

FOLIA FORESTALIA⁵³

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1968

6

SIMO POSO — CHRISTIAN KEIL —
TAPANI HONKANEN

COMPARISON OF FILM-SCALE COMBINATIONS
IN EXAMINING SOME STAND
CHARACTERISTICS FROM AERIAL
PHOTOGRAPHS

ERI FILMI-MITTAKAAVAYHDISTELMÄT
ERÄIDEN METSIKKÖTUNNUSTEN
ILMAKUVATULKINNASSA

- 1966 No 19 Paavo Tiihonen: Puutavaralajitaulukot. 1. Maan eteläpuoliskon mänty ja kuusi.
- No 20 Seppo Grönlund ja Juhani Kurikka: Markkinapuun alueittaiset hankintamäärät vuosina 1962 ja 1964. Lopulliset tulokset.
Removals of commercial roundwood in Finland by districts in 1962 and 1964. Final results.
- No 21 Kullervo Kuusela: Ålands skogar 1963—64.
- No 22 Eero Paavilainen: Havaintoja kasvuturpeen käytöstä männyn istutuksessa.
Observations on the use of garden peat in Scots pine planting.
- No 23 Veikko O. Mäkinen: Metsikön runkoluku keskiläpimitan funktiona pohjapinta-alan yksikköä kohti.
Number of stems in a stand as function of the mean breast height diameter per unity of basal area.
- No 24 Pentti Koivisto: Itä- ja Pohjois-Hämeen koivuvarat.
Birch resources in the Forestry Board Districts of Itä-Häme and Pohjois-Häme.
- No 25 Seppo Ervasti — Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1964 ja vuoden 1965 ennakkotiedot.
Wood utilization in Finland in 1964 and preliminary data for the year 1965.
- No 26 Sampsa Sivonen ja Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut hakkuuvuonna 1965/66.
Expenses of timber production in Finland in the cutting season 1965/66.
- No 27 Kullervo Kuusela: Helsingin, Lounais-Suomen, Satakunnan, Uudenmaan-Hämeen, Pohjois-Hämeen ja Itä-Hämeen metsävarat vuosina 1964—65.
Forest resources in the Forestry Board Districts of Helsinki, Lounais-Suomi, Satakunta, Uusimaa-Häme, Pohjois-Häme and Itä-Häme in 1964—65.
- 1967 No 28 Eero Reinius: Valtakunnan metsien V inventoinnin tuloksia neljän Etelä-Suomen metsänhoitolautakunnan soista ja metsäojitusalueista.
Results of the fifth national forest inventory concerning the swamps and forest drainage areas of four Forestry Board Districts in southern Finland.
- No 29 Seppo Ervasti, Esko Salo ja Pekka Tiililä. Kiinteistöjen raakapuun käytön tutkimus vuosina 1964—66.
Real estates raw wood utilisation survey in Finland in 1964—66.
- No 30 Sulo Väänänen: Yksityismetsien kantohinnat hakkuuvuonna 1965/66.
Stumpage prices in private forests during the cutting season 1965/66.
- No 31 Eero Paavilainen: Lannoituksen vaikutus rämemännikön juurisuhteisiin.
The effect of fertilization on the root systems of swamp pine stands.
- No 32 Metsätilastoa. I Metsävaranto.
Forest Statistics of Finland. I Forest resources.
- No 33 Seppo Ervasti ja Esko Salo: Kiinteistöillä lämmön kehittämiseen käytetyt polttoaineet v. 1965.
Fuels used by real estates for the generation of heat in 1965.
- No 34 Veikko O. Mäkinen: Viljelykuusikoiden kasvu- ja rakennetunnuksia.
Growth and structure characteristics of cultivated spruce stands.
- No 35 Seppo Ervasti — Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1965 ja ennakkotieto- ja vuodelta 1966.
Wood utilization in Finland in 1965 and preliminary data for the year 1966.
- No 36 Eero Paavilainen—Kyösti Virrankoski: Tutkimuksia veden kapillaarisesta noususta turpeessa.
Studies on the capillary rise of water in peat.
- No 37 Matti Heikinheimo — Heikki Veijalainen: Kiinteistöjen polttoainevarastot talvella 1965/66.
Fuel stocks of real estates in Finland in winter 1965/66.
- 1968 No 38 L. Runeberg: Förhållandet mellan driftsöverskott och beskattad inkomst vid skogsbeskattningen i Finland.
The relationship between surplus and taxable income in forest taxation in Finland.
- No 39 Matti Uusitalo: Puun kasvatuksen kulut hakkuuvuonna 1966/67.
Costs of timber production in Finland during the cutting season 1966/67.

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1968

Simo Poso - Christian Keil - Tapani Honkanen

COMPARISON OF FILM-SCALE COMBINATIONS IN EXAMINING
SOME STAND CHARACTERISTICS FROM AERIAL PHOTOGRAPHS

Seloste:

Eri filmi - mittakaavayhdistelmät eräiden metsikkö-
tunnusten ilmakuvatulkinnassa

PREFACE

In summer 1966, the National Board of Survey in Finland took a number of experimental aerial photographs at Kangasala, near Tampere, in order to study the possibilities of a classification of land for taxation purposes. These photographs were also made available to the Forest Research Institute.

The study team consisted of three members. POSO was responsible for the planning of the experiments and the drafting of the paper. KEIL participated in the field work and especially in the designing of the statistical analyses. He also co-operated closely with POSO in finalizing the report. HONKANEN contributed to the work by studying the estimation of volume of the growing stock. He was able to use his investigations as a thesis for his Bachelor of Forestry degree. Later, he also dealt with other stand characteristics.

Helsinki, December 1968

Simo Poso

Christian Keil

Tapani Honkanen

CONTENTS

	Page
PREFACE	1
SUMMARY	3
OBJECTIVE OF THE STUDY	4
AERIAL PHOTOGRAPHS	4
DATA	4
Choice of Unit Area to Be Examined	4
Field Data	5
Photo-Interpretation	5
EXPERIMENTAL ARRANGEMENTS	6
INTERPRETATION OF VOLUME	8
INTERPRETATION OF TREE SPECIES DISTRIBUTION	9
INTERPRETATION OF TREATMENT CLASSES	11
INTERPRETATION OF SITE	13
CONCLUSIONS	14
REFERENCES	18
SELOSTE	19

SUMMARY

The objective of this study has been to compare nine film-scale combinations on the basis of the degree of successful estimation of four stand characteristics. These combinations consisted of three films and three scales. The films were:

- black-and-white
- panchromatic color
- infra - red color

The scales were:

- 1 : 4,000
- 1 : 10,000
- 1 : 20,000

The stand characteristics examined were:

- volume of the growing stock per hectare
- distribution of tree species
- treatment class
- site

The unit area (called "stand") under examination was a line section of 10 meters in width. The average length of a stand amounted to about 100 meters and was determined by two successive stand borderlines cutting the sampling line. The total number of stands determined in this way was 58.

