L_{31} S_{53}	SR
25	L_3 C_4 EuS_{25} S_{68}	RnRhN
30	C_4 Er_{11} Pol_{25} S_{60}	HK
35	N_3 L_5 B_{13} S_{39} C_{40}	KnRhN
40	B_3 S_5 N_5 L_{11} C_{76}	KnRhN
45	S_1 Gr_3 L_6 B_{15} N_{16} C_{59}	KnRhN

Taulukko 7 c. Noin 1 150 v:n ikäinen isovarpuinen räme.

Tabelle 7 c. Ca. 1 150 Jahre altes Zwergstrauch-Reisermoor.

Näytesyvyys cm *Probentiefe*	Turpeiden kasvinjäännökset *Pflanzenreste in Torfproben*	Suotyyppi *Moortyp*
10	L_3 C_4 Er_5 S_{88}	HR
15	L_4 N_4 Er_7 B_8 C_{13} S_{64}	HR
20	N_2 B_5 C_{16} S_{77}	NnSR
25	N_2 B_7 C_{19} S_{72}	NnSR
30	C_{11} S_{89}	SN
35	N_2 Gr_8 C_{23} S_{67}	RhN
40	B_1 Gr_2 L_5 S_7 N_{13} C_{72}	SK
45	Gr_2 B_4 L_8 N_9 C_{34} S_{43}	RhK

Taulukko 7 d. Noin 1 600 v:n ikäinen saraneva.

Tabelle 7 d. Ca. 1 600 Jahre altes Seggen-Weissmoor.

Näytesyvyys cm *Probentiefe*	Turpeiden kasvinjäännökset *Pflanzenreste in Torfproben*	Suotyyppi *Moortyp*
10	L_{26} S_{33} C_{41}	KnSN
15	B_2 N_3 L_4 Er_{14} C_{77}	SN
20	L_3 N_7 B_{25} C_{65}	KnSN
25	S_1 Er_2 Gr_4 L_{21} C_{72}	SK
30	Er_9 N_{11} L_{39} C_{41}	SK
35	N_{10} Er_{11} C_{37} L_{42}	SK
40	Er_6 N_9 L_{36} C_{49}	SK
45	S_2 Er_6 N_8 L_{22} C_{62}	SK
50	S_6 N_{17} L_{29} C_{48}	SK
55	S_1 N_{19} C_{37} L_{43}	SK
60	B_2 S_3 C_{26} N_{28} L_{41}	SK
65	Er_1 S_7 N_{25} C_{32} L_{35}	SK
70	N_{16} C_{37} L_{47}	SK

Taulukot 7 a—d. Esimerkkejä eri-ikäisten soiden turvekerrosten kasvinjäännöskoostumuksista (vrt. kuvaliite 1, profiilit 3, 30, 38 ja 44). Lyhennykset julkaisujen Heikurainen ja Huikari (1952) sekä Huikari (1953) mukaiset.

Tabellen 7 a—d. Beispiele für die Zusammensetzung der Pflanzenreste in den Torfschichten der Moore (vgl. Bildbeilage 1, Profile 3, 30, 38 und 44). Abkürzungen nach den Veröffentlichungen Heikurainen—Huikari (1952) und Huikari (1953).

Taulukko 8. Kaavamainen esitys Simon—Kemin tutkimusalueen suotyyppien kehityksestä turvenäytteiden mikroskooppisten tutkimusten valossa (eu. = eutrofinen, me. = mesotrofinen ja ol. = oligotrofinen).

Tabelle 8. Schematische Darstellung über die Entwicklung der Moortypen im Untersuchungsgebiet Simo—Kemi im Lichte der mikroskopischen Untersuchungen von Torfproben (eu. = eutrophisch, me. = mesotrophisch, ol. = oligotrophisch).

		0—500 v. J.			500—1 000 v. J.			1 000—1 500 v. J.			1 500—2 000 v. J.		
		eu.	me.	ol.	eu.	me.	ol.	eu.	me.	ol.	eu.	me.	ol.
1 500—2 000 v. J. .	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
	K	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	—
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	2	—
1 000—1 500 v. J. .	R	—	—	—	—	—	—	—	4	4	—	1	—
	K	—	—	—	—	—	—	1	2	—	4	4	—
	N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
500—1 000 v. J. .	R	—	—	—	—	2	3	—	2	—	—	1	—
	K	—	—	—	1	1	1	1	2	—	3	2	—
	N	—	—	—	3	1	2	1	3	2	4	1	—
0—500 v. J.	R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	K	1	—	—	1	1	—	—	1	—	1	1	—
	N	8	3	—	9	2	1	7	3	—	8	1	—

R = räme, K = korpi ja N = neva.
R = Reisermoor, K = Bruchmoor und N = Weissmoor.

Taulukossa 8 on esitetty kaavamaisena asetelmana kasvinjäännöskoostumuksen perusteella arvioitu suotyyppien kehitys. Tutkimustulokset ryhmiteltiin eri ikäluokissa siten, että 1500—2000 v:n ikäisiltä mailta otetut näytesarjat jaettiin turveprofiilin pystysuunnassa neljään yhtäsuureen osaan, 1000—1500 v:n jaettiin kolmeen yhtäsuureen ryhmään jne. Kaikista näytesarjoista tarkistettiin, että tutkittava suo oli aloittanut kehityksensä primäärisenä soistumana. Taulukkoa varten yritettiin kasvinjäännöskoostumuksesta päätellä päätyypin lisäksi, oliko suo aikoinaan ollut eutrofinen (eu), mesotrofinen (me) vai oligotrofinen (ol). Tutkimustulosten jakaantumisesta havaitaan, että suurin osa (42 kpl.) tutkituista soista on ilmeisesti aloittanut kehityksensä nevana ja suhteellisen runsasravinteisena tyyppinä. Kaikki loput (6 kpl.) ovat merestä paljastuttuaan muuttuneet välittömästi korpimaisiksi tyypeiksi. Rämeitä edustavaa kasvinjäännöskoostumusta ei ole tavattu yhdenkään näytesarjan alimmista näytteistä.

Verrattaessa tämän tutkimuksen tuloksia A a r i o n (1932) ja B r a n d t i n (1948) suorittamien merenrannikon soiden kehitystä koskevien tutkimusten tuloksiin havaitaan, että Simon—Kemin rajalinjan läheisyydessä olevat suot ovat ilmeisesti keskimäärin runsasravinteisempia tyyppejä kuin heidän tutkimusalueittensa suot. Siitä huolimatta on havaittavissa, että soiden kehitys ainakin päätyyppien kehityksen perusteella

arvostellen tapahtuu kaikilla näillä tutkimusalueilla samaan tapaan. Kun lisäksi Kujalan (1924 b) tutkimukset ovat osoittaneet näiden tutkimusten kanssa yhtäläisiä soiden kehitysvaiheita, voitaneen todeta, että rantasoiden kehityksessä on määrättyä, toisiin soihin rinnastettavaa samankaltaisuutta, niinkuin mm. Brandt (1948, s. 50) on esittänyt.

Suot aloittavat kehityksensä valtaosalta nevoina, muuttuvat sitten kuivemmiksi korpi- ja rämetyypeiksi, kunnes jo 1500—2000 v:n ikäisillä mailla on rämeiden ja korpien joukossa jälleen nevojakin. Selvästi on havaittavissa rämeiden täydellinen puuttuminen soiden alkukehityksestä. Samoin näyttää 1000—1500 v:n ikäluokan soille olevan tyypillistä nevojen vähyys, siis jonkinlainen kuiva kehitysvaihe, joka on jo aikaisemmin todettu rinnakkaisten allasmuodostumien suokehityksen yhtymisvaiheeksi.

Soiden luonnollinen kehitys johtaa metsämaan soistumiseen ilmeisesti vain mainitussa allasmuodostumien suokehityksen yhtymisvaiheessa. Metsämaan soistuminen ei täten liene soiden reunoilla jatkuvasti tapahtuva ilmiö, vaan sen tapahtumista määrännee lähinnä allasmuodostuman suokehitysvaihe.

Soiden syntytavat

Sivulla 35 kuvatut tutkimukset soiden runsaudessa eri ikäluokkien mailla osoittivat, että primäärisellä soistumisella on selvästi ratkaiseva merkitys tutkimusalueen soiden synnyssä. Kaikkein nuorimman ikäluokan maiden ohutturpeisista, vetisistä soista oli nähtävissä, että suurin osa niistä on voinut syntyä vain primäärisinä soistumina. Kun tutkimusalueella ei ollut muuta vesistöä kuin yksi sen poikki kulkeva pieni puro, oli myös todennäköistä, että tulvamaiden soistumista on tapahtunut vain puron varressa, jos sielläkään.

Pohjanäytteiden mikroskooppisten tutkimusten tulokset jaettiin taulukon 9 osoittamiin ryhmiin. Ensimmäisenä taulukossa ovat niiden näytteiden lukumäärät, joissa havaittiin jo makroskooppisessa tarkastuksessa liejua. Määritys varmennettiin mikroskooppisesti. Niinkuin aikaisemmin s. 7 on mainittu, ovat Backmanin (1919) suorittamat laajat tutkimukset osoittaneet vesistöjen umpeenkasvun merkityksen suuruuden ilmeisesti niin tarkasti, että tuloksen tarkistamiseen ei ole aihetta. Kun lisäksi on selvää, että vesistöjen umpeenkasvun suuruuden osoittaminen vaatisi toisen tyyppistä materiaalia, ei tässä tutkimuksessa ole katsottu sen lähempää tutkimista aiheelliseksi. Taulukossa olevat luvut osoittavat, että tutkimusalueen kahden vanhimman ikäluokan mailta on tavattu vesistöjen umpeenkasvua osoittavia näytteitä. Havaitaan, että niitä on muihin näytteisiin verrattuna jokseenkin samassa suhteessa kuin Backmanin (1919) tutkimus edellyttäisi.

Taulukko 9. Simon—Kemin tutkimusalueella suoritettujen soiden syntyä selvittelevien pohjanäytetutkimusten tulokset.

Tabelle 9. Ergebnisse von den im Untersuchungsgebiet Simo—Kemi vorgenommenen Moorgrundprobenuntersuchungen zur Erläuterung der Entstehung der Moore.

Ikäluokka v. *Altersklasse J.*	Vesistöä *Gewässer*		Suota *Moor*		Palon jälkeen *Nach Brand*				Kangasmaata *Fester Boden mit Rohhumusdecke*	
					Suota *Moor*		Kangasmaata *Fester Boden mit Rohhumusdecke*			
	kpl. *Stückzahl*	%	kpl. *Stückzahl*	%	kpl. *Stückzahl*	%	kpl. *Stückzahl*	%	kpl. *Stückzahl*	%
0— 500	—	—	137	95	—	—	2	1	5	4
500—1 000	—	—	154	82	14	8	4	2	15	8
1 000—1 500	8	5	110	61	30	17	6	3	24	14
1 500—2 000	5	2	128	64	25	13	6	3	36	18
0—2 000	13	2	529	75	69	10	18	2	80	11

Tutkimusalueen soista otetuista näytteistä oli suurin osa sellaisia, joista ei löydetty välittömästi mineraalimaan päältä mitään jäännöksiä kangasmaiden kasvillisuudesta tai humuksesta. Niissä oli jäännöksiä paikalla ilmeisesti ensimmäisenä kasvillisuutena olleesta suokasvillisuudesta. Nuorimman ikäryhmän näytteistä oli 95 % tällaisia, seuraavaksi vanhemman 82 %, sitä seuraavan 61 % ja vanhimman ikäryhmän näytteistä 63 %.

Suoritetuissa mikroskooppisissa tutkimuksissa voitiin todeta, että osa näytteenottopaikoista on palanut aikoinaan niin voimakkaasti, että ilmeisesti kaikki mineraalimaan päällä ollut orgaaninen aines on tuhoutunut. Palon jälkeen on osalle palaneista alueista tullut suokasvillisuutta ja osalle kangaskasvillisuutta. Todennäköistä on, että ne paikat, joille palon jälkeen on tullut kangaskasvillisuutta, ovat olleet kangasmaata ennen paloakin. L u k k a l a n (1933, ss. 67—77) suorittamien tutkimusten pohjalta on todettavissa, että ilmeisesti myös niistä näytteenottopaikoista, joille palon jälkeen on tullut välittömästi suokasvillisuus, suurin osa on ollut ennen paloa kangasmaata. Sellaisten näytteiden lukumäärä, joista löydettiin välittömästi mineraalimaan päältä jäännöksiä kangashumuksesta tai kangaskasvillisuudesta, on nuorimmassa ikäluokassa vain 4 % kaikista otetuista näytteistä. Lisäämällä tähän ne näytteet, joiden ottopaikalla on todettu olleen kangaskasvillisuutta heti palon jälkeen, saadaan metsämaan soistumisen todennäköinen osuus 0—500 v:n ikäisten maiden soiden synnyssä. Havaitaan, että vain 5 % 0—500 v:n ikäisiltä mailta otetuista näytteistä on ollut sellaisilta paikoilta, jotka ovat muuttuneet suoksi metsämaan soistumisen kautta. 500—1000 v:n ikäisillä mailla on enintään 18 % näytteenottopaikoista muuttunut suoksi metsämaan soistumisen kautta, jos metsämaan soistumisen osoittajiksi luetaan myös ne näytteet, joista on

todettu paikalle muodostuneen heti palon jälkeen suokasvillisuutta. 1000—1500 v:n ikäisillä mailla vastaava prosenttiluku on 34 ja 1500—2000 v:n ikäisillä mailla 34.

Metsämaan soistumista osoittavien näytteiden jakaantuminen eri ikäluokkien maiden kesken viittaisi siihen, että soiden syntymistä metsämaan soistumisen kautta tapahtuu Simon—Kemin tutkimusalueella merkittävässä määrässä vain ensimmäisen 1500 v:n kuluessa maiden merestä paljastumisesta lukien. Runsaiten on metsämaan soistumista tapahtunut 1000—1500 v:n ikäisillä mailla. Jo 1500—2000 vuotta vastaavassa kehitysvaiheessa on havaittavissa voimakasta metsämaan soistumisen vähentymistä. Tulos on yhtäpitävä aikaisemmin soiden kehityksestä esitetyn allasmuodostumien suokehitysteorian kanssa. Pohjanäytteiden tutkimustulosten perusteella on todettavissa, että suurin osa tutkimusalueen suopinta-alasta on primääristä suota. 0—500 v:n, 1000—1500 v:n ja 1500—2000 v:n ikäisistä maista on n. 40 % peittynyt suokasvillisuudella heti merestä paljastuessaan. 500—1000 v:n mailla vastaavasti n. 60 % pinta-alasta on muuttunut suoksi heti maiden paljastuessa merestä.

Yhteenveto

Edellä esitetyissä geologisesti nuorilla mailla suoritetuissa tutkimuksissa on todettu seuraavaa:

Tutkimusalueella on 0—500 v. sitten merestä paljastuneilla mailla soita 43 % pinta-alasta ja koko 0—2000 v:n ikäisellä alueella 61 %. Kun maat jo heti merestä paljastumisen jälkeen ovat näin voimakkaasti soistuneita, täytyy soiden laajenemisen olla huomattavasti vähäisempää maiden myöhäisemmissä kehitysvaiheissa. Todettiin myös, että soiden turvekerrosten paksunemisesta ei ole välttämättömänä seurauksena soiden pinta-alan lisääntyminen ainakaan soiden kehityksen alkuvaiheessa.

Tutkimusalueella voitiin erottaa allasmuodostumien turpeella täyttymisvaihe ja allasmuodostumien suokehitysten yhtymisvaihe. Soiden laajenemista kangasmaiden kustannuksella havaittiin tapahtuvan yleensä vain viimeksi mainitussa soiden kehitysvaiheessa. Ensimmäisten allasmuodostumien suokehitysten yhtymisvaiheiden on todettu tutkimusalueella tapahtuvan 500—1500 v:n ikäisillä mailla. Siitä on ollut seurauksena huomattavaa metsämaan soistumista. Allasmuodostumien vesitaloudessa tällöin tapahtuvat muutokset aiheuttavat alunperin nevoina kehityksensä aloittaneiden suotyyppien muuttumista korpi- ja rämetyypeiksi.

Suotyyppien peruskehitysjärjestys on tutkimusalueella valtaosaltaan nevoista alkava. Vain vähäinen osa soista aloittaa kehityksensä korpina. Rämeitä ei ole koko tutkimusalueella tavattu ollenkaan allasmuodostuman suokehitystä aloittaneina tyyppeinä. Allasmuodostumien suokehityksen

yhtymisvaihe ilmenee myöskin turvekerrosten paksuuskasvun heikkenemisenä. Tutkimusalueella on täten tapahtunut eniten metsämaan soistumista sellaisessa soiden kehitysvaiheessa, jossa niiden turpeiden korkeuskasvu on ollut paremminkin keskimääräistä vähäisempää kuin erikoisen nopeaa.

Soiden runsauden jakaantumista, allasmuodostumien suokehitystä ja soiden syntytapoja tutkimalla on voitu osoittaa, että suurin osa tutkimusalueen soista on syntynyt suoraan merestä paljastuvalle maalle ns. primäärisenä soistumisena. Soiden laajentumista kovien metsämaiden kustannuksella on tutkituilla 0—2000 vuoden ikäisillä mailla tapahtunut runsaiten 500—1500 vuotta sitten meren peitosta paljastuneilla mailla. Metsämaiden soistumisen kautta syntyneitä soita on tutkimusalueen 1000—2000 v. vanhoilla mailla enintään 35 % soiden koko alasta. Vähintään 60 % 1000—2000 v:n ikäisten maiden soista on syntynyt välittömästi merestä paljastumisen yhteydessä primäärisen soistumisen tuloksena.

Geologisesti vanhoilla mailla suoritetut tutkimukset

On yleisesti tunnettua, että suurin osa maastamme on aikoinaan paljastunut veden peitosta samaan tapaan kuin nykyäänkin tapahtuu rannikkoalueillamme. Tämän perusteella on pidettävä hyvin todennäköisenä, että soiden synnyssä ja kehityksessä on kaikkialla maassamme yhtäläisyyksiä. Nykyään sisämaassa olevat suot ovat ilmeisesti syntyneet osittain vesistöjen umpeenkasvun tuloksena, osittain suoraan primäärisenä soistumisena maan paljastuessa merestä ja osittain metsämaan soistumisen kautta.

Niinkuin aikaisemmin on esitetty (s. 7), tunnetaan geologisesti vanhoilta mailta jokseenkin hyvin vesistöjen umpeenkasvun merkitys. Metsämaan soistumisen ja primäärisen soistumisen keskinäistä suhdetta sen sijaan ei ole selvitetty. Kun edellä esitetyissä tutkimuksissa havaittiin primäärisen soistumisen suuri merkitys maankohoamisrannikon soiden synnyssä, pidettiin vastaavien tutkimusten suorittamista myös geologisesti vanhemmilla mailla tarpeellisena. Tärkeimmiksi kohteiksi valittiin (vrt. kuvaliite 1) Leijansuo Yläneeltä, Jaakkoinsuo Vilppulasta, Haukipuronsuo Karstulasta, Oisavanneva Muhokselta ja Rinnesuo Rovaniemeltä. Näiden lisäksi tehtiin vertailevia tutkimuksia Suomisen suosta Korsosta, Koti- ja Männistön soista Vesijaolta, Kotasuosta Orismalasta, Mustapuronsuosta Karstulasta, Vasattaren suosta Punkaharjulta, Pitkäsuosta Kolilta, Alajärvensuosta Rovaniemeltä ja Kämpänsuosta Pallasjärveltä.

Pohjanäytteet otettiin säännöllisin välimatkoin samalla tavalla kuin Simon—Kemin tutkimusalueeltakin. Näytteet otettiin siten, että ne mahdollisimman hyvin edustivat jokaisesta tutkimusalueen allasmuodostumasta sekä ohut- että paksuturpeisia paikkoja. Näytteenottolinjat suunnattiin kaakosta luoteeseen, jotta tutkimustuloksista voitaisiin tehdä päätelmiä myös maankallistumisilmiön vaikutuksesta suon kehitykseen. Yhteensä kertyi täten otettuja pohjanäytteitä 1720 kpl. Lisäksi otettiin kaikilta tutkimusalueilta pääaltaasta turveprofiilinäytesarjat suon syvimmältä kohdalta kulkevan näytteenottolinjan kaikista pisteistä.

Kun seuraavassa esitettävistä tutkimusalueista suurin osa oli ojitettuja soita, joista oli valmiit pintapunnitukset, tehtiin maljaviljelmäkokeita eräiden ojittamattomien, ojitettujen ja lannoitusaineillakin käsiteltyjen soiden pieneliöstöstä ja siinä ilmenevistä muutoksista (H u i k a r i 1953).

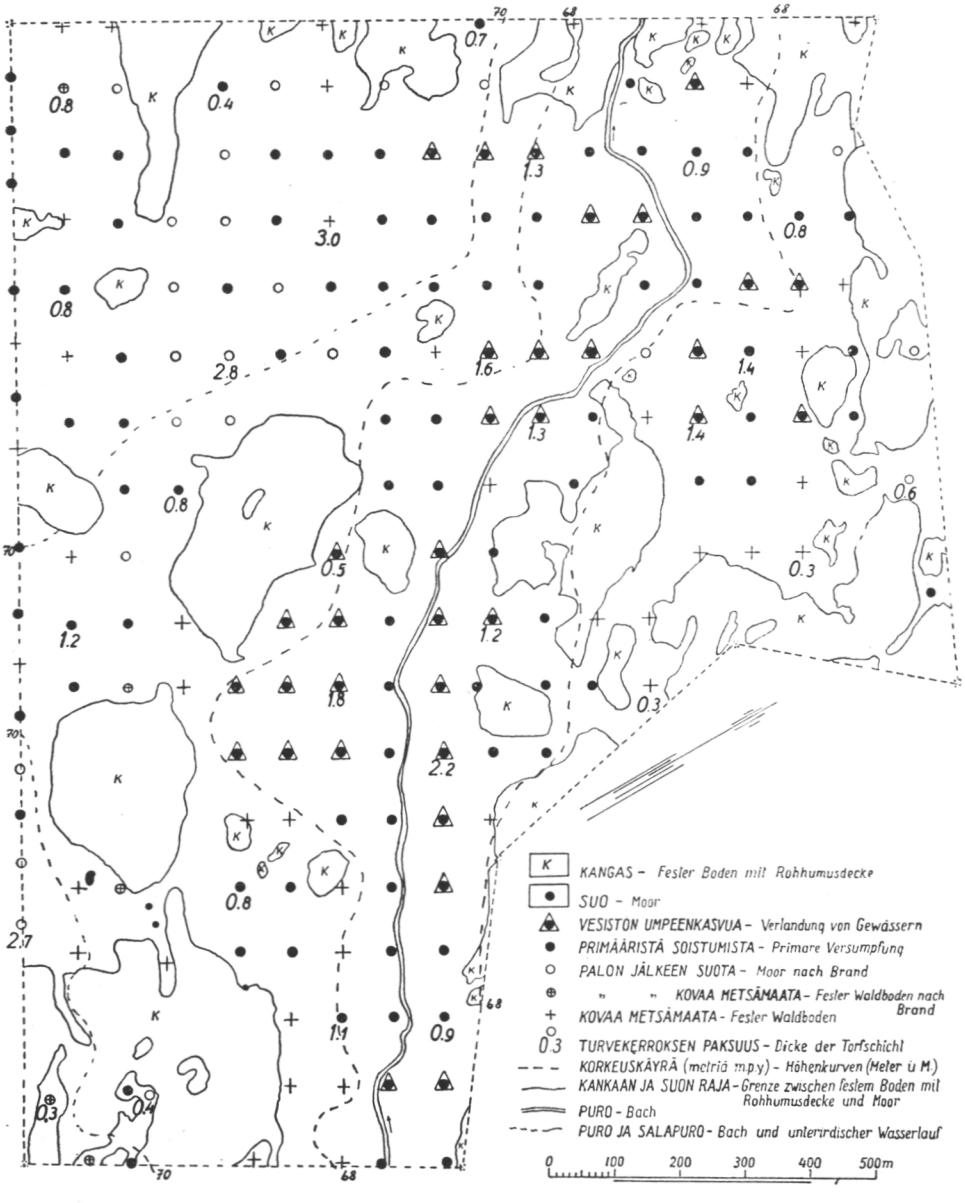
Havaittiin, ettei tiheäkään ojitus yleensä pysty muuttamaan suon sienifloora koostumusta muuta kuin ilmeisesti vain noin 15 cm:n paksuisessa pintaturpeessa. Kanta- ja kotelosienien elinvaatimusten ja edellä mainittujen tutkimusten perusteella oli pääteltävissä, että mineraalimaan ja turpeen kontaktin väliseinällisten sienirihmastojen määrässä ei voine tapahtua juuri mitään muutoksia metsäojituksen vaikutuksesta, ellei turvekerros ole alle 30 cm:n paksuinen. Mahdollisten virheiden poistamiseksi nojauduttiin niiden näytteiden tutkimisessa, jotka olivat ohutturpeisilta (alle 30 cm) soilta, ensi sijassa kasvinjäännöskoostumukseen ja mineraalimaan huuhtoutuneisuuteen sekä siihen periaatteeseen, että ellei näytteenottopaikalla nyt ole fossiilisia sienirihmastoja, niin niitä ei ole siellä ollut aikaisemminkaan.

