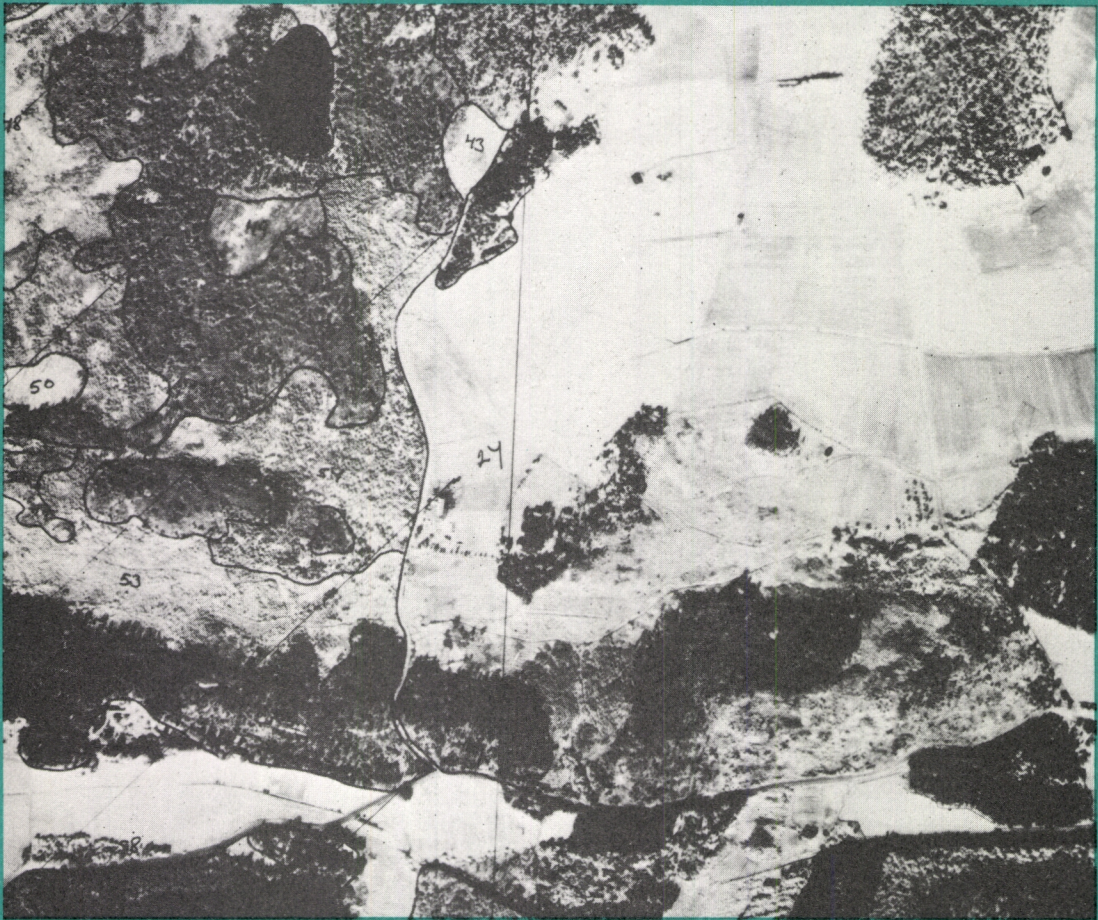


# METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 154

METSÄNARVIOIMISEN TUTKIMUSOSASTO  
METSÄNINVENTOINNIN TUTKIMUSSUUNTA

09.10.84



Paavo Tiihonen ja Jaakko Virtanen  
KOETULOKSIA ILMAKUVIEN KÄYTTÖSTÄ  
PUUSTON ARVIOINNISSA PALTAMOSSA V. 1982

Summary  
USE OF AERIAL PHOTOGRAPHS TO ESTIMATE  
GROWING STOCK IN PALTAMO IN 1982

Helsinki 1984



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 154

METSÄNARVIOMISEN TUTKIMUSOSASTO

METSÄNINVENTOINNIN TUTKIMUSSUUNTA

KOETULOKSIA ILMAKUVIEN KÄYTÖSTÄ

PUUSTON ARVIOINNISSA PALTAMOSSA V. 1982

Use of aerial photographs to estimate  
growing stock in Paltamo in 1982

Paavo Tiihonen ja Jaakko Virtanen

#### SISÄLLYS

1.	JOHDANTO .....	5
2.	KOKEEN SUORITUS .....	7
3.	KUVATULKINNAN PÄÄTULOKSET .....	9
	31. Kuvioiden rajoittaminen .....	9
	32. Kehitysluokka ja toimenpide .....	9
	33. Keskikuutiomäärät .....	12
	331. Energiapuun keskikuutiomäärä .....	12
	332. Koko puuston keskikuutiomäärä .....	14
4.	TULOSTEN KÄYTTÖ METSÄTALOUSSUUNNITELMIEN LAADINNASSA .....	16
	SUMMARY .....	17
	KIRJALLISUUS .....	20
	TAULUKOT .....	21
	LIITTEET	

