

FOLIA FORESTALIA 567

METSÄNTUTKIMUSLAITOS · INSTITUTUM FORESTALE FENNIAE · HELSINKI 1983

PAAVO TIIHONEN JA JAAKKO VIRTANEN

KOETULOKSIA ILMAKUVIEN KÄYTTÖ-
MAHDOLLISUUKSISTA ENERGIAPUUN
ARVIOINNISSA POHJANMAALLA JA
POHJOIS-SAVOSSA V. 1980—82

POSSIBILITIES OF USING AERIAL
PHOTOGRAPHS IN THE ESTIMATION OF
ENERGY WOOD RESOURCES IN
OSTROBOTHNIA AND NORTHERN SAVO
IN 1980—82



METSÄNTUTKIMUSLAITOS
THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Osoite: Unioninkatu 40 A
Address: SF-00170 Helsinki 17, Finland

Puhelin: (90) 661 401
Phone:

Ylijohtaja: <i>Director:</i>	Professori <i>Professor</i>	Olavi Huikari
Yleisinformaatio: <i>General information:</i>	Tiedotuspäällikkö <i>Information Chief</i>	Olli Kiiskinen
Julkaisujen jakelu: <i>Distribution of publications:</i>	Kirjastonhoitaja <i>Librarian</i>	Liisa Ikävalko-Ahvonen
Julkaisujen toimitus: <i>Editorial office:</i>	Toimittaja <i>Editor</i>	Seppo Oja

Metsäntutkimuslaitos on maa- ja metsätalousministeriön alainen vuonna 1917 perustettu valtion tutkimuslaitos. Sen päätehtävänä on Suomen metsätaloutta sekä metsävarojen ja metsien tarkoituksenmukaista käyttöä edistävä tutkimus. Metsäntutkimustyötä tehdään lähes 800 hengen voimin yhdeksällä tutkimusosastolla ja yhdeksällä tutkimus- ja koeasemalla. Tutkimus- ja koetoimintaa varten laitoksella on hallinnassaan valtion-metsiä yhteensä n. 150 000 hehtaaria, jotka on jaettu 17 kokeilualueeseen ja joihin sisältyy kaksi kansallis- ja viisi luonnonpuistoa. Kenttäkokeita on käynnissä maan kaikissa osissa.

The Finnish Forest Research Institute, established in 1917, is a state research institution subordinated to the Ministry of Agriculture and Forestry. Its main task is to carry out research work to support the development of forestry and the expedient use of forest resources and forests. The work is carried out by means of 800 persons in nine research departments and nine research stations. The institute administers state-owned forests of over 150 000 hectares for research purposes, including two national parks and five strict nature reserves. Field experiments are in progress in all parts of the country.

FOLIA FORESTALIA 567

Metsäntutkimuslaitos. Institutum Forestale Fenniae. Helsinki 1983

Paavo Tiihonen & Jaakko Virtanen

KOETULOKSIA ILMAKUVIEN KÄYTTÖMAHDOLLISUUKSISTA ENERGIAPUUN ARVIOINNISSA POHJANMAALLA JA POHJOIS-SAVOSSA V. 1980—82

Possibilities of using aerial photographs in the estimation of energy wood
resources in Ostrobothnia and northern Savo in 1980—82

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	3
2. TUTKIMUSAINEISTO JA SEN KÄSITTELY	4
21. Energiapuu	4
22. Ilmakuvat	4
23. Koealamittaukset	5
24. Linjoittaiset arvioinnit	6
25. Tulosten vertailu	6
3. KUVATULKINNAN PÄÄTULOKSET	7
31. Kuvioiden rajoittaminen	7
32. Kehitysluokka ja toimenpide	7
33. Keskiuutiomäärät	10
331. Energiapuun keskiuutiomäärä	10
332. Koko puuston keskiuutiomäärä	13
4. ILMAKUVATULKINNAN JA MAASTOARVIOINNIN YHDISTELMÄ	14
41. Yleisperusteet	14
42. Paikallistamiseen tähtäävä menetelmä	15
43. Keskimääräistuloksiin rajoittuva menetelmä	15
44. Työtulos ja kustannukset	16
KIRJALLISUUS — REFERENCES	17
SUMMARY	17

TIIHONEN, P. & VIRTANEN, J. 1983. Koetuloksia ilmakuvien käyttömahdollisuuksista energiapuun arvioinnissa Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa v. 1980—82. Summary: Possibilities of using aerial photographs in the estimation of energy wood resources in Ostrobothnia and northern Savo in 1980—82. *Folia For.* 567:1—18.

Julkaisussa esitetään toinen tutkimuslauseke ilmakuvien käyttömahdollisuuksista energiapuun arvioinnissa. Ensimmäinen osatutkimus tehtiin v. 1979—80 ja sitä käsittelevä tutkimuslauseke on esitetty Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja-sarjan niteessä 66.

Toinen, vuosina 1980—82 tehty tutkimus kohdistuu kahdelle taholle: kuvatulkintaan ja arvioimismenetelmän kehittämiseen. Edellinen osuus käsittää runsaasti kokeita, joita on tehty Maaningan, Pielaveden ja Tyrnävän kuntien alueilta mittakaavassa 1:5000 otettujen ilmakuvien perusteella. Kuvauksia tehtiin 12 kohteessa, joista erotettiin yhteensä 27 koeluetta. Niihin sisältyi metsätalousmaata yhteensä 16 695 ha. Energiapuun keskikuutiomäärää koskevia vertailuja varten mitattiin maastossa yhteensä 3 802 koeluetta.

Vuosien 1980—82 tulokset yhdistäen on niiden kuvioiden osuus, joilla kehitysluokka on tulkittu oikein, 82 % kaikista kuvioista. Metsänhoidollisen toimenpiteen osalta vastaava tulos on 73 %. Kuvatulkinnalla saatujen ja toisaalta koelamittauksiin tai maastoarviointiin perustuvien energiapuun keskikuutiomäärien vertailu osoittaa, että tulokset ovat yleensä samaa suuruusluokkaa. Koko puuston keskikuutiomäärän kuvatulkinnan tulosten vertailu vastaaviin maastoarvioinnin perusteella saatuihin tuloksiin osoittaa, että tulosten välillä saattaa olla suurehkojakin, 30—40 m³:n eroja, mutta varsin usein erot ovat sekä määrällisesti että suhteellisesti varsin pieniä.

Energiapuun arvioimismenetelmän laadinnassa päädyttiin kahteen vaihtoehtoiseen menetelmään: energiapuuesiintymien paikallistamiseen tähtäävä menetelmä ja toisaalta menetelmä, jossa rajoitetaan lähinnä keskimääräistulosten selvittämiseen. Molemmat vaihtoehdot perustuvat kuvatulkinnan ja maastoarvioinnin yhdistelmään. Edellinen menetelmä on pääosiltaan samanlainen kuin edellisessä tutkimuslausekessa kuvattu menetelmä. Jälkimmäisessä vaihtoehdossa toiminta keskittyy pääasiassa kuvatulkintaan. Etenkin tässä vaihtoehdossa työn suorittajien ammattitaidolla on yhä ratkaisevampi merkitys.

The second report on the use of aerial photos for estimating energy wood crops is introduced in this publication. The first investigation was carried out in 1979—80, the report of which was published in the series *Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja* Volume 66.

The second investigation (1980—82) has two trends: the photo interpretation and development of the estimation method. The former deals with a large number of experiments in the Maaninka, Pielavesi and Tyrnävä communes using aerial photos in scale 1:5000. Photographing involved 12 locations where a total of 27 experimental areas were distinguished, consisting of 16 695 ha of forestry land. A total of 3 802 sample plots were measured for comparing the mean volumes of energy wood.

By combining the results of 1980—82 the share of strata with correctly interpreted development class was 82 % of all the strata. The corresponding figure was 73 % for the silvicultural operations. The comparison of the mean volumes of energy wood as interpreted from the photos and measured on sample plots or in field surveys shows that the results are usually similar. The mean volumes of the entire standing crop as interpreted from the photos sometimes differ largely when compared to the results from field surveys, 30—40 m³, but usually both the quantitative and proportional differences are rather small.

Two alternative possibilities of estimating energy wood crops were suggested: a method for spotting the energy wood crops and a method mainly based on the specification of the mean results. Both the alternatives are based on the combination of the photo interpretation and field survey. The former method is principally similar to the method described in the previous report. The latter is mainly focused on the photo interpretation. This alternative, in particular, requires skilled forest specialists.

1. JOHDANTO

Tutkimukset ilmakuvien käyttömahdollisuuksista energiapuun arvioinnissa aloitettiin Kannuksessa keväällä 1979. Pyrittiin selvittämään, millaisilta ilmakuvilta ja millaisia tulkintalaitteita käyttäen energiapuun erottaminen ja arviointi ilmakuvilta on yleensä mahdollista. Todettiin, että matalalentokuvauksella saadut suurimittakaavaiset (1:5000 tai 1:2500) ilmakuvat näyttävät tarjoavan varsin lupaavan perustan. Kuvatulkinta oli kuitenkin nivellettävä kiinteästi maastossa suoritettaviin arviointeihin ja koelamittausten tuloksiin. Päädyttiin siis kuvatulkinnan ja maastoarvioinnin yhdistelmään.

Kuvatulkinnan yksityiskohtien selventämistä koskeneissa vertailevissa kokeissa saatiin runsaasti myönteisiä tuloksia. Suurimittakaavaisilta ilmakuvilta lehtipuu- ja pajukoalueiden rajoittaminen oli yleensä helppoa. Kehitysluokan selvittäminen huomattavalla tarkkuudella näytti mahdolliselta. Energiapuun keskikuutiomäärän tulkinnassa voitiin ilmeisesti päästä ainakin suuruusluokkaa osoittavaan tulokseen. Kaikki koeluonteiset kuvatulkinnat suorittanut metsätyönjohtaja Kyösti Vornanen (Keitele) päätyi ratkaisuun, että kuutiomäärän tarkastelu oli syytä kohdistaa koko puustoon ja erikseen energiapuun keskikuutiomäärään (m^3/ha).

Ilmeni myös rajoittavia tekijöitä. Tulkinta oli syytä keskittää vain metsämaahan ilman siihen liittyviä teihin, peltoihin yms. rajoittuvia reunavyöhykkeitä. Metsämaan ulkopuolella olevien energiapuuesiintymien arvioinnissa oli nojaututtava vain maastoarviointiin. Energiapuuhun sisältyvien pieniläpimitaisten kuitupuiden kuutiomääräosuuden arviointi ilmakuvilta oli usein hyvin epätarkkaa. Metsänhoidollisten hoitotoimenpiteiden ja hakkuuehdotusten arviointi oli selvästi epätarkempaa kuin kehitysluokan tulkinta.