Leijansuo Yläneellä

Leijansuo sijaitsee Yläneen pitäjässä kuvan 1 (s. 10) mukaisesti ja noin 70 m merenpinnan yläpuolella. Keskimääräinen vuotuinen sademäärä on seudulla 639 mm sekä vuoden keskilämpötila + 3.3° C (K e r ä n e n ja K o r h o n e n 1951).

L u k k a l a (1933, ss. 15—21) on tutkinut Leijansuon syntyä kuusen siitepölyrajamenetelmää käyttäen. Hän toteaa, että kuusen yleistyessä oli suona 82 % tutkitusta suoalasta. L u k k a l a n (1933, s. 15) esittämien tietojen mukaan ovat Leijansuon alueen läpi virtaavan puron lähiympäristöt (vrt. kuva 11) olleet ennen ojitusta niittymäistä suursaranevaa. Länsipuoliskossa ovat vallitsevina olleet rämeet. Paksuturpeisin paikka suon länsiosassa on ympäristöineen kohosuon keskustaa, silmäkkeistä rahkanevaa. Kankaiden laidoilla ja pieninä kuvioina kankaiden keskellä tavataan ohutturpeisia korpia ja rämeitä. Pohjamaa on 4:ssä näytteenottopaikassa ollut kalliota, 7:ssä soraa, 88:ssa hiekkaa, 30:ssä hietaa, 8:ssa hiesua ja 54:ssä savea.

Kuvaan 11 on merkitty pohjanäytteiden ottopaikat käyttäen erilaisia merkkejä tutkimusten antamien tulosten mukaisesti. Tutkimuksissa todettiin suurimman osan näytteenottopaikoista muodostuneen suoksi välittömästi silloin, kun Leijansuon alue on paljastunut veden peitosta. Liejua on suon pohjassa tavattu puron molemmilla puolilla paikoin n. 10 cm paksuina kerrostumina. S. 19 esitetyn periaatteen mukaisesti liejun esiintymispaikoista osan on katsottu osoittavan näytteenottopaikan soistuneen vesistön umpeenkasvun kautta. Tällaiset näytteenottopaikat on merkitty kuvaan. Niiden jakaantumisesta havaitaan, että ilmeisesti on ollut kyseessä muutamat matalavetiset Ancylus-järven lahdet, niinkuin L u k k a l a (1933, s. 21) esittää. Niissä tapahtuneen umpeenkasvun on täytynyt muistuttaa huomattavasti K u j a l a n (1924 b, ss. 6—12) esittämien isoimpien relikti-



Kuva 11. Kartta Yläneen kunnassa olevasta Leijansuosta.
Abb. 11. Karte des Moores Leijansuo in der Gemeinde Yläne.

lätäköiden soistumista. Koko pohjanäytteiden lukumäärästä on vesistön umpeenkasvua osoittavia ollut 19 %. Taulukosta 10 havaitaan, että primäärisen soistumisen kautta soistuneiksi on todettu 46 % tutkituista näytteenottopaikoista.

Taulukko 10. Geologisesti vanhoilla mailla suoritettujen soiden syntyä selvittelevien pohjanäytetutkimusten tulokset.

Tabelle 10. Ergebnisse von den auf geologisch alten Böden vorgenommenen Moorgrundprobenuntersuchungen zur Erläuterung der Entstehung der Moore.

Tutkimusalue *Untersuchungsgebiet*	Vesistöä *Gewässer*		Suota *Moor*		Palon jälkeen *Nach Brand*				Kangasmaata *Fester Boden mit Rohhumusdecke*	
					Suota *Moor*		Kangasmaata *Fester Boden mit Rohhumusdecke*			
	kpl. *Stückzahl*	%	kpl. *Stückzahl*	%	kpl. *Stückzahl*	%	kpl. *Stückzahl*	%	kpl. *Stückzahl*	%
Leijansuo	34	18	89	46	23	12	5	2	42	22
Jaakkoinsuo	—	—	151	41	127	35	18	5	71	19
Haukipuronsuo	—	—	29	29	33	33	8	8	30	30
Oisavanjärven suot	26	13	82	41	62	31	3	2	26	13
Rinnesuo	—	—	24	53	13	29	—	—	8	18
Yhteensä *Insgesamt*	60	7	375	41	258	28	34	4	177	20

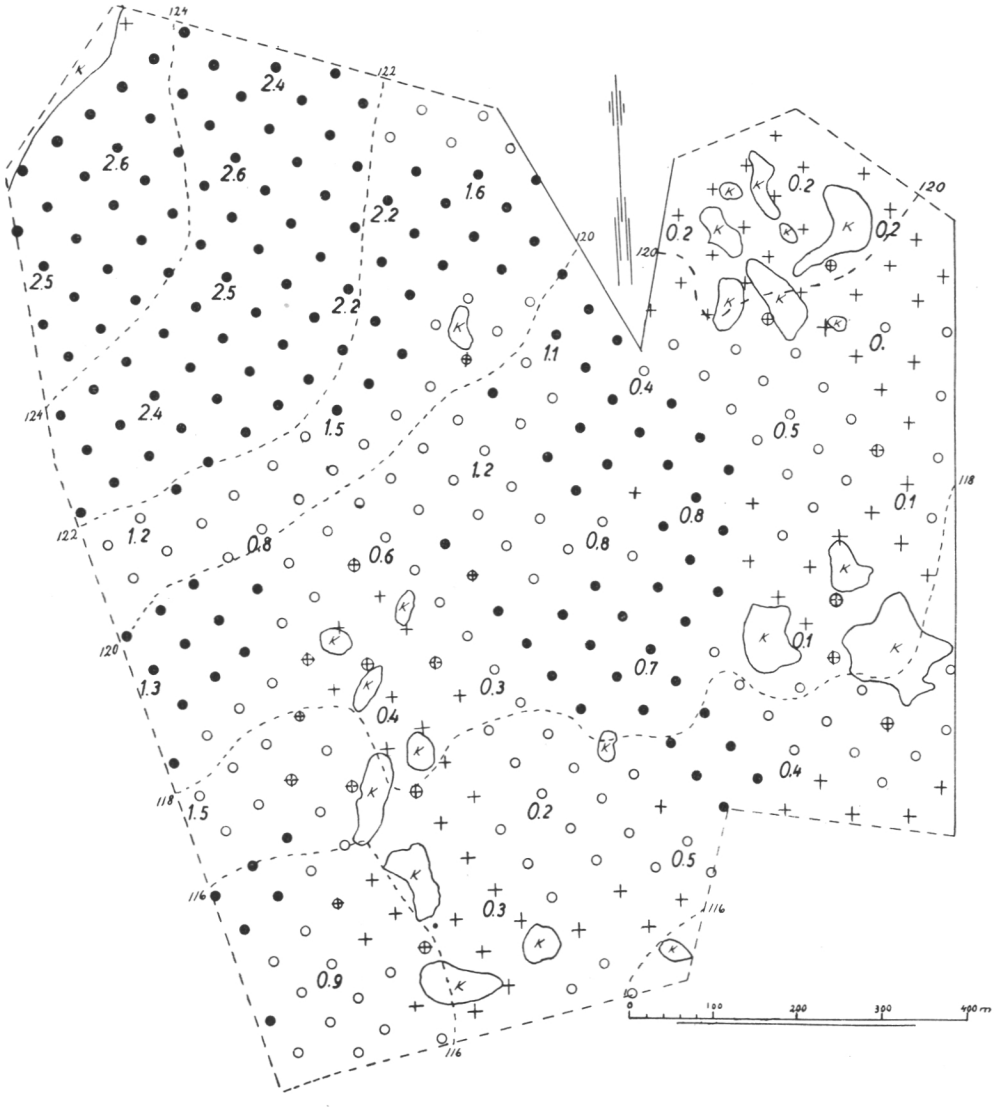
Osa Leijansuon tutkimusalueesta on palanut niin voimakkaasti, että kaikki ennen paloa muodostuneet orgaaniset ainekset ovat tuhoutuneet. Mineraalimaahan saakka palaneet näytteenottopaikat on jaettu aikaisemmin s. 47 esitetyin perustein sellaisiin, jotka palon jälkeen ovat muuttuneet suoksi, ja sellaisiin, joille palon jälkeen on syntynyt metsähumusta. Yhdessä niiden näytteiden kanssa, joista tavattiin jäännöksiä kovan metsämaan tunnuksista, on näitä näytteitä 36 % koko näytemäärästä. Metsämaan soistumisen kautta on tutkituista näytteenottopaikoista täten muuttunut suoksi enintään 36 %.

Jaakkoinsuo Vilppulassa

Jaakkoinsuo sijaitsee kuvan 1 (s. 10) mukaisesti Vilppulan pitäjässä. Suo on n. 120 m merenpinnan yläpuolella. Seudun vuotuinen sademäärä on n. 600 mm ja keskilämpötila + 2.8°C (Keränen ja Korhonen 1951).

Lukkala (1933, ss. 40—45) on tutkinut Jaakkoinsuon kehitystä kuusen siitepölyrajamenetelmää käyttäen ja todennut, että tutkitun suon osan alasta 24 % oli suona kuusen yleistyessä noin 5000 vuotta sitten.

Pohjanäytteitä otettaessa on todettu pohjamaan olevan suon itäosassa yleensä savea, eteläosassa hietamoreenia, muualla savea, hiesua, hietaa ja hiekkaa. Pohjamaana on 18:ssa näytteenottopaikassa ollut hietamoreeni, 31:ssä hiekka, 173:ssa hieta, 48:ssa hiesu ja 97:ssä savi. Suon

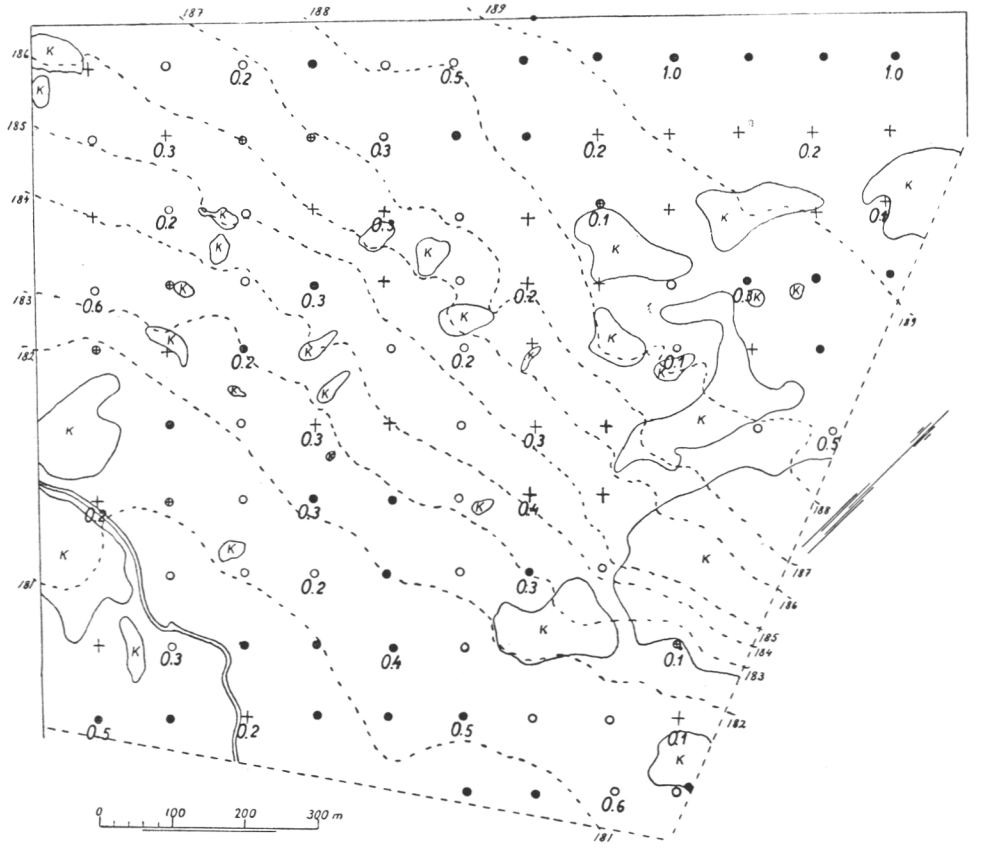


Kuva 12. Kartta Vilppulan kunnassa sijaitsevasta Jaakkoinsuosta. Merkkien selitykset ovat samat kuin kuvassa 11, s. 52.

Abb. 12. Karte des Moores Jaakkoinsuo in der Gemeinde Vilppula. Die Zeichenerklärungen sind die gleichen wie bei Abb. 11, S. 52.

länsi- ja keskiosat ovat olleet ennen ojitusta (vrt. L u k k a l a 1933, s. 43) rämettä sekä itä- ja eteläosat korpea.

Pohjanäytteiden tutkimusten tulokset on esitetty kuvassa 12 ja taulukossa 10. Havaitaan, että tutkimusalueelta ei ole tavattu pohjanäytteissä sellaisia liejukerrostumia, joiden perusteella näytteenottopaikan olisi voitu olettaa soistuneen vesistöjen umpeenkasvun kautta. Pohjanäytteistä on



Kuva 13. Kartta Haukipuron suosta Karstulan kunnassa. Merkkien selitykset ovat samat kuin kuvassa 11, s. 52.

Abb. 13. Karte des Moores Haukipuro in der Gemeinde Karstula. Die Zeichenerklärungen sind die gleichen wie bei Abb. 11, S. 52.

41 % ollut sellaisia, että niistä on voitu todeta näytteenottopaikan muuttuneen suoksi primäärisen soistumisen kautta. Jaakkoinsuon luoteisosa on soistunut heti merestä paljastuessaan. Samoin on myös kartoitusalueen halki pohjois—eteläsuunnassa kulkeva luontainen vedenkulkupaikka lähiympäristöineen ilmeisesti ollut aina suota.

Huomattava osa nykyisestä suon alasta on palanut mineraalimaata myöten ja soistunut suurimmaksi osaksi heti palon jälkeen. Tällaista kehitystä osoittavia näytteitä oli 35 % kaikista näytteistä. Tutkituista näytteistä tavattiin 5 %:ssa mineraalimaan kontaktissa palamisjäännöksiä sekä heti välittömästi sen päällä ja seassa jäännöksiä metsähumuksesta. Sellaisia näytteitä, joista tavattiin merestä paljastumisen jälkeen paikalle muodostuneen kovan metsämaan ominaisuuksien jäännöksiä, oli 19 % kaikista

näytteistä. Jaakkoinsuolta otetuista näytteistä on täten enintään 59 % sellaisilta paikoilta, jotka ovat muuttuneet suoksi metsämaan soistumisen kautta.

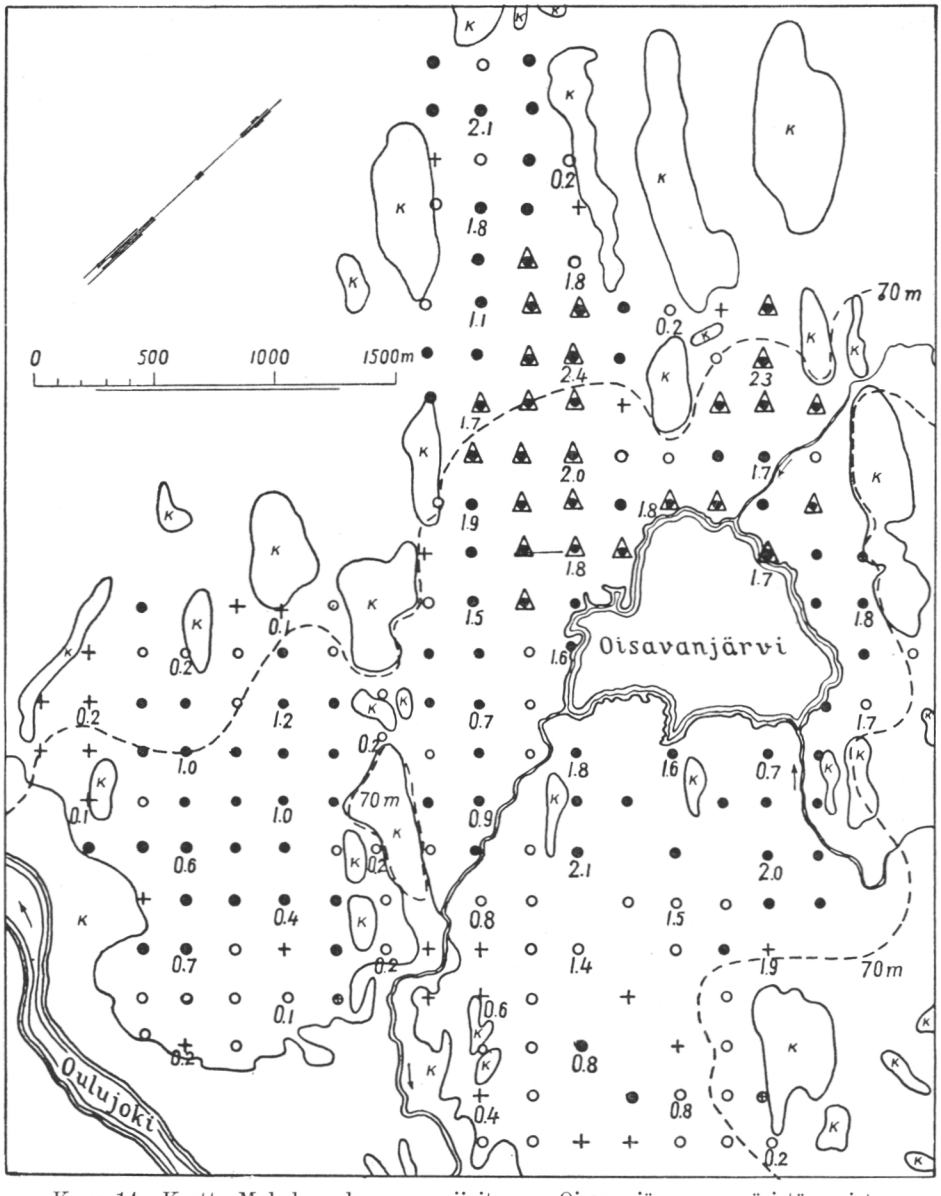
Haukipuronsuo Karstulassa

Haukipuronsuon tutkimusalue sijaitsee kuvan 1 (s. 10) mukaisesti Karstulan kunnassa Kyyjärven kunnan rajalla. Tutkimusalue on noin 185 m merenpinnan yläpuolella Suomenselän vedenjakajalla. Keskimääräinen vuotuinen sademäärä on seudulla noin 530 mm ja vuoden keskilämpötila +1.9°C (Keränen ja Korhonen 1951).

Kuvan 13 mukaisesti tutkimusalue sijaitsee etelään viettävällä rinteellä. Sen pohjoispuolella ja samalla ylempänä kuin tutkimusalue on suuri neva, jonka reuna ulottuu kuvan pohjoisosaan. Kaakkoisosassa on näkyvissä osa suurehkosta rämeestä, joka on alempana kuin tutkimusalue. Näiden kahden suurehkon allasmuodostuman välinen rinne, johon tutkimusalue tarkoituksellisesti sijoitettiin, on ollut ennen alueen ojitusta jokseenkin ohutturpeista sararämettä, huonohkoa rämettä ja korpirämettä. Lisäksi on alueella ollut muutama kapea nevakorpikuvio. Pohjamaana on 66:ssa näytteenottopaikassa ollut hiekka, hietaa on tavattu 14:ssa, hiesua 11:ssa ja savea 9:ssä paikassa.

Näytteenottopaikkojen soistumistapaa tutkittaessa saatiin huomattavaa apua mineraalimaan huuhtoutuneisuutta koskevista havainnoista. Huuhtoutuneiltakin paikoilta otettiin pohjanäytteet ja tutkittiin niiden kasvinjäännöskoostumus sekä sienirihmapitoisuus. Näin päästiin selville siitä, kuinka suuri osa näytteenottopaikoista oli muuttunut suoksi välittömästi jonkin metsäpalon jälkeen. Sen lisäksi voitiin samalla tarkistaa sienirihmojen lukumäärään perustuvan tutkimusmenetelmän antamat tulokset vertaamalla niitä myöhemmin muistiinpanoihin näytteenottopaikkojen huuhtoutuneisuudesta. Sienirihmojen runsauteen ja kasvinjäännöskoostumukseen perustuvat menetelmät antoivat kumpikin saman tuloksen.

Taulukossa 10 ja kuvassa 13 esitetyistä tutkimustuloksista havaitaan, että tutkimusalueella ei tavattu vesistön umpeenkasvua osoittavia liejukerrostumia. Näytteenottokohtia oli kaikkiaan 100. Niistä oli 29 % muuttunut suoksi merestä paljastumisen yhteydessä. Kaikista näytteistä 41 % osoitti, että paikalla oli aikoinaan ollut voimakas metsäpalo, joka oli tuhonnut kaikki kasvien ja humuksen jäännökset. Tutkituista kohdista 33 %:ssa oli heti palon jälkeen tapahtunut paikan soistuminen. Mineraalimaata myöten palaneista paikoista 8 % oli jonkin palon jälkeen ollut ensin metsämaata ja vasta sitten soistunut jostakin syystä. Metsämaan soistumista ilman metsäpalon vaikutusta havaittiin tapahtuneen 30 %:ssa tutkituista näytteenottopaikoista. Voidaan täten todeta, että enintään 71 % kaikista näytteenottopaikoista on muuttunut suoksi metsämaan soistumisen kautta.



Kuva 14. Kartta Muhoksen kunnassa sijaitsevan Oisavanjärven ympäristön soista. Merkkien selitykset ovat samat kuin kuvassa 11, s. 52.

Abb. 14. Karte der Moore in der Umgebung des Oisavanjärvisees, Gemeinde Muhos. Die Zeichenerklärungen sind die gleichen wie bei Abb. 11, S. 52.

Oisavanjärven suoalue Muhoksella

Oisavanjärven suoalue sijaitsee kuvan 1 (s. 10) mukaisesti Muhoksen pitäjässä. Tutkimusalue on n. 70 m merenpinnan yläpuolella, se käsittää

Oksan-, Oisavan- ja Lääväsuon allasmuodostumat. Alueen suot (vrt. kuva 14, s. 57) ovat keskiosistaan huonohkoa nevaa ja laiteilta huonohkoa rämettä. Oisavanjärven luoteispuolella olevan Oisavannevan järven puoleinen keskiosa on rimpistä, huonohkoa nevaa. Kangasmaat ovat matalia, kitkukasvuista puustoa kasvavia laihoja hiekkakankaita. Seudun keskilämpötila on +1.1°C ja vuotuinen sademäärä 570 mm (Keränen ja Korhonen 1951).

Pohjamaan maalajina oli 103:ssa näytteenottopaikassa hiekka, 27:ssä hieta, 10:ssä hiesu, 54:ssä savi ja 7:ssä sora. Maalajien ja huuhtoutuneisuuden määritys suoritettiin kentällä.

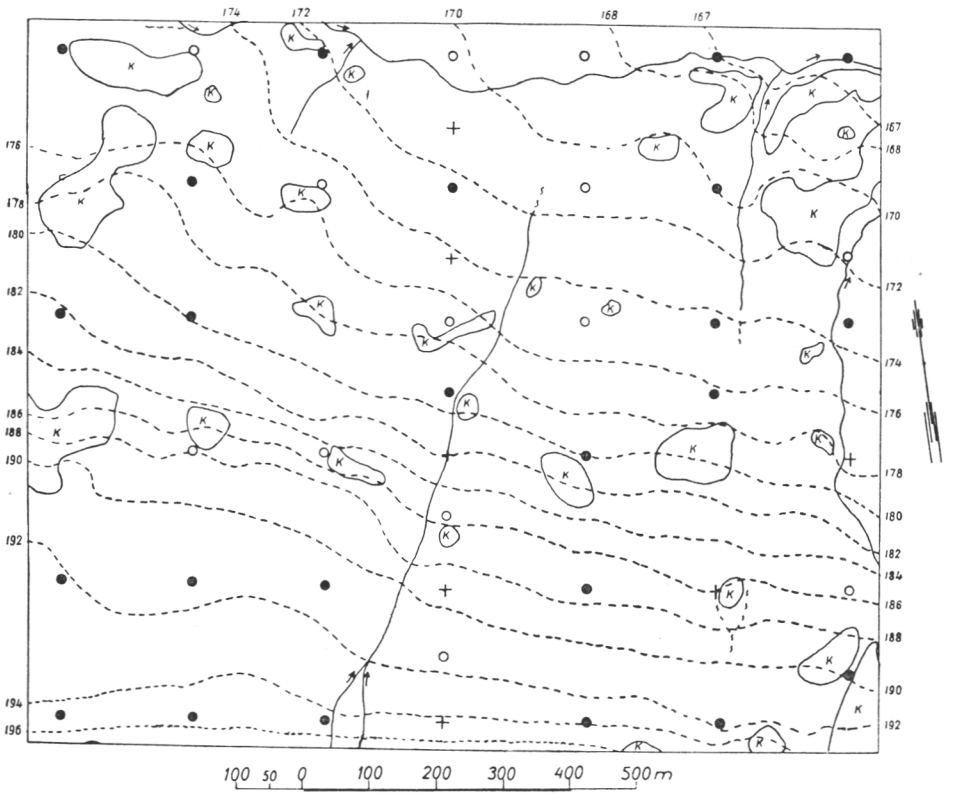
Metsämaan soistumisen osuus näytteenottopaikkojen soistumisessa määrättiin ensi sijassa huuhtoutuneisuuden avulla perustaen tällöin määritys, kuten aikaisemmin on mainittu, Tammin (1931) menetelmään. Vaikkakin pohjamaan huuhtoutumisesta saatiin tällä tutkimusalueella erikoisen suuri apu, suoritettiin silti myöskin pohjanäytteiden mikroskooppinen tutkimus samoin kuin Haukipuronsuon näytteistä.