TIIHONEN, P. & VIRTANEN, J. 1984. Koetuloksia ilmakuvien käytöstä puuston arvioinnissa Paltamossa v. 1982. Use of aerial photographs to estimate growing stock in Paltamo in 1982. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 154.

Julkaisu liittyy osana tutkimussarjaan, jossa pyritään selvittämään ilmakuvien käyttömahdollisuuksia energiapuun arvioinnissa. Aihetta on tarkasteltu aikaisemmin kahdessa tutkimusselostuksessa (Tiihonen ja Virtanen 1982a, 1983b). Tässä julkaisussa selostetaan kolmannen, Kainuussa Paltamon kunnassa tapahtuneen kokeen suoritus tapaa ja päätuloksia.

Paltamon koealue käsittää metsämaata 2 200 ha. Kokeeseen sisällytettiin kuten aikaisemmissa kokeissa seuraavat osatehtävät: linjoittainen arviointi, koealamittaukset, kuvatulkinna ja sen tarkistus maastossa. Maastossa ja kuvatulkinna arvioitiin liitteestä 1 nähtävät metsikkötunnukset. Kuvatulkinta tehtiin mittakaavassa  $1:5\ 000$  olevilta musta-valkea-infra ilmakuvilta.

Kuvioiden rajojen piirtäminen ilmakuville onnistui Paltamon kokeessa likimain samalla tarkkuudella kuin aikaisemmissa kokeissa. Myös kehitysluokan ja toimenpiteen kuvatulkinna siirtyminen maan pohjoispuoliskoon luettavalle alueelle ei ole johtanut aikaisempiin kokeisiin verrattuna heikompiin tuloksiin. Kokeen kuvatulkinna suorittaneiden kahden henkilön tulokset yhdistäen on kehitysluokka tulkittu oikein 83 %:lla kaikista kuvioista. Vastaava tulos toimenpiteen kuvatulkinna on 76 %.

Energiapuun keskikuutiomäärää koskevien tulosten mukaan kuvatulkinna ja toisaalta koealamittausten ja maastoarvioinnin tulokset ovat yleensä samaa suuruutta. Lievää aliarviointia ilmenee enemmän kuin yliarviointia. Koko puuston keskikuutiomäärän osalta kuvatulkinna tuloksissa sen sijaan ilmenee lievää yliarviointia.

Keskimääräistulosten lisäksi julkaisussa esitetään, millaisia eroja kuvatulkinna ja maastoarvioinnin välillä on syntynyt kehitysluokan ja toimenpiteen arvioinnissa. Myös keskikuutiomäärien osalta tarkastellaan supeasti tulosten jakaantumista käytettyihin  $m^3/ha$ -luokkiin. Lopuksi viitataan tulosten käyttöön metsätaloussuunnitelmien laadinnassa.

---

The publication is part of a research series discussing the possible use of aerial photographs for estimating energy wood crops. The topic has already been discussed in two research reports (Tiihonen and Virtanen 1982a, 1983b). This report introduces the performance and main results of a third experiment carried out in Paltamo, Kainuu (eastern Finland).

ISBN 951-40-0950-9  
ISSN 0358-4283

Helsinki 1984. Valtion painatuskeskus

The Paltamo experimental area comprises 2 200 ha of forest land. As in the previous experiments, the following tasks were included: line survey, sample plot measurements, photo interpretation and field checks. The stand characteristics presented in Appendix 1 were estimated in field and through photo interpretation. The interpretation was carried out by using black and white infra aerophotos in scale 1:5 000.

The delimiting of the strata on aerial photos was nearly as accurate in the Paltamo experiment as in the previous ones. Similarly, the photo interpretation of the development class and silvicultural operations did not lead to less accurate results, although the experimental area was in a more northern part of the country than the previous ones. After combining the photo interpretation of the two persons in charge, the development class was correctly interpreted in 83% of all the strata. The corresponding result for the silvicultural operations was 76%.

The results dealing with the mean volume of energy wood show that the photo interpretation results and those from sample plot measurements and field survey are usually equally accurate. There occurs some slight underestimation rather than overestimation. The photo interpretation of the mean volume of the entire growing stock, on the other hand, reveals some overestimation.