The experiments were arranged according to a 9 x 9 Graeco-Latin square. The 58 stands were therefore divided into nine stand groups; these groups were made as similar as possible in their distribution of all stand characteristics. Nine interpreters examined the photographs. Six of them were third-year forestry students and three were graduated foresters. Each interpreter examined all of the 58 stands once by stand groups. This ensured that he had to use all nine film-scale combinations, one for each stand group.

The results showed that there were no large differences between film-scale combinations. In fact other factors, such as differences between stand groups and between photo-interpreters, and the order of photo-interpretation affected the accuracy of photo-interpretation as much as or even more than the film-scale combination.

If the cost factors are taken into account the scale 1 : 20,000 seems to be the most favorable one for forestry purposes. The choice of film will be primarily affected by differences in cost and usefulness as well as by the weight attached to the importance of estimating the species of trees.

If the distribution of different species of trees is regarded as a very important stand characteristic infra-red color photography is a sensible alternative to black-and-white photography. For carrying out usual forest inventory work, however, black-and-white photography is recommended.

OBJECTIVE OF THE STUDY

The main objective of the study was to test the film-scale combinations as to their usefulness for forest inventory purposes. The characteristics to be examined were volume per hectare, distribution of tree species, treatment class, and site.

AERIAL PHOTOGRAPHS

The photographs were taken by the National Board of Survey in Finland at Kangasala in summer 1966 and covered an area of about 1,400 hectares. The photographs were taken in three scales, using four kinds of films.

Films:

- panchromatic black-and-white (contact paper prints of surface)
- infra-red black-and-white (contact paper prints of semi-matt surface)
- panchromatic color (Anscochrome Aero Film, positive transparencies)
- infra-red color (false color) (Kodak Ektachrome Infra-red Aero Film, positive transparencies).

Scales:

- 1 : 4,000
- 1 : 10,000
- 1 : 20,000

The number of film-scale combinations was 12. The photographs were taken with a Pleogon camera, the focal length being approximately 150 mm.

This was the first time that the National Board of Survey in Finland took infra-red color photographs, which may have been the reason for under-estimating the exposure time for this film. This resulted in rather dark transparencies.

DATA

Choice of Unit Area to Be Examined

The unit of observation was a stand within a line section of ten meters in width. The length of a unit was determined by the successive stand borderlines intersecting the sampling line. The average length of the unit (called stand hereafter) was about 100 meters.

The stands, 58 in number, were chosen by a systematic sampling by drawing parallel lines on the 1:4,000 infra-red color transparencies, the distance of adjacent lines corresponding to about 100 meters in the field.

Field Data

Locating of the stands in the field was carried out in late fall 1966 from 1:4,000 infra-red color transparencies. The sampling lines were not quite straight in the field because of the radial distortion of vertical photography.

The following data were measured or estimated in the field:

- diameter at breast height by tree species of all trees
with a dbh exceeding 4.5 cm
- dominant height
- treatment class
- site class

The basal areas and volumes were calculated according to the diameter of each individual tree on an electronic computer. The volumes for each diameter class were determined using the sample trees collected near the test area in connection with the National Forest Inventory.

Photo-Interpretation

Photo-interpretation of the stands was carried out in spring 1967. Six third-year forestry students and three graduated foresters participated in the work.

All photo-interpreters had good capability of stereoscopic vision and were familiar with the interpretation of black-and-white aerial photographs, especially in connection with stand delineation. They had no practical experience with color and infra-red color transparencies.

Photo-interpretations were made under controlled conditions. Before the tests, the classification system of the stand characteristics and some photo-interpretative methods were explained to all the interpreters together. The most important features in interpreting color and infra-red color transparencies were explained orally by examples.

Only black-and-white model stereograms were available for photo-interpreters. These stereograms were at the scales 1:2,500, 1:5,000, 1:15,000, and 1:25,000, and

located at Toivala, a township close to Kuopio in Central Finland.

The equipment available for examining the stands consisted of a lens stereoscope of 2.8 magnification and an Old Delft mirror stereoscope with 1.5 or 4.5 magnification. The transparencies were examined on a light table.

EXPERIMENTAL ARRANGEMENTS

A 9 x 9 Graeco-Latin square (COCHRAN and COX 1962 p. 146) was used to compare the sources of variation. The sources were:

1. interpreters (rows)
2. order of interpretation (columns)
3. stand groups (numbers, see Table 2)
4. film-scale combinations (letters, see Table 2)
5. error

Because there were 12 film-scale combinations the black-and-white panchromatic and infra-red photographs were pooled into one group. Thus the number of combinations was reduced to nine.

The 58 stands were divided into nine groups. The principle was to get the groups as similar as possible to each other in respect the distribution of all stand characteristics. This phase of work was done according to a preliminary photo-interpretation, because the results from the field observations had not yet been calculated by the time the experimental photo-interpretations started. The requirement of homogeneous groups was not met very well as can be seen in Table 1.

The photo-interpretation was so arranged that each person made the necessary estimations from each of the 9 stand groups by using a different film-scale combination for every stand group. The order of interpretation of stand groups and film-scale combinations to be used in the Graeco-Latin square was determined according to Table 2.

Table 1. Description of Stand Groups by Aid of Some Stand Characteristics.

Taulukko 1. Metsikköryhmien ominaisuudet eräiden tunnusten valossa.

Stand group Mets. ryhmä	Number of stands Metsiköiden lukumäärä	Mean volume Keski-kuutio m ³ /ha	Variance of stand-volumes Metsiköiden varianssi m ³ /ha	Distribution of tree species Puulajisuhteet %			Distribution of treatment classes Kehitysluokkajakaantuma %							
				Pine Mä	Spruce Ku	Br.l. Lhtp	1	2	3	4	5	6	7	8
1	7	86	2 577	17	75	8			29		14	29	14	14
2	7	90	2 354	17	76	7			14	29	93	14		
3	7	95	2 230	24	50	26	14	14		57			14	
4	7	103	4 251	13	80	7	14			14	29	29	14	
5	7	104	3 236	31	58	11	14	14		14	14	29	14	
6	6	106	3 951	17	79	4				17	17	67		
7	6	102	3 429	47	46	7	17			33	17	33		
8	6	114	4 101	51	39	10			17		67	17		
9	5	103	2 702	24	72	4						60		40
Mean Keskim.	58	100	3 257											

Table 2. Order of Interpretation of Stand Groups According to Graeco-Latin Square.

Taulukko 2. Metsikköryhmien arviointijärjestys Kreikkalais-Latinalaisen testin mukaisesti.