Tuloksista havaitaan (taulukko 10, s. 53 ja kuva 14, s. 57), että näytteenottopaikoista on 13 %:ssa tavattu sellaisia liejukerrostumia, jotka osoittavat näytteenottopaikan soistuneen vesistön umpeenkasvun kautta. Vesistön umpeenkasvua osoittaneet näytteenottopaikat ovat kaikki suorantaisen Oisavanjärven luoteispuolella. Oisavanjärvi on aikoinaan ilmeisesti ulottunut luoteeseen päin pinta-alaltaan ainakin noin kaksi kertaa nykyistä laajempana. Näytteenottopaikoista on 41 % ilmeisesti ollut suota koko sen ajan, minkä maat ovat olleet meren peitosta vapaina. Välittömästi palon jälkeen on soistunut 31 % näytteenottopaikoista. Näistä 88 %:ssa todettiin pohjamaan pinnassa rautapodsolin A ja B horisontit, joten todennäköisesti ainakin ne ovat olleet joskus kovana metsämaana. Kaikkiaan on tutkimusalueen näytteenottopaikoista muuttunut suoksi metsämaan soistumisen kautta enintään 46 %.

Rinnesuo Rovaniemellä

Rinnesuo sijaitsee kuvan 1 (s. 10) mukaisesti Rovaniemen kunnassa Kumpukivalon pohjoisrinteellä, n. 180 metrin korkeudella merenpinnasta. Tutkimusalue on esimerkki pohjoissuomalaisesta vaaranrinnesuoalueesta. Suhteellisen jyrkästi viettävällä rinteellä (vrt. kuva 15, s. 59) on kuivimpanakin aikana runsaasti rinnettä alas valuvia vesiä, jotka kerääntyvät välistä selviksi puroiksi ja välistä levittäytyvät jonkin suon pinnalle. Myöskin lähteitä on runsaasti.

Tutkimusalueen metsämaat ovat paksuhumuksisia, kuusettuneita, jokseenkin runsasravinteisia tyyppejä. Suurin osa tutkimusalueen soista on lievästi ohutturpeisia sara-, ruoho- ja ruskosammalrämeitä, purojen varret



Kuva 15. Kartta Rinnesuosta Rovaniemeltä Kumpukivalon pohjoisrinteeltä. Merkkien selitykset ovat samat kuin kuvassa 11, s. 52.

Abb. 15. Karte des Moores Rinnesuo am Nordabhang des Kumpukivalo in Rovaniemi Die Zeichenerklärungen sind die gleichen wie bei Abb. 11, S. 52.

ja vesien juoksukohdat ovat korpimaisia tyyppejä. Nevaa on vain pari pientä kuviota paksuturpeisimpien kohtien alalaidoilla. Seudun keskilämpötila on —0.5°C ja vuotuinen sademäärä 570 mm (Keränen ja Korhonen 1951).

Pohjanäytteitä otettaessa todettiin, että suon pohjamaan maalajina on 17:ssa paikassa karkea hiekka, 16:ssa hieno hiekka, 11:ssa hieno hieta, 3:ssa hiesu ja 1:ssä savi. Useissa paikoissa todettiin varsinaisen pohjamaan päällä vuorottelevia n. 2—5 cm:n paksuisia turve- ja mineraalimaakerroksia. Tällainen maaprofiili on todennäköisesti syntynyt siten, että tutkimusalueen yläpuolella on esim. voimakkaan metsäpalon takia paljastunut erosiolle alttiiksi mineraalimaan pintaa, pintavesien mukana mineraalimaata on kulkeutunut alaspäin ja kerääntynyt turpeen peitossa oleviin heikkolaskuisiin painannekohtiin. Kysymyksessä ei ole tulvamaan soistuminen siinä merkityksessä, kuin aikaisemmin s. 11 on esitetty, vaan suon peittyminen liet-

teellä. Pohjanäyte otettiin alimman turvekerroksen ja sen alla olevan mineraalimaan rajasta.

Taulukosta 10 ja kuvasta 15 on havaittavissa, että tutkimusalueella 24 näytteenottopaikkaa — 53 % kaikista näytteistä — on ollut sellaisia, joista ei ole tavattu mitään jäännöksiä paikalla joskus vallinneesta kovan metsämaan kasvillisuudesta tai muita todisteita siitä, että ne paikat olisivat joskus olleet kovana metsämaana. Kaikista niistä on löydetty alimmaisena mineraalimaata vasten olevana kerrostumana jäännöksiä suokasvillisuudesta, mm. *Equisetum*- ja *Carex*-solukoita. Noin kolmannes tutkimusalueen pohjanäytteistä on ollut sellaisilta paikoilta, joissa mineraalimaan päällä on palamiskerros. Suurin osa niistä on muuttunut suoksi heti palon jälkeen. Kahdeksalla näytteenottopaikalla on voitu todeta suon syntyneen metsämaan soistumisen kautta. Mineraalimaata myöten palaneet näytteenottopaikat mukaanluettuina on enintään 47 % näytteenottopaikoista muuttunut suoksi metsämaan soistumisen kautta.

Muut tutkimuskohteet

Suomisensuosta Korsosta, Koti- ja Männistönsoista Vesijaolta, Kotasuosta Orismalasta, Mustapuron suosta Karstulasta, Vasattaren suosta Punkaharjulta, Pitkäsuosta Kolilta, Alajärvensuosta Rovaniemeltä ja Kämpänsuosta Pallasjärveltä otettuja pohjanäytteitä ei ole ollut tilaisuus kaikkia tutkia mikroskooppisesti ja siten varmentaa näytteiden oton yhteydessä tehtyjä havaintoja. Jo näytteiden oton yhteydessä voitiin kuitenkin todeta, että soiden synty kaikilla tutkimusalueilla on ilmeisesti tapahtunut samoin kuin Simon—Kemin tutkimusalueellakin.

Verrattaessa toisiinsa niitä muistiinpanoja, jotka tehtiin kaikilta tutkimusalueilta näytteiden oton yhteydessä, ja mikroskooppisten tutkimusten tuloksia, voitiin havaita, että muistiinpanot johtavat edellä tarkemmin tutkittujen alueiden kohdalla jokseenkin samaan tulokseen kuin niilläkin alueilla, joista ei ole käytettävissä mikroskooppisten tutkimusten antamia tuloksia. Kun lisäksi voitiin todeta, että mikroskooppiset tutkimukset eivät ole sanottavasti muuttaneet tuloksia siitä, mihinkä Simon—Kemin tutkimusalueen tulosten pohjalta makroskooppisilla tutkimuksilla olisi päästy, on todennäköistä, että tutkimusten tulokset eivät huomattavasti muuttuisi, vaikka mikroskooppisia tutkimuksia lisättäisiinkin. Tutkimusten tuloksista (vrt. kuvaliite 1, kuvat 11—15 ja taulukko 10) on pääteltävissä, että pohjanäytteiden ottotiheyden suurentaminen ei myöskään voine aiheuttaa merkittävää muutosta lopputulokseen. Niistä on myös havaittavissa, että näytteet edustavat ilmeiseksi oikeissa suhteissa eri soistumistapojen kautta syntyneiden suon osien pinta-aloja.

Yhteenveto

Edellä esitetyt geologisesti vanhoilla mailla suoritetut tutkimukset ovat osoittaneet, että kaikkialla maassamme on syntynyt soita primäärisen soistumisen kautta heti, kun maat ovat paljastuneet joko veden tai mannerjään peitosta. Tutkimusalueilta otettujen pohjanäytteiden mikroskooppisten tutkimusten perusteella on voitu todeta, että niistä keskimäärin noin 40 % on sellaisilta paikoilta, jotka ovat soistuneet primäärisen soistumisen tuloksena. Noin 30 % niistä paikoista, joilla nykyään on suota, on soistunut palon jälkeen. Aikoinaan kovana metsämaana on todettu olleen todennäköisesti noin 20 % tutkitusta suoalasta. Kun mineraalimaata myöten palaneet alueet ovat ilmeisesti ennen paloa olleet metsämaata, on todennäköistä, että enintään noin 50 % nykyisestä soiden alasta on muuttunut suoksi kovan metsämaan soistumisen tuloksena.

Tutkimuksen tulos tukee täten sitä geologisesti nuorilla mailla suoritettujen tutkimusten perusteella tehtyä havaintoa, että varsin huomattava osa soista on syntynyt primäärisen soistumisen kautta. Lisäksi on havaittavissa, että ehkä suurin osa metsämaidenkin soistumisesta tapahtuu jo soiden kehityksen alkuvaiheissa, sillä metsämaan soistumisen osuus ei ole geologisesti vanhoilla mailla primäärisen soistumisen osuuteen verrattuna paljoakaan suurempi kuin geologisesti nuorilla mailla.

Ympäristötekijöiden muutosten vaikutus soistumiseen

Maankohoamisrannikon ja sisämaan soiden syntytapoja sekä allasmuodostumien suokehitystä koskevien tutkimusten yhteenvedot ja päätelmät on tehty lähtien siitä olettamuksesta, että soiden syntyyn vaikuttavat ilmastolliset ja maaperälliset tekijät ovat pysyneet muuttumattomina tai niissä tapahtuneet muutokset ovat olleet soistumisilmiön kannalta merkityksettömiä. Tämä on ollut välttämätöntä oikean kuvan saamiseksi soiden synnyn ja kehityksen peruspiirteistä. Tutkimusten tulokset osoittavat tällöin, että pääosa soista on syntynyt ensimmäisten vuosituhansien kuluessa maiden merestä paljastumisen jälkeen ja soiden laajenemisen on täytynyt jo suhteellisen pian saavutetun tasapainon jälkeen olla jokseenkin vähäistä ja jatkuvasti pienenevää.

Useat maassamme suoritetut tutkimukset (vrt. ss. 3—4) ovat kuitenkin osoittaneet, että erikoisesti metsämaan soistumista tapahtuu meillä vielä nykyäänkin myös geologisesti vanhoilla mailla. Osa näistä soistumista voidaan selvittää yksityisinä erikoistapauksina, joissa mm. puron tukkeutuminen ja siitä aiheutuva pohjaveden pinnan kohoaminen ovat soistumista määrääviä tekijöitä. Samoin saattaa metsäpalo tai paljaaksihakkuu eräissä tapauksissa (vrt. mm. Malmström 1931, Multamäki 1936 ja Thurmann-Moe 1941) aiheuttaa ainakin tilapäistä pohjaveden pinnan kohoamista, josta seuraa alueen enemmän tai vähemmän pysyvä soistuminen. Nämä paikallisista erikoissyistä johtuvat soistumistapaukset on kuitenkin pidettävä erillään kaikkialla maassamme jatkuvasti maan vesitalouteen ja orgaanisen aineksen hajaantumiseen vaikuttavien ympäristötekijöiden aiheuttamasta soistumisesta. Kun ilmastollisissa tekijöissä ei ole voitu osoittaa (vrt. mm. Malmström 1931, s. 78) tapahtuneen historiallisena aikana sellaisia muutoksia, että ne olisivat vaikuttaneet soistumisilmiöön edellä esitetyllä tavalla, on selvitystä etsittävä maaperällisistä tekijöistä.

Niistä maaperällisistä tekijöistä, jotka vaikuttavat kaikkialla maassamme allasmuodostumien vesitalouteen, ovat tärkeimmät maan vedenläpäisevyys ja maanpinnan sekä erilaisten maalajikerrosten pintojen kaltevuudet. Tamm (1931) on käsitellyt laajassa tutkimuksessaan perusteellisesti kysymystä huuhtoutumisilmiön vaikutuksesta soistumiseen. Hänen tutkimuksensa osoittavat, että vaikkakin huuhtoutumisen yhteydessä tapahtuva

rikastumiskerrosten synty vaikuttaa maan vedenläpäisykykyä heikentävästi, ei huuhtoutumisilmiö silti aktiivisesti aiheuta soistumista. Huuhtoutuminen on paremminkin vain osoituksena siitä, että maa läpäisee vettä. Muista syistä johtuva soistuminen aiheuttaa humuskolloidien kasaantumista rikastumiskerrokseen, josta puolestaan saattaa olla seurauksena ehkä huomattavakin maan vedenläpäisykyvyn heikkeneminen.

Maamme maanpinnan kaltevuussuhteissa tapahtuu sen sijaan jatkuvasti pysyviä muutoksia, joilla on osoitettu olevan vaikutusta myös soistumisilmiöön. Tällainen maiden vesitaloudessa jatkuvasti muutoksia aiheuttava tekijä on maankohoamisilmiö. Se on Pohjanlahden rannikolla nykyään n. 90 cm sadassa vuodessa, mutta maamme koillis- ja kaakkoisosissa maa kohoaa vain noin 30 cm vastaavassa ajassa (vrt. Witting 1943, ss. 1—40). Ilmiö vaikuttaa täten maanpintaa kallistavasti. Sen vaikutus tuntuu maan kallistumisen suuntaan viettävillä alueilla vesien laskusuhteiden paranemisena ja kallistumista vastaan viettävillä alueilla laskusuhteiden huononemisena. Sen täytyy vaikuttaa kaikkialla maassamme vesien liikkumista muuttavana tekijänä.

Useissa tutkimuksissa onkin selvitetty maankallistumisilmiön merkitystä soistumista edistävänä tekijänä. De Geer (1893, s. 36) on osoittanut sen olevan Etelä-Ruotsissa erikoisesti suurten järvien läheisyydessä tärkeän soiden aiheuttajan. Hänen tutkimuksiensa tuloksia ovat sittemmin Ruotsissa tukeneet ja selventäneet Attenbergin (1906), Gavelinin (1907), Sandegrenin (1916) ja erikoisesti Sundelinin (1917) tutkimukset. Suomessa on Tolvanen (1917, ss. 161—165) ensimmäisenä käsitellyt tätä kysymystä. Hän pitää maankallistumisen merkitystä soiden synnyssä hyvin tärkeänä. Backman (1919, ss. 67—72) ei ole löytänyt selviä todisteita maankallistumisesta aiheutuneesta soistumisesta. Auer (1924 b, ss. 95—104) on Vanajaveden historiaa monipuolisesti käsittelevässä tutkimuksessaan osoittanut maankallistumisilmiöllä olevan tärkeän merkityksen soiden synnyttäjänä juuri laskusuhteita huonontavan vaikutuksen takia. Auer (1924 a, s. 23) pitääkin tarpeellisena sellaisen yleistutkimuksen suorittamista, jossa varsinkin Pohjanmaalla ja vedenjakajaseuduilla selvitettäisiin maanpinnan kallistumisen vaikutus mm. soiden syntyyn. Kun maankallistumisilmiön vaikutus allasmuodostumien vesitalouteen tulee sitä selvempänä esille, mitä suuremmasta allasmuodostumasta on kysymys, on sen aiheuttamaa soistumista voitu sitovasti todistaa tapahtuneen vain järvialtaisiin kohdistuneissa tutkimuksissa.

Renqvist (1936) on osoittanut, että niillä maamme alueilla, missä maankallistumisilmiö huonontaa laskusuhteita, on selvästi runsaammin soita kuin sellaisilla alueilla, joissa laskusuhteet yleensä paranevat maankallistumisilmiön vaikutuksesta. Kun nämä alueet, mm. Pohjanmaa kokonaisuudessaan, ovat myös tasaisempia ja niiden laskusuhteet luonnostaan

heikot, täytyy maankallistumisilmiön vaikutuksen tuntua siellä voimakkaimmin. Toisaalta on myös huomattavaa, että ne ovat ilmeisesti jo alunperin olleet eniten soistuneita maita (vrt. s. 35).

Vaikkakin maankallistumista tapahtuu hitaasti, saattaa sen aiheuttama vedenpinnan nousu olla jopa suurempikin kuin turvekerrosten korkeuskasvu. Niinpä on mm. todettu (Tulvakomitean mietintö 1939, s. 297), että Pielisjärven vesipinta nousee Lieksan kohdalla verrattuna vesipintaan Nurmeksen kohdalla n. 1 mm enemmän vuodessa. On pidettävä täten hyvin todennäköisenä, että ilmiö aiheuttaa muutoksia veden korkeudessa ja liikkeessa myös maan sisässä niin hyvin suo- kuin mineraalimailla.

Maankallistuminen saattaa vaikuttaa saman allasmuodostuman toisessa päässä pohjavettä kohottavasti ja toisessa päässä pohjavettä alentavasti. Tällöin tapahtuu allasmuodostuman toisella laidalla soistumista ja toisella laidalla soiden kuivumista. Maankallistumisilmiön vaikutus saattaa ilmetä uusien lähteiden puhkeamisena sekä vanhojen kuivumisena, joista vuorostaan voi aiheutua soistumista tai suon kuivumista. Mm. C a j a n d e r (1913, ss. 80—85) on kuvannut useita luonnonkuivatuksia. Vaikkakin osa luonnonkuivatuksista on syntynyt luonnonsalaojituksen takia, on niistä ilmeisesti osa maankallistumisilmiöstä johtuvia. Todennäköistä on, että maankallistumisilmiö aiheuttaa runsaammin soistumista kuin soiden kuivumista, näin ainakin niillä alueilla, missä maankallistuminen tapahtuu maanpinnan yleiskaltevuutta vastaan.

Kuten aikaisemmin on mainittu, otettiin tässä tutkimuksessa soiden pohjanäytteet geologisesti vanhoilta mailta siten, että niiden perusteella olisi mahdollisuuksia yrittää tehdä päätelmiä maankallistumisilmiön merkityksestä soiden laajenemisessa. Suoritettujen pohjanäytteiden tutkimusten tuloksista on pääteltävissä Jaakkoinsuon tutkimusalueesta (vrt. kuva 12, s. 54), että Jaakkoinsuo on levinnyt jokseenkin yksinomaan kaakkoon päin. Kun mineraalimaan pinta viettää samaan suuntaan, on todennäköistä, että Jaakkoinsuon leviäminen kaakkoon päin on paremminkin tapahtunut tutkimusalueen luoteisosassa olleen suon valuvesien vaikutuksesta kuin maankallistumisilmiöstä johtuen. Leijansuon (vrt. kuva 11, s. 52) ja Oisavanjärven (vrt. kuva 14, s. 57) tutkimusalueilla on myös havaittavissa, että suot ovat aikoinaan laajentuneet enemmän maankallistumissuuntaan päin kuin vastakkaiseen suuntaan. Kuvassa 3 (s. 26) esitetystä Piipsannevalta piirretystä poikkileikkauspiirroksesta on sienirihmasolujen maksimien sijainnin perusteella havaittavissa, että turpeen korkeuskasvu on ollut huomattavasti voimakkaampaa suon kaakkoispuoliskossa kuin suon luoteislaidalla. Tämä voisi hyvinkin olla seuraus maankallistumisilmiön vaikutuksesta, mutta siihen on voinut olla muitakin syitä.

Vaikkakin maankallistumisilmiön vaikutusta soiden syntyyn on ilmeisesti vaikea todistaa muualla kuin järvialtaiden reunoilla, on kuitenkin

pidettävä todennäköisenä, että sillä on merkitystä soistumisilmiön kannalta koko maassa. Täten maassamme voi tapahtua jatkuvasti metsämaan soistumista muistakin kuin paikallisista erikoissyistä johtuen. Maankallistumisilmiön vaikutus on voimakkainta tasaisilla alueilla, joissa on suuria yhtenäisiä allasmuodostumia.

Edellä esitetystä on käynyt selville, että maankohoamisilmiö aiheuttaa maassamme jatkuvasti pysyviä muutoksia allasmuodostumien vesitaloudessa. Niistä vuorostaan johtuu soiden laajenemista metsämaiden kustannuksella. Täten metsämaiden soistumisen osuus muihin soistumistapoihin verrattuna vähitellen suurenee maiden vanhetessa. Metsämaan soistumisen nykyistä aktiivisuutta ei liene mahdollista osoittaa muuten kuin määräväliajoin tapahtuvan soiden pinta-alojen inventoinnin avulla.

On hyvin todennäköistä, että eri soistumistapojen keskinäiset runsaussuhteet vaihtelevat jonkin verran alueellisesti. Tämän vaihtelun aiheuttajina voivat olla mm. eroavaisuudet pinnanmuodostuksessa ja maalajeissa. Myös se, että maan kohoaminen merestä on tapahtunut eri aikoina erilaisella nopeudella maankohoamisilmiön suuruuden vaihtelun ja merenpinnan eustaattisen liikkeen (vrt. S a u r a m o 1940) takia, on voinut aiheuttaa eroja eri alueiden välisiin soiden syntytapojen runsaussuhteisiin.

Useat tutkimukset (mm. A u e r 1927) osoittavat, että maamme ilmasto on jääkauden jälkeisenä aikana vaihdellut huomattavastikin. Ilmaston muutoksilla on luonnollisesti myös ollut vaikutuksensa soistumistapojen keskinäiseen runsauteen. Vaikkakin voidaan olettaa esim. kuivan ilmastokauden vaikuttavan maiden merestä paljastumisen yhteydessä siten, että kovia metsämaita syntyy silloin suhteellisesti enemmän kuin kosteana ilmastokautena, on taas toisaalta ilmeistä, että primäärisen soistumisen osuus laajenee kuivana kautena vesistöjen umpeenkasvun kustannuksella. Niinpä voi mm. Piipsannevan laajan suoaltaan (vrt. kuva 3, s. 26) nopea soistuminen olla seuraus kuivasta ilmastokaudesta. Kun ilman lämpötilan ja kosteuden muutokset sekä mm. lämmön ja kosteuden vuotuinen jakaantuminen vaikuttavat soistumisilmiöön, on erittäin vaikeaa tehdä luotettavia päätelmiä yhtä hyvin soistumisesta kuin ilmaston muutoksistakaan toistensa avulla.

Loppukatsaus

Tässä tutkimuksessa on selvitetty erikoisesti kysymystä primäärisen soistumisen ja metsämaan soistumisen keskinäisestä merkityksestä maamme soiden syntytapoina. Lisäksi on tutkittu myös soiden kehitystä ja pyritty löytämään siitä säännönmukaisuuksia, jotka helpottaisivat metsämaan soistumisilmiön syiden ja aktiivisuuden selvittämistä.

Osa tutkimuksista suoritettiin Perämeren rannikolla, välittömästi meren rantaviivasta lähtien, geologisesti aivan nuorilla mailla. Saatujen tulosten paikkansapitävyyttä ja yleistämismahdollisuuksia selvitettiin sisämaassa geologisesti vanhemmilla mailla suoritetuilla lisätutkimuksilla.

Primäärisen soistumisen merkitystä tutkittiin usealla erilaisella tutkimusmenetelmällä. Päätutkimusmenetelmänä käytettiin soista otettujen pohjanäytteiden mikroskooppista tutkimusta. Pohjanäytteiden kasvinjäännöskoostumukseen perustuvien päätelmien teon helpottamiseksi kehitettiin uusi tutkimusmenetelmä, joka perustui fossiilisten sienirihmasolujen suhteellisen runsauden laskentaan.

Maankohoamisrannikolla suoritettu eri-ikäisten maiden soistuneisuuden analysointi osoitti, että suurin osa tutkimusalueen soista on syntynyt välittömästi maiden merestä paljastumisen yhteydessä. Pohjanäytteiden tutkimusten tulokset osoittivat, että 0—500 vuotta sitten merestä paljastuneiden maiden soista 95 % on syntynyt primäärisen soistumisen tuloksena ja vain 5 % metsämaan soistumisen kautta. Tutkimusalueen ko. ikäluokan maista oli 43 % suota. Myös maankohoamisrannikon vanhempien ikäluokkien mailla oli primäärisen soistumisen osuus huomattava. 1000—2000 vuoden ikäisten maiden pinta-alasta oli suota 63 %. Niistä todettiin vähintään 60 % olevan primäärisen soistumisen kautta syntyneitä. Jo tämä osoitti oikeaksi K u j a l a n (1924 b) ja A u e r i n (1924 a) käsityksen primäärisen soistumisen tärkeästä merkityksestä soiden synnyssä. Metsämaan soistumisen osuuden todettiin olevan samanikäisillä mailla enintään 35 % koko soiden alasta.