Edellä viitatuksiin tuloksiin johtaneista v. 1979—80 suoritetuista kokeista ja niitä täydentäneistä tarkasteluista laadittiin tutkimuslause, joka on esitetty Metsäntutki-

muslaitoksen tiedonantoja-sarjan niteessä 66 (Tiihonen ja Virtanen 1982). Todettiin, että vertailevia kokeita oli syytä jatkaa myös Kannuksesta poikkeavissa olosuhteissa lähinnä maan keski- ja itäosissa. Yhteistoiminnassa Pohjois-Savon piirimetsälautakunnan kanssa jatkettiin kokeita v. 1980—81 Maaningalla ja Pielavedellä. Vuonna 1981 kuvattiin Tyrnävän kunnassa n. 15 000 ha laajuinen alue. Kuvatulkinta rajoittui kuitenkin vain puoleen viimeksi mainitusta alasta. Viimeinen v. 1981 koelue valittiin Limingalta. Täällä rajoituttiin vain maastossa suoritettuihin selvityksiin, mistä johtuen Liminkaa ei ole sisällytetty jäljempänä suoritettavaan tulosten esittelyyn.

Uudet vertailevat kokeet vahvistivat v. 1979—80 kokeissa tehtyjä arvioita ja päätelmiä. Toisaalta ilmeni epätarkkuutta ja tulkintaa vaikeuttavia piirteitä. Kokeiden jatkaminen Maaningan-Pielaveden alueella vielä v. 1982 katsottiin aiheelliseksi.

Vuosien 1980—82 kokeissa saatiin edellä viitattujen epävarmuutta aiheuttaneiden seikkojen lisäksi jälleen runsaasti myönteisiä tuloksia. Syksyllä 1982 päädyttiin seuraaviin ratkaisuihin. Kokonaiskuvan selventämiseksi laaditaan v. 1980—82 kokeista tutkimuslause. Se esitetään tässä julkaisussa. Koetulosten kuvauksen lisäksi pyritään selvittämään ilmakuvien käyttöön perustuvan energiapuun arvioimismenetelmän rakennetta ja käyttömahdollisuuksia. Edellä viitattut tulkintaa vaikeuttaneet piirteet lienevät pääosin aiheutuneet siitä, että uusilla koelueilla on ollut rakenteeltaan sellaisiakin metsiköitä, joihin tulkitsijat eivät olleet tutustuneet aikaisemmillä koelueilla. Tätä seikkaa on syytä tutkia vielä v. 1983 aikana ehkä kahdessa, maan eteläisimmän osan runsaspuustoisille alueille sijoitettavissa tutkimuskohteissa.

Tässä julkaisussa esitettävistä kuvatulkinnoina maastotöistä on Vornanen lisäksi huolehtinut metsätyönjohtaja Jouko Tikkanen (Metsäntutkimuslaitos, Maaninka).

2. TUTKIMUSAINEISTO JA SEN KÄSITTELY

21. Energiapuuhun

Energiapuuhun on tässä tutkimuksessa sisällytetty sellaiset puut ja pensaas, joista ei saada edes yhtä kaupalliset mitat täyttävää kuitupuupölkkyä. Edelleen rajoitettiin vain runkopuuhun.

Oksien osuus voidaan liittää tulokseen keskimääräislukujen mukaisesti. Tarkastelun ulkopuolelle on jätetty myös hakkualoille jäävät kuitu- ja tukkipuiden oksat ja latvukset.

22. Ilmakuvat

V. 1979—80 tutkimusten tulosten perusteella uusissa kokeissa päätettiin käyttää yksinomaan matalakuvauksella mittakaavassa 1:5000 saatuja musta-valkea-infrailmakuvia. Kuvauksia suoritettiin kesäkuussa 1980, kesä-syyskuussa 1981 ja toukokuussa 1982. Eri vuosina kuvattujen alueiden tai niistä erotettujen osa-alueiden sijainti ja metsätalousmaan pinta-ala sekä kuvatulkinnassa erotettujen kuvioiden lukumäärä nähdään taulukosta 1. Osa-alueita kutsutaan jäljempänä koealueiksi. Niitä erotettaessa rajoiksi valittiin järviä, jokia, maanteitä yms. helposti löydettäviä maastokohteita.

Kuvatulkinta tapahtui peilistereoskoopilla. Kullakin koealueella tulkitsijat suorittivat ensin jäljempänä kuvatut linjoittaiset arvioinnit ja koealamittaukset. Tulkitsija oli siis aina tutustunut ennen tulkintaa ko. alueeseen. Tuloksia tarkasteltiin osa-alueittain ja yhdistämällä niitä taulukon 1 mukaisiksi alueiksi.

Ilmakuvatulkinta tehtiin kahdella tavalla. Pääosalla kuvista erotettiin ensin metsikön kehitysluokan mukaisia kuvioita. Erotetut kehitysluokat nähdään seuraavasta asetelmasta.

Kehitysluokat:

Development classes:

0. Aukeat alat
Open areas
1. Taimisto
Seedling stand
2. Nuori kasvatusmetsikkö
Young thinning stand
3. Varttunut kasvatusmetsikkö
Advanced thinning stand
4. Uudistuskypsä metsikkö
Mature stand
5. Siemen- ja suojuvuuala
Seed-tree and shelterwood stand
6. Vajaatuottoinen metsikkö
Low-yielding stand

Kehitysluokat ilmaistaan jäljempänä luettelon mukaisilla järjestyslukuilla.

Kehitysluokan lisäksi kuvioita rajattaessa pyrittiin ottamaan huomioon koko puuston keskikuutiomäärässä ja hoitotoimenpiteessä, ehkä vallitsevassa puulajissa todettavat selvät erot. Viimeisenä tarkastelukohteena oli energiapuun keskikuutiomäärä (m³/ha). Edellä mainitut muut ilmakuvalta tehdyt tulkinnat selvensivät osaltaan kuvaa energiapuun esiintymisestä ja määrästä.

Taulukko 1. Vuosien 1980—82 kokeiden ilmakeva-aineisto.
Table 1. Aerial photos in the 1980—82 experiments.

Vuosi <i>Year</i>	Kuvausalue <i>Photographed area</i>	Metsätalous- maata, ha <i>Forestry land, ha</i>	Kuvioiden lukumäärä <i>Number of strata</i>
1980	Maaninka, Tuovilanlahti I	650	214
"	" Haatala I	550	249
"	" Haatala II	2 600	1 057
"	" Tuovilanlahti II	400	180
"	Pielavesi, Leppämäki	1 200	289
1981	" Jylänki	2 420	922
"	" Katajamäki	1 100	535
"	Tyrnävä, Forssinkylä	2 650	765
"	" Keskikylä	2 500	840
1982	Maaninka, Tuovilanlahti III	590	267
"	" Vianta	1 100	513
"	Pielavesi, Venetmäki	935	399
Yhteensä <i>Total</i>		16 695	6 230

19	X3	X3	X3	X3	X2	X3	18	28	X2
18	X3	X3	X3	X3	X2	X3	X2	X2	X2
19	X3	X3	X3	X3	13	X3	X2	X2	X2
19	29	12	12	X3	13	28	X2	X2	X2
12	29	12	12	X3	13	28	X2	X2	X2
12	67	12	12	X3	13	28	X2	X2	X2
12	67	12	12	29	39	28	X2	X2	67
67	19	39	29	13	39	28	29	X2	67
19	19	39	19	67	39	28	29	X2	67
19	19	29	19	67	14	13	29	X2	67
19	19	29	19	67	14	13	29	28	67
19	19	29	19	67	67	13	29	28	67
19	19	29	19	12	67	67	29	28	67
19	19	29	19	12	67	67	67	28	X2
19	19	19	29	12	67	12	67	28	X2
19	19	19	29	12	19	67	67	28	X2
19	19	19	19	12	19	67	67	28	46
19	19	19	19	12	19	19	67	28	46
19	29	19	19	X4	19	19	67	67	46
19	29	39	19	X4	19	19	19	67	46
19	29	12	19	X4	19	19	19	14	46
19	19	12	19	19	19	19	19	14	46
19	19	12	19	19	19	19	19	18	46
19	19	19	19	19	19	19	29	18	46
19	19	19	19	19	19	29	29	18	46
19	X3	19	19	19	39	29	29	67	46
X3	X3	19	19	19	39	29	29	67	46
X3	X3	19	X3	19	39	25	29	35	46
X3	X3	19	X3	19	39	25	29	35	46
X3	X3	X3	X3	19	39	25	29	35	46
X3	X3	X3	X3	19	35	35	39	35	46
X3	X3	X3	X3	19	35	35	39	28	46
X3	X3	X3	X3	29	35	35	39	28	28
X3	X3	X3	X3	29	35	35	25	13	28
X3	X3	X3	X3	29	35	35	25	13	28
X3	X3	X3	X3	29	35	35	25	13	28
X3	X3	X3	X3	29	35	35	25	13	19
X3	X3	X3	X3	29	12	12	25	13	19
X3	X3	X3	X3	29	29	12	25	13	19

Kuva 1. Esimerkki kartanomaisesta ATK-tulostuksesta.
Fig. 1. An example of ADP print-out in a form of a map.

Molemmat keskikuutiomäärät tulkittiin 10 m³ luokin. Eri puulajien osuuksia ei erotettu. Yhdenmukaisesti aikaisempien kokeiden kanssa energiapuuksi luettiin sellaiset poistettaviksi sopivat puut ja pensaat, joista ei saatu edes yhtä kaupalliset vaatimukset täyttävää kuitupuupölkkyä. Kuvatulkintaan ei siten sisällytetty edellä mainittuja, energiapuuhun kuuluvia kuitupuita eikä myöskään hakkuualoille jääviä oksia ja latvuksia. Mainitulla tavalla ilmakuville erotetut kuviot numeroitiin. Laadittiin luettelo, josta kuvioittain ilmeni tulkitut tunnuksat. Saatettiin myös tehdä merkintöjä tulkintaa vaikeuttaneista seikoista, mahdollisista vaihtoehdoista jne.