Besides the mean results, the differences between the photo interpretation and field survey when estimating the development class and silvicultural operations are reviewed. Similarly, there is a brief discussion on the distribution of the results of the mean volumes into classes  $m^3/ha$ . Finally, reference is made to using the results for working out practical forest management plans.



## 1. JOHDANTO

Energiapuututkimuksien yhteydessä vuosina 1979-82 suoritettut, ilmakuvioiden käyttömahdollisuuksia koskeneet kokeet keskittyivät pääosiltaan Oulujoen vesistöalueen eteläpuolelle ja edelleen huomattavilta osin Pohjanmaalle ja Pohjois-Savoon. Poikkeuksena on tässä julkaisussa esitetty, Kainuun piirimetsälautakunnan suunnittelumetsänhoitaja Reijo Sunellin aloitteesta Paltamossa syyskesällä 1982 tehty koe.

Vuosien 1979-82 kokeissa kiinnitettiin aluksi päähuomio energiapuun arviointiin (Tiihonen ja Virtanen 1982a, 1983b). Todettiin, että matalalentokuvauksella saadut suurimittakaavaiset (1:5000 tai 1:2500) ilmakuviot näyttivät tarjoavan varsin lupaavan perustan. Kuvatulkinta oli kuitenkin nivellettävä kiinteästi maastossa suoritettujen arviointien ja koealamittauksien tuloksiin. Havaittiin, että kehitysluokat olivat keskeinen luokitusperuste kuvatulkinnassa. Myös koko puuston keski-tilavuus ja lähiajan hoitotoimenpiteen, lähinnä taimiston hoidon ja hakkuiden arviointi tarjosi merkittävää tukea energiapuun kuutiomäärän kuvatulkintaan. Metsämaan lisäksi oli aiheellista rajoittaa myös kitu- ja joutomaahan luettavat kuviot.

Energiapuun keskikuutiomäärän ohella oli ilmakuvilta siis tulkittava useita tavanomaisessa maastoarvioinnissa selvitettäviä metsikkötunnuksia. Katsottiin, että vuosien 1979-82 kokeissa saatuja tuloksia olisi pyrittävä hyödyntämään energiapuuarvioinnin lisäksi muissakin metsänarvioinnin alan tehtävissä,

etenkin yksityismailla tehtävien metsätaloussuunnitelmien laadinnassa. Aiheen tarkastelun tuloksena valmistui tutkimusselostus, jossa esitellään suurimittakaavaisiin ilmakehisiin ja maastoarviointiin perustuva metsätaloussuunnitelma (Tiihonen ja Virtanen 1983a).

Edellisessä mainitusta tavanomaisten metsikkötunnusten kuvauksista suurimittakaavaisilta ilmakehiltä on tähän mennessä saatu myönteisiä kokemuksia. Tästä johtuen päätettiin Paltamon kokeisiin sisällyttää energiapuun keskikuutiomäärän lisäksi myös aikaisemmin tarkastellut metsikkötunnukset.

Paltamon kokeiden ensimmäiset tulokset valmistuivat marraskuussa 1982, jolloin julkaistiin suppea ennakkotieto (Tiihonen ja Virtanen 1982b). Tulosten laskentaa jatkettiin kevättalvella 1983, jonka jälkeen laadittiin jäljempänä esitettävä, Paltamossa tehdyn kokeen suoritusta ja tuloksia kuvaava selostus.



## 2. KOKEEN SUORITUS

Tässä julkaisussa tarkasteltava koe tehtiin Paltamon kunnan Melalahden-Vaaranpään kylien maille rajoitetulla, n. 2 200 ha metsämaata käsittävällä alueella. Aikaisemmin suoritettujen ilmakuvien käyttömahdollisuuksia koskeneiden kokeiden mukaisesti Paltamon kokeeseen sisällytettiin seuraavat osatyövaiheet:

- linjoittainen arviointi maastossa, linjavälin ollessa 500 m
- koealamittaukset valituilla koelinjoilla
- sisätyönä suoritettu kuvatulkinna 1:5000 mittakaavaisilta musta-valkea-infra ilmakuvilta
- edellisen työvaiheen jälkeen tapahtunut maastotarkastus
- tulosten laskenta.