Soiden kehitystä koskevat tutkimukset osoittivat, että tutkimusalueen allasmuodostumien suokehityksessä voidaan erottaa allasmuodostumien turpeella täyttymisvaihe ja allasmuodostumien suokehitysten yhtymisvaihe. Metsämaan soistumisen havaittiin tapahtuvan pääasiassa allasmuodostumien suokehitysten yhtymisvaiheessa, jota maankohoamisrannikon tut-

kimusalueen pinnanmuodostusoloissa esiintyi runsaiten 500—1000 vuotta sitten meren peitosta paljastuneilla mailla. Tämä soiden kehitysvaihe ilmeni myös soiden kasvipeitteen kehityksessä. Suokehityksensä melkein poikkeuksetta nevoina aloittaneet suot ovat muuttuneet mainitussa vaiheessa metsäisiksi korpi- ja rämetyypeiksi. Myös turpeiden paksuuskasvussa voitiin todeta allasmuodostumien suokehitysten yhtymisvaihe, se ilmeni paksuuskasvun heikkenemisenä. Metsämaan soistumista todettiin täten tapahtuvan eniten siinä soiden kehitysvaiheessa, jossa turpeen korkeuskasvu on paremminkin keskimääräistä vähäisempää kuin erikoisen nopeaa.

Sisämaassa ns. geologisesti vanhoilla mailla soiden syntytavoista suoritetut tutkimukset osoittivat, että tutkituista soista keskimäärin n. 40 % on soistunut primäärisen soistumisen kautta. Noin 30 % oli soistunut palon jälkeen. Kovana metsämaana ennen soistumista todettiin olleen noin 20 % tutkitusta suoalasta. Tältä pohjalta voitiin pitää todennäköisenä, että enintään 50 % tutkittujen soiden alasta on muuttunut suoksi metsämaan soistumisen kautta.

Maankohoamisrannikolla suoritetut soiden kehitystä koskevat tutkimukset osoittivat, että allasmuodostumien soistuneisuus saavuttaa jo suhteellisen pian maiden merestä paljastumisen jälkeen sellaisen laajuuden, että ellei soistumiseen vaikuttavissa tekijöissä tapahdu muutoksia, soistumisen täytyy hidastua, ehkä useimmiten kokonaan pysähtyäkin. Tulos oli yhtäpitävä Malmströmin (1923 ja 1931) Ruotsissa tekemien tutkimusten tulosten kanssa.

Tarkasteltaessa eri tekijöiden mahdollisuuksia aiheuttaa muutoksia edellä kuvattuun allasmuodostumien soistuneisuuden peruskehitykseen havaittiin, että maankallistumisilmiö vaikuttaa meillä allasmuodostumien suokehitysten tasapainoa häiritsevästi ja siten se aiheuttaa sekundääristä soiden laajenemista tai uusien soiden syntymistä. Maankallistumisilmiön vaikutus on meillä jo maiden suhteellisesta tasaisuudesta johtuen huomattavasti suurempi kuin Ruotsissa. Täten on ymmärrettävää, että maassamme saattaa tapahtua metsämaiden soistumista yhä edelleenkin, niinkuin esim. Cajander (1913), Backman (1919), Auer (1921 a, 1923 ja 1924 a), Aario (1932) ja Lukkala (1933) ovat osoittaneet, vaikka ilmiö Ruotsissa ilmastollisesti ja maaperällisesti vastaavissa oloissa olisi käytännöllisesti katsoen pysähdyksissäkin.

Kirjallisuusluettelo

Aaltonen, V.T. 1940. Metsämaa.—Porvoo.

Aario, Leo. 1932. Pflanzentopographische und paläogeographische Mooruntersuchungen in N-Satakunta. Selostus: Suotutkimuksia Pohjois-Satakunnasta. — Comm. inst. forest. Fenn. 17.

Attenberg, Albert. 1906. De stora mossarna i Jönköpings län. — Sv. Mosskulturfören. Tidskr. 1906.

Auer, Väinö. 1921 a. Piirteitä Keski-Pohjanmaan soistumistavoista. *Referat:* Über Versumpfungsprozesse in Mittel-Österbotten. — Comm. ex. inst. quaest. forest. Finl. ed. 3.

—»— 1921 b. Tutkimuksia Lapin tulvamailta. *Referat:* Untersuchungen in den Überschwemmungsgebieten Lapplands. — Comm. ex. inst. quaest. forest. Finl. ed. 4.

—»— 1923. Suotutkimuksia Kuusamon ja Kuolajärven vaara-alueilta. *Referat:* Moorforschungen in den Vaaragebieten von Kuusamo und Kuolajärvi. — Comm. ex. inst. quaest. forest. Finl. ed. 6.

—»— 1924 a. Eräitä vastaisia tehtäviä suotutkimuksen alalla Suomessa. *Referat:* Über einige künftige Aufgaben der Moorforschung in Finland. — Comm. ex. inst. quaest. forest. Finl. ed. 8.

—»— 1924 b. Die postglasiale Geschichte des Vanajavesi-Sees. *Selostus:* Vanajaveden historia postglasiaaliaikana. — Comm. ex. inst. quaest. forest. Finl. ed. 8.

—»— 1927. Untersuchungen über die Waldgrenzen und Torfböden in Lappland. *Selostus:* Lapin metsärajoja ja turvemaita koskevia tutkimuksia. — Comm. ex. inst. quaest. forest. Finl. ed. 12.

Backman, A. L. 1919. Torvmarksundersökningar i mellersta Österbotten. *Referat:* Moor-Untersuchungen im mittleren Österbotten. — Acta forest. fenn. 12.

—»— 1936. Några torvmarksprofiler från mellersta Österbottens kusttrakter. — Centralskogssällskapet förening för skogskultur. Festskrift 1910—1935. Helsinki.

—»— och Astrid Cleve-Euler. 1937. Om Litorinagränsen i Haapavesi och Diatomacefloran på Suomenselkä. *Referat:* Über die Litorinagrenze in Haapavesi und die fossile Diatomeenflora auf dem Suomenselkä. — Acta Soc. pro f. fl. fenn. 60.

Bertsch, Karl. 1922. Zuwachs und Alter der oberschwäbischen Hochmoore. — Naturw. Wachenschr. N. F. 21. N:o 52. Hannover.

Björkman, Erik. 1946. Om lagringsröta i massavedgårdar och dess förebyggande. *Summary:* On storage decay in pulpwood yards and its prevention. — Medd. fr. stat. skogsforskningsinst. 35.

Brandt, Alfred. 1948. Über die Entwicklung der Moore im Küstengebiet von Süd-Pohjanmaa am Bottnischen Meerbusen. — Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fenn. »Vanamo» 23.

Cajander, A. K. 1906. Maamme soista ja niiden metsätaloudellisesta merkityksestä. — S. metsänhoitoyhd. julk. XXIII. Helsinki.

Cajander, A. K. 1913. Studien über die Moore Finnlands. — Acta forest. fenn. 2.

De Geer, G. 1893. Beskriftning till geologisk jordartskarta öfver Hallands län. Praktiskt geologiska undersökningar inom Hallands län. I. — Sver. Geol. Unders. Ser. C., N:o 131.

Foster, Jackson W. 1949. Chemical activities of fungi. — Academic press. inc., publishers, XVIII. New York.

Gavelin, Axel. 1907. Studier öfver de postglaciala nivå- och klimatförändringarna på norra delen av det småländska höglandet. — Sver. Geol. Unders. Ser. C. N:o 204.

Granlund, Erik. 1932. De svenska högmossarnas geologi. *Referat:* Die geologie der schwedischen Hochmoore. — Sver. Geol. Unders. Ser. C. Årsbok 26.

Heikurainen, Leo. 1953. Die Kiefernbewachsenen eutrophen Moore Nordfinnlands, eine Moortypenstudie aus dem Gebiet des Kivalo-Höhenzuges. *Selostus:* Pohjois-Suomen mäntyä kasvavat eutrofiset suot, Kivalovaarojen alueella suoritettu suotyyppitutkimus. — Ann. Bot. Soc. »Vanamo» 26.

Heikurainen, Leo ja Huikari, Olavi. 1952. Turvelajin mikroskooppinen määrittäminen. *Summary:* The microscopic determination of peat types. — Comm. inst. forest. Fenn. 40.

Hesselman, H. 1909. Försumpningsfrågan i Berättelse öfver den botaniska afdelningens verksamhet år 1906—1908. *Referat:* Die Versumpfung der Wälder im Bericht über die Tätigkeit der Botanischen Abteilung von 1906 bis 1908. — Medd. fr. stat. skogsförsöksanst. 6.

—»— 1910. Om vattnets syrehalt och dess inverkan på skogsmarkens försumpning och skogens växtlighet. *Referat:* Über den Sauerstoffgehalt des Bodenwassers und dessen Einwirkung auf die Versumpfung des Bodens und das Wachstum des Waldes. — Medd. fr. stat. skogsförsöksanst. 7.

—»— 1917. Om skogsbeståndens roll vid moränlidernas försumpning. — Skogsvårdsför. tidskr. 1917. Stockholm.

Huikari, Olavi. 1952. Suotyypin määritys maa- ja metsätaloudellista käyttöarvoa silmällä pitäen. *Summary:* On the determination of mire types especially considering their drainage value for agriculture and forestry. — Silva fennica 75.

—»— 1953. Tutkimuksia ojituksen ja tuhkalannoituksen vaikutuksesta eräiden soiden pieneliöstöön. *Summary:* Studies on the effect of drainage and ash fertilization upon the microbes of some swamps. — Comm. inst. forest. Fenn. 42.

—»— 1954. Experiments on the effect of anaerobic media upon birch, pine and spruce seedlings. *Selostus:* Kokeita kasvualustan anaerobisuuden vaikutuksesta koivun, männyn ja kuusen taimiin. — Comm. inst. forest. Fenn. 42.

Häyren, E. 1902. Studier öfver vegetationen på tillandningsområdena i Ekenäs skärgård. — Acta Soc. pro f. fl. fenn. 23.

Ilvessalo, Yrjö. 1942. Suomen metsävarat ja metsien tila. II valtakunnan metsien arviointi. *Referat:* Die Waldvorräte und der Zusland der Wälder Finnlands. II Reichswaldabschätzung. *Summary:* The forest resources and the condition of the forests of Finland. The Second National Forest Survey. — Comm. inst. forest. Fenn. 30.

—»— 1951. III valtakunnan metsien arviointi. Suunnitelma ja maastotyön ohjeet. *Summary:* Third National Forest Survey of Finland. Plan and instruction for field work. — Comm. inst. forest. Fenn. 39.

Jensen, H. L. 1931. The fungus flora of the soil. — Soil Sci. 31.

Kalela, Aarno. 1952. Kainuun alueen metsätyypeistä. *Referat:* Über die Waldtypen des Kainuu—Gebietes zwischen Mittel- und Nordfinnland. — Comm. inst. forest. Fenn. 40.

Keränen, J. ja Korhonen, V. V. 1951. Ilmasto. — Suomen maantieteen käsikirja. Ss. 88—113. Helsinki.

Kokkonen, Pekka. 1919. Piipsanneva sekä sen kuivatus ja asutussuunnitelma. — Asuttaja 1919 N:o 11—12. Ss. 133—144. Helsinki.

Kujala, Viljo. 1924 a. Tervaleppä Suomessa. Kasvimaantieteellinen tutkimus. *Referat:* Die Schwarzerle in Finnland. Pflanzengeographische Untersuchung. — Comm. ex. inst. quaest. forest. Finl. ed. 7.

—»— 1924 b. Keskipohjanmaan soiden synnystä. *Referat:* Ein Beitrag zur Kenntnis der Entstehung der Moore in Mittelösterbotten. — Comm. ex. inst. quaest. forest. Finl. ed. 8.

Leiviskä, I. 1902. Oulun seudun merenrantojen kasvillisuudesta. — Acta Soc. pro f. fl. fenn. 23.

—»— 1905. Über die Küstenbildungen des Bottnischen Meerbusens zwischen Tornio und Kokkola. — Fennia 23.

—»— 1908. Über die Vegetation an der Küste des Bottnischen Meerbusens zwischen Tornio und Kokkola. — Fennia 27.

Lindberg, H. 1908. Om torvmarkernas uppkomst och botaniska byggnad. — Suomen Suoviljelysyhd. Vuosik. 1908.

—»— 1911. Tulokset phytopaleontologisista tutkimuksista Lapin kihlakunnassa. — Suomen Suoviljelysyhd. Vuosik. 1911.

Lukkala, O. J. 1933. Tapahtuuko nykyisin metsämaan soistumista. *Referat:* Vollzieht sich gegenwärtig Versumpfung von Waldboden. — Comm. inst. forest. Fenn. 19.

Lumiala, O. V. 1937. Kasvimaantieteellisiä ja pintamorfologisia suotutkimuksia Luoteis-Karjalassa. *Referat:* Pflanzengeographische und oberflächenmorphologische Mooruntersuchungen im nordwestlichen Karelien. — Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fenn. »Vanamo» 10.

Malmström, Carl. 1923. Degerö Stormyr. En botanisk, hydrologisk och utvecklingshistorisk undersökning över ett nordsvenskt myrkomplex. *Referat:* Degerö Stormyr, eine botanische, hydrologische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchung eines nordschwedischen Moorkomplexes. — Medd. fr. stat. skogsförsöksanst. 20.

—»— 1931. Om faran för skogsmarkens försumpning i Norrland. *Referat:* Über die Gefar der Versumfung des Waldbodens in Norrland (Nordschweden). — Medd. fr. stat. skogsförsöksanst. 26.

Multamäki, S. E. 1936. Über den Grundwasserstand in versumften Waldböden vor und nach der Entwässerung. — V. Hydrologische Konferenz der baltischen Staaten. Mitt. 4 A. Helsinki.

Mölder, K. ja Salmi, Martti. 1954. Suomen geologinen yleiskartta. Lehti B_3. Vaasa. Maalajikartaston selitys. — Geologinen tutkimuslaitos.

Niskanen, E. 1939. On the upheaval of land in Fennoscandia. — Ann. Acad. Scient. Fenn. Ser. A. 53.

Renqvist, Henrik. 1936. Till försumpningens orsaker. — Eripainos. Pohjoismainen (19. skandinaavinen) luonnontutkijain kokous Helsingissä 1936.

Romell, L. G. 1934. En biologisk teori för mårbildning och måraktivering. — Stockholm.

Saarinen, E. K. E. 1933. Soiden pintaturpeen korkeuskasvusta. *Referat:* Über das Höhenwachstum des Oberflächentorfes auf den Mooren. — Comm. inst. forest. Fenn. 19.

Salmi, Martti. 1952. Turvetutkimuksia Pelson suoalueilla. *Summary:* On peat investigations at the Pelso bog area. — Geologinen tutkimuslaitos. Geoteknillisiä julkaisuja N:o 52.

—»— 1954. Katso Mölder, K.

Sandegren, R. 1916. Hornborgasjön. En monografisk framställning av dess postglaciala utvecklingshistoria. — Sver. Geol. Unders. Ser. Ca. 14.

Sauramo, Matti. 1940. Suomen luonnon kehitys jääkaudesta nykyaikaan. — Porvoo—Helsinki.

—»— 1954. Myöhäisjääkautisesta kasvistosta ja kasvillisuudesta, erityisesti metsänhistoriasta. — Luonnon tutkija 58. 5. Helsinki.

Sundelin, Uno. 1917. Fornsjöstudier. — Sver. Geol. Unders. Ser. Ca. 16.

Suomen kartasto. 1925. — Suomen Maantieteellinen Seura. Helsinki.

Tamm, Olof. 1931. Studier över jordmånstyper och deras förhållande till markens hydrologi i Nordsvenska skogsterrängar. *Referat:* Studien über Bodentypen und ihre Beziehungen zu den hydrologischen Verhältnissen in nordschwedischen Waldterrains. — Medd. fr. Stat. skogsförsöksanst. 26.

Thurmann-Moe, P. 1941. Om skogens innflytelse på jordens vannförråd. Med spesielle undersøkelser over dens drenerende evne. *Zusammenfassung:* Über den Einfluss des Waldes auf die Wasservorräte des Bodens mit besonderen Untersuchungen über die entwässernde Fähigkeit desselben. — Jordundersøkelsenes småskrift N:o 27. Oslo.

Tolvanen, Viljo. 1917. Eteläpohjanmaan ja Satakunnan välisen vedenjakajaseudun geomorfologiasta. — Helsinki.

Tulvakomitean mietintö. 1939. — Komiteanmietintö N:o 14. 1939.

Wacksman, Selman A. 1931. Principles of Soil Microbiology. — London.

Weber, C. A. 1902. Über die Vegetation und Entstehung des Hochmoors von Augstumal im Memeldelta mit vergleichenden Ausblicken auf andere Hochmoore der Erde. — Berlin.

Witting, R. 1943. Landhöjningen utmed Baltiska havet under åren 1898—1927. *Referat:* Die Landhebung dem Baltischen Meere entlang in den Jahren 1898—1927. — Fennia 68.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DEN ANTEIL DER PRIMÄREN VERSUMPFUNG AN DER ENTSTEHUNG DER FINNISCHEN MOORE

Deutsches Referat

Einleitung

Cajander (1913) unterschied drei Arten der Entstehung bei den finnischen Mooren: das Verwachsen von Gewässern, die Versumpfung von Überschwemmungsboden und die Versumpfung von Waldboden. Backman (1919) wies nach, dass von den Mooren in Mittel-Pohjanmaa nur ca. 5 % durch Verwachsen von Seen und die restlichen 95 % durch Versumpfung von Waldboden entstanden sind. Aario (1932) kam bei seinen Untersuchungen in Nord-Satakunta zu dem Ergebnis, dass hier 77 % der Moorfläche versumpfter Waldboden sind. Ausserdem haben die Untersuchungen von Auer (1922) und ferner u.a. die von Lumiala (1937) und Salmi (1951 und 1954) die von Backman gewonnenen Ergebnisse über die Bedeutung des Verwachsens von Gewässern ergänzt. Sie haben gezeigt, dass der Anteil des Verwachsens von Gewässern an der Entstehung der Moore in den verschiedenen Teilen Finnlands zwar etwas wechselt, indem er in der Regel ein wenig grösser ist als Backman angibt, von seinen Zahlen aber nicht im wesentlichen abweicht.

Durch die Untersuchungen von Häyrén (1902), Leiviskä (1902, 1905 und 1908) und Lindberg (1908) is die primäre Versumpfung als eine der Entstehungsarten von Mooren bekannt geworden. Später haben Kujala (1924 b) und Auer (1924 a) ihre offenbar grosse Bedeutung hervorgehoben. Von den schwedischen Forschern hält Malmström (1931) eine Scheidung der primären Versumpfung und der Versumpfung von Waldboden für notwendig, besonders wenn man die Bedeutung der letzteren erklären will.

Unter primärer Versumpfung versteht man die Bedeckung einer Fläche, die dem Moor eigene Standorteigenschaften besitzt, mit Moorvegetation beim Freiwerden des Bodens vom Meere (oder beim Schmelzen des Inlandeises). Dies ist dem Wesen nach etwas ganz anderes als die Versumpfung von Waldboden. Die Versumpfung von Waldboden ist ja Umwandlung des sog. festen Waldbodens in Moor. Es ist ausserdem festgestellt worden (u.a. von Malmström 1931, von Aario 1932 und von Lukkala 1933), dass dies zum grössten Teil durch Einwirkung bereits vorhandener Moore geschieht. Die Versumpfung von Waldboden ist somit eine mit der Entwicklung der Moore zusammenhängende Erscheinung. Zeitlich und örtlich ist sie daher nicht in derselben Weise zu bestimmen wie die primäre Versumpfung.

Bisher haben auf Untersuchungen beruhende Zahlen über den Anteil der primären Versumpfung an der Entstehung von Mooren nicht zur Verfügung gestanden.

Zweck und Skizzierung der Untersuchung

In dieser Untersuchung ist versucht worden, besonders die Frage stärker aufzuhellen, in welchem Umfang primäre Versumpfung in Finnland erfolgt ist. Dabei ist auch der Anteil der Versumpfung von Waldboden und die Entwicklung der Moore

erforscht und versucht worden, zur Erleichterung der Klärung der Gründe und der Aktivität der Versumpfungserscheinung des Waldbodens in den verschiedenen Erscheinungsformen der Entwicklung eine Gesetzmässigkeit zu entdecken.

In zahlreichen Untersuchungen ist nachgewiesen worden, dass der grösste Teil Finnlands nach Beendigung der Eiszeit vom Meer bedeckt war und davon allmählich frei geworden ist. Diese sog. Landhebung geht auch weiterhin vor sich. Somit besteht auch heute u.a. nach Auer (1924 a), Kujala (1924 b) und Backman (1936) an der Landhebungsküste die Möglichkeit, die Entstehung von Mooren offenbar wenigstens in den Hauptzügen in der Art zu verfolgen, wie sie auch sonst überall in Finnland bei der Landhebung vor sich gegangen ist. Ein Teil der vorliegenden Untersuchung wurde daher auf geologisch ganz jungen Böden, an der Küste des nördlichen Bottnischen Meerbusens, unmittelbar von der Strandlinie an ausgeführt. Bei der Untersuchung sind besonders die primäre Versumpfung des Bodens, das Vorkommen von Versumpfungserscheinung des Waldbodens und die Grundzüge der Entwicklung der Moore von der Strandlinie bis ins Binnenland berücksichtigt worden.

Die Stichhaltigkeit und die Verallgemeinerungsmöglichkeiten der Ergebnisse wurden mit Untersuchungen auf geologisch älteren Böden im Binnenland geprüft.

Es bestand kein Anlass, im Rahmen der vorliegenden Untersuchung die im Zusammenhang mit den verschiedenen Versumpfungsarten erfolgenden Veränderungen der Bodenvegetation und der Entstehung der Schlamm- und Moderablagerungen zu behandeln. Dieses Verfahren war vor allem deshalb möglich, weil schon früher darüber zahlreiche ausführliche Untersuchungen (vgl. u.a. Leiviskä 1902, 1905 und 1908, Cajander 1913, Auer 1921, 1923 und 1927, Kujala 1924 a und b, Aario 1932, Lumiala 1937 und Brandt 1951) mit eingehenden Angaben über die obenerwähnten Umstände gemacht worden sind.

Begriffsbestimmungen

Unter Versumpfung versteht man die Entstehung von Moor, die ihrerseits eine Veränderung der Standortfaktoren in der Weise bedeutet, dass die sog. Moorpflanzen in der Pflanzendecke des betr. Ortes vorherrschend werden (vgl. Cajander 1913).

In dieser Untersuchung werden die wichtigsten Versumpfungsarten folgendermassen definiert:

Unter Verwachsen von Gewässern versteht man das Zuwachsen einer Meeresbucht, eines Sees, eines Weihers, eines Flusses oder eines Baches in der Weise, dass das betr. Gewässer zu Moor wird.

Unter Versumpfung von Waldboden versteht man die Versumpfung festen Waldbodens (vgl. Ilvessalo 1951).

Unter primärer Versumpfung versteht man die unmittelbar einsetzende Umwandlung des sich aus dem Wasser hebenden Bodens in Moor.

Untersuchungsmethoden

In dieser Untersuchung sind folgende Methoden und Klassifizierungen für die Untersuchungsresultate angewandt worden:

Die wechselseitige Bedeutung der verschiedenen Entstehungsarten der Moore wurde zuerst an der Küste des nördlichen Bottnischen Meerbusens untersucht. In einem begrenzten Untersuchungsgebiet wurde die Reichlichkeit der Moore auf Böden verschiedenen Alters im sog. Strandmoorbereich durch Kartierung und Flächennivellierung festgestellt. Auf Grund der erhaltenen Resultate wurden auf die wechsel-

seitige Bedeutung der verschiedenen Versumpfungsarten Schlüsse gezogen, wobei besonders die Häufigkeit primärer Versumpfung verglichen mit den anderen Versumpfungsarten ins Auge gefasst wurde. Die Hauptzüge in der Entwicklung von Mooren sind dadurch gewonnen worden, dass durch mikroskopische Untersuchungen in der Entwicklung der Torfschichten nach Gesetzmässigkeiten gesucht wurde (vgl. Heikurainen und Huikari, 1952). Unter Berücksichtigung dessen wurde auch der Höhenzuwachs des Torfes und die Entwicklung der Moortypen untersucht.

Es wurden Moorgrundproben aus versumpften Beckenformationen sowohl auf sog. geologisch jungen Böden an der Landhebungsküste als auf geologisch älteren Böden des Binnenlandes genommen. Bei der Probenentnahme wurden Notizen über die Art und die Eigenschaften des Untergrundes gemacht. Wenn im Moorgrund am Orte der Probenentnahme weicher Ton auftrat, konnte als wahrscheinlich angesehen werden, dass der Ort stets unter Einwirkung von Grundwasser gestanden hat und daher nie fester Waldboden gewesen ist (vgl. Auer 1924 b). Wenn der Mineralboden unter dem Moore ausgewaschen war und ein deutliches Eisenpodsol aufwies, wurde dies als eine Eigenschaft der Moorgrundprobe in Betracht gezogen, die eine Versumpfung des Waldbodens anzeigt (vgl. Tamm 1931). Falls sich an der Oberfläche des Mineralbodens eine makroskopisch deutlich zu unterscheidende Schlammablagerung befand, wurde der Ort der Probenentnahme seiner Versumpfungsart nach in die Kategorie des Verwachsens von Gewässern eingeordnet.