Osalla ilmakuvista tulkinta tapahtui siten, että ensin laadittiin linjoittaisen arvioinnin tulosten perusteella saaduista kartanomaisista atk-tulostuksista (mittakaava 1:5000, kuva 1) läpinäkyviä kalvoja. Kuvan 1 mukaisesti kalvoilta nähtävät eri koodinumeroiden rajakohdat osoittavat arvioimislinjoilta erotettujen perättäisten kuvioiden rajat. Kuvatulkinta tehtiin näiden rajojen mukaisesti. Koodinumeroista ilmeni ko. metsikkökuvion pääryhmä (metsämaa, kitumaa jne.), kehitysluokka ja toimenpide. Näihin tietoihin nojautuen jatkettiin kuvioiden rajoittamista myös linjojen välisellä alueella. Linjojen välistä jouduttiin lisäksi erottamaan sellaisia kuvioita, joita arvioimislinjat eivät olleet koskettaneet.

23. Koealamittaukset

Koealamittauksia tehtiin aluksi jäljempänä tarkasteltavien arvioimislinjojen tai joka toisen linjan puoliväliin sijoitettuja linjoja seuraten niin, että koealaverkosto

peitti koko tarkasteltavan alueen. Työmäärän vähentämistä ja tulosten vertailun keskittämistä silmällä pitäen siirryttiin myöhemmin vierekkäisiltä tai niiden puoliväliin asetetuilta linjoilta eroteltuihin n. 0,5 — 2,0 km pituisiin linjansosiin. Koealamittaukset tehtiin kuvioittain. Kultakin erotetulta kuviolta mitattiin linjaa seuraten yleensä 2 — 5 koealaa. Luokitteluperusteet olivat samat kuin linjoittaisessa arvioinnissa ja kuvatulkinnassa. Koealoilla todettu energiapuu mitattiin 1 a, muu puusto 3 a alalta. Usein rajoitettiin vain energiapuuhun. Koko puuston samoin kuin energiapuun osalta voitiin nojautua myös linjoittaisen arvioinnin yhteydessä silmävaraisen arvioinnin tarkistamista varten mitattujen koealojen tuloksiin. Yksinomaan energiapuun arviointia varten mitattiin seuraavat koealamäärät:

Vuosi Year	Kunta Commune	Koealojen lukumäärä Number of sample plots
1980	Maaninka	1 121
1981	"	1 200
	Pielavesi	724
	Tyrnävä	522
1982	Pielavesi	235
Yhteensä		3 802
Total		

Koealojen mittauksessa kiinnitettiin erityistä huomiota siihen, että koealalinjat ja niiltä erotetut perättäiset kuviot voitiin paikallistaa täsmällisesti ilmakuville. Tehtävää helpottivat koealamittausten yhteydessä tehdyt peitepiirroksat.

3. KUVATULKINNAN PÄÄTULOKSET

31. Kuvioiden rajoittaminen

Kuvatulkinta aloitettiin tavanomaiseen tapaan kuvioiden rajojen piirtämisellä. Pyrittiin käytännössä yleisesti sovellettuun kuviointiin, välttämällä aivan pienialaisten kuvioiden erottamista. Kuvioita ei myöskään erotettu vähäisten puuston määrässä ja rakenteessa havaittujen erojen vuoksi. Tulkinta ei kuitenkaan rajoittunut, kuten esim. käytännön metsätaloussuunnitelmien laadinnassa, vain kuvioiden rajoittamiseen. Pyrittiin tehokkaampaan ilmakuvien käyttöön sisällyttämällä tulkintaan myös jäljempänä tarkasteltavien metsikkötunnusten arviointi.

Kuvioiden rajoittamisen tarkkuutta tutkittiin aluksi ko. alueella kuljetuilta arvioimislinjoilta erotettujen kuvioiden rajojen perusteella. Edellistä yksityiskohtaisempi vertailu tapahtui maastossa, jossa tarkistettiin käytännöllisesti katsoen kaikki kuvat. Kuvioiden rajoittamisessa ilmeni epätarkkuutta kahdella taholla. Rajojen piirtäminen saattoi antaa aiheen tarkistuksiin. Toisaalta lähinnä maastossa tapahtuneessa tarkistuksessa päädyttiin uusien kuvioiden erottamiseen.

Rajojen piirtäminen eli sijoittaminen ilmakuville antoi aiheen vain vähäisiin tarkistuksiin. Suuri tarkkuus johtunee lähinnä käytetyistä selvistä, suurimittakaavaisista ilmakuvista ja toisaalta siitä, että molemmilla tulkitsijoilla oli jo runsaasti kokemusta tehtävän suorittamisessa. Molempien tulkitsijoiden mielestä rajojen piirtämisessä todetusta epätarkkuudesta ei aiheudu merkittävää haittaa käytännössä.

Maastossa erotetut lisäkuviot olivat poikkeuksetta hyvin pienialaisia, keskimäärin alle 0,5 ha suuruisia, harvoin 1,0 ha ylittäviä. Yhdistämällä vuosittaiset tulokset on ilmakuvilta tulkittujen kuvioiden määrä lisääntynyt tulkitsijalla A 8,3 %, tulkitsijalla B 4,8 %. Runsaat 10 % lisäyksestä aiheutuu ilmakuvausten jälkeen tapahtuneista hakkuista, yleensä avohakkuista. Tällaiset kuvat olivat tulkittu ilmakuvilta lähinnä uudistuskypsinä metsikköinä, kun taas maastotarkastuksessa kuvat ovat olleet taimistoja tai aukeita aloja.

Edellistä huomattavasti enemmän eroja on aiheuttanut Tyrnävän koalueen ilmakuvien heikko laatu. Hyvällä kuvausilmalla otetuilla, selkeillä ilmakuvilla lisäys oli aivan vähäinen heikkolaatuisille kuville tulleeeseen lisäyksen verrattuna.

Lisäkuvioita koskeneen tarkastelun yhdistelmänä todettiin, että hyviä ilmakuvia käytettäessä lisäys on 3 — 4 %.

Maastotarkastuksessa vuosittain rajoitettujen uusien kuvioiden eli lisäkuvioiden määrät nähdään seuraavasta asetelmasta.

Tulkitsija <i>Interpreter</i>	Vuosi <i>Year</i>	Ilmakuvilta tulkittu <i>Interpreted from aerial photos</i>	Maastossa lisää <i>Additions in field</i>
Kuvioita — <i>Strata</i>			
A	1980	1 237	91
	1981	1 446	141
	1982	513	27
	Yhteensä <i>Total</i>	3 196	259
B	1980	853	40
	1981	1 660	93
	1982	666	20
	Yhteensä <i>Total</i>	3 179	153

32. Kehitysluokka ja toimenpide

Metsikön kehitysluokan ja metsikössä tarpeellisen toimenpiteen, viljelyn, perkauksen, hakkuun yms. arvioinnit liittyvät sekä kuvatulkinnessa että maastoarvioinnissa niin kiinteästi toisiinsa, että molempia tarkastellaan samassa kappaleessa. Todettakoon, että kuvatulkinnessa saatu kehitysluokka ja toimenpide tarkistettiin maastossa kaikilta ilmakuvilta piirretyiltä kuviolta.

Metsikön kehitysluokan merkitys kuvatulkinnessa keskeisenä luokitusperusteena vahvistui v. 1980—82 kokeissa. Kehitysluokkien käyttöä puolsi myös se seikka, että tätä luokitusta käytetään yleisesti myös maastoarvioinneissa. Näin on tehty myös tässä julkaisussa tarkasteltavissa kokeissa.

Taulukko 2. Kehitysluokan ja lähiajan toimenpiteen kuvatulkinnan tulokset niiltä koealueilta, joilla ei ole käytetty kalvoja.

Table 2. Results from photo interpretation of development class and future silvicultural operations in the experimental areas where no transparencies were used.

Tulkitsija	Vuosi	n:o	Koealueen pinta-ala, ha	Kuvioiden lukumäärä	Kehitysluokka	Toimenpide	
Interpreter	Year	No.	Sample plot area, ha	Number of strata	Dev. class	Operation	
						Tulkittu oikein % kaikista kuviosta Correctly interpreted % of all the strata	
A	1980	1	100	45	89	84	
		2	80	37	81	76	
		4	1 600	681	87	79	
		6	600	202	77	73	
	1981	8	100	49	82	78	
		9	150	81	84	73	
		10	2 400	791	84	67	
	1982	11	700	377	79	74	
		12	200	103	87	82	
		13	900	410	85	77	
	B	1980	14	900	289	85	76
			16	650	214	82	74
			17	550	249	67	62
19			150	55	85	78	
1981		20	200	76	86	78	
		21	2 500	710	83	68	
		22	1 000	343	87	74	
		23	900	373	80	73	
1982		24	800	331	86	76	
		25	450	194	84	73	
		26	135	68	87	79	
		27	140	73	82	75	

Toimenpiteen arviointia ilmakuvilta tämän tutkimuksen yhteydessä puolsi lähinnä se seikka, että energiapuuta kertyy paitsi kasvavista puista ja pensaista myös hakkuualoille jäävistä oksista ja latvuksista. Toimenpiteiden arviointi selventää siten osaltaan kuvaa hakkuualoilta saatavasta energiapuusta ja sen mahdollisista keruukohteista. Hakkuualoilta kertyvän energiapuun kokonaiskuutiomäärän arvioinnissa on kuitenkin syytä nojautua lähinnä paikalliselta metsänhoitoyhdistykseltä saataviin tietoihin (Tiihonen 1982).

Taulukossa 2 esitetään ensin tulokset niiltä koealueilta, joilla kuvatulkinnessa ei ole käytetty edellä mainittuja kalvoja. Toistettakoon, että ilmakuvatulkintaa on suorittanut kaksi henkilöä. Heidät on ilmaistu kirjaimilla A ja B.

Taulukossa 2 järjestysluvuilla ilmaistujen koealueiden sijainti nähdään seuraavasta luettelosta. Siinä on mainittu myös ne koealueet, joilla on käytetty kalvoja (koealueet 3, 5, 7, 15 ja 18).

Koealueen n:o ja sijainti	Koealueen n:o ja sijainti
No. and location of experimental area	No. and location of experimental area
1 Maaninka, Kiukoonniemi II	15 Pielavesi, Leppämäki II
2 " " I	16 Maaninka, Tuovilanlahti
3 " " III	17 " Särkimäki
4 " Pohjois-Haatala I	18 Pielavesi, Löytymäki III
5 " " II	19 Tyrnävä, Forssinkylä II
6 Maaninka, Pulkonranta	20 Pielavesi, Löytymäki II
7 Pielavesi, Jylänki III	21 Tyrnävä, Forssinkylä I
8 Tyrnävä, Keskikylä II	22 Pielavesi, Löytymäki I
9 Pielavesi, Jylänki II	23 " Katajamäki
10 Tyrnävä, Keskikylä I	24 " Venetmäki I
11 Pielavesi, Jylänki I	25 Maaninka, Patamäki I
12 Maaninka, Vianta II	26 Pielavesi, Venetmäki II
13 " " I	27 Maaninka, Patamäki II
14 Pielavesi, Leppämäki I	

Kehitysluokan tulkinnassa oikein tulkittujen kuvioiden osuus kaikista kuviosta on taulukon 2 tulosten mukaan yleensä 80 — 89 %. Poikkeuksena ovat koealueet 6, 11 ja 17, joista koealueilla 6 ja 17 kuvatulkinna on tehty musta-valkea-ilmakuvilta. Näiden musta-valkea-infra-ilmakuvia heikompien kuvien vaikutus ilmenee vielä selvemmin lähiajan

toimenpiteen kuvatulkinassa. Keskimääräistä heikompiin tuloksiin on päädytty myös Tyrnävän heikohkoilta ilmakuvilta (koealueet 8, 10, 15 ja 21) suoritettussa kuvatulkinassa.