Maastotöitä varten muodostettiin kaksi ryhmää, joihin kuului ryhmänjohtaja ja mittausapulainen. Edellinen suoritti kokeeseen liittyvät arvioinnit, jälkimmäinen huolehti bussolin avulla etenemisestä linjalla ja mittasi linjan leikkaamien kuvioiden pituudet askelparimittauksella. Ryhmänjohtajina olivat metsätyönjohtajat Jouko Tikkanen ja Kyösti Vornanen (Metsäntutkimuslaitos). He suorittivat myös kokeeseen liittyneen kuvatulkinna ja sen tarkastuksen maastossa. Linjan leikkaamilta kuvioilta arvioitiin seuraavat tunnuksat:

- maiden pääryhmä: metsä-, kitu- ja joutomaa sekä muu maa
- metsämaalla kehitysluokka ja metsänhoidollinen, lähi 10-vuotiskautena tarpeellinen toimenpide
- metsä- ja kitumaalla koko puuston ja energiapuun (ks. Tiihonen

ja Virtanen 1982a s. 10) keskikuutiomäärä 10 m<sup>3</sup> luokin.

Linjoittaisen arvioinnin tulokset koottiin kuvionselityslomakkeelle (ks. liite 1). Silmävaraisen arvioinnin ja kuvatulkinnan tueksi mitattiin eri kehitysluokan metsiköissä 1-3a koealoja yhteensä 125 kpl.

Linjoittaisen arvioinnin ja koealamittausten päätyttyä suoritettiin kuvatulkinta. Koealueen ilmakehu oli tehty syyskuussa 1982. Ilmakehulle rajoitetuilta kuvioilta tulkittiin peilistereoskoopilla samat metsikkötunnukset kuin linjoittaisessa arvioinnissakin. Tulkinnan yhteydessä tehtiin luettelo niistä kuvioista, joilla tulkitsijalla ilmeni vaikeuksia tai epävarmuutta. Tällaisiin kuvioihin kiinnitettiin erityistä huomiota kuvatulkinnan jälkeen tapahtuneessa maastotarkastuksessa. Samalla tarkastettiin käytännöllisesti katsoen kaikki muutkin ilmakehulle piirretyt kuvat. Tarkastus aiheutti kuvioiden rajoihin vain vähäisiä muutoksia. Sen sijaan metsikkötunnuksia jouduttiin tarkistamaan jäljempänä lähemmin esitettävässä määrin.

Maastotöiden ja kuvatulkinnan yksityiskohtien suhteen viitataan tässä kirjoittajien aikaisemmin laatimiin selostuksiin (Tiihonen ja Virtanen 1982a, 1983b).

### 3. KUVATULKINNAN PÄÄTULOKSET

#### 31. Kuvioiden rajoittaminen

Kuvatulkinta aloitettiin kuten aikaisemminkin vastaavissa kokeissa kuvioiden rajojen piirtämisellä. Pyrittiin käytännössä yleisesti sovellettuun kuviointiin, välttämällä aivan pienialaisten kuvioiden erottamista.

Rajojen piirtäminen antoi aiheen vain vähäisiin tarkistuksiin ja uusien kuvioiden erottamiseen. Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa v. 1980-82 suoritettujen kokeiden perusteella arvioitiin, että hyviä ilmakuvia käytettäessä kuvioiden lukumäärän lisäys on 3-4 %. Tulos kuvaa likimain myös Paltamon kokeen vastaavaa tulosta.

#### 32. Kehitysluokka ja toimenpide

Kehitysluokan ja toimenpiteen (ks. liite 1) kuvatulkinnan tuloksia tarkastellaan myös tässä julkaisussa samassa kappaleessa. Kuvan 1 mukaisesti erotettiin seuraavat kehitysluokat:

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 suojuspuualla  
Seed-tree and shelterwood stand
6. Vajaatuottoinen metsikkö  
Low-yielding stand

Kehitysluokka ja toimenpide arvioitiin sekä maastossa että ilmakuvatulkinnassa vain metsämaan kuvioilta. Edellä mainitut kuvatulkinna suorittaneet henkilöt on ilmaistu kirjaimilla A ja B. Kehitysluokan ja toimenpiteen kuvatulkinna tulokset ovat seuraavat:

Tulkitsija Interpreter	Pinta-ala, ha Area, ha	Kuvioiden lukumäärä Number of strata	Kehitys- luokka Dev. class	Toimenpide Operation
				Tulkittu oikein Correctly interpreted
				% kaikista kuvioista % of all the strata
A	1 000	390	85	74
B	1 200	559	82	77
A + B	2 200	949	83	76

Kehitysluokan kuvatulkinna on päädytty samanlaiseen tulokseen kuin Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa v. 1980-82 suorite-  
tuissa kokeissa. Toimenpiteen kuvatulkinna oikein tulkit-

tujen kuvioiden osuus on kolme %-yksikköä suurempi kuin vastaava v. 1980-82 kokeiden tulos. Siirtyminen maan eteläpuolis-  
kosta maan pohjoispuoliskoon luettavalle alueelle ei ole joh-  
tanut ainakaan tarkasteltavassa Paltamon kokeessa kehitysluo-  
kan ja toimenpiteen kuvatulkinnessa aikaisempiin kokeisiin  
verrattuna heikompiin tuloksiin.