Um die mikroskopische Untersuchung der Moorgrundproben zu erleichtern und die Zuverlässigkeit der Schlussfolgerungen zu erhöhen, wurde ein neues Untersuchungsverfahren entwickelt. Bei Spezialuntersuchungen wurde festgestellt, dass sich die fossilen Hyphen in Mooren gleich den Pollenkörnern erhalten (vgl. Abbildungen 3 und 4, SS. 26 und 27). Da ausserdem festgestellt wurde, dass der Rohhumus wesentlich mehr Hyphen enthält als der Torf verschiedener Moortypen (vgl. Tabellen 2 und 3, SS. 23 und 24), konnte der relative Reichtum an Hyphenzellen als kennzeichnende Eigenschaft der Herkunft der Proben benutzt werden.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Moorgrundproben wurde ein kombiniertes, auf der Bestimmung der relativen Zahl der Hyphenzellen und der Zusammensetzung der Pflanzenreste beruhendes Verfahren angewandt. Zuerst wurde die Zahl der Hyphenzellen festgestellt. Wenn die Zahl der Hyphenzellen unter 50 Stück pro 100 Pollenkörner der Bäume lag und das Präparat weder sonstige Reste von Waldhumus noch Kohle aufwies, wurde die Probe zu den Torfen gerechnet und der betreffende Ort, falls in ihm kein Schlamm vorkam, als ein durch primäre Versumpfung entstandenes Moor angesehen. Betrug die Zahl der Hyphenzellen über 50 Stück pro 100 Pollenkörner, so wurden die Zusammensetzung der Pflanzenreste der Probe untersucht und auf Grund dessen Schlussfolgerungen gezogen. Sofern die Hyphenzellen sehr reichlich auftraten (ca. 5000 Stück pro 100 Pollenkörner), wurde die Probe zum Waldhumus gerechnet.

Untersuchungen auf geologisch jungen Böden

Die Feldarbeiten und das Material

Als Untersuchungsgebiet wurde die Grenzlinie zwischen dem Kirchspiel Simo und der Landgemeinde Kemi mit ihrer unmittelbaren Umgebung gewählt. Die Grenzlinie beginnt an der Strandlinie des Meeres und erstreckt sich landeinwärts im rechten Winkel zu der Allgemeinrichtung der Strandlinie (siehe Abbildung 1, S. 10 und Bildbeilage 1). Zur Bestimmung des Zeitpunktes des Zurückweichens des Meeres von den

verschiedenen Teilen des Untersuchungsgebietes (d. h. zur Bestimmung des »geologischen Alters») erfolgte die Bestimmung der Höhenverhältnisse des Gebietes durch Flächennivellierung.

Nach Witting (1943) beträgt die Landhebung in diesem Untersuchungsgebiet zur Zeit 9.0 m in tausend Jahren. Nach Niskanen (1939) ist die Landhebung während der letzten zwei Jahrtausende im Umfang gleichmässig gewesen. Die in einer Höhe von 0—4.5 m ü.M. liegenden Böden des Untersuchungsgebietes sind demnach vor 0—500 Jahren vom Meer frei geworden. Ihr geologisches Alter beträgt also 0—500 Jahre, der Höhe über dem Meeresspiegel entsprechend. In einer Höhe von 4.5—9.0 m ü.M. beträgt das geologische Alter der Böden 500—1000 Jahre, in einer Höhe von 9.0—13.5 m ü.M. 100—1500 Jahre und in einer Höhe von 13.5—18.0 m ü.M. 1500—2000 Jahre. Da bei allgemeiner Prüfung des Untersuchungsgebietes festgestellt werden konnte, dass die Moore schon auf 1500—2000 Jahre alten Böden den Aapamooren eigene Züge erhalten haben, wurde das Untersuchungsgebiet dahingehend begrenzt, dass es nur 0—2000 Jahre alte Böden umfasst. Hierbei bildeten das Untersuchungsgebiet alle die Böden, die in einer Entfernung von weniger als 100 m von der als Anhaltspunkt gewählten Grenzlinie lagen und bei denen die Oberfläche des Mineralbodens in einer Höhe von weniger als 18 m ü.M. lag. Die gegenwärtige Höhe des Meeresspiegels sowie die Strandlinie konnten mit Hilfe eines von den Staatsbahnen angenommenen Fixpunktes bestimmt werden. Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der Strandlinie in eine Entfernung von 6700 m landeinwärts. Es liegt ganz in der von Kujala (1924 b), Aario (1932) und Brandt (1948) in ihren Untersuchungen bestimmten Zone der Strandmoore.

In Verbindung mit der Flächennivellierung wurde die Kartierung des Gebietes unter Benutzung des gleichen Stammnetzes vorgenommen. Zu beiden Seiten der Linie wurde eine 100 m breite Zone kartiert. Die Karte und das an der Grenzlinie gezeichnete Profil befinden sich in der Bildbeilage 1.

Unter Anwendung des zur Kartierung angefertigten Festpunktnetzes wurden aus allen Mooren zur mikroskopischen Untersuchung ihrer Entstehung und Entwicklung Grundschichtproben genommen. Den über 1 ha grossen Mooren wurden die Grundschichtproben in Abständen von 40 m entnommen. War das Moor schmal oder weniger als 1 ha gross, so wurden, von dem regelmässigen Probennetz abweichend, Zusatzproben genommen und das Ergebnis davon zur Bestätigung der Resultate der in normalen Abständen genommenen Proben herangezogen. Die Zahl der eigentlichen Moorgrundproben belief sich im ganzen auf 692. Bei der Entnahme der Proben wurden auch Untersuchungen des unter dem Moor befindlichen Mineralbodens ausgeführt und die Dicke der Torfschicht von der Übergangsfläche zwischen der lebenden Vegetation und dem Torfe bis zur unteren Fläche der Torfschicht gemessen. Für die Untersuchungen über die Entwicklung der Torfschicht wurden 48 Probenserien genommen, und zwar von der Oberfläche der grössten Moore jeglicher Altersklasse mit der jeweils stärksten Torfschicht bis zu ihrer Mineralbodengrenze. Wo die Torfschicht dünn war, wurden die Proben mit einem Spaten und an Stellen mit dicker Torfschicht mit einem Torfbohrer genommen. Insgesamt waren es 968 Proben.

Die Moorgrundproben wurden genau am Übergang zum Mineralboden, und zwar so genommen, dass die Übergangsfläche zwischen Mineralboden und organischer Bodenart möglichst ungestört in der Probe enthalten blieb. Die Moorgrundproben waren ca. 3 cm hoch und 0.5 cm × 0.5 cm dick. Die Torfprofilproben, 5 cm hoch und 0.5 cm × 0.5 cm dick, wurden in einem ganzen Stück von der Oberfläche bis zum Grunde der Torfschicht genommen.

Untersuchungsergebnisse

Bei den auf geologisch jungen Böden ausgeführten Untersuchungen wurde folgendes festgestellt:

Im Untersuchungsgebiet bestehen die vor 0—500 Jahren vom Meer freigewordenen Böden zu 43 % aus Moor und das ganze 0—2000 Jahre alte Gebiet zu 61 % (vgl. Tabelle 4, S. 35 und Bildbeilage 1). Weil die Böden schon gleich nach ihrem Freiwerden vom Meer so stark versumpften, muss die Verbreitung der Moore in den späteren Entwicklungsphasen der Böden wesentlich geringer sein.

Ferner wurde festgestellt, dass aus einer Zunahme der Torfschichtdicke (vgl. Tabelle 4, S. 35 und Tabelle 5, S. 36) nicht unbedingt, wenigstens nicht in der Anfangsphase der Entwicklung der Moore, eine Zunahme des Flächeninhalts der Moore erfolgen muss.

Im Untersuchungsgebiet konnte eine Phase der Füllung der Beckenformation mit Torf und eine Phase, wo die Moorentwicklungen der einzelnen Beckenformationen ineinander übergehen, unterschieden werden. Es wurde beobachtet, dass eine Verbreitung der Moore auf Kosten des festen Waldbodens in der Regel nur in der letztgenannten Entwicklungsphase der Moore vorkommt (vgl. Abbildung 4, S. 27). Auch zeigte es sich, dass die ersten Phasen, wo die Moorentwicklungen der Beckenformationen ineinander übergehen, mit nachfolgender beträchtlicherer Versumpfung des Waldbodens, im Untersuchungsgebiet auf 500—1500 Jahre alten Böden eintreten. Die Veränderungen, die in der Hydrologie der Beckenformationen hierdurch hervorgerufen werden, verursachen bei Moortypen, die ursprünglich in ihrer Entwicklung von einem Weissmoor ausgingen, eine Umwandlung in Bruch- und Reisermoore.

Die Moortypen des Untersuchungsgebietes gehen in ihrer Grundentwicklung zum überwiegenden Teil von einem Weissmoor aus (vgl. Abbildung 6, S. 41 und Tabellen 7 a—d, S. 44). Nur ein geringer Teil der Moore beginnt seine Entwicklung als Bruchmoor. Reisermoore als Ausgangstypen für die Moorentwicklung der Beckenformation wurden in dem ganzen Untersuchungsgebiet überhaupt nicht festgestellt. Die Phase des Ineinander-Übergehens der Moorentwicklungen der einzelnen Beckenformationen äussert sich auch in einer Schwächung des Höhenzuwachses der Torfschichten (vgl. Tabelle 6, S. 40). Im Untersuchungsgebiet erfolgte somit Versumpfung von Waldboden in einer Entwicklungsphase der Moore, wo der Höhenzuwachs der Torfschicht eher unter dem Durchschnitt blieb als diesen überschritt.

Durch Untersuchung der Verteilung des Moorreichtums, der Moorentwicklung der Beckenformationen und der Arten der Entstehung bei den Mooren konnte nachgewiesen werden, dass die Moore des Untersuchungsgebietes zum grössten Teil durch unmittelbar einsetzende, sog. primäre Versumpfung des Bodens bei seinem Freiwerden vom Meer entstanden sind. Ausbreitung von Mooren auf Kosten festen Waldbodens ist den untersuchten 0—2000 Jahre alten Böden am häufigsten dort erfolgt, wo sie vor 500—1500 Jahren vom Meer frei geworden sind. Höchstens 35 % der gesamten Moorfläche sind auf 1000—2000 Jahre alten Böden des Untersuchungsgebietes gelegene, durch Versumpfung von Waldboden entstandene Moore. Mindestens 60 % der auf 1000—2000 Jahre alten Böden befindlichen Moore sind unmittelbar beim Freiwerden des Bodens vom Meer durch primäre Versumpfung entstanden (vgl. Tabelle 9, S. 47).

Untersuchungen auf geologisch alten Böden

Die Feldarbeiten und das Material

Es ist allgemein bekannt, dass seinerzeit fast ganz Finnland sich aus dem Wasser gehoben hat, und zwar auf dieselbe Weise, auf die auch heute an seinen Küsten Land-

hebung beobachtet werden kann. Aus diesem Grunde kann man es für sehr wahrscheinlich halten, dass die Entstehung und Entwicklung der Moore überall in Finnland gemeinsame Züge hat. Die heutigen Moore des Binnenlands sind offenbar teils durch Verwachsen von Gewässern, teils durch unmittelbare primäre Versumpfung beim Freiwerden des Bodens vom Meer oder vom Inlandeis, teils durch Versumpfung des Waldbodens entstanden. Da im Laufe der oben angeführten Untersuchungen die wichtige Rolle der primären Versumpfung bei der Entstehung der Moore der Landhebungsküste entdeckt wurde, erschienen entsprechende Untersuchungen auf geologisch älteren Böden angebracht. Abbildung 1, S. 10, zeigt die Lage der Untersuchungsobjekte.

Die Moorgrundproben wurden in regelmässigen Abständen genau wie im Untersuchungsgebiet Simo—Kemi genommen. Die Proben wurden so genommen, dass Stellen mit sowohl dünnen als dicken Torfschichten in Bezug auf jede Beckenformation des Untersuchungsgebietes möglichst gut vertreten waren. Die Probenentnahmelinien wurden in der Richtung SO—NW gezogen, damit die Untersuchungsergebnisse Schlüsse auch auf die Einwirkung der Landhebungserscheinung auf die Moorentwicklung ermöglichten. Im ganzen wurden in dieser Weise 1720 Moorgrundproben gesammelt. Ferner wurden in jedem Untersuchungsgebiet an allen Punkten der durch die tiefste Stelle des betreffenden Moores führenden Probenentnahmelinie Torfprofilprobenserien aus dem Hauptbecken genommen.

Untersuchungsergebnisse

Die Untersuchungen auf geologisch alten Böden zeigen, dass überall in Finnland Moore durch primäre Versumpfung entstanden sind, sobald Boden entweder vom Wasser oder vom Inlandeis frei geworden ist. Auf Grund mikroskopischer Untersuchungen der in den Untersuchungsgebieten genommenen Moorgrundproben konnte festgestellt werden (vgl. Tabelle 10, S. 53, und Abbildungen 11—15, SS. 52—59), dass sich diese durchschnittlich zu ca. 40 % auf Moore beziehen, die durch primäre Versumpfung entstanden sind. Ca. 30 % der Stellen, die heute Moor aufweisen, sind nach Brand versumpft. Allem Anschein nach sind ursprünglich ca. 20 % des untersuchten Moorgebietes fester Waldboden gewesen. Da die bis auf den Mineralboden abgebrannten Gebiete vor dem Brand offenbar Waldboden gewesen sind, kann man annehmen, dass höchstens 50 % der heutigen Moore durch Versumpfung festen Waldbodens entstanden sind.

Das Ergebnis der Untersuchung stützt somit deutlich die auf geologisch jungen Böden gemachte Entdeckung, dass ein recht beträchtlicher Teil der Moore durch primäre Versumpfung entstanden ist. Ausserdem ist anzunehmen, dass auch die Versumpfung von Waldboden zum grössten Teil schon in der Anfangsphase der Moorentwicklung erfolgt, denn der Anteil der Versumpfung von Waldboden, verglichen mit dem der primären Versumpfung, ist auf geologisch alten Böden nicht wesentlich grösser als auf geologisch jungen Böden.

Die Einwirkung veränderter Umgebungsfaktoren auf die Versumpfung

Die Zusammenfassungen und die Schlussfolgerungen im Anschluss an die von mir angestellten Untersuchungen über die Arten der Entstehung der Moore an der Landhebungsküste und im Binnenland sowie über die Moorentwicklung der Beckenformationen beruhen auf der Annahme, dass die auf die Entstehung der Moore einwirkenden Klima- und Bodenfaktoren unverändert geblieben oder die darin eingetretenen Änderungen im Hinblick auf die Versumpfungserscheinung belanglos gewesen sind. Diese Annahme war zur Gewinnung eines richtigen Einblicks in die Grundzüge der Ent-

stehung und Entwicklung der Moore notwendig. Dann zeigen die Forschungsergebnisse, dass der überwiegende Teil der Moore im Laufe der ersten Jahrtausende nach dem Freiwerden des Bodens vom Meer entstanden ist und die Verbreitung der Moore schon relativ bald nach Erreichen des Gleichgewichts ziemlich gering und ständig in Abnahme begriffen gewesen sein muss.

Mehrere in Finnland vorgenommene Untersuchungen (vgl. SS. 3—4) haben jedoch erwiesen, dass besonders die Versumpfung von Waldboden heute noch auch auf geologisch alten Böden erfolgt. Einige dieser Versumpfungen lassen sich als vereinzelte Sonderfälle erklären, bei denen etwa die Verstopfung eines Baches und die daraus folgende Steigung des Grundwassers als einer der Faktoren der Versumpfung auftreten kann. Desgleichen kann ein Waldbrand oder ein Kahlschlag in gewissen Fällen eine wenigstens vorübergehende Steigung des Grundwassers zur Folge haben, wodurch eine mehr oder weniger bleibende Versumpfung des betreffenden Gebietes entsteht, Diese auf lokale Sondergründe zurückzuführenden Versumpfungsfälle müssen jedoch von der Versumpfung unterschieden werden, die durch die überall im Lande auf die Hydrologie und die Zersetzung organischer Stoffe ständig einwirkenden Umgebungsfaktoren verursacht wird.

In der vorliegenden Untersuchung wurde festgestellt, dass die aus der Erscheinung der Landhebung erfolgenden Änderungen der Bodenneigung der wichtigste von den Faktoren ist, die in der Hydrologie der Beckenformationen auf die Versumpfung einwirkende Veränderungen überall im Lande herbeiführen. Auch wenn die Einwirkung dieser Erscheinung auf die Entstehung von Mooren anderswo als am Rande der Seebecken schwer nachweisbar ist, muss doch als wahrscheinlich angesehen werden, dass sie überall in Finnland Bedeutung hat. Somit kann in Finnland Versumpfung von Waldboden auch aus anderen als nur lokalen Sondergründen immer weiter vorkommen.

Schlussübersicht

In der vorliegenden Untersuchung wurde besonders die Frage der wechselseitigen Bedeutung der primären Versumpfung und der Versumpfung von Waldboden als Entstehungsarten der finnischen Moore behandelt. Ausserdem wurde die Entwicklung der Moore untersucht, wobei ich bestrebt gewesen bin, in ihr eine Gesetzmässigkeit zu entdecken, die die Feststellung der Ursachen und der Aktivität der Erscheinung der Versumpfung von Waldboden erleichtern könnte.

Ein Teil der Untersuchungen wurde an der Küste des nördlichen Bottnischen Meerbusens, unmittelbar von der Strandlinie des Meeres ausgehend, auf geologisch ganz jungen Böden durchgeführt. Die Stichhaltigkeit und die Möglichkeiten einer Verallgemeinerung der Ergebnisse wurden durch ergänzende Untersuchungen auf geologisch älteren Böden im Binnenland geprüft.

Die Bedeutung der primären Versumpfung wurde unter Anwendung verschiedener Untersuchungsverfahren untersucht. Vornehmlich bediente ich mich hierbei der mikroskopischen Untersuchung der aus Mooren genommenen Moorgrundproben. Um aus der Zusammensetzung der Pflanzenreste in den Moorgrundproben leichter Schlüsse ziehen zu können, wurde ein neues Untersuchungsverfahren entwickelt, das sich auf die Berechnung der relativen Reichlichkeit an fossilen Hyphenzellen gründete.

Eine Analysierung des Versumpfungsgrades von Böden verschiedenen Alters an der Landhebungsküste zeigte, dass der grösste Teil der Moore des Untersuchungsgebietes unmittelbar beim Freiwerden des Bodens vom Meer entsteht. Die Untersuchung der Moorgrundproben ergab, dass von den Mooren auf Böden, die vor 0—500 Jahren vom Meer frei geworden sind, 95 % als Ergebnis der primären Versumpfung

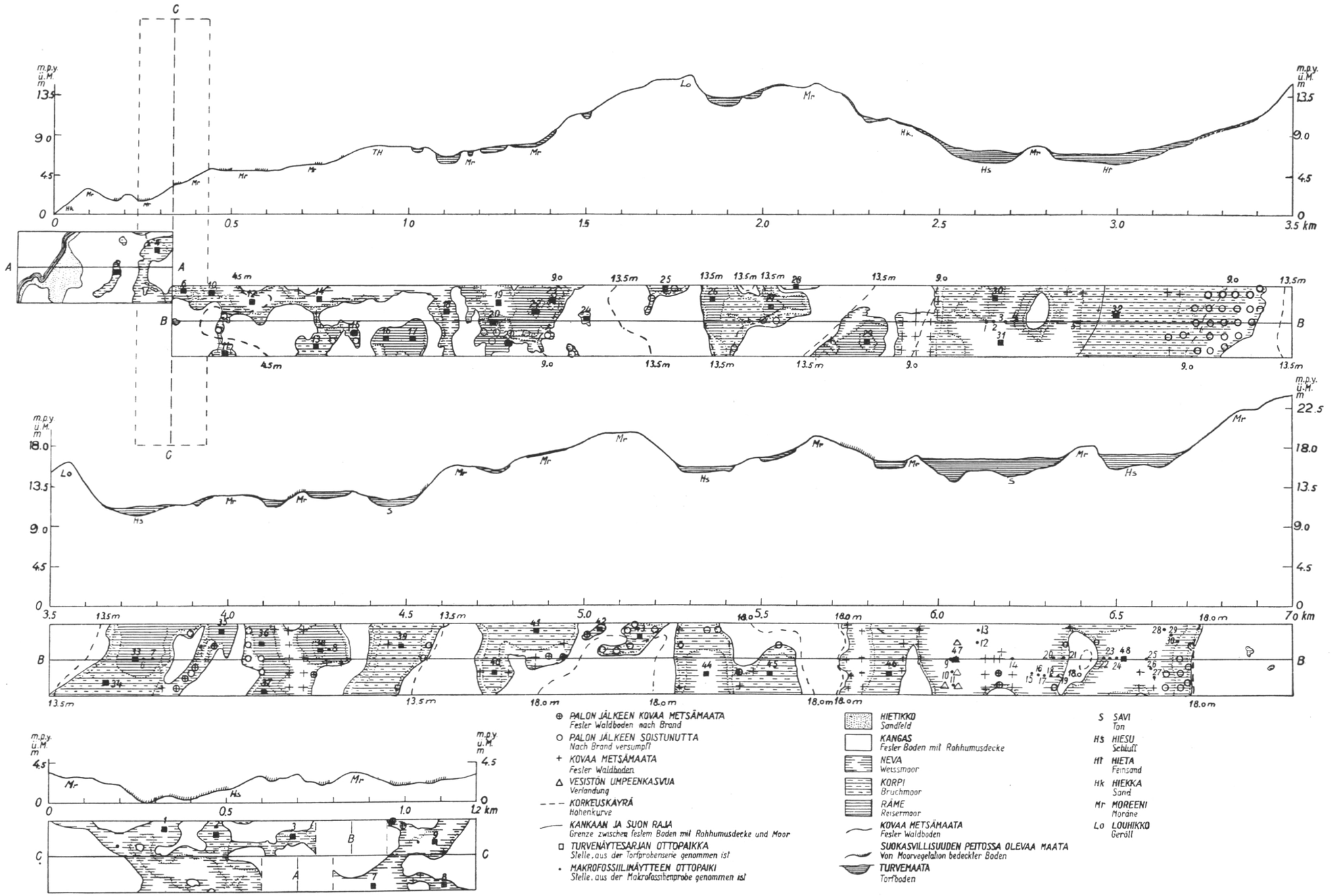
und lediglich 5 % durch Versumpfung von Waldboden entstanden sind. 43 % der Böden besagten Alters im Untersuchungsgebiet bestanden aus Moor. Auch auf Böden älterer Altersklassen der Landhebungsküste war der Anteil der primären Versumpfung beträchtlich. Von dem Flächeninhalt von 1000—2000 Jahre alten Böden waren 63 % Moore, und von diesen waren, wie festgestellt werden konnte, mindestens 60 % durch primäre Versumpfung entstanden. Schon dieses Ergebnis allein erwies die Richtigkeit der Behauptung Kujalas (1924 b) und Auers (1924 a) von der wichtigen Rolle der primären Versumpfung bei der Entstehung der Moore. Es wurde festgestellt, dass der Anteil der Versumpfung von Waldboden auf Böden gleichen Alters höchstens 35 % der gesamten Moorfläche betrug.

Die angestellten Untersuchungen über die Entwicklung der Moore erwiesen, dass in der Moorentwicklung der Beckenformationen des Untersuchungsgebietes erstens eine Phase der Ausfüllung der Beckenformationen mit Torf und zweitens eine Phase des Ineinanderübergehens der Moorentwicklungen der einzelnen Beckenformationen unterschieden werden können. Nach den angestellten Beobachtungen erfolgte Versumpfung von Waldboden im wesentlichen während der Phase des Ineinanderübergehens der Moorentwicklungen der einzelnen Beckenformationen, und sie kommt in der Oberflächengestaltung des an der Landhebungsküste gelegenen Untersuchungsgebietes am häufigsten auf Böden vor, die vor 500—1000 Jahren vom Meer freigeworden sind. Diese Entwicklungsphase der Moore spiegelte sich auch in der Entwicklung ihrer Pflanzendecke. Moore, die in ihrer Entwicklung fast ausnahmslos von einem Weissmoor ausgegangen waren, gingen in der besagten Entwicklungsphase in bewaldete Bruch- und Reisermoortypen über. Auch im Höhenzuwachs der Torfschichten liess sich eine Phase feststellen, wo die Moorentwicklungen der Beckenformationen ineinander übergingen; sie zeigte sich in einer Schwächung des Höhenzuwachses der Torfschicht. Somit konnte festgestellt werden, dass Versumpfung von Waldboden am meisten in einer solchen Entwicklungsphase der Moore vorkommt, wo der Höhenzuwachs des Torfes eher unter dem Durchschnitt liegt als ihn überschreitet.

Im Binnenland, auf sog. geologisch alten Böden vorgenommene Untersuchungen über die Entstehungsarten der Moore zeigten, dass durchschnittlich ca. 40 % der Fläche der untersuchten Moore durch primäre Versumpfung und höchstens 50 % durch Versumpfung von Waldboden in Moor umgewandelt worden sind.