Todettakoon, että kuvatulkinan ja maastotarkastuksen välisenä aikana tapahtuneet hakkuut, lähinnä avohakkuut, muuttivat vähäisessä määrin ilmakuvauksen ajankohtana vällinneita kehitysluokkasuhteita ja toimenpide-ehdotuksia. Kaikista tällaisista kuvioista aiheutuisi n. 0,5 % lisäys oikein tulkittujen kuvioiden osuuteen.

Seuraavasta asetelmasta nähdään kehitysluokan ja toimenpiteen kuvatulkinassa saadut tulokset niiltä edellä mainituilta viideltä koealueelta, joilla on käytetty kalvoja. Toistettakoon, että kalvoilta nähtiin arvioimislinjojen leikkaamisen kuvioiden alku- ja päätekohta, kehitysluokka ja lähiajan toimenpide.

Tulkitsija	Koealueen n:o	Koealueen pinta-ala, ha	Kuvioiden lukumäärä	Kehitysluokka Development class	Toimenpide Operation
Interpreter	No. and area, ha of experimental area		Number of strata	Tulkittu oikein % kaikista kuvioista Correctly interpreted % of all strata	
A	3	220	98	93	89
	5	400	174	91	84
	7	250	121	90	87
B	15	300	101	95	83
	18	320	130	93	90

Taulukon 2 tuloksiin verrattuna kalvojen käyttö on lisännyt oikein tulkittujen kuvioiden osuutta. Aikaisemmin suoritettujen vastaavanlaisten kuvatulkinakokeiden tuloksiin verrattuna nyt sen sijaan päädyttiin heikompiin tuloksiin. Ilmeni, että kalvot oli valmistettu sellaisilta alueilta, joiden ilmakuvien mittakaavassa havaittiin eniten epätarkkuutta. Tämä seikka heikensi merkittävästi etenkin toimenpiteen kuvatulkinan tuloksia.

Eri vuosina tulkittujen kuvausalueiden keskimääräistulokset ovat seuraavat:

Vuosi Year	Tulkitsija Interpreter	Kuvioiden lukumäärä Number of strata	Kehitysluokka Development class	Toimenpide Operation
Tulkittu oikein Correctly interpreted %				
1980	A	1 237	82	76
	B	853	80	72
1981	A	1 419	80	68
	B	1 687	84	73
1982	A	513	86	77
	B	666	85	75

Toistettakoon, että Tyrnävän koealueiden ilmakuvien heikko laatu ja osittain musta-valkea-ilmakuvien käyttö heikentävät v. 1981 tuloksia. Perättäisten vuosien tulosten vertailu viittaa siihen, että kokemusten lisääntyessä myös tulkintataito on parantunut.

Vuosien 1980—82 kaikkien kuvausalueiden ja molempien tulkitsijain tulokset yhdistäen on niiden kuvioiden osuus, joilla kehitysluokka on tulkittu oikein, 82 % kaikista kuvioista. Toimenpiteen osalta vastaava tulos on 73 %.

Kehitysluokan kuvatulkinassa syntyneiden virheiden laatua kuvaavat taulukon 3 tulokset. On rajoitettu Maaningan ja Pielaveden koealueiden musta-valkea-infra-ilmakuvien ilman kalvojen käyttöä kertyneiden virheiden esittelyyn. On myös yhdistetty molempien tulkitsijain tulokset. Kehitysluokat on ilmaistu kuvassa 2 esitetystä kuvionselityslomakkeesta käytetyillä järjestysluvuilla.

Taulukon 3 tulosten mukaan aukeiden alojen (khl 0) kohdalla syntyneet virheet ovat aiheutuneet siitä, että ko. kuviot on tulkittu taimistoiksi (khl 1). Osa taimistokuvioista on vuorostaan tulkittu aukeiksi aloiksi, muissa virheellisissä ratkaisuissa on päädytty pääosiltaan nuoriin kasvatusmetsikköihin tai vajaatuottoisten metsiköiden luokkaan. Myös muissa kehitysluokissa virheet koostuvat useasta kehitysluokasta. Todettakoon, että molemmat tulkitsijat ovat tehneet samantapaisia virheellisiä tulkintoja. Vastaava piirre ilmenee myös toimenpiteen kuvatulkinassa syntyneissä virheissä, jotka nähdään taulukossa 4. Toimenpiteen kuvatulkinassa syntyneiden virheiden esittelyssä rajoitetaan taulukon 4 mukaisesti samaan aineistoon kuin edellä kehitysluokan kuvatulkinan virheiden tarkastelussa. Toimenpiteen kohdalla 70 % kuvatulkinan virheistä koostuu kahdelta taholta: luokkien 1 — 8 edustamien toimenpiteiden asemesta on maastotarkastuksessa päädytty luokkaan 9 eli lepoon ja toisaalta levon asemesta tarvitaan viljelyä, taimiston perkausta, kasvatushakkuuta jne. eli viljelyn ohella erilaisia puustoon kohdistuvia toimenpiteitä. Osa virheellisistä toimenpiteistä on aiheutunut siitä, että kehitysluokka on määritetty väärin. Niinpä esim., jos taimisto on tulkittu aukeaksi alaksi, toimenpiteenä on ehdotettu viljelyä. Jos vajaatuottoiseksi tulkittu metsikkö onkin kehittämiskelpoinen, saatetaan taulukon 4 tulosten mukaan (toimenpide 7) päätyä moniin erilaisiin toimenpiteisiin.

Taulukko 3. Kehitysluokan (Khl) kuvatulkinnassa syntyneiden virheiden laatu. — Maaningan ja Pielaveden musta-valkea-infra-ilmakuvat.
Table 3. Nature of misinterpretation of development class (Khl). Black and white infra aerophotos at Maaninka and Pielavesi.

Khl ¹⁾ kuvatulk. mukaan according to photo interpret.	Khl ¹⁾ maastotarkastuksen mukaan according to field check						Yhteensä Total
	0	1	2	3	4	5	
	Virheiden lukumäärä — Number of mistakes						
0		15					15
1	23		32			5	27
2		33		49			30
3			41		70	2	24
4			1	57		2	16
5		1			1		1
6		32	62	12	11	2	119
Yhteensä	23	81	136	118	82	11	98
Total							549

1) Khl:t, ks. s. 4
Dev. classes, see p. 4

Taulukko 4. Toimenpiteen kuvatulkinnassa syntyneiden virheiden laatu. — Maaningan ja Pielaveden koalueiden musta-valkea-infra-ilmakuvat.
Table 4. Nature of misinterpretation of silvicultural operations. Black and white infra aerophotos at Maaninka and Pielavesi.

Toimenpide kuvatulk. mukaan Operation acc. to photo interpret.	Toimenpide maastotarkastuksen mukaan — Operation according to field check								Yhteensä Total
	1	2	3	4	5	6	7	9	
	Virheiden lukumäärä — Number of mistakes								
1	10							2	12
2	9		43	3			5	27	87
3	2	44		7			10	67	130
4	1	1	8				8	18	36
5			1	1		11	9	111	133
6				2	5		16	56	79
7		2	8	19	4	11		65	109
9	7	17	19	9	74	49	46	221	221
Yhteensä	29	64	79	41	83	71	94	346	807
Total									

Kehitysluokan ja toimenpiteen tulkinnassa Vornanen ja Tikkanen pitävät vaikeimpina seuraavanlaisia kohteita:

- nuoren taimikon ja aukean erottaminen toisistaan, koska taimet näkyvät vasta, kun pituus ylittää puoli metriä
- nuoret luontaisesti syntyneet kasvatusmetsiköt, jotka ovat varttuneeksi kasvatusmetsiköksi luettavan kuvion keskellä
- sellaiset lehtipuuvaltaiset metsiköt, joissa maastosakin on vaikea ratkaista, onko metsikkö kehittämiskelpoinen vai vajaatuottoinen
- karuhkojen kasvupaikkojen kuusikot.

Yhdistelmänä voidaan todeta, että yhdenmukaisesti kuvioden rajoittamisen kanssa kehitysluokan ja toimenpiteen samoin

kuin jäljempänä tarkasteltavien keskikuutiomäärien kuvatulkinta oli selviltä ilmakuvilta olennaisesti helpompaa ja tarkempaa kuin heikkolaatuisilta kuvilta.

33. Keskikuutiomäärät

331. Energiapuun keskikuutiomäärä

Kuvatulkinnalla saatuja energiapuun keskikuutiomääriä voitiin verrata maastossa suoritettujen koalamittausten ja toisaalta linja-arvioinnin tuloksiin. Taulukossa 5 esitetään ensin esimerkkejä kuvatulkinnan ja koalamittausten tuloksiin perustuvasta vertailusta.

Taulukko 5. Esimerkkejä kuvatulkinnalla ja koelamittausten perusteella saaduista energiapuun keskikuumiötiomääristä.

Table 5. Examples of the mean volumes of energy wood obtained by photo interpretation and sample plot measurements.