Interpreter Tulkki	Order of photo-interpretation - Ilmakuva-arvioiden järjestys								
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1	A3	C1	I2	B9	D5	F7	E4	H8	G6
2	B2	G3	E9	H4	C6	A1	I8	F5	D7
3	E4	A9	D3	G1	F7	H8	B5	I6	C2
4	H5	D8	B4	I2	E9	C6	A3	G7	F1
5	G6	E2	F8	C3	B1	D5	H7	A9	I4
6	D8	I5	G7	A6	H4	B3	F2	C1	E9
7	C1	F4	A5	E7	G8	I9	D6	B2	H3
8	I9	H7	C6	F8	A2	E4	G1	D3	B5
9	F7	B6	H1	D5	I3	G2	C9	E4	A8

Signification of letters: - Kirjainten merkitys:

A = Black-and-white pan and infra - Mustavalkoiset pan ja infra 1 : 4,000

B = " " - " " - " " - 1 : 10,000

C = " " - " " - " " - 1 : 20,000

D = Color panchromatic - Väri pankromaattinen 1 : 4,000

E = Color panchromatic - Väri pankromaattinen	1 : 10,000
F = - " - - " -	1 : 20,000
G = Color infra-red (false color) - Väri infrapunainen (vääräväri)	1 : 4,000
H = - " - - " -	1 : 10,000
I = - " - - " -	1 : 20,000

Signification of numbers: - Numeroiden merkitys:

The numbers after the letters refer to the number of the stand group (see Table 1).

Numerot kirjainten jäljessä viittaavat metsikköryhmiin.

INTERPRETATION OF VOLUME

Correlation coefficients were calculated by stand groups for every interpreter. The results of 81 combinations have been collected in Table 3.

Table 3. Correlation Coefficients between Photo- and Field-Estimated Volumes by Stand Groups. The Order of presentation is the Same as that of Table 2.

Taulukko 3. Metsikköryhmittäiset kuutiomäärien ilmakeu- ja maastoarvioiden väliset korrelaatiokertoimet taulukon 2 mukaisessa järjestyksessä.

Interpreter Tulkki	Order of photo-interpretation - Ilmakeu- arvioiden järjestys									Mean Keskimäärin
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0.97	0.88	0.82	0.91	0.57	0.72	0.77	0.71	0.98	0.81
2	0.91	0.96	0.87	0.59	0.95	0.91	0.63	0.59	0.93	0.82
3	0.66	0.63	0.76	0.67	0.90	0.75	0.78	0.90	0.92	0.77
4	0.79	0.93	0.43	0.70	0.93	0.88	0.94	0.83	0.89	0.81
5	0.65	0.84	0.93	0.81	0.78	0.67	0.71	0.89	0.80	0.79
6	0.75	0.71	0.77	0.89	0.79	0.90	0.77	0.98	0.97	0.84
7	0.77	0.81	0.70	0.68	0.88	0.84	0.92	0.92	0.85	0.82
8	0.88	0.87	0.74	0.76	0.85	0.75	0.89	0.94	0.75	0.83
9	0.77	0.91	0.81	0.47	0.99	0.91	0.81	0.76	0.75	0.80
Mean Keskimäärin	0.79	0.84	0.76	0.72	0.85	0.81	0.80	0.84	0.87	0.81

The means of Table 3 show that there have been no large differences between interpreters and in the order of photo-interpretation. This has also been verified by appropriate statistical tests, where the correlation coefficients were transformed to

so-called z-values (STEEL and TORRIE 1960 p. 189). The effect of film-scale combination on the correlation can be seen in Table 4.

Table 4. Means of Correlation Coefficients by Film-Scale combinations.

Taulukko 4. Korrelaatiokertoimien keskiarvoja filmi-mittakaavayhdistelmittäin.

Scale Mittakaava	Black-and-white Mustavalkoinen	Color Väri	Infra-red color Infrapun. väri	Mean Keskimäärin
1 : 4,000	0.84	0.77	0.84	0.82
1 : 10,000	0.81	0.80	0.76	0.79
1 : 20,000	0.86	0.79	0.81	0.82
Mean Keskimäärin	0.84	0.79	0.80	0.81

According to Table 4 the combination black-and-white 1 : 20,000 has led to the best result. The differences between the combinations, however, are very small and not significant.

INTERPRETATION OF TREE SPECIES DISTRIBUTION

Success in interpreting the distribution of different species of trees within a stand was measured by the sum of the proportions of correctly identified tree species. In other words, the proportion of each tree species, either from photographs or in the field, whichever estimation was smaller, was taken as a component of the sum. The completely successful interpretation was marked with a value of nine and the complete failure with a value of zero.

From these stand values the average values were calculated for stand groups by weighting the stand values by stand volumes. The results are collected in Tables 5 and 6.

Table 5. Values of Successful Photo-Interpretation of Tree Species Distribution by Stand Groups. The Order of Presentation is the Same as in Table 2.

Taulukko 5. Metsikköryhmittäiset puulajien jakaantuma-arvioiden onnistuneisuusarvot. Esitysjärjestys on sama kuin taulukossa 2.

Interpreter Tulkki	Order of photo-interpretation - Ilmakuva-arvioiden järjestys									Mean Keskimäärin
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	4.5	6.8	5.5	5.8	6.1	5.7	7.9	7.1	6.4	6.2
2	2.6	5.1	6.7	6.3	4.8	6.7	6.9	7.5	5.6	5.8
3	2.6	7.1	5.6	7.2	4.4	5.2	6.0	6.4	4.2	5.4
4	5.2	5.2	5.3	3.1	2.7	3.3	6.5	5.7	3.0	4.4
5	5.2	3.4	6.6	3.5	6.0	6.4	5.2	6.5	4.0	5.2
6	6.4	6.5	7.2	6.6	8.2	4.2	5.4	4.6	7.6	6.3
7	2.2	3.8	6.7	6.8	6.1	7.9	6.2	4.8	6.0	5.6
8	2.6	4.8	7.3	3.7	7.7	7.1	7.5	6.1	6.1	5.9
9	6.4	6.7	7.4	7.1	5.9	6.5	7.0	4.6	6.7	6.5
Mean Keskimäärin	4.2	5.5	6.5	5.6	5.8	5.9	6.5	5.9	5.5	5.7

According to Table 5 the differences between interpreters and the order of photo-interpretations are statistically highly significant ($F = 3.35$ and 3.90 ; $F_{1\%} = 2.90$).

Table 6. Values of Successful Photo-Interpretation of Tree Species Distribution by Film-Scale Combinations on the Basis of Tables 2 and 5.

Taulukko 6. Puulajien jakaantuma-arvioiden onnistuneisuusarvot filmi-mittakaava-yhdistelmittäin taulukkojen 2 ja 5 perusteella.