Kuvatulkinnan suorittajien mukaan kehitysluokan ja toimen-  
piteen kuvatulkinnta vaikeuttivat etenkin seuraavat metsiköi-  
den rakenteelliset ominaisuudet:

- kuusivaltaiset metsiköt ovat Oulunjärven läheisyydessä  
yllättävän vanhoja, joten varttuneelta kasvatusmetsiköltä  
vaikuttanut kuvio todellisuudessa kuului uudistuskypsien  
metsiköiden luokkaan
- varttuneita kasvatusmetsiköitä on koealueella vähän
- nuorten luontaisesti syntyneiden kasvatusmetsiköiden erot-  
taminen vajaatuottoisista metsiköistä on usein vaikeaa
- mäntytaimistoihin perkauksen jälkeen jätetyt koivut vaikeut-  
tivat toimenpiteen määrittämistä
- kuutiomäärän kuvatulkinnessa nuorissa männiköissä päädyt-  
tiin usein aliarviointiin, mikä johtui lähinnä siitä, että  
puut olivat lyhyitä ja voimakkaasti kapenevia.

Kehitysluokan ja toimenpiteen kuvatulkinnessa syntyneiden vir-  
heiden laatua kuvaavat lähemmin taulukoiden 1 ja 2 tulokset.

On yhdistetty molempien tulkitsijain tulokset.

Kehitysluokan kuvatulkinnan virheistä neljännes on aiheutunut siitä, että yhteensä 40 kasvatusvaiheen (khl:t 1-3) metsiköksi tulkittua kuviota on siirretty maastotarkastuksessa vajaan tuottoisten metsiköiden luokkaan. Pääosa virheistä aiheutuu 1-4 kehitysluokissa tapahtuneista siirroista. Vähäinen määrä vajaatuottoisiksi tulkittuja kuvioita on siirtynyt maastotarkastuksessa kehittämiskelpoisiin metsiköihin.

Toimenpiteen kuvatulkinnessa syntyneistä virheistä noin kolmannes on aiheutunut siitä, että kuvatulkinnessa on ehdotettu tietty toimenpide, kun taas maastotarkastuksen mukaan metsikössä ei kaivata toimenpiteitä. Toimenpide on siis lepo (9). Toisaalta runsaat 40 % virheistä on aiheutunut siitä, että levon asemesta kaivataan tiettyä toimenpidettä. Osa toimenpiteen kuvatulkinnan virheistä aiheutuu siitä, että kehitysluokan kuvatulkinnessa on syntynyt virhe.

Taulukoiden 1 ja 2 tuloksista voidaan vielä mainita, että Paltamon kokeeseen liittyvässä kuvatulkinnessa on päädytty samanlaisiin virheisiin kuin v. 1980-82 kokeissakin (vrt. Tiihonen ja Virtanen 1983b).

### 33. Keskiuutiomäärät

#### 331. Energiapuun keskiuutiomäärä

Kuvatulkinnalla saatuja energiapuun keskiuutiomääriä voitiin verrata maastossa suoritettujen koelamittausten ja toisaalta

linja-arvioinnin tuloksiin. Taulukosta 3 nähdään ensin esimerkkejä kuvatulkinnan ja koealamittausten tuloksiin perustuvasta vertailusta. Koealametsiköiden pinta-ala on kehitysluokittain ja kaikkiaankin verraten pieni. Tulossarjat näyttävät kuitenkin viittaavan seuraaviin aikaisemmissa kokeissa saatuihin keskimääräispiirteisiin:

- kuvatulkinnan ja koealamittausten tulokset ovat yleensä samaa suuruutta

- lievää aliarviointia ilmenee enemmän kuin yliarviointia.

Molempien tulkitsijain tulokset yhdistäen on saatu seuraavat keskimääräistulokset: kuvatulkinna  $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ , koealamittaus  $11 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

Edellistä laajempi vertailu voitiin tehdä kuvatulkinnan ja maastoarvioinnin tulosten välillä. Maastoarvioinnissa eli arvioimislinjojen leikkaamalla kuvioilla energiapuun samoin kuin koko puuston kuutiomäärä oli tosin arvioitu silmävaraisesti. Molemmat luokittajat olivat kuitenkin tottuneita silmävaraiseen arviointiin. Sen tueksi oli lisäksi mitattu koealoja. Kehitysluokittaiset tulokset nähdään taulukosta 4. Havaitaan, että tulossarjat ovat vieläkin yhdenmukaisemmat kuin taulukossa 3. Kuvatulkinnan tuloksissa ilmenee nytkin aliarviointia, mutta se on hyvin lievä.