An der Landhebungsküste vorgenommene Untersuchungen über die Entwicklung der Moore zeigten, dass die Versumpfung der Beckenformationen schon verhältnismässig bald nach dem Freiwerden des Bodens vom Meer einen Grad erreicht, bei dem, wenn in den auf die Versumpfung einwirkenden Faktoren keine Änderungen eintreten, die Versumpfung notwendigerweise sich verlangsamern, ja vielleicht meist ganz aufhören muss. Dieses Ergebnis stimmte mit denen der Forschungen Malmströms (1923 und 1931) in Schweden überein.

Bei einer Betrachtung der Faktoren, die in der oben dargelegten Grundentwicklung der Versumpfung der Beckenformationen Änderungen hervorrufen können, wurde festgestellt, dass in Finnland die Erscheinung der Landhebung auf das Gleichgewicht der Moorentwicklungen der Beckenformationen störend einwirkt und dadurch sekundäre Ausbreitung von Mooren oder Entstehung von neuen Mooren verursacht. Es ist somit verständlich, dass in Finnland auch weiterhin Versumpfung von Waldboden vorkommen kann, wie sie u. a. Cajander (1913), Backman (1919), Auer (1921, 1923, 1924 a), Aario (1923) und Lukkala (1933) nachgewiesen haben.



Kuvaliite 1. Poikkileikkauspiirros ja kartta Simon—Kemin tutkimusalueesta.

Bildbeilage 1. Profilzeichnung und Karte des Untersuchungsgebietes Simo—Kemi.

KÄPYSADON ARVIOINNISTA

UKKO RUMMUKAINEN

ÜBER DIE ABSCHÄTZUNG DER ZAPFENERNTE

DEUTSCHES REFERAT

HELSINKI 1956

Helsinki 1956. Valtioneuvoston kirjapaino

Sisältö:

Sivu

Johdanto 5
Tutkimusmenetelmä ja aineiston hankinta 8
Käpyjen määrä eri käpysatoluokissa 10
Mänty 10
Kuusi 12
Käpysatoluokkien rajoittaminen 14
Vuoden 1954 käpysadot vanhalla ja uudella tavalla arvioituina 17
Mänty 17
Kuusi 18
Näytemetsiköiden vertailua 19
Käpyjen näkyvyydestä ja kiikarin vaikutuksesta arvioinnin tulokseen 23
Yhdistelmä 25
Kirjallisuutta 27

Deutsches Referat 29

Johdanto

Syksyisin suoritettavassa käpysadon arvioinnissa määrittävät arvioijat, mitä seuraavista käpysatoluokista heidän mielestään käpysato lähinnä vastaa:

0 = ei yhtään käpyjä
1 = hyvin vähän
2 = vähänlaisesti
3 = keskinkertaisesti
4 = paljonlaisesti
5 = runsaasti

Tämä luokitus on ollut käytännössä 1930-luvun alusta asti eli yhtä kauan, kuin käpysadon arviointia valtion metsien lisäksi on harjoitettu myös yksityismetsissä (vrt. H e i k i n h e i m o 1931).

Kun ei ole lähemmin määrätty, miten käpysatoluokat pitäisi rajoittaa ja miten arviointi muutenkin toimittaa, on ymmärrettävää, että usein samoiltakin seuduilta saadut eri miesten arviointitulokset melkoisestikin poikkeavat toisistaan. Ainoastaan kato- sekä hyvin runsaat käpyvuodet saadaan selvästi näkyviin (vrt. S a r v a s 1944). Jopa katovuodetkin saattavat näyttää esim. kuusella tavallista paremmilta käpyvuosilta vanhojen käpyjen sekoittaessa arviointia (vrt. R u m m u k a i n e n 1954). Kaikki väliluokat (luokat 1, 2, 3 ja 4) jättävät varaa tulkintaeroihin. Yksi arvioija pitää »vähänlaisena» satoa, joka toisen mielestä on »keskinkertainen» ja kolmannen mielestä »hyvin niukka». Yksi arvioija ehkä esittää kantansa sen mukaan, onko sadolla hänen mielestä käytännöllistä merkitystä, kun taas toinen arvioi puhtaasti biologin silmin. Eräs metsänhoidonneuvoja lähetti kuusenkäpytutkimuksiin v. 1953 pyydetyn 100 kävyn näytteen sen vuoden käpyjä, mutta ilmoitti samalla, että käpyjä ei ole muodostunut laisinkaan. Hän arvioi sadon ilmeisesti sen mukaan, miltä se näytti kävynkeruun kannalta katsottuna eikä sen mukaan, mikä se oli todellisuudessa. Tavallisesti vastaavissa tapauksissa näytteiden lähettäjät ilmoittivat sadon hyvin niukaksi. Näin jopa silloinkin, kun käpyjen kerääjä joutui näytteen hyväksi tekemään töitä kahtenakin päivänä saamatta silti kokoon sataa käpyä. Viimemainitunlainen arviointi on tietenkin oikea.

Yksi arvioija voi myös saada käsityksen käpysadosta pääasiassa sen mukaan, miltä tilanne näyttää teitä pitkin liikuttaessa, kun toinen menee metsän sisään arviointia suorittamaan. Kun tienvarsipuissa käpyjä muodostuu runsaammin (vrt. Schotte 1910), eivät ne anna sadosta oikeata kuvaa, kun on kysymys arvioinnista, jonka tuloksia käytännössä käytetään hyväksi. Kävythän kerätään toistaiseksi pääasiassa hakkuiden yhteydessä metsikön sisässä kasvaneiden puiden latvuksista.

Joku saattaa myös suorittaa arvioinnin pääasiassa nuorten ja toinen vanhojen puiden käpyisyyden perusteella. Ei ole varmaa, että molemmat tässäkään tapauksessa päätyisivät samoihin tuloksiin. Lisäksi on olemassa mahdollisuus, että yhtenä vuonna tilanne selvitetään pääasiassa yhdenlaisten, toisena vuonna toisenlaisten puiden perusteella riippuen siitä, minkälaisissa puissa käpysadon painopiste kulloinkin sattuu olemaan. Tällöin eri vuosina suoritetut arvioinnit eivät enää ole täysin vertailukelpoisia.

Arviointiohjeiden puuttumisesta on seurauksena sekin, että arviointitulokset antavat vain hyvin summittaisen kuvan käpyjen keruumahdollisuuksista, kun ei ole minkäänlaista tietoa, miten paljon esimerkiksi keskinkertaisen sadon vallitessa on mahdollisuus saada käpyjä vaikkapa hehtaarilta tietynlaisesta metsiköstä. Tietenkään kovin tarkkoihin lukuihin ei voida pyrkiäkään, kun on kysymys monista tekijöistä riippuvasta biologisesta ilmiöstä, mutta jonkinlaisen entistä konkreettisemman kuvan saaminen lienee kuitenkin mahdollista.

Lopuksi on syytä mainita myös se, että nykyisellään arvioimiskaavakkeen täyttäminen ei välttämättä vaadi laisinkaan metsään menoa käpytilanteeseen tutustumaan. Rastit voi merkitä kaavakkeeseen niiden ehkä hyvinkin hämärien muistikuvien perusteella, mitä joskus ulkona liikuttaessa, ohimennen ylös puiden latvoihin katsottaessa, on saatettu havaita. Niinpä sitten joskus — tosin harvoin — arviointikaavakkeiden joukossa saattaa olla paperi, jonka sarakkeiden antamat tulokset eivät monilta kohdin ole juuri sinne päinkään kuin lähiseudun muiden kaavakkeiden antamat. Tällaiset »tupa-arvioinnit» eivät myöskään huonojen käpyvuosien jälkeen aina »huomaa» mahdollisesti sattunutta hyvää vuotta.

Nykyistä käytännössä olevaa käpysadon arvioimistapaa kehitettäessä edellä mainittujen puutteiden poistamiseksi, päädyttiin Metsäntutkimuslaitoksessa v. 1954 uuteen arvioimismenetelmään (vrt. Rummukainen 1954), joka perustui käpyjen laskemiseen pystyistä puista. Tätä menetelmää kokeiltiin melkoisessa mittakaavassa syksyllä 1954. Tämän tutkielman tarkoituksena on esittää kokeilun antamat tulokset, jolloin lähinnä kiinnostavat seuraavat kysymykset:

Voidaanko ja jos, niin miten käpysatoluokat rajoittaa?

Uuden menetelmän tulokset vanhan menetelmän tuloksiin verrattuna.
Uuden menetelmän puutteellisuudet.

Tekijä on tutkimusta laatiessaan saanut apua useilta tahoilta. Professori Risto Sarvas on moneen otteeseen opastanut ja neuvonut. Hän on myös lukenut käsikirjoituksen tehden sen johdosta useita varteenotettuja huomautuksia. Metsänhoitajien P. Lankisen, J. Lehdon ja S. J. Väänäsen kanssa käydyt keskustelut ovat niinikään selventäneet tutkimuksen eri yksityiskohtia. Heille, samoinkuin niille yli kahdellesadalle kenttämiehelle, jotka tutkimusta varten suorittivat käpysadon arviointeja, esittää tekijä parhaat kiitoksensa.

Tutkimusmenetelmä ja aineiston hankinta

Elokuun alussa 1954 lähetettiin kaikkiin valtion hoitoalueisiin, suomen- ja ruotsinkielisiin metsänhoitolautakuntiin sekä Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueisiin tavanomaiset käpytiedustelukaavakkeet, jotka kenttämiesten tuli asianmukaisesti täytettynä palauttaa takaisin 10. 9. mennessä. Tässä kaavakkeessa arvioijia pyydettiin lähempiä ohjeita saamatta ilmoittamaan, mitä s. 5 mainituista käpysatoluokista männyn ja kuusen käpysato kunkin paikkakunnalla lähinnä vastasi (vuodesta 1953 lähtien on arvioitu myös raudus- ja hieskoivun »siemen»sadon runsautta).

Uuden arvioimistavan kokeilemiseksi monistettiin 80 arvioimiskaavakkeen selkäpuolelle toinen lomake (ks. s. 9). Näitä kahden arvioimisen kaavakkeita lähetettiin kaikkiin Metsäntutkimuslaitoksen kokeilualueisiin sekä sinne tänne maan eri puolille valtion hoitoalueisiin ja metsänhoitolautakuntiin.

Uutta arvioimistapaa kokeiltaessa arvioijan tuli (vrt. R u m m u k a i n e n 1954) valita yksi hakkuukypsyyttä lähentelevä puolukkatyypin (VT) männikkö ja yksi mustikkatyypin (MT) kuusikko, joiden piti lisäksi mahdollisimman hyvin täyttää seuraavat vaatimukset: metsiköiden piti olla metsänhoidollisesti alhaalta päin harventaen käsiteltyjä, mutta ei vielä kovin harvaksi, esim. siemenpuuasentoon, hakattuja ja metsiköiden piti olla suuruudeltaan ainakin 1/4 ha.

Itse arviointi tapahtui seuraavasti:

Arvioija meni metsikön sisälle, merkitsi sieltä suuremmin valikoimatta 10 sellaista päävaltapuuta, joiden latvuksen eteläsivustan voi maasta käsin nähdä sekä sen jälkeen kunkin puun eteläpuolella yhdessä paikassa seisten laski latvuksen eteläsivustalla näkemänsä kävyt. Jokaisesta puusta erikseen merkittiin tulos arvioimislomakkeeseen. Tällaisen arvioinnin suorittaja joutui siis sekä laskemaan käpyjä että vanhaa tapaa noudattaen ilmoittamaan, minkä käpysatoluokan sato paikkakunnalla oli vallalla.

Uusi käpysadon arviointimenetelmä (katso ohjeita mukana seuraavasta julkaisusta sivuilta 13—16), jonka mukaan Teitä myös pyydetään v:n 1954 käpysato hyväntahtoisesti arvioimaan.

Mänty (2-vuotiset tuleent. kävyt)

Puu N:o	Käpyjä kpl latvuksen eteläsivulla
1	5 kpl.
2	7 »
3	4 »
4	2 »
5	6 »
6	9 »
7	15 »
8	10 »
9	10 »
10	5 »
Keskim.	7.3 kpl.

Mäntymetsikkö:
Ala, ha: 0.5
Metsätyyppi: VT.
Tiheys: 0.7.
Päävaltapuiden ikä: n. 80 v.
» pituus: n. 19 m.
» rinn. kork. läpim.: n. 25 cm
Metsikön lähempi sijainti: .....
Karttalehti 6 os. 82. kuv. 280 a.

Kuusi

Puu N:o	Käpyjä, kpl latvuksen eteläsivulla
1	30 kpl.
2	30 »
3	130 »
4	50 »
5	20 »
6	50 »
7	20 »
8	100 »
9	60 »
10	40 »
Keskim.	53 kpl.

Kuusimetsikkö:
Ala, ha: 0.5
Metsätyyppi: Rehevä MT.
Tiheys: 0.8
Päävaltapuiden ikä: n. 100 v.
» pituus: n. 24 m.
» rinn. kork. läpim.: n. 31 cm
Metsikön lähempi sijainti: .....
Karttalehti 6. os. 79 kuv. 150 c.

Käpyjen laskeminen suoritettu kiikaria käyttäen/ilman kiikaria

Huom.: .....

Uudella tavalla käpysatoa arvioitaessa käytetty kaavake. Julkaisu, johon viitataan, on sama kuin tämän tutkimuksen lähdeluettelon julkaisu: Rummukainen 1954.

Lisäksi uuden menetelmän kokeilijat antoivat tarkempia tietoja näytemetsiköistä kuten niiden tiheydestä, näytepuiden pituudesta, paksuudesta ja iästä sekä ilmoittivat, oliko laskutoimitus suoritettu paljain silmin vaiko kiikaria käyttäen.

Kahden arvioimistavan kaavakkeita palautettiin 60 kpl eli 75 %, mitä on pidettävä melko hyvänä tuloksena, kun ottaa huomioon tehtävän vaatiman lisätyön sekä sen vapaaehtoisuuden ja palkattomuuden. Kuitenkin neljä kaavaketta oli niin puutteellisia, että tässä yhteydessä voitiin käyttää hyväksi vain 56.

Lääneittäin näytemetsiköt jakautuivat seuraavasti:

		Mänty	Kuusi	
Lapin	lääni	15	13	metsikköä
Oulun	»	9	8	»
Vaasan	»	7	7	»
Kuopion	»	5	5	»
Mikkelin	»	8	9	»
Hämeen	»	6	6	»
Kymen	»	1	1	»
Uudenmaan	»	2	3	»
Turun ja Porin	»	3	4	»
	Yht.	56	56	»

Arvioimiskaavakkeita, joissa käpysato oli arvioitu pelkästään vanhalla tavalla, palautettiin 175 kpl.

Tutkimuksessa on koko puun käpymääränä pidetty latvuksen eteläsivustalta laskettua käpymäärää kerrottuna kahdella. Näin on tehty lähinnä esityksen selvyyden vuoksi hyvin tietäen, ettei se aina voine vastata tarkasti todellisuutta. Kuitenkin jo tässä yhteydessä on syytä mainita, että varsinkin kuuselle siten ilmeisesti saatiin varsin hyviä tuloksia (vrt. s. 14—15). Männyllä taas huonosta käpyvuodesta johtuen ei olisi tarkemminkaan tutkimuksin saatu paljon lisävalaistusta nyt esillä oleviin kysymyksiin. Sitä koskevat päätelmät olisi joka tapauksessa täytynyt tehdä pääasiassa aikaisempiin tutkimuksiin ja kuuselle saatuihin tuloksiin nojautuen.

Käpyjen määrä eri käpysatoluokissa

Mänty

Männyn käpysato oli v. 1954 niin heikko, että yhtään sellaista näytemetsikköä, jonka käpyisyys olisi arvioitu keskinkertaista paremmaksi, ei tutkimukseen saatu (ks. taul. 1).

Taulukko 1. Näytemetsiköiden jakautuminen käpysatoluokkiin.

Tabelle 1. Teilung der Probebestände beim neuen Verfahren unter Zapfenernteklassen.

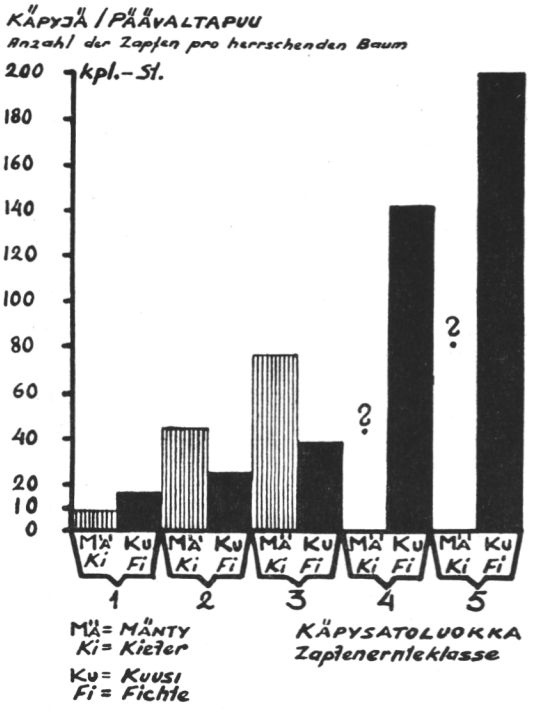
Käpysatoluokka *Zapfenernteklasse*	Mänty *Kiefer*	Kuusi *Fichte*
	Metsiköitä, kpl *Anzahl der Bestände*	
0	3	0
1	30	3
2	20	7
3	3	10
4	—	18
5	—	18
Yht. — *Zus.*	56	56

Taulukko 2. Käpyjen määrä eri käpysatoluokissa.

Tabelle 2. Zapfenmenge in den einzelnen Zapfenernteklassen.

Käpysatoluokka *Zapfenernteklasse*	Mänty — *Kiefer*	Kuusi — *Fichte*
	Käpyjä kpl/valtapuu *Anzahl der Zapfen pro herrschenden Baum*	
0	0.0	0.0
1	9.7 (0—102)	16.8 (0— 62)
2	44.9 (0—340)	25.8 (0—272)
3	76.9 (0—300)	39.1 (0—264)
4	?	142.3 (0—800)
5	?	201.3 (0—698)

Taulukossa 2 on esitetty, miten paljon käpyjä eri käpysatoluokissa valtapuissa keskimäärin havaittiin ja mitkä olivat minimi- ja maksimiluvut. Keskimääräluvut erottuvat hyvin toisistaan (ks. myös kuva 1). Suurimpien ja pienimpien lukujen kohdalla kiintyy huomio siihen, että sekä luokassa 2 että 3 on metsiköissä puita, joissa ei ole havaittu yhtään käpyä sekä siihen, että molempien luokkien runsaskäpyisimmissä yksittäisissä puissa käpyjä on ollut suunnilleen saman verran. Saman metsikön samanarvoisten puiden käpyisyys voi vaihdella hyvin suuresti.



Kuva 1. Käpyjen määrä eri käpysatoluokissa.
Abbildung 1. Zapfenmenge in den einzelnen Zapfenernteklassen.

Kuten taulukosta 3 ilmenee, eri miehet ovat vieneet samaan käpysatoluokkaan käpyisyyden puolesta varsin erilaisia metsiköitä. Jopa luokassa 1 esiintyy näytemetsikkö, jonka ainoassakaan puussa arvioija ei ole todennut yhtään käpyä. Tällaisessa tapauksessa käpysatoluokan määrittämisessä ilmeisesti on vaikuttanut aukeiden paikkojen (metsänreunojen, tienvarsien jne.) puiden käpyisyys.

Kuusi

Kuusinäytemetsiköt jakautuivat huomattavasti mäntymetsiköitä paremmin käpysatoluokkiin (ks. taul. 1). Luokkaa 0 lukuunottamatta näytteitä on kaikista käpysatoluokista, eniten kriitillisistä luokista 2—5.

Tarkastettaessa valtapuiden käpyisyyttä (taul. 2 ja kuva 1), voidaan todeta, että luokat 1—5 jakautuvat kahteen ryhmään, joista ensimmäiseen kuuluvat luokat 1—3 ja toiseen luokat 4—5. Keskinkertainen käpysato (luokka 3) ei siten itse asiassa olekaan keskinkertainen vaan sitä heikompi. Sama ilmiö on havaittavissa yksittäisten puiden suurimpia satoja vertailtaessa, vaikka silloin luokka 1 jo oikeastaan muodostaa oman kolmannen ryhmän luokan 0 lähellä. Sellaisessakin kuusikossa, jonka käpysato on arvioitu runsaaksi, saattaa olla valtapuita, joissa ei ole yhtään käpyä. Tämä on ilmeisesti kuitenkin harvinaista ja tulee kysymykseen ainoastaan vähäkäpyisimmissä viidenteen luokkaan viedyissä metsiköissä. Kuten taulukosta 3 ilmenee, eri arvioijat ovat vieneet käpyisyytensä puolesta myös varsin erilaisia kuusikoita samaan luokkaan. Esim. juuri luokkaan 5 on viety metsikkö, jonka 10 näytepuun keskikäpyisyys on ollut 56 ja toisaalta taas metsikkö, jonka käpyisyys on ollut 440.

Vertauksen vuoksi mainittakoon, että kevättalvella 1955 kerättiin ja laskettiin Hartolassa erään erittäin harvan kuusikon 18 puusta kaikki kävyt. Niiden määrä vaihteli 32—886 välillä ollen keskimäärin 209.8 kpl puuta kohti. Ilmeisesti tässäkin tapauksessa metsikön ollessa normaalitiheä joukossa olisi ollut vieläkin niukempikäpyisiä puita.

Kiintoisaa olisi tutkia, viedäänkö samaan käpysatoluokkaan maan eri osissa — lähinnä Pohjois- ja Etelä-Suomessa — absoluuttisesti yhtä runsaat käpysadot. Aineiston vähäisyys ei kuitenkaan anna siihen kovin paljon mahdollisuuksia. Lisäksi luokat 0, 1 ja 5 jäisivät pois siinäkin tapauksessa, että aineistoa olisi runsaasti, sillä luokassa 0 ei ole missään tapauksessa puussaan laisinkaan käpyjä, luokassa 1 voivat kaikkialla olla yhtä pienet, nollaa lähentelevät, sadot ja luokassa 5 yhtä suuret huippusadot. Täten vain luokista 2, 3 ja 4 voitaisiin parhaimmassakin tapauksessa tehdä vertailuja.

Seuraavassa vertailussa »Pohjois-Suomen» tulokset on saatu Lapin läänin alueelta ja »Etelä-Suomen» tulokset Mikkelin, Hämeen, Kymen, Uudenmaan ja Turun ja Porin läänien alueilta. Pohjoisen alueen etelärajan ja eteläisen alueen pohjoisrajan väliin jää noin 400 km leveä vyöhyke (Oulun, Vaasan ja Kuopion läänit).

M ä n n y l l ä on mahdollista verrata ainoastaan luokan 2 tuloksia, sillä Lapin läänistä ei ole yhtään luokan 4 näytemetsikköä ja luokan 3 metsiköitäkin on vain 1 kpl. »Etelä-Suomesta» on niinikään vain 2 kpl 3:nnen luokan metsiköitä eikä yhtään luokkaan 4 kuuluvaa. Myös luok-

Taulukko 3. Eri käpysatoluokkiin vietyjen metsiköiden käpyisyys. Jokainen luku on keskiarvo näytemetsikön 10 valtapuun käpyisyydestä.

Tabelle 3. Die Zapfenmenge der in die einzelnen Zapfenernteklassen eingetragenen Bestände. Jede Zahl zeigt den mittleren Wert der Zapfenmengen der 10 herrschenden Bäume eines Probebestandes.

Mänty — *Kiefer*				Kuusi — *Fichte*					
Käpysatoluokka — *Zapfenernteklasse*									
0	1	2	3	0	1	2	3	4	5
Käpyjä kpl/valtapuu — *Anzahl der Zapfen pro herrschenden Baum*									
0	0.0	5.0	14.8		12.2	4.4	7.6	16.0	56.0
0	0.2	7.4	68.0		14.0	9.0	8.8	27.4	69.0
0	0.6	9.0	148.0		24.2	19.0	16.6	33.6	70.0
	1.8	10.6	—		—	23.0	20.0	82.0	72.0
	1.8	14.0	—		—	26.0	26.4	83.6	80.0
	2.0	19.2	—		—	31.4	28.8	84.0	96.5
	2.2	19.4	—		—	68.0	40.0	106.0	127.8
	2.6	23.0	—		—	—	61.2	112.0	134.0
	3.2	25.2	—		—	—	63.4	120.0	152.4
	3.4	30.0	—		—	—	118.0	130.4	172.4
	4.0	32.0	—		—	—	—	138.0	252.4
	4.2	42.8	—		—	—	—	184.8	280.0
	4.8	46.0	—		—	—	—	191.0	284.8
	5.2	60.0	—		—	—	—	200.0	304.0
	6.0	60.0	—		—	—	—	214.0	329.0
	7.0	62.0	—		—	—	—	218.0	342.8
	7.2	88.0	—		—	—	—	284.0	360.0
	7.4	109.0	—		—	—	—	336.4	440.0
	8.8	118.0	—		—	—	—	—	—
	11.0	118.0	—		—	—	—	—	—
	11.2	—	—		—	—	—	—	—
	11.8	—	—		—	—	—	—	—
	14.6	—	—		—	—	—	—	—
	16.0	—	—		—	—	—	—	—
	17.2	—	—		—	—	—	—	—
	19.6	—	—		—	—	—	—	—
	25.2	—	—		—	—	—	—	—
	26.0	—	—		—	—	—	—	—
	29.8	—	—		—	—	—	—	—
	36.0	—	—		—	—	—	—	—
0	9.7	44.9	76.9		16.8	25.8	39.1	142.3	201.3

kaan 2 kuuluvia näytteitä on pohjoisesta ainoastaan 3 ja etelästä 9. Viimemainituista saamme seuraavan yhdistelmän:

	Käpyjä kpl/puu
Pohjois-Suomi	11.8 (5.0— 23.0)
Etelä-Suomi	53.7 (14.0—118.0)

K u u s e l l a on taas vain luokka 4 verrattavissa, koska Etelä-Suomesta on vain yksi 3:nnen luokan metsikkö eikä yhtään luokkaan 2 kuuluvaa. Luokan 4 metsiköitä on Pohjois-Suomesta 4 kpl ja Etelä-Suomesta 9 kpl. Niistä saamme seuraavan yhdistelmän:

	Käpyjä kpl/puu	
Pohjois-Suomi	69.2	(27.4— 84.0)
Etelä-Suomi	157.8	(33.6—284.0)

Vaikka tuloksille ei erityisesti pohjoissuomalaisten näytteiden vähäisyyden vuoksi voine antaakaan suurta merkitystä, on kuitenkin syytä todeta, että molempien pistokokeiden mukaan Etelä-Suomessa on puussa käpyjä keskimäärin huomattavasti runsaammin kuin Pohjois-Suomessa samaa käpysatoluokkaa vastaavan sadon vallitessa.