Scale Mittakaava	Film - Filmi			
	Black-and-white Mustavalkoinen	Color Väri	Infra-red color Infrapun. väri	Mean Keskimäärin
1 : 4,000	6.6	6.1	6.3	6.3
1 : 10,000	5.3	5.6	6.2	5.6
1 : 20,000	4.9	5.2	5.4	5.1
Mean Keskimäärin	5.6	5.6	6.0	5.7

Table 6 shows remarkable differences between film-scale combinations. These, as well as the differences between the three scales are statistically significant. The scale 1 : 4,000 has led to the best result with black-and-white photographs. The probable reason for that is the familiarity of the interpreters with black-and-white photography. Also, the scale 1 : 4,000 is large enough that it is possible to discern distinct morphological features of each species. In this case, tonal and color characteristics do not play as great a part as on scales 1 : 10,000 and 1 : 20,000. With these

smaller scales the interpretation of tree species distribution became more reliable when infra-red color was substituted for color and color for black-and-white photography.

HELLER, DOVERSPIKE, and ALDRICH (1964) studied large-scale photography in northern Minnesota (scales 1 : 1,188, 1 : 1,584, and 1 : 3,960). They came to the conclusion that also on these large scales color film is superior to panchromatic black-and-white film for use in identifying individual tree species. In this test 14 tree species were involved.

INTERPRETATION OF TREATMENT CLASSES

The definition of treatment classes in photo-interpretation differed from that in the field. The problem of studying the correspondence of photo- and field-estimations was solved by applying the discrepancies between these estimations. These discrepancies were determined for all possible pairs of comparison and are listed in Table 7.

Table 7. Discrepancies between Photo-Interpreted and Field-Estimated Treatment Classes.

Taulukko 7. Ilmakuvilta ja maastossa arvioitujen kehitysluokkien erotukset.

Treatment class in field Kehitysluokka maastossa	Treatment class by photo-interpretation Ilmakuvilta arvioitu kehitysluokka								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Discrepancies - Erotukset								
1	+0.5	+1.0	+2.0	+3.0	-2.5	-1.5	-0.5	-0.5	0.0
2	0.0	0.0	+1.0	+2.0	-2.5	-1.5	-0.5	-1.0	-0.5
3	-0.5	0.0	0.0	+2.0	-3.0	-2.5	-1.0	-1.5	-1.0
4	-2.5	-1.5	-0.5	0.0	+0.5	+1.5	+2.0	+2.0	-2.5
5	-3.0	-2.5	-2.0	-0.5	0.0	+0.5	+1.0	+1.5	-3.0
6	-3.0	-3.0	-3.0	-1.5	-0.5	0.0	+0.5	+1.0	+3.0
7	+0.5	+1.0	-3.0	-2.0	-1.0	-0.5	0.0	+0.5	+1.5
8	+1.0	+2.5	+3.0	-3.0	-2.0	-0.5	-0.5	0.0	+0.5

According to Table 7 the largest possible range of variation in the determination of a treatment class is 6 (from -3 to +3). This means that a discrepancy ± 1.0 corresponds approximately to a difference of two successive treatment classes. It is obvious from Table 7, that the discrepancies of successive treatment classes are not always of equal importance.

The discrepancies between photo-interpretations and field estimations were studied by stand groups and interpreters. For all 81 combinations the standard deviations were calculated. These have been collected in Tables 8 and 9.

Table 8. Standard Deviations of Discrepancies between Photo-Interpreted and Field-Estimated Treatment Classes for 81 Stand Group-Interpreter Combinations.

The Order of Presentation is the Same as in Table 2.

Taulukko 8. Kehitysluokkien ilmakeu- ja maastoarvioiden erotusten hajonnat metsikköryhmä - tulkki - yhdistelmittäin taulukon 2 mukaisessa järjestyksessä.

Interpreter Tulkki	Order of photo-interpretation - Ilmakeu-arvioiden järjestyks									Mean Keskimäärin
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1.03	1.15	0.65	0.73	1.19	1.08	1.10	1.39	1.14	1.05
2	0.41	0.79	1.24	1.10	0.76	0.79	1.07	0.54	0.90	0.84
3	1.43	2.06	1.01	0.91	0.87	1.21	0.94	0.39	0.50	1.04
4	1.03	1.15	0.79	0.75	0.73	0.37	1.24	1.03	0.35	0.83
5	0.56	0.65	1.07	0.79	0.64	0.93	0.69	0.68	0.41	0.71
6	1.03	1.10	0.56	0.62	0.92	0.59	0.58	1.15	0.92	0.83
7	0.74	0.92	0.89	0.93	1.25	1.71	0.94	0.60	1.17	1.02
8	0.81	1.10	1.22	1.40	0.17	0.57	0.74	0.66	1.40	0.90
9	0.53	0.35	1.35	0.93	1.05	0.37	1.17	0.77	1.31	0.87
Mean Keskimäärin	0.84	1.03	0.98	0.91	0.84	0.85	0.94	0.80	0.90	0.90

The differences between interpreters and the order of photo-interpretation were not significant as tested by the F-test. The respective F-values were 1.49 and 1.20 ($F_{5\%} = 2.14$).

Table 9. Mean Standard Deviations between Photo-Interpreted and Field-Estimated Treatment Classes by Film-Scale Combinations as Calculated on the Basis of Table 8.

Taulukko 9. Kehitysluokkien standardipoikkeamien keskiarvot filmi-mittakaavayhdistelmittäin taulukon 8 arvoista laskettuina.

Scale Mittakaava	Film - Filmi			
	Black-and-white Mustavalkoinen	Color Väri	Infra-red color Infrapun. väri	Mean Keskimäärin
1 : 4,000	0.92	0.94	0.89	0.92
1 : 10,000	0.98	0.72	0.92	0.87
1 : 20,000	1.07	0.84	0.81	0.91
Mean Keskimäärin	0.99	0.83	0.87	0.90

The differences between film-scale combinations were small and not statistically significant.

INTERPRETATION OF SITE

The system of classification of sites as applied in photo-interpretation differed from that in the field. The procedure for comparing the photo-interpretations with the field estimations was equal to that used for the treatment classes. A table was compiled for discrepancies as Table 7 above. The scale of discrepancies was so determined that a distinct difference in productivity (based on the site classification used for taxation of forest land) caused a discrepancy of ± 1.0 . The existing discrepancies between photo- and field- estimations exceeded rarely ± 2.0 .

From discrepancies of single stands the standard deviations were calculated by stand groups and photo interpreters in the same way as in connection with the examination of treatment classes. The results have been collected in Table 10.

Table 10. Standard Deviations of the Discrepancies of Photo-Interpreted and Field-Estimated Site Class for 81 Stand Group-Interpreter Combinations. The Order of Presentation is the Same as that of Table 2.

Taulukko 10. Kasvupaikan laatuluokkien ilmakeu- ja maastoarvioiden erotusten ha-jonnat metsikköryhmä- tulkki - yhdistelmittain taulukon 2 mukaisessa jär-jestyksessä.