Energiapuun keskikuutiomääriä tarkasteltiin lopuksi siten, että kuvioittain saadut tulokset ryhmitettiin seuraavasta

asetelmasta nähtäviin luokkiin. Asetelmaan on otettu esimerkkinä toisen tulkitsijan kahden kehitysluokan tulosten perusteella saadut m<sup>3</sup>/ha-sarjat.

Kehitysluokka	m <sup>3</sup> /ha-luokka	Kuvatulkinta	Maastoarviointi
Luokan osuus, %			
Taimisto	< 5	62	67
	10	32	26
	20	6	6
	30		1
Nuori ja varttunut kasvatusmetsikkö	< 5	40	35
	10	51	50
	20	9	14
	30		1

Asetelman ja muut vastaavat tulossarjat osoittavat, että kuvatulkinnalla saadut energiapuun keskikuutiomäärät ryhmittyvät käytettyihin m<sup>3</sup>/ha-luokkiin yleisesti likimain samalla tavalla kuin maastoarvioinnin perusteella saadut tulokset.

### 332. Koko puuston keskikuutiomäärä

Kuvatulkinnalla saatuja koko puuston keskikuutiomääriä voitiin verrata kuten energiapuunkin osalta sekä koealamittausten että maastoarvioinnin perusteella saatuihin vastaaviin tuloksiin. Taulukossa 5 esitetään ensin esimerkkejä edellisen vertailun tuloksista. Toistettakoon, että koealojen mittaustulos-



ten perusteella voitiin tehdä vain suppea vertailu. Sen sijaan maastoarvioinnin tuloksiin nojaututtaessa aineistoa oli varsin runsaasti.

Taulukon 5 tulossarjoista voidaan todeta kuten edellä vastaavassa energiapuun keskikuutiomäärien vertailussa, että kuvatulkinna ja koealamittausten tulokset ovat yleensä, nyt ehkä vieläkin yleisemmin samaa suuruutta. Kuvatulkinnalla on kuitenkin nyt päädytty taulukoiden 2 ja 3 vastaavissa tuloksissa ilmenevän aliarvioinnin asemesta lievään yliarviointiin.

Taulukon 6 tulossarjojen vertailu johtaa edellisessä vertailussa tehtyihin päätelmiin. Kuvatulkinnan tuloksissa havaitaan kuitenkin muutamassa tapauksessa lievä aliarviointi.

Koko puuston keskikuutiomäärien tarkastelussa ryhmitettiin molempien tulkitsijain saamat tulokset lopuksi taulukosta 7 nähtäviin  $m^3/ha$ -luokkiin. Taulukkoon on otettu kaksi esimerkkiä, joista toinen kuvaa kasvatusmetsiköiden (khl:t 2 ja 3) ja toinen kaikki kehitysluokat yhdistäen saatuja tuloksia. Havaitaan, että tulossarjat lähenevät toisiaan huomattavassa määrin. Suurimmat erot ilmenevät kasvatusmetsiköiden pienissä  $m^3/ha$ -luokissa. Viitaten kuvatulkinnan ja maastoarvioinnin suoritustapaan on tulossarjojen vertailussa otettava huomioon molempiin sarjoihin liittyvä virhemahdollisuus.

#### 4. TULOSTEN KÄYTTÖ METSÄTALO USSUUNNITELMIEN LAADINNASSA

Viimeisenä tarkastelukohteena oli kuvatulokinnalla saatujen tulosten käyttömahdollisuus metsätaloussuunnitelman laadinnassa. Aihetta tarkasteltiin alustavasti Paltamon kokeen päätulosten valmistuttua v. 1982 lopulla. Tarkastelu viittasi myönteisiin mahdollisuuksiin (Tiihonen ja Virtanen 1982b). Kuvatulkinnan tulosten lähempi analysointi osoitti, että Paltamon kokeessa on päästy käytännöllisesti katsoen yhtä tarkkoihin tuloksiin kuin maan eteläpuoliskossa v. 1980-82 tehdyissä kokeissa. Maan eteläpuoliskon kokeiden tulosten pohjalta hahmoteltua metsätaloussuunnitelman laadintamenetelmää (Tiihonen ja Virtanen 1983a) voidaan siten suosittaa käytettäväksi ainakin Kainuun eteläosissa, jota Paltamon koealue edustaa.