Käpysatoluokkien rajoittaminen

Nyt suoritettujen kokeiden antamien, taulukkoon 2 koottujen, tulosten perusteella voidaan käpysatoluokat k u u s e l l a ilmeisesti rajoittaa taulukon 4 esittämällä tavalla. Tällöin ei ole tarpeen tehdä väkivaltaa

Taulukko 4. Ehdotus käpysatoluokkien rajoittamiseksi yksittäisten valtapuiden käpyisyyden perusteella.

Tabelle 4. Vorschlag zur Abgrenzung der Zapfenernteklassen auf Grund der Zapfenmengen der einzelnen herrschenden Bäume

Käpysatoluokka *Zapfenernteklasse*	Mänty *Kiefer*	Kuusi *Fichte*
	Käpyjä kpl/valtapuu *Anzahl der Zapfen pro herrschenden Baum*	
0	0	0
1	1— 25	1— 25
2	26—100	26— 50
3	101—200	51—100
4	201—400	101—200
5	yli 400	yli 200

arvioijien vaistonomaisille käsityksille käpysatoluokista, ja samalla luokitus vastannee melko hyvin myös käpyjen muodostumista. Kun yksittäisen kuusen runsaimmat käpysadot ovat n. 650—800 käpyä (vrt. L a s s i l a 1909, E r n s t 1930, M e s s e r 1943, V a n s e l o w 1949), voidaan hakkuukypsyyttä lähentelevän kuusikon valtapuiden käpyisyyttä pitää siis runsaana, jos näissä puissa on käpyjä keskimäärin noin neljännes tuosta huippumäärästä.

Neuvostoliittolainen Danilow (1953) tutki Wologdan lähistöllä 16 vuoden ajan yhden, keskimäärin 90 vuoden ikäisen kuusikon käpyisyyttä. Tutkimustensa perusteella hän laati 5-asteisen käpysatoluokituksen, joka hänen mukaansa vastasi käpyjen muodostumista kuusimetsikössä. Asteikko oli seuraava:

Käpysatoluokka	Käpyjä kpl/valtapuu
0	0
0	1— 40
2	40—100
3	100—200
4	yli 200

Verrattaessa Danilowin pitkän ajan kuluessa yhdestä metsiköstä saamaa luokitusta nyt yhden vuoden sadosta 56 näytemetsikön perusteella laadittuun suomalaiseen luokitukseen, voidaan todeta, että tulokset ovat varsin tarkasti samanlaiset. Jos Suomessa olisi arvioinnissa käytännössä 5-asteinen luokitus, voitaisiin Danilowin luokitusta soveltaa sellaisenaan meidän oloissa.

Huomattavasti toisenlaiseen luokitukseen päätyi saksalainen Messer (1943). Hän lähti siitä, että hyvin hoidetussa kuusikossa hyvän latvusmuodon omaavissa, metsikön sisässä kasvavissa vallitsevissa puissa (lähinnä Kraftin luokka II) käpyjen määrä saattoi runsaimmillaan olla korkeintaan noin 750 kpl. Tämä oli ns. 100 %:n sato. Käpysadon arvioijan piti laskea metsikön valtapuiden käpymääriä ja ilmoittaa sato sadanneksina tuosta korkeimmasta määrästä. Jos puissa oli keskimäärin 375 käpyä, oli kysymyksessä tasan 50 %:n eli keskinkertainen sato (keskinkertaiseksi laskettiin kaikki 40—60 %:n sadot. Messer ei siis ottanut huomioon sitä, että runsaimmankaan sadon vallitessa metsikön kaikki puut eivät tuota huippumääriä, vaan siihen pystyvät vain tietyt valioyksilöt.

Todettakoon, että erinomaisena pidettynä käpyvuonna 1954 käpysatoluokkaan 5 viedyistä 18 näytetsiköstä vain 8 metsikön käpyisyys (10 näytepuun käpyisyyden keskiarvo) ylitti 200 rajan.

Vastaavanlaisen rajankäynnin suorittaminen männyllä on tämän tutkimuksen puitteissa vaikeampaa syystä, että näytemetsiköt edustavat vain neljää alinta luokkaa ja luokista 4 ja 5 näytteet puuttuvat tyystin.

Kuten taulukosta 2 ilmenee, oli käpysatoluokissa 2 ja 3 mäntyvaltapuissa noin 2 kertaa niin paljon käpyjä kuin kuusivaltapuissa. Kirjallisuuden mukaan myös männyn suurimmat käpymäärät yhdessä puussa yleensä ovat kuusen vastaavia lukuja suuremmat. Kienitz (1881) on väljässä kasvaneista rehevistä männyistä laskenut Saksassa 1560—2730 käpyä jos kohta suljetun metsän puissa samaan aikaan käpyjä oli vain 100—526 kpl. Lassilan (1920) mukaan mäntysiemenpuissa Pohjois-Suomessa oli tavallisesti 570 käpyä, mutta parhaissa tapauksissa aina 1250 kpl. Heikinheimon (1932) tutkimuksissa vuosina 1925—1931 oli suurin yhden puun käpymäärä 788 kpl suurimman kuusenkäpymäärän ollessa 306 kpl. Messerin (1943) mukaan huippuluku on 2 000 kpl. McNeill (1954) laski vuosina 1948—1952 Skotlannissa eräistä 60—70 vuotiaista istutusmänniköistä suurimmaksi yhden puun käpymääräksi 820

käpyä. Lehto, joka on tehnyt vielä julkaisemattoman tutkimuksen Suomen eteläisen puoliskon mäntysiemenpuista, on suullisesti ilmoittanut runsaimpien yhden puun käpymäärien olleen n. 1 500 tienoissa.

Vaikka männyllä huippuluvut onkin todettu siemenpuista tai yleensä väljässä tilassa kasvaneista männyistä, on ero kuuseen verrattuna niin suuri, että sitä tuskin voi jättää ottamatta huomioon käpysatoluokkia rajoitettaessa. Sen puolesta puhuu myös se edellä mainittu seikka, että luokissa 2 ja 3 männyllä oli näytemetsiköiden mukaan enemmän käpyjä kuin kuusella.

Jos ajattelemme männyllä luokan 5 alarajaksi 400 käpyä, joka siis on kaksi kertaa niin suuri kuin kuusella, olisi määrä nelinkertaisena 1 600. Kienitzin, Messerin ja Lehdon mukaan tällainen huippuluku väljässä kasvaneilla männyillä on mahdollinen eikä Lassilankaan ilmoittama tulos siitä jää paljon jälkeen. Siten 400 käpyä ylimmän luokan alarajana ilmeisesti on osapuilleen samassa suhteessa männyn huippusatoihin kuin kuusella 200 käpyä kuusen huippusatoihin. Tämän mukaan onkin laadittu ehdotus männyn käpysatoluokkien rajoittamiseksi (ks. taul. 4). Siinä kaikki luokat luokkia 0 ja 1 lukuunottamatta sisältävät kaksi kertaa niin paljon käpyjä kuin vastaavat luokat kuusella. Samalla luokkien väljyys lisääntyy samassa suhteessa, kun kerran lisäluokkia ei tule. Väljyyden suureneminen erityisesti luokituksen yläpäässä onkin hyvä, sillä Sarvaksen (1944) mukaan käpyjen määrä saadaan pystyistä männyistä maasta käsin lasketuksi jotensakin tarkasti jos luku jää alle 200:n, mutta siitä ylöspäin tulos käy epävarmemmaksi. Epävarmuuden lisääntyminen taas vaatii myös liikkumatilan lisääntymistä.

Mc Neill (1954) pyrki tutkimuksissaan selvittämään, onko paljain silmin maasta käsin mahdollista arvioida kasvavien mäntyjen käpyisyyttä. Hän arvioi ensin jokaisen puun käpyisyyden 6-luokkaisen asteikon mukaan. Sitten hän keräsi kävyt jokaisesta puusta erikseen ja vertasi niiden määriä suorittamaansa luokitukseen. Hän ei yrittänytkään käpysatoluokkien rajoittamista, mutta julkaisussaan hän esittää rinnatusten samojen puiden laskettuja käpymääriä sekä niiden maasta käsin arvioitu käpysatoluokkia, joten lukija voi tulosten perusteella saada selville eri luokkiin vietyjen puiden käpyisyyden. Erään näytesarjan mukaan oli eri käpysatoluokkien puissa käpyjä keskimäärin seuraavasti:

Käpysatoluokka	Käpyjä keskim. kpl/puu
None	0.3
Very few	13.5
Few	54.1
Many	429.2
Fairly many	323.5
Very many	676.0

Mc Neill'n tutkimien mäntyjen pituus oli 45.5—56.5 jalkaa (n. 14—17 m). Kuten numeroista ilmenee, sopivat kolmen ensimmäisen luokan käpyluvut hyvin

yhteen edellä laaditun luokituksen kanssa. Luokka »many», joka ainakin järjestyksensä puolesta vastaa meidän luokkaa 3, sen sijaan poikkeaa huomattavasti, mutta se on Mc Neill'n omassakin lukusarjassa poikkeuksellisen suuri. Luokat 4 (fairly many) ja 5 (very many) sopivat jälleen hyvin meikäläiseen luokitukseen. Voidaan siis todeta, että Mc Neill'n havainnot kokonaisuutena ottaen tukevat nyt laadittua käpysatoluokkien rajoittamistapaa.

Vuoden 1954 käpysadot vanhalla ja uudella tavalla arvioituina

Mänty

Syksyllä 1954 julkaistu selostus vuoden männynkäpysadosta mainitsee lyhyesti (vrt. Rummukainen 1954 b): »Männynkäpyjä näyttää olevan jonkin verran Itä- ja Etelä-Suomessa sekä paikoin Vaasan ja Oulun välimailla. Satoarviot eivät kuitenkaan kohoa keskinkertaista paremmiksi ja suurimmassa osassa maata käpyjä on vain hyvin vähän. Eräs arvioija kertoo Tervolassa tarkastaneensa sadoittain nyt syksyllä kaadettuja mäntyjä, mutta löytäneensä vain muutaman kävyn vaikka puut olivat kasvaneet valoisilla rinteillä ja miltei siemenpuuasennossa».

Selostukseen liittyi kartta käpytiedustelun antamista tuloksista.

Mainittu selostus oli annettu vanhan arvioimistavan tulosten perusteella. Tulokset — myös lääneittäin — ovat esitettyinä taulukossa 5 (sarake A). Samassa taulukossa ovat myös uudella arvioimistavalla saadut.

Taulukko 5. Männyn käpysato v. 1954 eri arvioimistavoin selvitettynä. Katso tarkemmin tekstistä.

Tabelle 5. Kiefernzapfenernte im Jahre 1954, nach verschiedenen Abschätzungsverfahren erfasst. Spalte A = Ergebnis der Abschätzung nach ausschliesslich altem Verfahren, Spalte B = Ergebnis der Abschätzung nach altem Verfahren bei gleichzeitigem Experimentieren mit dem neuen Verfahren.

Provinz	Vanha arv. tapa *Altes Abschätzungsverfahren*		Uusi arv. tapa *Neues Abschätzungsverfahren*
	A	B	
Lapin lääni	1.7	1.2	0.9
Oulun »	1.7	1.6	1.3
Kuopion »	1.9	1.2	1.2
Vaasan »	1.9	1.3	1.3
Mikkelin »	2.2	1.6	1.8
Hämeen »	2.2	1.8	1.7
Turun ja Porin lääni	1.9	1.3	1.3
Uudenmaan »	2.1	2.5	1.5
Kymen »	1.9	»2	»1
Koko maa — *Das ganze Land*	1.9	1.55	1.3

tulokset. Niiden selville saamiseksi on käpysadot jaettu käpysatoluokkiin taulukossa 4 esitetyllä tavalla. Kuten luvuista ilmenee, uusi menetelmä on antanut koko maa huomioon otettuna 0.6 satoluokkaa huonomman kuvan käpytilanteesta kuin vanha. Suurimmat ovat erot Itä- ja Pohjois-Suomessa, missä käpysato molemmin tavoin arvioituna näyttää olleen heikoin.

Taulukkoon 5 sarakkeeseen B on myös erikseen pantu näkyviin niiden miesten vanhalla tavalla suorittamien arviointien tulokset, jotka joutuivat kokeilemaan uuttakin tapaa. Kiintoisaa on todeta, että milteipä poikkeuksetta nämä miehet näkivät käpysadon jonkin verran heikompana kuin ne, jotka arvioivat pelkästään vanhalla tavalla. Koko maa huomioon ottaen ero on huonosta sadosta johtuen tosin ollut vain 0.35 satoluokkaa, mutta esim. Hämeen läänissä se on ollut 0.9 ja Kuopion läänissä 0.7 luokkaa.

Pelkästään vanhalla tavalla arvioiden saatu positiivisempi kuva käpysadosta lienee selitettävissä siten, että tällöin ovat arviointiin vaikuttaneet metsiköiden reunapuiden, tienvarsipuiden jne. kävyt, jotka ovat helposti nähtävissä ja helpoimmin vaikuttanevat arviointiin juuri heikkoina käpyvuosina. Kuten Schotte (1910) on osoittanut, saattaa väljässä tilassa kasvavissa puissa olla käpyjä jopa keskinkertaisesti, kun samaan aikaan suljetun metsän sisässä kasvavissa ei vielä ole laisinkaan. Mitä runsaammaksi käpysato tulee, sitä pienemmäksi käy reuna- ja sisäpuiden käpyisyyden ero arvioinnin kannalta katsottuna.

Kuusi

Kuusen käpysato määriteltiin vanhaan arvioimistapaan perustuen syksyllä 1954 seuraavasti (vrt. Rummukainen 1954 b): »Kuusella arvioijat miltei poikkeuksetta pitävät käpysatoa runsaana tai ainakin paljonlaisena etelästä aina noin linjalle Lieksa—Raahe asti. Siitä ylöspäin tulee arviointien joukkoon melkoisesti »soraääniä» eikä käpyjen määrä Lapin ja Oulun lääneissä ja Kuopion läänin itäosissa ilmeisesti olekaan kuin osa siitä, mitä se on etelämpänä».

Taulukkoon 6 on samaan tapaan kuin edellä männyllä asetettu rinnatusten lääneittäin vanhan arvioimistavan tulokset (sarake A), uuden arvioimistavan tulokset sekä niiden miesten suorittaman vanhan arvioimistavan tulokset, jotka kokeilivat myös uutta menetelmää (sarake B). Uuden arvioimistavan tulosten selville saamiseksi on käpysatoluokat rajoitettu taulukon 4 mukaisesti.

Tuloksilla on aivan sama suunta kuin edellä männyllä. Vanhaa menetelmää käyttäen on saatu käpysato runsaammaksi, uudella tavalla heikommaksi, ja uuden tavan käyttäjät ovat vanhalla tavalla arvioidessaan olleet varovaisempia kuin pelkän vanhan tavan käyttäjät. Mäntyyn verrattuna erot ovat kuitenkin suuret, esim. Lapin läänissä uusi tapa on antanut koko-

Taulukko 6. Kuusen käpysato v. 1954 eri arvioimistavoin selvitettynä.

Tabelle 6. Fichtenzapfenernte im Jahre 1954. Siehe näher Erläuterung der Tabelle 5.

Provinz	Vanha arv. tapa *Altes Abschätzungsverfahren*		Uusi arv. tapa *Neues Abschätzungsverfahren*
	A	B	
Lapin lääni	3.85	3.1	1.7
Oulun »	3.1	2.25	2.1
Kuopion »	4.3	3.0	1.8
Vaasan »	4.35	4.3	4.0
Mikkelin »	4.55	4.7	3.9
Hämeen »	4.7	4.7	4.6
Turun ja Porin lääni	4.8	4.0	4.2
Uudenmaan »	4.2	4.7	4.7
Kymen »	4.0	4.0	3.0
Koko maa — *Das ganze Land*	4.2	3.9	3.1

naista 2.15 satoluokkaa huonomman tuloksen kuin vanha. Eteläisissä lääneissä molemmin tavoin saadut tulokset sensijaan käyvät yksiin. Uusi menetelmä siten ikäänkuin keskittää yleisesti runsaana pidetyn sadon Keski- ja Etelä-Suomeen. Tämä selittynee lähinnä siten, että absoluuttinen uusi arvioimistapa pitää yhtä suuria käpymääriä samaan käpysatoluokkaan kuuluvina niin Pohjois- kuin Etelä-Suomessa, kun taas vanha suhteellinen arvioimistapa ilmeisesti (vrt. ss. 12—14) vie Pohjois-Suomessa saman absoluuttisen käpymäärän parempaan luokkaan kuin Etelä-Suomessa.

Samoin kuin männyllä, erot vanhan ja uuden arvioimistavan tulosten välillä olivat myös kuusella suurimmat siellä, missä sato ilmeisesti oli heikoin.

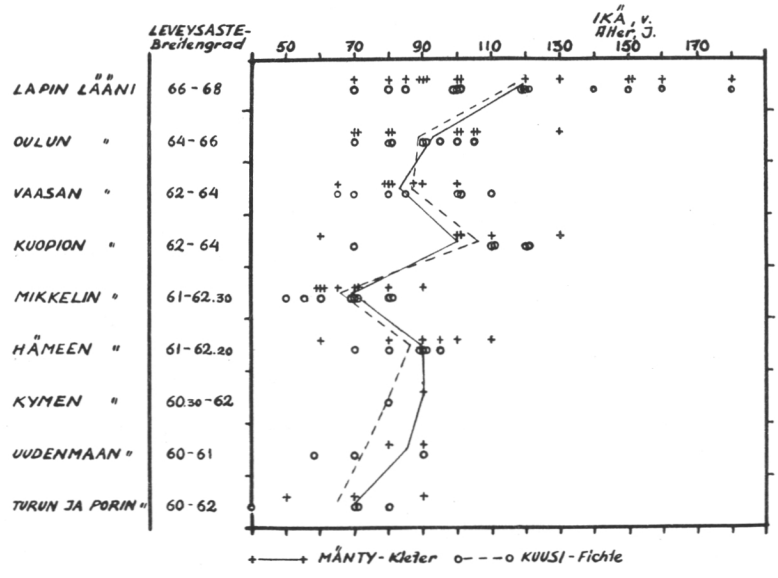
Näytemetsiköiden vertailua

Uudessa arvioimismenetelmässä näytemetsiköt pyrittiin mahdollisuuksien mukaan saamaan toistensa kaltaisiksi, jotta myös niistä saadut arviointitulokset olisivat vertailukelpoisia. Tässä mielessä määritettiin mm. metsätyyppi ja näytemetsikön metsänhoidollinen tila sekä metsikön minimikoko kaikkialla samanlaiseksi saman puulajin metsiköissä (vrt. s. 8). Annetut ohjeet jättivät kuitenkin auki eräitä erityisesti näyte p u i t a koskevia ominaisuuksia, joilla saattaa olla arviointitulokseen merkitystä. Niitä kyseltiin vasta arviointikaavakkeessa, joten ne selvisivät koearviointien jälkeen.

Tärkeä näytepuun ominaisuus, josta käpyjen muodostuminen riippuu, on sen i k ä. H e i k i n h e i m o n (1915) mukaan kaskimaan kuuset tuottavat ensimmäiset käpynsä n. 30 v:n iässä, mutta kuivia kasvupaikkoja lukuunottamatta runsas kävynmuodostus alkaa vasta joitakin vuosikymmeniä myöhemmin. Keski-Euroopassa vastaava ikä on C a j a n d e r i n

(1917) mukaan 50—80 v. Büsgenin ja Münchin (1927) mukaan 30—40 v. (hyvinä siemenvuosina 15—20 v.) ja Vanselowin (1949) mukaan 30—35 v.

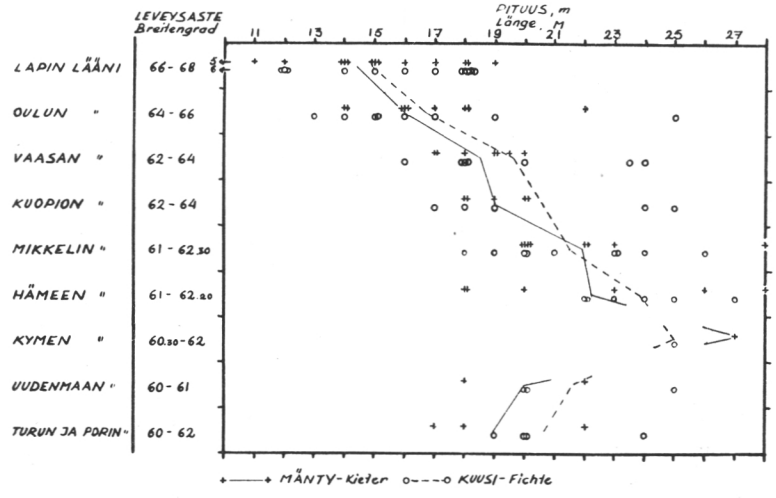
Männyllä käpyjen tuotto alkaa jo jonkin verran aikaisemmin. Heikinheimon (1915) mukaan kaskimaan männyt tekevät käpyjä 20—30 v. vanhoina. Renvallin (1912) mukaan Lapin männyt aloittavat 30—35-vuotiaina. Keski-Euroopassa väljässä tilassa kasvavat männyt alkavat kukkia Büsgenin ja Münchin (1927) mukaan n. 15 v:n ikäisinä, huonoissa olosuhteissa jopa 7-vuotiaina (Münch 1924). Vanselowin (1949) mukaan mänty alkaa Keski-Euroopassa tehdä käpyjä 25—30 v:n ikäisenä.



Kuva 2. Uuden arvioimistavan näytemetsiköiden valtapuiden ikä.
Abbildung 2. Alter der herrschenden Bäume in den Probebeständen beim neuen Verfahren.

Kuten kuvasta 2 ilmenee, olivat sekä mänty- että kuusinäytealojen puut Pohjois-Suomessa tuntuvasti vanhempia kuin Etelä- ja Keski-Suomessa. Lapin läänin näytepuiden keski-ikä männyllä oli 118 v., kun se esim. Mikkelin sekä Turun ja Porin läänien alueilla oli 70 v. Eroa oli siis n. 50 v. Samanlainen oli tilanne kuusella. Vaikka puut Pohjois-Suomessa aloittavat käpyjen tuoton jonkin verran myöhemmin kuin etelässä, näin suuri ikäero näytepuiden välillä saattaa ehkä aiheuttaa sen, että etelän ja pohjoisen käpysadot eivät enää tästä syystä runsautensakaan puolesta ole täysin vertailukelpoisia. Kuten tunnettua (vrt. Busse 1924 ja 1926), nuoret puut tuottavat suurempia siemeniä kuin vanhat ja suuremmista siemenistä taas tulee nopeampikasvuisia ja vaaroja vastaan kestävämpiä

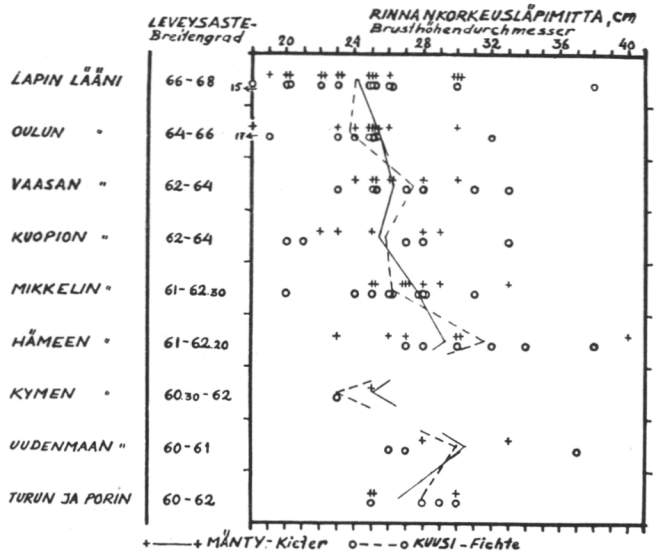
taimia kuin pienistä. Siten on syytä epäillä, että 50 vuoden ikäerolla saattaa olla jonkin verran merkitystä myös puiden tuottaman siemenen laatuun. Tosin puiden biologisessa iässä — niiden kehitystilassa — ero on pienempi puiden kehittyessä pohjoisessa hitaammin kuin etelässä. Lisäksi on otettava huomioon, että eri-ikäiset metsiköt sijaitsevat huomattavasti erilaisilla leveysasteilla (60—68° välillä), joilla käpyjen muodostuminen ja siementen tuotto jo muutenkin — varsinkin erilaisista sääsuhteista johtuen — on hyvin erilaista (vrt. K u j a l a 1927). Näytepuiden erilaisen iän mahdollinen vaikutus ainakin suureksi osaksi peittynee näiden muiden tekijöiden paljon voimakkaamman vaikutuksen varjoon. Silti saattaa olla aiheellista harkita, onko jollakin tavalla mahdollista tasoittaa näytepuiden ikää.