Interpreter Tulkki	Order of photo-interpretation - Ilmakeu-arvioiden järjestys									Mean Keskimäärin
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	0.45	1.34	1.58	0.32	1.18	0.89	1.00	0.84	0.77	0.93
2	0.89	1.18	0.32	1.45	0.89	1.67	0.89	0.84	1.26	1.04
3	1.18	0.00	0.71	1.18	1.22	0.77	0.95	0.45	1.41	0.87
4	1.14	1.05	1.18	1.52	0.45	0.71	1.14	0.55	1.26	1.00
5	1.26	1.30	0.55	0.71	1.18	1.14	0.77	0.00	0.89	0.87
6	0.84	1.14	0.55	1.05	1.18	1.26	0.89	1.26	0.32	0.94
7	1.26	1.18	1.18	0.32	0.71	0.00	0.71	1.64	0.89	0.88
8	0.32	0.95	0.95	0.89	0.89	0.84	0.89	0.89	1.05	0.85
9	0.55	1.38	1.26	1.18	0.00	0.45	0.32	0.89	0.45	0.72
Mean Keskimäärin	0.88	1.06	0.92	0.96	0.86	0.86	0.84	0.82	0.92	0.90

As can be seen in Table 10, the differences between the interpreters and between the columns (order of photo-interpretation) are small and statistically insignificant

($F = 1.25$ and 0.78 ; $F_{5\%} = 2.14$).

The differences between stand groups were largest. The respective F -value in this case was as high as 13.44 ($F_{0.1\%} = 4.07$).

From Table 10 the mean standard deviations have been calculated by film-scale combinations. The results are presented in Table 11.

Table 11. Mean Standard Deviations of Discrepancies between Photo-Interpreted and Field-Estimated Site Classes by Film-Scale Combinations as Calculated on the Basis of Table 10.

Taulukko 11. Kasvupaikan laadun ilmakuva- ja maastoarvioiden erotusten standardipoikkeamien keskiarvot filmi-mittakaavayhdistelmittäin taulukon 10 arvoista laskettuna.

Scale Mittakaava	Film - Filmi			
	Black-and-white Mustavalkoinen	Color Väri	Infra-red color Infrapun. väri	Mean Keskimäärin
1 :	0.76	1.00	0.84	0.86
1 : 10,000	1.09	0.74	1.03	0.95
1 : 20,000	0.98	0.92	0.75	0.89
Mean Keskimäärin	0.95	0.88	0.87	0.90

Differences between film-scale combinations proved statistically significant ($F = 2.50$, Table 10). However, these differences are not logical in respect to film and scale, which may be an indication of the existence of some extraneous factors affecting the interpretation of a particular film-scale combination.

CONCLUSIONS

A final comparison of the film-scale combinations has been carried out based on the joint results of all interpreted stand characteristics (Tables 12 and 13).

Table 12. Relative Values of Accordance between Photo-Interpretations and Respective Field-Estimations. The Average Degree of Accordance of Each Stand Characteristic Is Set Equal to 100.

Taulukko 12. Ilmakuva- ja maastoarvioiden välisten korrelaatioiden suhteelliset arvot. Metsikkötunnusten korrelaatioiden keskiarvoja on merkitty 100:lla.

Film-scale Filmi-mittakaava	Volume Kuutio- määrä	Tree species Puulaji- suhteet	Treatment class Kehitys- luokka	Site Kasvu- paikka	Rating Sijoitus
A. Film-Scale Combinations - Filmi-mittakaavayhdistelmät					
Black-and-white Mustavalkoinen 1: 4,000	104	115	98	116	1
- " - 1:10,000	100	93: :89.0	91	79	7
- " - 1:20,000	106	85:	81	91	9
Color - Väri 1: 4,000	95	106	96	89	4
- " - 1:10,000	99	98: :94.5	120	118	5
- " - 1:20,000	98	91:	107	98	8
Infra-red color 1: 4,000	104	110	101	107	2
- " - 1:10,000	94	108: :101.0	98	86	3
- " - 1:20,000	100	94:	110	117	6
Mean - Keskimäärin	100	100	100	100	-
F-values - F-arvot	1.14	<u>2.88</u>	1.20	<u>2.50</u>	F _{5%} = 2.14
B. Scales - Mittakaavat					
1: 4,000	101	111	98	104	1
1: 10,000	98	98	103	94	2
1: 20,000	101	89	99	101	3
Mean - Keskimäärin	100	100	100	100	-
F-values - F-arvot	1.27	<u>8.61</u>	0.19	0.90	F _{5%} = 3.19
C. Films - Filmit					
Black-and-white - Mustavalkoinen	104	98	90	94	3
Color - Väri	98	98	108	102	2
Infra-red color - Infrapun.väri	99	105	103	103	1
Mean - Keskimäärin	100	100	100	100	-
F-values - F-arvot	1.42	1.31	2.40	0.65	F _{5%} = 3.19

The significant F-values have been underlined.

Table 12 shows that the higher the correlation between photo-interpretations and field-estimations, the higher a relative value the respective stand characteristic has. Thus the values for volume per hectare and those for tree species are directly

proportional to the respective values in Tables 3-6. The values for treatment classes and site classes, on the other hand, are inversely proportional to the values in Tables 8-11.

According to Table 12 A, significant differences exist between film-scale combinations in the column for tree species distribution ($F = \underline{2.88}$; $F_{5\%} = 2.14$). Tables 12 B and 12 C show that these differences are mostly due to the scale of aerial photography ($F = 8.61$; $F_{5\%} = 3.19$). The films seem to have a minor effect on the degree of successful photo-interpretation ($F = 1.31$).

With regard to site neither scales nor films explained the differences between film-scale combinations (F-value of scales = 0.90 and F-value of films = 0.65). This indicates that the great differences between film-scale combinations ($F = \underline{2.50}$) are likely to have been caused by the interaction of film and scale. This assumption, however, seems hardly logical when the results presented in Table 12 are subjected to closer inspection. Hence, in this case, formal statistical significance should not be considered to be of practical importance. This is why the F-value $\underline{2.50}$ is underlined with a broken instead of a solid line.

Rating of the individual film-scale combinations was based on tree species distribution because this proved to be the only stand characteristic for which truly significant differences between film-scale combinations could be detected in this investigation.

According to Table 12 A, the best results apply to the film-scale combination black-and-white 1:4,000. This scale is obviously so large that the use of color or infra-red color film does not exert any substantially improving influence on the results. Conversely, with respect to the scales 1:10,000 and 1:20,000 there are distinct differences between films. This is evidenced by the additional mean values in column "Tree species" as calculated for these two scales alone. Infra-red color photography ranges first (mean = 101.0). Next in order are color and black-and-white photography. Also, distinct differences exist between the scales 1:10,000 and 1:20,000 in favor of the former in column "Tree species" for all films together.

In order to compare the differences caused by film and scale with those resulting from the other assessable relevant factors, Table 13 was compiled.