Tulkitsija Interpreter	Koelue Exp. area	Kehitysluokka Development class	Pinta-ala, ha Area, ha	Kuvatulkinta Photo interpret.	Koelamittaus Sample plot measurement
m ³ /ha					
A	Pielavesi, Jylänki II	1	25	11,0	6,8
		2 + 3	144	4,6	5,2
		4	15	3,0	3,1
	Maaninka, Vianta II	6	57	8,6	5,3
		1	36	5,3	4,5
		2 + 3	200	5,8	5,4
	Tyrnävä, Keskikylä	4	82	3,0	3,7
		6	25	9,1	10,1
		1	37	13,3	13,6
		2 + 3	66	10,6	13,1
		4	6	3,0	3,0
		6	37	13,1	16,4
B	Maaninka, Patamäki	1	34	8,2	3,4
		2 + 3	124	6,8	6,4
		4	26	2,9	5,8
	Tyrnävä, Forssinkylä II	6	19	10,8	11,0
		1	43	15,6	10,4
		2 + 3	67	12,3	12,4
	Pielavesi, Löytymäki II	4	8	3,9	3,0
		6	39	11,2	13,5
		1	51	9,1	8,9
	Löytymäki I	2 + 3	103	7,3	6,7
		4	11	4,9	4,6
		6	23	16,3	11,2

Taulukon 5 esimerkkien tulossarjoista ilmenee seuraavat kaksi keskimääräispiirrettä. Jos tarkasteltavan luokan pinta-ala tai kuvioiden lukumäärä on pieni, saattaa kuvatulkinnalla saadun ja koelamittauksiin tai maastoarviointiin perustuvan energiapuun keskikuumiötiomäärän välillä ilmetä suuriakin eroja. Tämä ilmenee esim. taulukossa 5 ensimmäisenä esitetyn 1. kehitysluokan tuloksista. Pinta-alan tai kuvioiden lukumäärän suuressa erot yleisesti pienenevät. Keskimääräispiirteinä voidaan päätellä, että tulokset ovat samaa suuruutta, esim. 4,6 ja 5,2, 6,8 ja 6,4 tai 7,3 ja 6,7 (m³/ha).

Kuvatulkinnalla ja maastoarvioinnissa saatujen tulosten välillä voitiin tehdä edelliseen tarkasteluun verrattuna huomattavasti enemmän vertailuja. Taulukossa 6 esitetään esimerkkeinä kuuden koelueen tulokset. On rajoitettu, kuten taulukossa 5, yleisemmin esiintyneiden kehitysluokkien tuloksiin. Au-

Taulukko 6. Esimerkkejä kuvatulkinnalla ja maastoarvioinnin perusteella saaduista energiapuun keskikuumiötiomääristä.

Table 6. Examples of the mean volumes of energy wood obtained by photo interpretation and field survey.

Tulkitsija Interpreter	Koelue Exp. area	Kehitysluokka Development class	Pinta-ala, ha Area, ha	Kuvatulkinta Photo interpret.	Maastoarviointi Field survey
m ³ /ha					
A	Maaninka, Pulkonranta	1	110	4,4	5,2
		2 + 3	222	7,1	6,0
		4	58	3,1	3,0
	Maaninka, Pohjois-Haatala I	6	30	9,4	12,2
		1	350	6,0	5,3
		2 + 3	752	7,1	6,9
	Maaninka, Vianta I	4	201	3,0	3,1
		6	137	9,1	9,8
		1	169	5,2	5,7
	Löytymäki I	2 + 3	462	5,6	6,1
		4	84	3,0	3,0
		6	54	7,5	9,7
B	Maaninka, Särkimäki	1	139	6,1	8,1
		2 + 3	217	6,3	6,8
		4	60	3,7	3,4
	Maaninka, Tuovilanlahti	6	39	10,0	8,9
		1	126	7,8	7,0
		2 + 3	142	6,7	5,7
	Pielavesi, Löytymäki I	4	105	3,1	3,9
		6	66	11,7	12,1
		1	254	7,3	5,6
	Löytymäki I	2 + 3	315	7,6	6,8
		4	30	5,3	6,6
		6	80	14,0	14,9

keiden alojen (khl 0) sekä siemen- ja suojustuulojen (khl 5) tuloksia esitellään suppeasti jäljempänä. Taulukon 6 tuloksista voitaneen sanoa, että pääosa kuvatulkinnalla ja toisaalta maastoarvioinnin perusteella saaduista tuloksista on samaa suuruutta. Yli kuutiometrin suuruisia eroja havaitaan lähinnä sellaisissa luokissa, joissa pinta-ala on pieni.

Aukeita aloja (khl 0) sekä siemen- ja suojustuuloja (khl 5) oli tutkituilla koelueilla verraten vähän, joten näistä kehitysluokista esitetään seuraavassa asetelmassa vain kaikki koelueet yhdistäen saadut tulokset.

Tulkitsija Interpreter	Kehitysluokka Development class	Pinta-ala, ha Area, ha	Kuvatulkinta Photo interpret.	Maastoarviointi Field survey
m ³ /ha				
A	0	155	3,0	3,2
	5	13	3,0	3,0
B	0	292	3,0	3,1
	5	38	3,0	3,0

Taulukko 7. Kuvatulkinnalla ja maastoarvioinnin perusteella vuosittain ja kehitysluokittain saadut energiapuun keskikuutiomäärät.

Table 7. Annual mean volumes of energy wood obtained by photo interpretation and field survey in different development classes.

Vuosi Year	Kehitysluokka ¹⁾ Development class ¹⁾	Pinta-ala, ha Area, ha	Kuvatulkinta Photo interpret.	m ³ /ha	
					Maastoarviointi Field survey
1980	1	1 195	6,7	6,5	
	2 + 3	1 973	6,5	6,4	
	4	816	3,1	3,1	
	6	537	10,1	11,0	
1981	1	1 939	8,6	9,0	
	2 + 3	1 908	8,6	8,8	
	4	193	3,4	3,8	
	6	673	11,5	13,2	
1982	1	1 912	7,3	6,4	
	2 + 3	2 517	6,3	6,9	
	4	495	3,3	3,4	
	6	438	11,3	11,3	

1) Kehitysluokat, ks. s. 4
Development classes, see p. 4

Yhdistämällä vuosittain tutkitut koalueet on taulukossa 6 esitetyille kehitysluokille saatu taulukosta 7 nähtävät keskimääräistulokset. Havaitaan, että lukuunottamatta 6. kehitysluokan tulosta v. 1981 kuvatulkinnalla ja maastoarvioinnin perusteella saatujen energiapuun keskikuutiomäärien ero on alle kuutiometrin, yleisesti vain 0,1 — 0,5 m³/ha. Seuraavassa asetelmassa esitetään vielä kehitysluokittaiset keskimääräistulokset.

Kehitysluokka Development class	Pinta-ala, ha Area, ha	Kuvatulkinta Photo interpr. m ³ /ha	Maastoarviointi Field survey m ³ /ha
1. Taimisto Seedling stand	5 046	7,6	7,4
2. — 3. Kasvatus- metsiköt Thinning stands	6 398	7,0	7,3
4. Uudistuskypsä metsikkö Mature stand	1 504	3,2	3,3
6. Vajaatuottoinen metsikkö Low-yielding stand	1 648	11,0	12,0

Suurin ero, 1 m³/ha, on nykyin 6. kehitysluokassa. Jos lopuksi yhdistetään vielä asetelmassa mainittujen kehitysluokkien tulokset, kuvatulkinnalla saatu energiapuun kokonaiskuutiomäärä on runsaat 2 537 m³ eli 2,3 % pienempi kuin vastaava maastoarvioinnin perusteella saatu tulos.

Energiapuun keskikuutiomääriä on tarkasteltu myös siten, että kuvioittain saadut

tulokset on ryhmitetty taulukosta 8 nähtäviin keskikuutiomääräluokkiin. On rajoitettu sellaisiin esimerkkeihin, joissa kuvatulkinnalla saatuja keskikuutiomääriä on voitu verrata koalamittauksiin perustuviin vastaaviin tuloksiin.

Taulukon 8 esimerkit ja muut vastaavat tulossarjat osoittavat, että kuvatulkinnalla saadut energiapuun keskikuutiomäärät ryhmittyvät käytettyihin luokkiin yleisesti samalla tavalla kuin maastosta saadut tulokset. Suurimmat erot ilmenevät pienimmässä ja toisaalta suurissa keskikuutiomääräluokissa.

Eri tavoin saatuja energiapuun keskikuutiomääriä on tarkasteltu myös graafisesti. Vielä mainittakoon hajontaluvut, joita on laskettu sellaisilta koalueilta, joilla on mitattu koaloja. Laskelmissa on kehitysluokkia yhdistetty ryhmiksi. Seuraavasta asetelmasta nähdään esimerkkejä taimistoista ja nuorista kasvatusmetsistä kootun aineiston perusteella saaduista hajontaluvuista.

Koalue Experimental area	Kuvatulkinta Photo interpret.	Koalamittaus Sample plot measurement Hajonta-Standard deviation ± m ³
Maaninka, Vianta I ja II	3,89	3,95
Pielavesi, Jylänki I	6,85	4,85
” ” II	5,13	5,79
” Venetmäki I ja II	4,07	4,29
Tyrnävä, Keskkylä I ja II	6,33	6,86

Taulukko 8. Esimerkkejä kuvatulkinalla ja koealamittausten perusteella saatujen energiapuun keskikuutiomäärien jakaantumisesta m³/ha-luokkiin.

Table 8. Examples of the mean volumes of energy wood obtained by photo interpretation as distributed to classes m³/ha.

Koealue ja vuosi <i>Exp. area and year</i>	Kehitysluokka <i>Development class</i>	m ³ /ha-luokka <i>m³/ha class</i>	Kuvatulkinta <i>Photo interpret.</i>	Koealamittaus <i>Sample plot measurement</i>
Luokan osuus, % <i>Percentage of class</i>				
Tyrnävä 1981	1	≤ 5	15	27
		10	35	31
		20	38	38
		30	12	4
	2 + 3	≤ 5	36	30
		10	37	48
		20	27	20
	30		2	
Maaninka, Vianta 1982	1	≤ 5	43	78
		10	50	14
		20	7	4
		30		4
	2 + 3	≤ 5	51	49
		10	46	48
		20	3	2
	30		1	

Hajontaa ilmaisevat tulokset antavat aiheen samanlaisiin päätelmiin kuin edellä m³/ha-luokkien osuukien tarkastelun yhteydessä. Kuvatulkinnassa on siis usein päädytty likimain samanlaiseen keskikuutiomäärien jakaantumaan kuin koealamittauksissa. Tulosparien välillä ilmenee silti myös suu-rehkojakin eroja. Kuvatulkinnassa tapahtuneiden virheiden lisäksi käytetty luokitus lie-nee jossain määrin suurentanut tulosparien välisiä eroja.

332. Koko puuston keskikuutiomäärä

Koko puuston keskikuutiomäärän osalta saatujen tulosten esittelyssä rajoitutaan muihin edellä tarkasteltuihin metsikkötunnuksiin verrattuna suppeampaan kuvaukseen. Taulukossa 9 esitetään ensin esimerkkeinä kuu-den koealueen tulokset. Havaitaan, että kuvatulkinalla ja toisaalta maastoarvioinnin perusteella saatujen tulosten erot ovat yleisesti sekä määrällisesti että etenkin suhteellisesti varsin pieniä. Toisaalta esiintyy myös suurehkoja, 30 — 40 m³:n, jopa yksittäisiä vieläkin suurempia eroja. Tarkastelemalla samanaikaisesti kaikkia tulossarjoja näyttää

ilmeiseltä, että koko puuston keskikuutiomäärän kuvatulkinassa saadaan energia-puun keskikuutiomäärän ja toimenpide-ehdotusten kannalta riittävän luotettavia tuloksia. Tätä päätelmää vahvistavat myös seuraavasta asetelmasta nähtävät kehitysluokittaiset keskimääräistulokset.