Kun Paltamon koealueesta otetuilta ilmakuvilta oli tehty kokeen edellyttämät selvitykset, annettiin ilmakuvat ja niiltä tehdyn kuvatulokinnan tulokset Paltamon metsänhoitoyhdistykselle. Sen toiminnanjohtajalta, metsäteknikko Erkki Kuusiselta saadun tiedon (suullinen tiedonanto, tammikuu 1984) mukaan kuvatulokinnan tuloksia on jo käytetty vähäisessä määrin. Kesän 1984 alussa pyritään kuvatulokinnan tuloksia hyödyntämään mahdollisimman tehokkaasti. Kuusisen mukaan tuloksia voidaan hyödyntää metsänhoitoyhdistyksen suorittamissa, koelaueen tiloilla tapahtuvissa tehtävissä.

Kirjoittajien esittämän metsätaloussuunnitelman laadintamenetelmän yksityiskohtien suhteen rajoitutaan tässä vain viittaamaan aihetta käsittelevään selostukseen (Tiihonen ja Virtanen 1983a).

## SUMMARY

### Introduction

The experiments of the possible uses of aerial photos for energy wood investigations carried out in 1979-82 were mainly focused on the provinces of Pohjanmaa (western coastal area) and northern Savo (in eastern Finland). This publication introduces an experiment that was carried out in the Paltamo commune in the Regional Forestry Board district of Kainuu (a more northern area than the previous ones) in the autumn of 1982.

The previous experiments dealing with the topic indicate that the photo interpretation should, besides the mean volume of energy wood, include several stand characteristics that are part of conventional field survey. So far the experiences from photo interpretation have been encouraging. Therefore a decision was made to include also the previously investigated stand characteristics besides the mean volume of energy wood in the Paltamo experiments.

### Method

The experimental area in Paltamo comprises 2 200 ha of forest land. The following tasks were included: line survey, sample plot measurements, photo interpretation and field checks. Two groups were assigned to field work. The group leaders interpreted photos using black and white infra aerophotos

in scale 1:5 000. The following stand characteristics were estimated in field and through photo interpretation: the main land group, development class, silvicultural operations and mean volumes of both energy wood and the entire growing stock (see App. 1).

#### Main results from photo interpretation

The delimiting of the strata on aerial photos was nearly as accurate in the Paltamo experiment as previously.

The mean results when interpreting the development class and operation are seen in the table on page 6. The distinguished development classes are presented in Appendix 1 and in the list on page 5 -6 . The photo interpretation of the development class was as reliable as in the experiments carried out in Pohjanmaa and northern Savo in 1980-82 (Tiihonen and Virtanen 1983b). As far as the silvicultural operations were concerned the number of correctly interpreted strata was three percent units higher than the corresponding results in 1980-82.

The properties of stand structure that make it difficult to interpret the development class and operation are briefly discussed. The nature of mininterpretations is reviewed in Tables 1 and 2.

Results dealing with the mean volume of energy wood are presented in Tables 3 and 4 and in the table on page 10. The results from photo interpretation are usually as reliable

as those from sample plot measurements and field survey. There occurs some slight underestimation rather than overestimation. Similarly, the photo interpretation of the mean volume of the entire growing stock produces equally accurate results, although now slight overestimation occurs (Tables 5-7). Finally, reference is made to using the results of photo interpretation for working out practical forest management plans (Tiihonen and Virtanen 1983a).

## KIRJALLISUUS

- Tiihonen, P. & Virtanen, J. 1982a. Koetuloksia ilmakuviien käytöstä energiapuun arvioinnissa Kannuksessa v. 1979-80. Summary: Use of aerial photographs to estimate energy wood resources in Kannus in 1979-80. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 66: 1-24.
- Tiihonen, P. & Virtanen, J. 1982b. Metsätaloussuunnitelmien laadintaan lisää tehoa. Kainuun Sanomat N:o 325.
- Tiihonen, P. & Virtanen, J. 1983a. Suurimittakaavaisiin ilmapuviin ja maastoarviointiin perustuva metsätaloussuunnitelma. Summary: Forest management plan based on large-scale aerial photographs and field survey. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 115: 1-23.
- Tiihonen, P. & Virtanen, J. 1983b. Koetuloksia ilmakuviien 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 Forestalia 567: 1-18.

Taulukko 1. Kehitysluokan (Khl) kuvatulkinnessa syntyneiden virheiden laatu.

Table 1. Nature of misinterpretation of development class (Khl).