From Table 13 it can be seen that the film-scale combination is not the major factor in explaining the total variation: the major factor is stand group. Also the interpreters and the order of interpretation have resulted in some significant differences in the accordance of photo-interpretations and field-estimations.

Table 13. F-Values of the Sources of Variation by Estimated Stand Characteristics on the Basis of 9 x 9 Graeco-Latin Square.

Taulukko 13. Variaatiolähteiden F-arvot tulkituilla metsikkötunnuksilla 9 x 9 Kreikkalais-Latinalaisen neliön perusteilla.

Source of variation Variaatiolähde	Stand characteristic - Metsikkötunnus				
	Volume Kuutio	Tree species Puulaji	Treatm.class Keh.luokka	Site Kasvu- paikka	F 5%
Film-scale - Filmi-mittakaava	1.14	<u>2.88</u>	1.20	<u>2.50</u>	2.14
Interpreter - Tulkki	0.67	<u>3.35</u>	1.49	1.25	2.14
Stand group - Metsikköryhmä	<u>5.61</u>	1.73	<u>4.81</u>	<u>13.44</u>	2.14
Order of interpretation Tulkintajärjestys	<u>2.30</u>	<u>3.92</u>	0.62	0.78	2.14
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Film - Filmi	1.42	1.31	2.40	0.65	3.19
Scale - Mittakaava	1.27	<u>8.61</u>	0.19	0.90	3.19

It seems as if the differences in distribution of the values of stand characteristics between the stand groups have been mainly responsible for the high F-values for stand groups. This has had an unfortunate effect on the main objective of the study: the comparison of film-scale combinations. Another negative factor is that the interpreters had no special training, so that rather high F-values for "order of interpretation" were obtained. This lack of training must have caused variations which, in part, might explain the illogical differences between film-scale combinations in respect of site.

On the whole, the differences between the film-scale combinations are small. This result suggests that the cost of photography is the most decisive factor in selecting the film-scale combination. This argument is based on the assumptions of this study: the interpreters are foresters who have not had specific training in photo-interpretation, the alternatives of film-scale combinations are the same as those tested here, and the four stand characteristics of study constitute the stand properties to be estimated.

Under the assumptions of this study the most favorable scale of photography is 1:20,000 because it is definitely cheaper than the scales 1:10,000 and 1:4,000. If tree species distribution is not considered an important stand attribute for estimation, black-and-white film is recommended.

According to HELLER, DOVERSPIKE and ALDRED (1964) as well as COOPER and SMITH (1966), the ratio of the total costs of color or infra-red color photography and black-and-white photography ranges 1.25-1.50. This, again, suggests the use of infra-red color photography if tree species distribution is considered a very important stand characteristic.

REFERENCES - LÄHTEITÄ

- ALDRICH, R.C. 1966. Forestry Applications of 70 mm Color Photography. *Photogrammetric Engineering*, Vol. XXXII, N:o 5: 802-810.
- American Society of Photogrammetry. 1960. *Manual of Photographic Interpretation*, 1st ed. The George Banta Company, Inc., Menasha, Wisconsin.
- BECKING, R.W. 1959. Forestry Applications of Aerial Color Photography. *Photogrammetric Engineering*, Vol. XXV, N:o 4: 559-565.
- COCHRAN, W. and G. COX. 1962. *Experimental Design*. John Wiley and Sons, Inc., New York, London.
- COLWELL, R. and L. MARCUS. 1961. Determining the Specifications for Special Purpose Photography. *Photogrammetric Engineering*, Vol. XXVII, N:o 4: 618-626.
- COOPER, C., and F. SMITH. 1966. Color Aerial Photography. Toy or Tool? *Journal of Forestry*, Vol. 64, N:o 6: 373-378.
- HAACK, P.M. 1962. Evaluating Color, Infrared, and Panchromatic Aerial Photos for the Forest Survey of Interior Alaska. *Photogrammetric Engineering*, Vol. XXVIII, N:o 4: 592-598.
- HELLER, R.C., G. DOVERSPIKE, and R. ALDRICH. 1964. Identification of Tree Species on Large-Scale Panchromatic and Color Aerial Photographs. U.S. Department of Agriculture - Forest Survey - Agriculture Handbook N:o 261.
- HONKANEN, T. 1968. Estimation of Basal Area and Volume of a Stand from Aerial Photographs of Different Film-Scale Combinations. An experiment. (In Finnish). Helsinki. Typewritten.
- KEIL, C.E.M. 1966. A Comparison of Color, Infra-red, and Panchromatic Aerial Film Transparencies for Tree Height Measurement. State University College of Forestry at Syracuse University. New York. Mimeographed.
- LACKNER, H. 1966. A Comparison of 9 Film-Scale Combinations for Tree Species Interpretation. *Mitteilungen der forstlichen Bundes-Versuchsanstalt Mariabrunn*. 72. Heft. (In German).
- NYSSÖNEN, A., S. POSO, and C. KEIL. 1968. The Use of Aerial Photographs in the Estimation of Some Forest Characteristics. *Acta Forestalia Fennica* 82.4. Helsinki.

SELOSTE:

ERI FILMI-MITTAKAAVAYHDISTELMÄT ERÄIDEN METSIKKÖTUNNUSTEN ILMAKUVATULKINNASSA

Maanmittaushallitus suoritti kesällä 1966 Kangasalla koekuvauksia metsämaiden veroluokitustutkimuksia varten. Tästä kertynyt kuvamateriaali tarjottiin myös metsäntutkimuslaitoksen käytettäväksi.

Koekuvaukset käsittivät kaikkiaan 12 filmi-mittakaavayhdistelmää. Koejärjestelyjen takia tutkittavien yhdistelmien lukumäärä kuitenkin alennettiin yhdeksään yhdistämällä mustavalkoinen pankromaattinen ja infrapunainen kuvaus. Täten tutkittaviksi tulivat seuraavien filmien ja mittakaavojen yhdistelmät:

Filmit:

- mustavalkoinen pankromaattinen ja infrapunainen (kopiona puolikiiltävällä pinnalla)
- väri pankromaattinen (Ansochrome, diapositiivina)
- väri infrapunainen (vääräväri)(Kodak Ektachrome Aero Film, diapositiivina)

Mittakaavat:

- 1 : 4 000
- 1 : 10 000
- 1 : 20 000

Tämän tutkimuksen päätavoitteeksi asetettiin yhdeksän edellisen luettelon mukaisesti saadun filmi-mittakaavayhdistelmän vertaaminen keskenään neljän metsikkötunnuksen tulkittavuuden perusteella. Nämä neljä ilmakuvilta tulkittua ja maastossa arvioitua metsikkötunnusta olivat kuutiomäärä (m^3/ha), puulajisuhteet (osuuksina kuutiomäärästä), kehitysluokka ja kasvupaikan laatu.

Arviointiyksikkönä sekä ilmakuvilla että maastossa oli ns. kaistametsikkö, jota myöhemmin on nimitetty lyhentäen vain metsiköksi.