Kehitysluokka <i>Development class</i>	Kuvatulkinta <i>Photo interpret</i>	Maastoarviointi <i>Field survey</i>
	m ³ /ha	
1	19	18
2 + 3	127	124
4	185	185
6	82	80

Ottamalla huomioon myös aukeiden alojen (khl 0) sekä siemen- ja suojuvualojen tulokset ovat koko tutkimusaineiston keskimääräistulokset seuraavat: kuvatulkinalla 88 m³/ha, maastoarviointi 86 m³/ha.

Taulukko 9. Esimerkkejä kuvatulkinalla ja maastoarvioinnin perusteella saaduista koko puuston keskikuutiomääristä.

Table 9. Examples of the mean volumes of the entire standing crop obtained by photo interpretation and field survey.

Tulkitsija <i>Interpreter</i>	Koealue <i>Exp. area</i>	Kehitysluokka <i>Development class¹⁾</i>	Kuvatulkinta <i>Photo interpret.</i>	Maastoarviointi <i>Field survey</i>
m ³ /ha				
A	8	1	31	25
		2 + 3	115	115
		4	177	172
		6	97	90
	4	1	21	17
		2 + 3	131	125
4		175	172	
	6	94	88	
13	1	12	13	
	2 + 3	137	144	
	4	190	194	
	6	86	89	
B	14	1	15	18
		2 + 3	150	131
		4	209	217
		6	79	87
15	1	11	12	
	2 + 3	131	125	
	4	166	168	
	6	99	103	
27	1	16	18	
	2 + 3	175	181	
	4	195	220	
	6	103	101	

¹⁾ Kehitysluokat ks. s. 4

¹⁾ Development classes see p. 4

4. ILMAKUVATULKINNAN JA MAASTOARVIOINNIN YHDISTELMÄ

41. Yleisperusteet

Vuosien 1979—80 tutkimukset ilmakuvien käyttömahdollisuuksista energiapuun arvioinnissa osoittivat, että kuvatulkinta oli syytä niveltää kiinteästi maastoarviointiin. Vuosien 1981—82 kokeet vahvistavat tehtyä päätelmää. Vaikka tulkitsijat tutustuivat aina ennen tulkinnan aloittamista ko. alueeseen maastossa, löytyi tulkinnan yhteydessä rakenteeltaan sellaisiakin metsiköitä, joihin tulkitsija ei ollut tutustunut ko. alueella tai aikaisemmin suoritettujen maastotarkastusten yhteydessä. Oli myös rajatapauksia, joissa esim. kehitysluokan määrittäminen oli maastossakin vaikeaa. Edellä on myös mainittu esimerkkejä muunlaisista metsikkökuvioista, joiden tulkinta on ollut keskimääräistä vaikeampaa.

Runsaasta kokemuksesta huolimatta kumpikaan tulkitsija ei päässyt millään ko. alueella virheettömään tulkintaan. Voitiin otaksua, että virheitä syntyisi vastaisuudessakin. Maastovertailujen jatkuessa tulkintavirheet kuitenkin selvästi asteittain vähenivät. Molempien tulkitsijain mielestä maastovertailut ovatkin olennainen perusta kaikkien tarkasteltujen metsikkötunnusten ilmakuvatulkinnassa.

Suurimittakaavaisten musta-valkea-infrailmakuvien käyttö on v. 1980—82 kokeidenkin mukaan edullinen ratkaisu. Mittakaavan suurentaminen esim. 1:2500 selventäisi hyvin huomattavasti kuvatulkintaa, mutta kuvien lukumäärän ja kustannusten merkittävä suurentuminen eivät puolla tällaista ratkaisua. Sen sijaan on korostettava kuvien selvyuden merkitystä. Työn hidastuminen ja tulkinnan vaikeutuminen heikkolaatuisia ilmakuvia käytettäessä ilmeni v. 1980—82 kokeidenkin yhteydessä. On syytä korostaa, että työn suorittajien on oltava sekä kuvatulkintaan että maastotöihin hyvin perehtyneitä metsäämattimiehiä.

Tutkimusten jatkuessa v. 1980 kesällä suoritettiin uusi erilliselvitys siitä, missä määrin lähinnä maastoarviointiin perustuvassa energiapuun arvioimismenetelmässä käytettyjä

alueellisia ositteita voitiin soveltaa kuvatulkinnan ja maastoarvioinnin yhdistelmään perustuvassa menetelmässä. Seuraavassa asetelmassa toistetaan tarkastelun kohteena olleet ositteet:

- metsämaa ilman seuraavassa mainittuja reunavyöhykkeitä
- maatalousmaahan, tiehen yms. rajoittuva metsämaan reunavyöhyke
- muualla kuin metsämaalla olevat energiapuuesiintymät.

Vuoden 1980 syyskesään ja v. 1981 kesään keskittyneen selvityksen tulosten mukaan kuvatulkinnassa on edelleenkin syytä keskittyä metsämaahan ja tältäkin osin ilman reunavyöhykkeiden tarkastelua eli edellä esitetyssä luettelossa ensin mainittuun ositteeseen. Kahden muun ositteen sisältämän energiapuun määrä on tarvittaessa selvitettävä maastoarvioinnin perusteella. On syytä rajoittaa ilmakuville myös kitu- ja joutomaahan luettavat alueet, vaikka niillä ei tehdä muunlaista tulkintaa.

Edellä on jo todettu, että energiapuuta kertyy myös hakkuualoille jäävistä kitu- ja tukkipuiden latvuksista ja oksista. Tämän osaraaka-aineen määrän selvittelyssä on edullisinta nojautua paikalliselta metsänhoitoyhdistykseltä saataviin tietoihin.

Yleisperusteiden tarkastelun yhteydessä todettiin lopuksi, että energiapuuta käyttävien lämpövoimaloiden suunnittelu ja rakentaminen ei ole ollut niin aktiivista kuin 1970-luvun lopulla ja 1980-luvun alussa otaksuttiin. Kiinnostus energiapuuvarojen arviointiin on vähentynyt. Yksityiskohtaisen selvityksen asemesta nykyvaiheessa saatetaan tyytyä suppeahkon selvityksen antamiin tuloksiin. Toisaalta todettiin, että energiapuuvarojen arviointi olisi pyrittävä suorittamaan jonkin muun metsissä tehtävän selvityksen yhteydessä. Energiapuuvaroja koskevat tiedot saataisiin ikään kuin sivutuloksena ja vähäisillä kustannuksilla. Katsottiin, että v. 1979—80 tutkimusten yhteydessä hahmoteltua arvioimismenetelmän rakennetta ja siten

sen käyttöä olisi tarpeellisessa määrin täydennettävä.

Päätettiin, että arvioinnin tarpeen mukaisesti erotetaan seuraavat kaksi vaihtoehtoista mahdollisuutta: energiapuuesiintymien paikallistamiseen tähtäävä menetelmä ja toisaalta menetelmä, jossa rajoitutaan lähinnä keskimääräistulosten selvittämiseen. Tehtävästä riippuen käytännön selvitys on painotettava sopivasti jommankumman vaihtoehdon suuntaan. Vaihtoehtoja eli valittuja perusmenetelmiä tarkastellaan lähemmin jäljempänä.

42. Paikallistamiseen tähtäävä menetelmä

Energiapuuesiintymien paikallistamiseen tähtäävä arvioimismenetelmä on pääosiltaan samanlainen kuin edellisessä tutkimusolosuhteissa (Tiihonen ja Virtanen 1982) kuvattu menetelmä. Maastossa suoritetaan siten ensin linjoittainen arviointi. Pyrittäessä hyvin yksityiskohtaiseen paikallistamiseen on linjaväli 700 — 800 m. Varsin tarkka kuva saadaan vielä 1000 m linjaväliä käytettäessä.

Maastossa kuljettujen linjojen väliin sijoitetaan sitten ilmakuvajonoja. Mittakaavassa 1:5000 olevat kuvat peittävät n. 600 — 800 m leveän vyöhykkeen eli täydelleen 800 — 1000 m välein kuljettujen arvioimislinjojen väli- maaston.

Kuvajonoja on otettava osittain myös maastossa kuljettavien arvioimislinjojen kohdalta. Kuvatulkintaa voidaan tällöin vertailla maastossa tehtyihin arviointeihin. Edellä mainitut toiset vertailuperusteet, koealat, voidaan myös mitata vertailukohteiksi valituilta linjoilta, mutta koealat saatetaan sijoittaa linjojen väliin tai muunlaista järjestelmää käyttäen.

Edellä esitetynlaisilla perusteilla saadaan ilmakuville piirrettyksi ainakin pääosa arviotavan alueen metsikkökuvioista. Niiden pinta-alojen laskennan jälkeen voidaan selvittää energiapuun kokonaiskuutiomäärä. Pinta-alojen laskennan kustannukset korostavat osaltaan sitä, että energiapuun arviointi olisi pyrittävä liittämään johonkin tavanomaiseen metsissä tehtävään selvitykseen.

Energiapuuesiintymien paikallistamista voidaan tehostaa värittämällä kuvioita sopivalla tavalla.

43. Keskimääräistuloksiin rajoittuva menetelmä

Jos edelliseen vaihtoehtoon sisällytettyjen linjojen lukumäärää vähennetään, lähestytään asteittain keskimääräistuloksiin rajoittuvaa energiapuun arvioimismenetelmää. Aivan täsmällisen rajan määrittäminen vaihtoehtojen välille ei liene mahdollista eikä aiheellistakaan.

Keskimääräistuloksiin rajoittuvan menetelmän rakenteesta ja käyttömahdollisuuksista esitetään tässä julkaisussa vain alustava ehdotus. Sen hahmottelussa on nojaututtu edellisen vaihtoehdon laadinnassa käytettyyn aineistoon ja sen käsittelyssä kertyneisiin kokemuksiin sekä v. 1979—82 tutkimusten koealueilla suoritettujen linja-arviointien tuloksiin. Tähän mennessä on päädytty seuraaviin perusteisiin:

- työn suorittajat ovat molempiin osatehtäviin hyvin perehtyneitä henkilöitä
- linja-arviointina suoritettu kuvatulkinta, kuvien mittakaava edelleenkin 1:5000
- vertailukohteena eli tulkinta-avaimena tietty määrä maastossa kuljettuja arvioimislinjoja tai niiden osia
- edellisen lisäksi vain suppeita muita maastovertailuja.