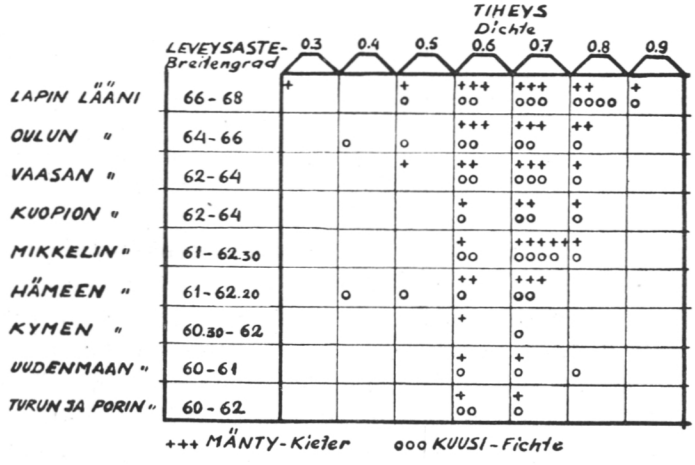
Kuva 3. Uuden arvioimistavan näytemetsiköiden valtapuiden pituus.
Abbildung 3. Länge der herrschenden Bäume in den Probebeständen beim neuen Verfahren.

Arvioinnin suorituksen kannalta merkittävä on näytepuiden p i t u u s. Kuvasta 3 ilmenee, että myös siinä on suuria eroja maan etelä- ja pohjoisosien välillä. Kun Lapin läänissä näytepuiden pituus oli keskim. 14—15 m, oli se Mikkelin läänissä 21—22 m ja Hämeen läänissä 22—24 m. Varsinkin paljain silmin arviointia toimitettaessa noin suurella erolla varmasti on vaikutusta tulokseen. Silmä, joka pystyy erottamaan kävyt 14 m:n korkeudesta, ei ehkä erotakaan niitä yli 20 m pitkistä puista. Käpyjen lukua pitkistä puista haittaa lisäksi se, että on mentävä suhteellisen kauas puusta, ennenkuin yleensä on laisinkaan mahdollista saada latvusta kokonaisuudessaan näkyviin. Mitä kauemmaksi taas on mentävä, sitä pitemmäksi etäisyys venyy ja sitä suurempi mahdollisuus on olemassa, että naapuripuut joutuvat arvioijan ja näytepuun väliin haitaten arvioinnin suoritusta.

Myös näytepuiden paksuus rinnankorkeudelta mitattuna vaihteli maan eri osien välillä samaan tapaan kuin pituus (vrt. kuva 4).



Kuva 4. Uuden arvioimistavan näytemetsiköiden valtapuiden paksuus.
Abbildung 4. Dicke der herrschenden Bäume in den Probebeständen beim neuen Verfahren.



Kuva 5. Uuden arvioimistavan näytemetsiköiden tiheys.
Abbildung 5. Dichte der Probebestände beim neuen Verfahren.

Näytemetsiköiden tiheys sitävastoin ei monissakaan tapauksissa poikennut suuresti yleisestä suunnasta (vrt. kuva 5), mikä olikin odotettavissa, mikäli arvioijat olivat valinneet metsiköt annettujen ohjeiden

mukaan. Ainoastaan harvoissa yksityistapauksissa se oli asteita 0.6—0.8 pienempi tai suurempi. Äärimmäiset tapaukset männyllä olivat Simon näytealan siemenpuusto (0.3) ja Rovaniemen yhden näytealan tiheys 0.9. Harvimmat kuusinäytealat olivat tiheydeltään 0.4 (Yli-Ii, Hartola, Orivesi) ja tiheimmät 0.9 (yksi Sallan näyteala). Vaikka näin suuret poikkeukset olivatkin siis harvinaisia, on niistä syytä koettaa päästä eroon, mikäli arviointeja tällä tavalla jatketaan. Metsikön tiheyshän jos mikä vaikuttaa käpyjen muodostumiseen (vrt. mm. Kienitz 1881, Schotte 1910, Heikinheimo 1937, Vanselow 1949, Baker 1950), eritoten männyllä; mitä harvemmassa puut kasvavat, sitä enemmän ja useammin syntyy käpyjä.

Joukko näytemetsiköitä sijaitsi toisilla metsätyypeillä kuin alunperin oli tarkoitus. Silläkin saattaa olla merkitystä käpyjen tuottoon. Kuten mm. Heikinheimo (1932) ja Sarvas (1949) ovat panneet merkille, hyvillä kasvupaikoilla kasvaneista puista saadaan yleensä parempi sato kuin huonoilla paikoilla kasvaneista. Vaikka poikkeaminen ohjeista yleensä oli vähäinen näytemetsikön sijaitessa tavallisesti lähinnä olevalla paremmalla tai huonommalla tyypillä, on ehkä tähänkin puoleen syytä kiinnittää vielä huomiota arviointia jatkettaessa.

Vaikka siis näytemetsiköt monessa suhteessa olivatkin tyydyttävän yhtenäisiä, oli niissä myös siksi paljon toisistaan poikkeavia piirteitä, että lisäohjeilla ilmeisesti vielä voisi saada parannusta aikaan. Parasta olisi jos sama henkilö voisi kiertää eri puolilla maata metsiköt valitsemassa.

Käpyjen näkyvyydestä ja kiikarin vaikutuksesta arvioinnin tulokseen

Uuden arvioimistavan kelpoisuuden kannalta on eräs avainkysymyksiä se, voidaanko kävyt maasta käsin katsottaessa erottaa siksi hyvin, että niiden laskeminen käpysatoluokkien edellyttämällä tarkkuudella on mahdollista. Erityisesti kysymys koskee mäntyä, jonka kävyt ovat suhteellisen pienikokoisia ja sijaitsevat hajallaan ympäri latvusta pitkien neulasten lisäksi haitatessa näkyvyyttä.

Lassila (1920) on todennut, että näkyvyys on erilainen pitkistä kuin lyhyistä männyistä käpyjä laskettaessa. Samoin hänen mukaansa käpyjen vaaleampi tai tummempi väri sekä myös erilainen valaistus vaikuttavat asiaan.

Sarvas (1944) pitää mahdollisena laskea kävyt puista riittävän tarkasti, jos niiden määrä puussa ei nouse yli 200:n. Jos käpyjä on enemmän, laskelmat helposti poikkeavat todellisuudesta siten, että todellinen käpymäärä on laskettua suurempi. Kuitenkin havaitsematta jääneistä kävyistä osa on niin pieniä ja steriilejä, että käytännön kannalta katsottuna ero itse asiassa ei ole niin suuri kuin miltä laskettuja ja todellisia käpymääriä vertailtaessa näyttää.

McNeill (1954) pitää mahdollisena (vrt. ed. ss. 16—17) silmävaraisesti luokitella n. 14—17 m pitkistä männyistä käpysadon kuuteen luokkaan.

Uutta arvioimistapaa kehitettäessä järjestettiin käpyjen laskemiskokeita erilaisten säiden vallitessa Metsäntutkimuslaitoksen Ruotsinkylän kokeilualueessa. Tällöin todettiin, että n. 130 v:n ikäisessä männikössä sumuisuus ja jopa varsin vähäinen pilvisyyskin heikensi huomattavasti näkyvyyttä siitä, mitä se oli aurinkoisella säällä. Näin tapahtui kiikariakin käytettäessä. Auringon paisteessa käpyjä voitiin erottaa puolta lukuisammin kuin pilvisellä säällä. Jo varsin vähäinen pilvenlonka auringon edessä sai aikaan käpyjen »peittymistä» siten, että käpyjen ja neulasten värierot, jotka auringon paistaessa olivat selvät, hävisivät ja niin kävyt kuin neulasetkin näkyivät samanlaisena vihreänä massana, josta käpyjen erottaminen oli melkoisesti vaikeampaa. Valaistussuhteiden vaikutuksen ollessa tällaisen, tuntuu vaikealta ajatella käpyjen laskemista muuta kuin latvuksen eteläiseltä sivustalta. Silloinkin sen tulee tapahtua auringon paisteessa ja mieluimmin kiikaria käyttäen. Jotta vanhat kävyt parhaimmin erottuisivat uusista, pitäisi arvioinnin tapahtua kuivalla säällä, jolloin vanhojen käpyjen suomut harittavat avoimina (vrt. Sarvas 1946).

Syksyn 1954 kokeilussa piti jokaisen arvioijan ilmoittaa, oliko hän suorittanut käpyjen luvun kiikaria käyttäen vai ilman sitä. Kun sama mies ei laskenut molemmin tavoin, on tuloksista vaikea saada esille jotakin kiikarin merkitystä havainnollistavaa. Jos kuitenkin yhdistämme lääneittäin toisaalta paljain silmin suoritettujen laskujen tulokset ja toisaalta kiikaria kayttäen saadut, saamme seuraavan yhdistelmän (Turun ja Porin sekä Kymen läänien näytemetsiköistä ovat kävyt luetut vain jommalla kummalla tavalla):

		Mänty		Kuusi	
		Käpyjä keskim. kpl/valtapuu			
		+	—	+	—
Lapin	lääni	9.4	6.3	41.4	31.2
Oulun	»	32.3	24.9	50.5	19.7
Vaasan	»	4.8	36.2	192.2	148.4
Kuopion	»	7.7	30.0	57.4	40.0
Mikkelin	»	83.2	33.0	154.6	140.9
Hämeen	»	13.0	56.5	222.5	305.6
Uudenmaan	»	68.0	14.0	342.8	289.0
	Keskim.	31.2	28.7	151.6	139.2

(+)-sarakkeessa ovat kiikaria käyttäen saadut ja (—)-sarakkeessa paljain silmin saadut lukemat.

Männyn kohdalla ei tulos osoita mitään kiikarin merkityksestä, sillä neljässä läänissä ovat kiikaria käyttäen saadut luvut suuremmat, kolmessa läänissä paljain silmin saadut. Käpyjen määrä on kuitenkin kaikkialla ollut niin vähäinen — molemmin tavoin laskettaessa on niitä muutamaa poikkeusta lukuunottamatta voitu erottaa vähemmän kuin 40 kpl puuta kohti —, ettei jo senkään vuoksi ole mahdollista sanoa asiasta mitään varmaa.

Kuusella ovat kiikaria käyttäen saadut luvut yleensä hieman suurempia kuin paljain silmin saadut. Ero on kuitenkin niin vähäinen, että molemmat luvut ovat kaikkialla suunnilleen samaa suuruusluokkaa.

Yhdistelmä

Tutkimuksessa esitetään uutta käpysadon arvioimismenetelmää kokeiltaessa saatuja tuloksia. Uusi menetelmä perustuu käpyjen laskemiseen suunnilleen hakkuukypsien männiköiden ja kuusikoiden valtapuista. Kokeiluihin osallistui uutta menetelmää soveltaen 56 ja pelkästään vanhaa menetelmää soveltaen 175 miestä.

Tutkimuksissa todettiin mm.:

1. Kuusella oli valtapuissa eri käpysatoluokissa (ks. s. 12) käpyjä keskimäärin seuraavasti: luokka 0 = 0 kpl; luokka 1 = 16.8 kpl; luokka 2 = 25.8 kpl; luokka 3 = 39.1 kpl; luokka 4 = 142.3 kpl; luokka 5 = 201.3 kpl. Männyllä olivat luvut (ks. s. 11): luokka 0 = 0 kpl; luokka 1 = 9.7 kpl; luokka 2 = 44.9 kpl; luokka 3 = 76.9 kpl. Muista luokista ei saatu tuloksia heikon käpysadon vuoksi. — Kuusella keskinkertainen sato (luokka 3) on itse asiassa keskinkertaista huonompi. Saman metsikön valtapuissa käpyjen määrä vaihteli suuresti ja samaan käpysatoluokkaan eri miehet veivät käpyisyydeltään hyvin erilaisia metsiköitä (vrt. taul. 3). Pohjois-Suomessa samaan käpysatoluokkaan ilmeisesti viedään vähempikäpyiset metsiköt kuin Etelä-Suomessa.

2. Käpysatoluokille laadittiin rajat (vrt. taul. 4). Niiden mukaan voidaan runsaana pitää metsikön käpyisyyttä silloin, kun valtapuissa on kuusella käpyjä keskim. vähintäin 200 kpl ja männyllä 400 kpl eli noin neljännes siitä, mikä molemmilla puulajeilla on todettu yhden puun runsaimmaksi sadoksi.

3. Uutta arvioimistapaa käytettäessä käpysadot molemmilla puulajeilla jäivät pienemmiksi kuin vanhalla tavalla arvioituna. Männyllä ero huonosta käpysadosta huolimatta oli 0.6 ja kuusella 1.1 käpysatoluokkaa koko maa huomioon otettuna. Suhteellisesti suurimmat olivat erot siellä, missä käpysadot olivat heikoimmat. Syynä eroihin oli ilmeisesti se, että uudella tavalla arvioitaessa yksittäisten ja yleensä aukeilla paikoilla kasvaneiden puiden käpyisyys ei päässyt vaikuttamaan arvioinnin tulokseen. — V:n

1954 kuusenkäpysato, joka vanhalla tavalla arvioituna oli suurimmassa osassa maata hyvä, oli uudella tavalla arvioituna sitä enää maan eteläja keskiosissa.

4. Uuden arvioimistavan näytemetsiköissä olivat näytepuut Pohjois-Suomessa n. 40—50 v. vanhempia ja 5—9 m lyhyempiä kuin maan eteläosissa. Tiheys ei vaihdellut suuresti ollen yleensä 0.6—0.8. Jos uusi arvioimistapa otetaan käytäntöön, olisi tutkittava, voidaanko Pohjois- ja Etelä-Suomen metsiköiden antamat tulokset tulkita samalla lailla tai olisiko syytä laatia molemmille alueille omat asteikkonsa. Tulosten yhtenäisyyden kannalta olisi myös parasta jos sama mies voisi valita näytemetsiköt maan eri puolille.

5. Käpyjen näkyvyys maasta käsin katsottaessa on tyydyttävä vain aurinkoisella säällä. Pienikin pilvi auringon edessä huonontaa näkyvyyttä puhumattakaan sumuisesta ja sateisesta säästä, jolloin varsinkin männyn käpyjen erottaminen on erittäin vaikeata. Lisäksi sateisella säällä vanhat kävyt sulkeutuvat ja niitä on hankalaa erottaa uusista. Kiikarin käyttöön pitäisi ilmeisesti pyrkiä käpyjä laskettaessa.

Kirjallisuutta

Baker, F. S. 1950. Principles of Silviculture. New York — Toronto — London.

Busse 1924. Welchen Einfluss übt das Alter der Mutterkiefer auf die Nachkommenschaft? Zeitschr. f. Forst-. u. Jagdwesen, 56, s. 257—286.

—»— 1926. Welchen Einfluss übt das Alter der Mutterkiefer auf die Nachkommenschaft? Ibid., 58, s. 72—83.

Büsgen, M. und Münch, E. 1927. Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena.

Cajander, A. K. 1917 Metsänhoidon perusteet. II. Porvoo.

Danilow, D. N. 1953. (Siemenen tuoton vaikutus vuosiluston leveyteen ja anatomiseen rakenteeseen kuusella, Picea excelsa Link.) Botanitscheskij Journal, 38, s. 367—377. (Venäjän kiel.)

Ernst, F. 1930. Der Samenertrag der Fichtenbestände im Jahre 1929—1930. Forstwiss. Centralbl., 52, s. 503—.

Heikinheimo, O. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Acta Forest. Fenn., 4.

—»— 1931. Männyn ja kuusen käpyjen runsaus kevättalvella 1931. Metsätietoa, I, 1, s. 34—38.

—»— 1932. Metsäpuiden siementämiskyvystä. (Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume.) Communic. Inst. Forest. Fenn., 17. 3.

—»— 1937. Metsäpuiden siementämiskyvystä, II. (Referat: Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume, II.) Ibid., 24. 4.

—»— 1948. Metsäpuiden siementämiskyvystä, III. (Summary: On the seeding capacity of forest trees, III.) Ibid., 35. 3.

Kujala, V. 1927. Untersuchungen über den Bau und Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. Communic. Inst. Forest. Fenn., 12. 6.

Lassila, I. 1909. Luonnonsiemennyksestä. Suomen Metsänhoitoyhd. julk., s. 392—397.

—»— 1920. Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. (Referat: Untersuchungen über die Entstehung und Entwicklung der Kiefernwälder nördlich vom nördlichen Polarkreise.) Acta Forest. Fenn., 14.

Messer, H. 1943. Beiträge zur Waldsamenernte. Der Deutsche Forstwirt, 25, s. 377—379.

Münch, E. 1924. Verhalten der Nachkommen fremder Kiefernrassen in zweiter Generation. Forstwiss. Centralbl., 46, s. 45—54, 125—137.

—»— und Büsgen, M. 1927. Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena.

McNeill, W. M. 1954. Observations on cone and seed production in plantations of Scots pine in Scotland. Forestry, 27, s. 122—133.

Renwall, A. 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. Acta Forest. Fenn., 1.

Rummukainen, U. 1954. Männyn ja kuusen käpysadosta ja sen arvioinnista vuosina 1950—1953. (Referat: Über den Zapfenertrag von Kiefer und Fichte sowie dessen Schätzung in Finnland in den Jahren 1950—1953.) Acta Forest. Fenn., 61. 20.

—»— 1954 b. Kuusella ja koivulla hyvä siemenvuosi. Metsälehti N:o 46.

Sarvas, R. 1944. Tukkipuun harsintojen vaikutus Etelä-Suomen yksityismetsiin. (Referat: Einwirkung der Sägestammplenterungen auf die Privatwälder Südfinnlands.) Communic. Inst. Forest. Fenn., 33. 1.

—»— 1946. Metsikön siemensadon arvioimisesta. Metsätal. aikak.l. N:o 12, s. 389—393.

—»— 1949. Siemenpuuhakkuu männikön uudistushakkuuna Etelä-Suomessa. (Summary: Seed-tree cutting as a regeneration method in Scots pine forests of Southern Finland.) Communic. Inst. Forest. Fenn., 37. 5.

Schotte, G. 1910. Skogsträdens frösättning hösten 1909. Meddel. fr. Stat. Skogsförs. anst., 8, s. 69—88.

Vanselow, K. 1949. Theorie und Praxis der natürlichen Verjüngung im Wirtschaftswald. Hamburg.

ÜBER DIE ABSCHÄTZUNG DER ZAPFENERNTE

Referat

Im Interesse des Gebrauchsbedarfes wurden in Finnland jährliche Abschätzungen der Zapfenernte in den Staatswäldern schon vor Beginn des 20. Jahrhunderts und das ganze Land — auch die Privatwälder — umfassende Abschätzungen seit 1930 vorgenommen. Die Abschätzung geschiet, indem ca. 250—300 Abschätzer überall in Finnland in jedem Herbst mittels eines speziellen Formulars mitteilen, welcher der folgenden Zapfenernteklassen die Ernte in jedem einzelnen Gebiet nach der Meinung des Abschätzers entspricht: 0 = keine, 1 = fast keine, 2 = gering, 3 = mittelmässig, 4 = ziemlich reich, 5 = reich. Nähere Anweisungen zur Abschätzung wurden nicht gegeben.

Wegen dieses alten mangelhaften Abschätzungsverfahrens und seiner nicht konkreten Ergebnisse hat man in der Forstliche Forschungsanstalt begonnen, ein neues Verfahren zu entwickeln und zu versuchen. Bei seiner Anwendung werden die Zapfen an der südlichen Kronenseite der herrschenden Bäume in annähernd hiebsreifen Beständen, in einem Kiefern- und einem Fichtenbestand eines jeden Ortes, und zwar an 10 Bäumen je Bestand gezählt (vgl. R u m m u k a i n e n 1954). Die Zapfenabzählung wird in mehreren Jahren an denselben Bäumen derselben Bestände vorgenommen.

Im Herbst 1954 haben 56 Abschätzer mit dem neuen Verfahren experimentiert, und gleichzeitig haben 175 Abschätzer nur das alte Verfahren angewandt.

Aus den Versuchen ergab sich folgendes:

1. In den Zapfenernteklassen alten Verfahrens trugen die herrschenden Bäume die in der Tabelle 2 angegebenen Zapfenmengen. Im Jahre 1954 hatte die Kiefer eine so schwache Zapfenernte, dass für die zwei obersten Zapfenernteklassen überhaupt keine Zahlen erhalten werden konnten. Aus den Ergebnissen ist ersichtlich, dass die mittelmässige Ernte der Fichte (Klasse 3), eigentlich schlechter als mittelmässig ist. An verschiedenen Bäumen in ein und demselben Bestand variiert die Menge der Zapfen erheblich. In ein und dieselbe Zapfenernteklasse werden von verschiedenen Abschätzern hinsichtlich des Zapfenvorkommens sehr verschiedene Bestände eingetragen (vgl. Tab. 3). Bei gleich hoch abgeschätzter Zapfenernte waren an den herrschenden Bäumen der nordfinnischen Bestände (66.—68. Breitengrad) weniger Zapfen als an den Bäumen der südfinnischen Bestände (60.—62. Breitengrad). So trug z. B. die Kiefer bei einer »geringen» Ernte (Klasse 2) in Nordfinnland durchschnittlich 11.*8* und in Südfinnland 53.7 Zapfen und die Fichte bei einer »ziemlich reichen» Ernte (Klasse 4) in Nordfinnland 69.*2* und in Südfinnland 157.*8* Zapfen.

2. Für die Zapfenernteklasse wurden die Grenzen nach dem gezogen, wie viel an den herrschenden Bäumen Zapfen vorkamen (Tab. 4). Somit kann man die Zapfenernte eines Bestandes dann als reich bezeichnen, wenn an den herrschenden

Bäumen eines annähernd hiebsreifen Fichtenbestandes durchschnittlich mindestens 200 und an denen eines Kiefernbestandes entsprechend 400 Zapfen oder ein Viertel der Rekordernte eines einzelnen Baumes beider Holzarten vorkamen.

3. Bei der Anwendung des neuen Verfahrens blieben die Zapfenernten bei beiden Holzarten kleiner als nach dem alten Verfahren abgeschätzt (vgl. Tab. 5 und 6). Unter Berücksichtigung des ganzen Landes war der Unterschied trotz der schlechten Ernte bei der Kiefer 0.5 und bei der Fichte 1.1 Zapfenernteklassen. Die Unterschiede Waren am grössten dort, wo die Ernten am schwächsten waren. Der Grund dazu war offenbar nicht nur die absolute Stichhaltigkeit des neuen Verfahrens der Relativität des alten Verfahrens gegenüber, sondern auch die Tatsache, dass bei der Anwendung des neuen Verfahrens die Zapfenmengen an den Bäumen auf Höfen, an Wegen und auf ähnlichen Plätzen unberücksichtigt blieben, weil die Abschätzung nur nach den Zapfenmengen an den Bäumen im Inneren des Waldes vorgenommen wurde. Die Fichtenzapfenernte im Jahre 1954, nach dem alten Verfahren abgeschätzt, war im grössten Teil unseres Landes gut, aber nach dem neuen Verfahren nur in dem südlichen und mittleren Teil des Landes.

4. Die herrschenden Bäume der Probebestände, die beim neuen Verfahren benutzt wurden, waren in Nordfinnland 40—50 Jahre älter und 5—9 m kürzer als in Südfinnland. Sofern dieses Verfahren in allgemeine Anwendung genommen wird, wäre das Beste, wenn ein und derselbe Mann die Probebestände überall im Lande auswählen könnte.

5. Die Sichtbarkeit der Zapfen von der Erde aus gesehen ist am besten bei hellem Sonnenschein. Auch nur eine kleine Wolke vor der Sonne schwächt den Farbenunterschied besonders zwischen Kiefernzapfen und -nadeln ab und verschlechtert die Sichtbarkeit, von regnerischem und nebligem Wetter ganz zu schweigen. Auch sollte man sich an die Benutzung eines Fernglases gewöhnen. Mit einem Fernglas und bei günstigem Wetter scheint es möglich zu sein, die Zapfen an stehenden Bäumen mit ausreichender Genauigkeit zu zählen.