Metsiköt valittiin systemaattisella otannalla. Tämä tapahtui niin, että 1 : 4 000 infrapunaiselle värikuvajonolle piirrettiin neljä 2 km:n pituista linjaa noin 100 m:n etäisyyksin. Stereotarkastelua käyttäen piirrettiin sen jälkeen linjoja leikkaavat metsikkörajat. Peräkkäisten metsikkörajojen väliin jäävä linjan osa 10 metrin levyisenä kaistana tuli muodostamaan arviointiyksikön eli metsikön. Näitä kertyi yhteensä 58 kpl.

Ilmakuvien koetulkinnat suoritettiin 9 x 9 kokoa olevan kreikkalais-latinalaisen neliön mukaisen varianssianalyysimallin mukaisesti (COCHRAN and COX 1962 s. 146). Tähän perustuen metsiköt jaettiin yhdeksään metsikköryhmään. Pyrkimyksenä oli saada kaikki metsikköryhmät niin homogeenisiksi kuin mahdollista kaikkien tulkittavien metsikkötunnusten jakaantumien suhteen. Metsikköryhmitys jouduttiin tekemään alustavien ilmakuvatulkintojen perusteella, koska maastotuloksia ei oltu vielä laskettu tulkintakokeiden alkuun mennessä. Tästä menettelystä johtuu, etteivät metsikköryhmät tulleet niin homogeenisiksi kuin olisi ollut toivottavaa (taulukko 1).

Tulkintakokeita varten pidettiin keväällä 1967 ilmakuvakurssit, joihin osallistuneista kuusi kolmannen vuosikurssin metsäylioppilasta ja kolme metsänhoitajaa olivat mukana kokeissa. Jokainen yhdeksästä tulkitsijasta eli tulkista tulkitsi kaikki 58 metsikköä metsikköryhmittäin käyttäen kunkin ryhmän tulkinnassa eri filmi-mittakaavayhdistelmää (taulukko 2).

Ilmakuvatulkintojen ja vastaavien maastoarviointien korrelaatiota tutkittiin metsikkötunnusittain laskemalla metsiköittäisistä arvioista korrelaatiota osoittavat arvot metsikköryhmille. Kuutiomäärän kohdalla korrelaatio on esitetty ilmakuva- ja maastoarvioiden välisinä korrelaatiokertoimina (taulukot 3 ja 4). Kuutiomäärän tilastolliset tarkastelut on tehty korrelaatiokertoimien ns. z-muunnosten perusteella (STEEL and TORRIE 1962 s. 189).

Puulajin kohdalla ilmakuvatulkinnan luotettavuuden mittana käytettiin yhtä metsikköä koskevana oikein arvioitujen puulajiosuuksien summaa. Tämä tarkoittaa sitä, että summan jäseneksi otettiin puulajeittain se ilmakuvilta tai maastossa arvioitu osuus, joka oli pienempi. Täydellinen puulajitulkinnan onnistuminen antoi arvon 9 ja täydellinen epäonnistuminen arvon nolla.

Puulajitulkintojen metsiköittäisistä luotettavuusarvoista päästiin metsikköryhmittäisiin keskiarvoihin painottamalla metsiköittäiset arvot metsikön kokonaiskuutiomäärällä. Metsikköryhmittäiset tulokset on koottu taulukoihin 5 ja 6.

Kehitysluokkien arvioiminen suoritettiin ilmakuvilta ja maastossa hieman toisistaan poikkeavaa luokitusmenetelmää käyttäen. Menetelmien vastaavuuden määrittely suoritettiin harkinnanvaraisesti kaikkien mahdollisten kehitysluokkaparien eroina. Nämä erot on koottu taulukkoon 7. Taulukon arvo ± 1.0 vastaa suurin piirtein kahden peräkkäisen kehitysluokan eroa. Harkinnanvaraisuuden käyttö taulukon 7 laadinnassa johtuu pääasiassa siitä, että peräkkäisten kehitysluokkien erot eivät asiallisesti ole samansuuruiset.

Kehitysluokan ilmakuva- ja maastoarvioiden eroista laskettiin tulkeittain ja metsikköryhmittäin hajonnat. Näiden perusteella suoritettiin filmi-mittakaavayhdistelmien vertailut niihin liittyvine tilastollisine tarkasteluineen (taulukot 8 ja 9).

Kasvupaikan laadun ilmakuvatulkinnan ja maastoarvioinnin vastaavuus tutkittiin samalla tavalla kuin kehitysluokka-arvioiden vastaavuus edellä. Kasvupaikan laadun arviointia koskevat erojen hajonnat on esitetty taulukoissa 10 ja 11.

Lopullinen filmi-mittakaavayhdistelmien vertaaminen on tehty taulukkojen 12 ja 13 perusteella.

Taulukon 12 A mukaan puulajisuhteiden arvioinnissa on filmi-mittakaavayhdistelmien välillä ollut merkitsevimmät erot ($F = 2.88$; $F_{5\%} = 2.14$). (Merkitsevät erot on alleviivattu.) Taulukot 12 B ja 12 C osoittavat, että nämä erot johtuvat pääasiassa kuvien mittakaavaeroista ($F = 8.61$; $F_{5\%} = 3.19$) eikä filmien välisistä eroista ($F = 1.31$).

Kasvupaikan laadun kohdalla ei filmi eikä mittakaava selitä filmi-mittakaavayhdistelmien välillä olevia suuria eroja (F-arvot: filmi = 0.65, mittakaava = 0.90 ja filmi-

mittakaavayhdistelmät = 2.50). Tämä merkitsee sitä, että yhdistelmien väliset suuret erot ovat todennäköisesti aiheutuneet filmin ja mittakaavan yhteisvaikutuksesta. Koska tässä tapauksessa yhteisvaikutuksen esiintyminen ainakaan taulukon 12 A osoittamassa muodossa ei tunnu loogiselta, ei muodollisesti merkitsevyyttä osoittavalla F-arvolla (2.50) ole katsottu olevan käytännön merkitystä. Tämän takia F-arvo 2.50 on alleviivattu katkoviivalla.

Taulukon 12 filmi-mittakaavayhdistelmien paremmuusjärjestykset on määritetty pelkästään puulajisuhteiden tulkintatulosten perusteella. Tämä johtuu siitä, että vain puulajin kohdalla katsottiin filmi-mittakaavayhdistelmien välillä olleen merkitseviä eroja.

Parhaaksi yhdistelmäksi saatiin mustavalkoinen ilmakuva mittakaavassa 1 : 4 000. Tämä kaava on ilmeisesti niin suuri, että puiden morfologia on helposti nähtävissä, jonka vuoksi mustavalkoinen filmi tulkeille tutuimpana on antanut parhaat tulokset.