Perusteiden mukaan toiminta keskittyy pääosiltaan kuvatulkintaan. Työn suorittajien ammattitaidolla on tässä vaihtoehdossa yhä ratkaisevampi merkitys.

Linjoittaisen arvioinnin lisäksi tarkasteltiin koeala-arvioinnin käyttömahdollisuuksia. Todettiin, että kuviodien rajaamisesta kehitysluokan mukaisesti linjaviivaa seuraten oli saatu runsaasti myönteisiä kokemuksia. Näin oli myös kehitysluokittain tapahtuneen energiapuun keskikuutiomäärän arvioinnin osalta laita. Katsottiin, että kuvatulkinnassa voitiin rajoittua tietyn levyiseen vyöhykkeeseen linjaviivan molemmin puolin. Aiheen tarkastelua on kuitenkin jatkettava ilmakuvilta. Linjaväli on toinen lisää tarkastelua kaipaava kysymys. Seuraavassa asetelmassa esitetään esimerkkejä tähän mennessä suoritettuihin kokeisiin saaduista tuloksista.

Linjojen määrä Number of lines	Kannus 27 000 ha	Maaninka 12 000 ha	Pielavesi 14 000 ha
	Energiapuuta — Energy wood m ³ /ha		
Kaikki, linjaväli 250 m All, line spacing 250 m	4,6	4,7	5,4
Joka 2:n Every 2nd	4,6	4,5	5,4
” 4:s a 4th	4,5	4,3	5,3
” ” b	4,9	5,1	5,4
” ” c	4,9	4,7	5,4
” 6:s a 6th	4,2	4,5	5,4
” ” b	4,5	5,8	5,6
” ” c	4,9	4,6	5,5
” ” d	4,5	4,0	5,2
” ” e	4,8	4,3	5,2
” 8:s a 8th	4,5	4,4	5,6
” ” b	4,9	5,0	5,4
” ” c	4,7	4,5	5,4
” ” d	4,6	4,3	4,8
” ” e	4,7	4,2	5,0
” ” f	4,9	5,3	5,2
” ” g	4,8	4,9	5,6

Yllä olevissa tulossarjoissa kirjain a tarkoittaa sitä, että laskelmiin sisällytettyjen linjojen poiminta on aloitettu ensimmäisestä linjasta, b-vaihtoehdossa toisesta, c-vaihtoehdossa kolmannesta linjasta jne. Suurimman esitetyn linjavälin (joka 8:s) kohdalla on siten tehty seitsemän vaihtoehtoista laskelmaa.

Luotettavuuden tarkastelun osalta viitatakse tässä samoin kuin edellisen vaihtoehdonkin osalta edellä esitettyihin, energiapuun keskikuutiomäärän kuvatulkinnan tarkkuutta kuvaaviin tuloksiin.

Alustavan tarkastelun perusteella voitiin otaksua, että keskimääräistuloksiin rajoittuvasta vaihtoehdosta on laadittavissa käytäntöä tyydyttävä energiapuun arvioimismenetelmä. Kuten edellä on todettu, tutkimuksia on kuitenkin vielä jatkettava. Samoin toistetakoon, että työn suorittajiksi soveltuvat vain erittäin hyvän kokemuksen ja ammattitaidon omaavat henkilöt.

44. Työtulos ja kustannukset

Vuosien 1980—82 kokeiden perusteella on päädytty seuraaviin päivittäisiin työtuloksiin:

— linja-arviointi	10 km/pv
— koealojen mittaus, la koealat	40 kpl/pv
— koealojen mittaus, 3a koealat	25 kpl/pv
— kuvatulkinna	200 — 250 ha/pv
— edellisen tarkistus maastossa	200 — 250 ha/pv

Mainitunlaiset työtulokset edellyttävät suorittajaltaan hyvää perehtyneisyyttä kaikkiin osatehtäviin.

Kustannuksia koskeva laskelma on tehty v. 1983 alun kustannustason mukaisesti. Tämän ajan palkka- ja matkakustannusten sekä Valtion tietokonekeskuksesta saatujen atklaskennan ja Pohjois-Savon piirimetsälautakunnasta saatujen pinta-alojen laskennan kustannusten perusteella on päädytty seuraaviin yksikkökustannuksiin:

Valmistelu	0,20 mk/ha
Linjoittainen arviointi, linjaväli 800—1000 m	0,75 ”
Koealamittaus	0,25 ”
Ilmakuvat ja stereopaperien valmistus	1,50 ”
Kuvatulkinta	1,00 ”
Maastotarkistus, kaikki kuviot	1,50 ”
Pinta-alojen laskenta	
Karttojen väritys yms.	0,20 ”
Atk-laskenta Oulussa, kaikki kuviot	0,40 ”

Molempien tulossarjojen pohjalta on arvioitu edellä esitettyjen kahden vaihtoehtoisen menetelmän kokonaiskustannukset keskimäärin hehtaaria kohden. On tehty ns. peruslaskelma olettamalla, että arvioitavan alueen pinta-ala on 10 000 — 20 000 ha ja linjaväli on edellisessä vaihtoehdossa 800 — 1 000 m, jälkimmäisessä 2 km. Keskimääräisten kokonaiskustannusten arviot ovat seuraavat:

paikallistamiseen tähtäävä menetelmä	6—7 mk/ha
keskimääräistuloksiin rajoittuva menetelmä	2 mk/ha.

Kustannuksia tarkasteltaessa on otettava huomioon, että laadittuja menetelmiä käytettäessä kertyy energiapuunvaroja koskevien tietojen lisäksi runsaasti käytännön kannalta hyödyllistä metsänhoidollista tietoutta. Jos tällaisia ja muitakin arvioinnissa kertyviä tietoja voidaan hyödyntää, niin energiapuunvarojen arvioinnin kustannukset ovat varsin vähäiset, enintään 10 — 20 % edellä esitettyistä kokonaiskustannusten arvioista.

KIRJALLISUUS — REFERENCES

- TIIHONEN, P. 1980. ATK-karttamenetelmän kokeilu työkohteiden etsinnässä Pohjois-Savossa 1976—1978. Summary: Experimenting with the ADP-map method for locating working sites in northern Savo, East Finland, 1976—1978. *Folia For.* 427: 1—24.
- 1982. Paikallisiin selvityksiin tarkoitettu energia-puun arvioimismenetelmä. Pera-symposio 3.—4.3. 1981. Kokoussitelmät, s. 248—257.
- & VIRTANEN, J. 1982. Koetuloksia ilmakuvien käytöstä energiapuun arvioinnissa Kannuksessa v. 1979—80. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 66:1—24.

SUMMARY

Introduction

Investigations on the possibilities of using aerial photos to estimate energy wood resources were started in Finland in 1979. The experiments were set up in the Kannus commune in view of finding out what sort of aerial photographs and interpretation methods would be necessary for distinguishing and estimating the energy wood resources. The large-scale (1:5000 or 1:2500) aerial photos taken from low-flying aircraft seem to provide a promising basis. The photo interpretation needs to be carried out in close connection with field surveys and sample plot measurements. Thus a combination of photo interpretation and field survey was chosen. A research report on the 1979—80 experiments was published in the series *Metsäntutkimuslaitoksen Tiedonantoja Volume 66* (Tiihonen and Virtanen 1982).

The investigation was carried on in North Savo (eastern Finland) and Pohjanmaa (western Finland) in 1980—82. In the autumn of 1982 a decision was made to write a research report on the 1980—82 experiments in order to elucidate the general view. It was also considered necessary to continue the photo interpretation in 1983 possibly in two fully stocked areas in the southernmost part of the country.

Material

According to the experiences from the 1980—82 experiments only the black and white infra aerophotos taken from low-flying aircraft in scale 1:5000 were used. The location of areas photographed in different years, the area of forestry land and the number of strata distinguished through photo interpretation are shown in Table 1. Two forest foremen carried out both the photo interpretation and field work. The photos were interpreted through stereoscopic viewing.

Before the interpretation all the photographed areas had undergone line survey in preparation for other surveys. The line spacing was 250 m. The sample plots were measured on or between the lines (see p. 5). The interpreters checked the areas before the photo interpretation.

The obtained results of all the experimental areas were compared and each distinguished stratum was compared to the corresponding measurements or surveys in the field.

Results from photo interpretation

The photo interpretation was started in the customary way by delimiting the strata. The practical work aimed at a stratification that would be generally applicable, avoiding distinguishing small-size strata. The interpretation was not only directed, as in the drawing up of practical forest management plan, at delimiting the strata. A more thorough use of aerial photos was attempted by including the determination of the following characteristics in the interpretation:

- development class (see p. 4)
- silvicultural operations necessary in the immediate future
- mean volume of energy wood crop
- mean volume of the entire standing crop.

The delimiting of the strata on aerial photos did not lead to many checks. Both the interpreters agreed that the slightly inaccurate features in delimiting would not cause much inconvenience in practice. The number of new strata annually delimited in field checks are shown in the table on p. 7. The poor quality of the aerial photos taken at the Tyrnävä experimental area, the use of black and white aerophotos in some experimental areas and fellings after photographing have significantly increased the number of additional strata. With a good quality of photos, the addition was only 3—4 %.

The development class of the stand was found to be an important classification factor in the 1980—82 experiments. The necessary silvicultural operations as determined by photo interpretation are discussed jointly with the results dealing with the development class. The main results are in Tables 2—4 and on p. 9. By combining the results from all the photographed areas and both interpreters, the share of the strata with correctly interpreted development class was 82 % of all the strata. The corresponding figure was 73 % for the silvicultural operations.

The results dealing with the *mean volume* of energy wood crop are in Tables 5—8 and on pp. 11 and 12. The mean volume of the entire standing crop as interpreted by aerial photos is only briefly discussed. The main results are in Table 9 and on p. 13.

The estimation method for energy wood resources

The 1980—82 experiments confirm the conclusions arrived at in the earlier experiments: the photo interpretation should be carried out in close connection with field surveys. Thus the comparisons in field are an essential part of the photo interpretation of all the stand characteristics included in the estimation of energy wood crop. The use of large-scale black and white infra

aerophotos is recommended in the 1980—82 experiments. Furthermore, the interpreters should be skilled forest specialists qualified both to interpret aerial photos and to carry out field work.

Two alternative possibilities of estimating energy wood crops were suggested: a method for spotting the energy wood crops and a method mainly based on the specification of the mean results (see p. 15). Depending on the nature of the task, in practical investigations weight should be appropriately attached to one of the alternatives. Central features of both the alternatives or chosen basic methods are briefly introduced.