Mittakaavoissa 1 : 10 000 ja 1 : 20 000 filmien kesken on selviä eroja (osakeskiarvot taulukon 12 A sarakkeessa "puulajisuhteet"). Väärävärikuville on saatu paras arvo (keskiarvo 101.0). Seuraavina järjestyksessä ovat väri- ja mustavalkoinen kuvaus. Myös mittakaavojen 1 : 10 000 ja 1 : 20 000 välille on tullut melko selvä ero edellisen hyväksi.

Filmi-mittakaavayhdistelmistä aiheutuneiden erojen vertaamiseksi muista variaatiolähteistä (metsikköryhmistä, tulkeista ja arviointijärjestyksestä) aiheutuneisiin tulkinnan luotettavuuseroihin laadittiin taulukko 13. Sen mukaan filmi-mittakaavayhdistelmistä aiheutuneet metsikkötunnusten tulkinnan luotettavuuserot ovat keskimäärin olleet korkeintaan samansuuruisia kuin muiden varianssilähteiden; metsikköryhmien, tulkkien ja arviointijärjestyksen aiheuttamat erot.

Metsikköryhmien välinen heterogeenisuus näyttää aiheuttaneen metsikköryhmien korkeat F-arvot ja on vaikuttanut epäedullisesti tutkimuskohteena olleiden filmi-mittakaavayhdistelmien vertailutulosten luotettavuuteen. Toinen vertailujen kannalta epäedullinen tekijä on se, että tulkkeja ei oltu koulutettu riittävästi tulkintaan. Tämä ilmenee melko korkeana tulkintajärjestyksen aiheuttamana F-arvona. Tulkkien kokemattomuudesta myös saanee osaksi selityksensä filmi-mittakaavayhdistelmien välillä maapohjan laadun arvioinnissa olleet suuret epäloogiset erot.

Filmi-mittakaavayhdistelmän vaikutusta metsikkötunnusten arvioinnin tarkkuuteen on pidettävä vähäisenä. Tämän mukaisesti on ilmakuvienv hankinta- ja käyttökustannuksilla ratkaiseva merkitys sopivimmaksi katsottavaa filmi-mittakaavayhdistelmää valittaessa. Tämä arviointi edellyttää, että tulkkeina on metsäämattimiehiä, joilla ei ole erikoiskoulutusta ilmakuvatulkinnassa, ja että filmi-mittakaavayhdistelmien vaihtoehtoalue on sama kuin tässä tutkimuksessa.

Edellisen mukaisesti edullisin kuvausmittakaava on 1 : 20 000, koska se on selvästi halvempi kuin mittakaavat 1 : 10 000 ja 1 : 4 000. Mikäli puulajisuhteiden arvioimisella ei katsota olevan erikoisen tärkeää merkitystä, on mustavalkoinen filmi suositeltavin.

Mikäli puulajisuhteiden arviointia pidetään erityisen tärkeänä, tulee mustavalkoisten kuvien sijasta lähinnä kysymykseen vääräväridiapositiivien käyttö. Tällöin kuvien hankintakustannukset kuvauskustannukset mukaan luettuina ovat 1.25 - 1.50 kertaiset mustavalkoisen kuvauksen kustannuksiin verrattuina (COOPER and SMITH 1966).

Edellisen lisäksi on otettava huomioon, että vääräväridiapositiivien tulkinta vaatii tavallisesti valopöydän, että kuvien käsittely maastossa on hankalaa, ja että diapositiivien monistaminen tulee kalliiksi ja monistettujen kuvien laatu on huomattavasti alkuperäisien laatua heikompi.

- No 40 Jorma Sainio—Pentti Sorrola: Eri polttoaineet teollisuuden lämmön ja voiman sekä kiinteistöjen lämmön kehittämisessä vuonna 1965.
Different fuels in the generation of industrial heat and power and in the generation of heat by real estates in 1965.
- No 41 Pentti Rikkonen: Havupaperipuiden kuorimishäviö VK-16 koneella kuorittaessa.
The barking loss of coniferous pulpwood barked with VK-16 machines.
- No 42 Kullervo Kuusela ja Alli Salovaara: Etelä-Savon, Etelä-Karjalan, Itä-Savon, Pohjois-Karjalan, Pohjois-Savon ja Keski-Suomen metsävarat vuosina 1966—67.
Forest resources in the Forestry Board Districts of E-Sa, E-Ka, I-Sa, P-Ka, P-Sa and K-S in 1966—67.
- No 43 Ero Paavilainen: Vanhojen rämemäntyjen kasvun elpyminen lannoituksen vaikutuksesta.
On the response to fertilization of old pine trees growing on pine swamps.
- No 44 Lalli Laine: Kuplamörsky, (*Rhizina undulata* Fr.), uusi metsän tuhosieni maassamme.
Rhizina undulata Fr., a new forest disease in Finland.
- No 45 Pentti Koivisto: Etelä- ja Pohjois-Karjalan, Itä-, Etelä- ja Pohjois-Savon sekä Keski-Suomen koivuvarat.
Birch resources in Forestry Board Districts of Etelä- and Pohjois-Karjala, Itä-, Etelä- and Pohjois-Savo and Keski-Suomi.
- No 46 Terho Huttunen: Suomen puunkäyttö vuonna 1966, ennakkotietoja vuodelta 1967 ja ennuste vuodelle 1968.
Wood utilization in Finland in 1966, preliminary data for 1967 and forecast for 1968.
- No 47 Metsätilastoa 1950—67.
Forest Statistics of Finland 1950—67.
- No 48 Tarmo Peltomäki ja Heikki Veijalainen: Kiinteistöjen käyttämän lämpöenergian ominaiskulutus.
Specific consumption of thermal energy utilized by real estates.
- No 49 Seppo Ervasti ja Kullervo Kuusela: Suomen metsätase vuosina 1953—66.
Forest balance of Finland in 1953—66.
- No 50 Kalevi Asikainen: Tasausvara ja sahatavaran tasaus.
On the trimming allowance and trimming.
- No 51 Teuri J. Salminen: Havusahatukki kuutiointi kuoren päältä mitatun läpimitan perusteella.
On cubing coniferous saw logs on the basis of measurements taken on the bark.
- No 52 Olli Makkonen: Paperipuiden pituuden vaikutuksesta runkojen hyväksikäyttöön minimiläpimitan ollessa 5 cm.
On the influence of the length of pulpwood bolts on the degree of utilization of tree stems when the minimum diameter is 5 cm.
- No 53 Simo Poso, Christian Keil and Tapani Honkanen: Comparison of film-scale combinations in examining some stand characteristics from aerial photographs.
Eri filmi-mittakaavayhdistelmät eräiden metsikkötunnusten ilmakuvatulkinnassa.

Myynti — Available for sale at: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44. Helsinki 10, p. 645 121
Merkintä O D C tarkoittaa metsäkirjallisuuden kansainvälistä Oxford-luokitusjärjestelmää