Finally the mean work results and costs per unit shown in the 1980—82 experiments are presented. The estimations for the mean total costs were 7 Fmk/ha for the method based on spotting and 2 Fmk/ha for the method dealing with mean results. Calculations of costs were made according to the cost level of early 1983.

ODC 587.5+524.6+53+238
ISBN 951-40-0633-X
ISSN 0015-5543

TIIHONEN, P. & VIRTANEN, J. 1983. Koetuloksia ilmakuvien käyttömahdollisuksista energiapuun arvioinnissa Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa v. 1980—82. Summary: Possibilities of using aerial photographs in the estimation of energy wood resources in Ostrobothnia and northern Savo in 1980—82. *Folia For.* 567:1—18.

The publication is the second report discussing the possibilities of using aerial photos to estimate energy wood crops. The investigation deals with photo interpretation and the development of estimation methods. The former involved a large number of experiments which are described in the publication. The estimation method provides two alternatives: one for spotting the energy wood crops and the other mainly concerned with the specification of the mean results.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

ODC 587.5+524.6+53+238
ISBN 951-40-0633-X
ISSN 0015-5543

TIIHONEN, P. & VIRTANEN, J. 1983. Koetuloksia ilmakuvien käyttömahdollisuksista energiapuun arvioinnissa Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa v. 1980—82. Summary: Possibilities of using aerial photographs in the estimation of energy wood resources in Ostrobothnia and northern Savo in 1980—82. *Folia For.* 567:1—18.

The publication is the second report discussing the possibilities of using aerial photos to estimate energy wood crops. The investigation deals with photo interpretation and the development of estimation methods. The former involved a large number of experiments which are described in the publication. The estimation method provides two alternatives: one for spotting the energy wood crops and the other mainly concerned with the specification of the mean results.

Author's address: The Finnish Forest Research Institute, Unioninkatu 40 A, SF-00170 Helsinki 17, Finland.

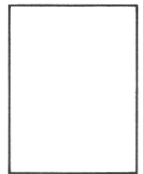
Tilaan kortin kääntöpuolelle merkitsemäni julkaisut (julkaisun numero mainittava).

Please send me the following publications (put number of the publication on the back of the card).

Nimi
Name _____

Osoite
Address _____

Metsäntutkimuslaitos
Kirjasto/Library
Unioninkatu 40 A
SF-00170 Helsinki 17
FINLAND



Folia Forestalia _____

Communicationes Instituti Forestalis Fenniae _____

Huomautuksia

Remarks _____

METSÄNTUTKIMUSLAITOS

THE FINNISH FOREST RESEARCH INSTITUTE

Tutkimusosastot — *Research Departments*

Maantutkimusosasto
Department of Soil Science

Suontutkimusosasto
Department of Peatland Forestry

Metsänhoidon tutkimusosasto
Department of Silviculture

Metsänjalostuksen tutkimusosasto
Department of Forest Genetics

Metsänsuojelun tutkimusosasto
Department of Forest Protection

Metsäteknologian tutkimusosasto
Department of Forest Technology

Metsänarvioimisen tutkimusosasto
Department of Forest Inventory and Yield

Metsäekonomian tutkimusosasto
Department of Forest Economics

Matemaattinen osasto
Department of Mathematics

Metsäntutkimusasemat — *Research Stations*

Parkanon tutkimusasema
Parkano Research Station
Os. — *Address:* 39700 Parkano, Finland
Puh. — *Phone:* (933) 2912

Muhoksen tutkimusasema
Muhos Research Station
Os. — *Address:* 91500 Muhos, 1 kp, Finland
Puh. — *Phone:* (981) 431 404

Suonenjoen tutkimusasema
Suonenjoki Research Station
Os. — *Address:* 77600 Suonenjoki, Finland
Puh. — *Phone:* (979) 11 741

Punkaharjun jalostuskoasema
Punkaharju Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 58450 Punkaharju, Finland
Puh. — *Phone:* (957) 314 241

Ojajoen koasema
Ojajoki Experimental Station
Os. — *Address:* 12700 Loppi, Finland
Puh. — *Phone:* (914) 40 356

Kolarin tutkimusasema
Kolari Research Station
Os. — *Address:* 95900 Kolari, Finland
Puh. — *Phone:* (995) 61 401

Rovaniemen tutkimusasema
Rovaniemi Research Station
Os. — *Address:* Eteläranta 55
96300 Rovaniemi 30, Finland
Puh. — *Phone:* (991) 15 721

Joensuun tutkimusasema
Joensuu Research Station
Os. — *Address:* PL 68
80101 Joensuu 10, Finland
Puh. — *Phone:* (973) 26 211

Kannuksen tutkimusasema
Kannus Research Station
Os. — *Address:* Valtakatu 18
69100 Kannus, Finland
Puh. — *Phone:* (968) 71 161

Ruotsinkylän jalostuskoasema
Ruotsinkylä Tree Breeding Station
Os. — *Address:* 01590 Maisala, Finland
Puh. — *Phone:* (90) 824 420

- No 545 Tiihonen, Paavo: Männyn ja kuusen kasvun vaihtelu Suomen eteläisimmässä osassa valtakunnan metsien 7. inventoinnin aineiston perusteella.
Growth variation of pine and spruce in the southernmost part of Finland according to the 7th National Forest Inventory.
- No 546 Kinnunen, Kaarlo & Nerg, Juha: Istutustaimikoiden tila 11—12 vuotta viljelystä Länsi-Suomen yksityismetsissä. State of Plantations 11—12 years after planting in some private forests in western Finland.
- No 547 Rousi, Matti: Pohjois-Suomen siemenviljelysjälkeläistöjen menestymisestä Kittilässä.
The thriving of the seed orchard progenies of northern Finland at Kittilä.
- No 548 Imponen, Vesa & Sirén, Matti: Kaatotavan vaikutus kuormainproessorin tuottavuuteen.
The influence of the felling method on the performance of a grapple loader processor.
- No 549 Parviainen, Jari & Lappi, Juha: Laskentamalli metsänviljelyketjujen vertailemiseksi.
A calculation model for the comparison of artificial forest regeneration chains.
- No 550 Metsätilastollinen vuosikirja 1982.
Yearbook of Forest Statistics 1982.
- No 551 Kaunisto, Seppo: Koripajun (*Salix viminalis*) biomassatuotos sekä ravinteiden ja veden käyttö eri tavoin lannoitetuilla turpeilla kasvihuoneessa.
Biomass production of *Salix viminalis* and its nutrient and water consumption on differently fertilized peats in greenhouse.
- No 552 Hakkila, Pentti & Kalaja, Hannu: Puu- ja kuoriturhan palauttamisen tekniikka.
The technique of recycling wood and bark ash.
- No 553 Löyttyniemi, Kari & Piisilä, Niilo: Hirvivahingot männyn viljelytaimikoissa Uudenmaan—Hämeen piirimetsä-lautakunnan alueella.
Moose (*Alces alces*) damage in young pine plantations in the Forestry Board District Uusimaa—Häme.
- No 554 Vuokila, Yrjö, Gustavsen, Hans Gustav & Luoma, Pirkko: Siperianlehtikuusikoiden kasvupaikkojen luokittelu ja harvennusmallit.
Site classification and thinning models for Siberian larch (*Larix sibirica*) stands in Finland.
- No 555 Metsäntutkimuslaitoksen julkaisut 1982.
Abstracts of publications of the Finnish Forest Research Institute, 1982.
- No 556 Vuokila, Yrjö: Viljelymetsiköiden harvennusmallit.
Gallringsmallar för odlade bestånd i Finland.
Thinning models for forest cultures in Finland.
- No 557 Isomäki, Antti & Niemistö, Pentti: Koalapuuston harvennusvalinta tietokoneohjelman avulla.
The selection of trees in thinning experiments: A computer method.
- No 558 Ferm, Ari & Kaunisto, Seppo: Luontaisesti syntyneiden koivumetsiköiden maanpäällinen lehdetön biomassatuotos entisellä turpeennostoalueella, Kihniön Aitonevalla.
Above-ground leafless biomass production of naturally generated birch stands in a peat cut-over area at Aitoneva, Kihniö.
- No 559 Leikola, Matti & Rikala, Risto: Verhopuuston vaikutus metsikön lämpöoloihin ja kuusen taimien menestymiseen.
The influence of the nurse crop on stand temperature conditions and the development of Norway spruce seedlings.
- No 560 Löyttyniemi, Kari: Männyn taimen kehitys latvan katkeamisen jälkeen.
Recovery of young Scots pines from stem breakage.
- No 561 Tiihonen, Paavo: Leimikon pystymittauksen kenttätöiden tehostamisen mahdollisuuksia.
The efficiency of the field measurement of standing trees marked for cutting.
- No 562 Juslin, Heikki & Karppinen, Heimo: Suomen tärkeimpien asiakkaiden sahatavaraostot 1970-luvulla.
Sawn timber purchases of Finland's most important client countries in the 1970's.
- No 563 Pellikka, Marketta & Kotimaa, Marjut: Polttohakkeen käsittelystä aiheutuva ilman homepölypitoisuus sekä siihen vaikuttavat tekijät.
The mold dust concentration caused by the handling of fuel chips and its modifying factors.
- No 564 Päivinen, Risto: Metsikön tukkiosuuden arviointimenetelmä.
A method for estimating the sawlog percentage in Scots pine and Norway spruce stands.
- No 565 Huttunen, Terho: Suomen puunkäyttö, poistuma ja metsätase 1981—83.
Wood consumption, total drain and forest balance in Finland, 1981—83.
- No 566 Miettinen, Reijo & Uusvaara, Olli: Pystykarsitun männikön koesahaus.
Test sawing of pruned pine stand.
- No 567 Tiihonen, Paavo & Virtanen, Jaakko: Koetuloksia ilmakuvien käyttömahdollisuuksista energiapuun arvioinnissa Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa v. 1980—82.
Possibilities of using aerial photographs in the estimation of energy wood resources in Ostrobothnia and northern Savo in 1980—82.

Metsäntutkimuslaitoksen julkaisusarjoja, Communications Institutii Forestalis Fenniae ja Folia Forestalia, koskevat yksittäiskappaletilaukset ja vaihtotarjoukset osoitetaan laitoksen kirjastolle. Tiedonantomonteita koskevat pyynnöt osoitetaan ao. tutkimusosastolle tai -asemalle.
Subscriptions concerning single copies of the publications, as well as exchange offers, can be addressed to the Library of the Institute.

Myynti: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10, puh. (90) 17341