Khl <sup>1)</sup> kuvatul. mukaan	Khl <sup>1)</sup> maastotarkastuksen mukaan according to field check						Yhteensä Total
	0	1	2	3	4	5	
According <sup>1)</sup> to photo interpret.	Virheiden lukumäärä - Number of mistakes						Total
0							
1	6		18				10
2		15		15			16
3			9		18		14
4				11			5
5					1		1
6		5	13	1			19
Yhteensä Total	6	20	40	27	19		45
							157

1) Kehitysluokat, ks. s. 5-6

1) Development classes, see p. 5-6

Taulukko 2. Toimenpiteen kuvatulkinnessa syntyneiden virheiden laatu.

Table 2. Nature of misinterpretation of silvicultural operations.

Toimenpide <sup>1)</sup> kuvatulk. mukaan Operation <sup>1)</sup> according to photo interpret.	Toimenpide <sup>1)</sup> maastotarkastuksen mukaan Operation <sup>1)</sup> according to field check								Yhteensä Total
	1	2	3	4	5	6	7	9	
	Virheiden lukumäärä - Number of mistakes								
1									
2	4		2				2	11	19
3	4	3					6	12	25
4		2	1				4	5	12
5						2	1	18	21
6							5	11	16
7			4	2				11	17
9		5	15		20	16	28		84
Yhteensä Total	8	10	22	2	20	18	46	68	194

- 1) Toimenpiteet, ks. liite 1  
Silvicultural operations, see appendix 1



Taulukko 3. Esimerkkejä kuvatulkinnalla ja koalamittausten perusteella saaduista energiapuun keskikuutiomääristä.

Table 3. Examples of the mean volumes of energy wood obtained by photo interpretation and sample plot measurements.

Tulkitsija Interpreter	Kehitys- <sup>1)</sup> luokka Development <sup>1)</sup> class	Pinta- ala, ha Area, ha	Kuvatul- kinta Photo interpret.	Koala- mittaus Sample plot measurement
			$\text{m}^3/\text{ha}$	
A	1	5	3	7
	2 + 3	39	12	13
	4	26	3	3
	6	16	20	23
B	1	2	10	9
	2 + 3	10	10	12
	4	8	3	6
	6	16	12	7
A + B	1	7	5	8
	2 + 3	49	12	13
	4	34	3	4
	6	32	16	15

Kehitysluokat, ks. s. 5-6

1) Development classes, see p. 5-6

Taulukko 4. Esimerkkejä kuvatulkinalla ja maastoarvioinnin perusteella saaduista energiapuun keskikuutiomääristä.

Table 4. Examples of the mean volumes of energy wood obtained by photo interpretation and field survey.

Tulkit-sija Inter- preter	Kehitys- <sup>1)</sup> luokka Development <sup>1)</sup> class	Pinta- ala, ha Area, ha	Kuvatul- kinta Photo interpret. m <sup>3</sup> /ha	Maasto- arviointi Field survey
A	1	257	6	6
	2 + 3	320	8	9
	4	104	3	3
	6	74	11	11
B	1	447	4	4
	2 + 3	536	6	7
	4	107	4	4
	6	182	13	14
A + B	1	704	5	5
	2 + 3	856	7	8
	4	211	3	3
	6	256	13	13

Kehitysluokat, ks. s. 5-6

1) Development classes, see p. 5-6

Taulukko 5. Esimerkkejä kuvatulkinalla ja koealamittaus-  
ten perusteella saaduista koko puuston keski-  
kuutiomääristä.

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

Tulkitsija Inter- preter	Kehitys- <sup>1)</sup> luokka Development <sup>1)</sup> class	Pinta- ala, ha Area, ha	Kuvatul- kinta Photo interpret.	Koeala- mittaus Sample plot measurement
			$m^3/ha$	
A	1	5	10	10
	2 + 3	39	117	105
	4	26	206	196
	6	16	70	64
B	1	2	20	10
	2 + 3	10	102	91
	4	8	210	194
	6	16	111	118
A + B	1	7	13	10
	2 + 3	49	114	102
	4	34	207	196
	6	32	90	91

<sup>1)</sup> Kehitysluokat, ks. s. 5-6  
Development classes, see p. 5-6

Taulukko 6. Esimerkkejä kuvatulennalla ja maastoarvioinnin perusteella saaduista koko puuston keski-kuutiomääristä.

Table 6. Examples of the mean volumes of growing stock obtained by photo interpretation and field survey.

Tulkitsija Interpreter	Kehitys- <sup>1)</sup> luokka Development class	Pinta- ala, ha Area, ha	Kuvatul- kinta Photo interpret.	Maasto- arviointi Field survey
			$\text{m}^3/\text{ha}$	
A	1	257	18	16
	2 + 3	320	112	106
	4	104	186	174
	6	74	92	79
B	1	447	17	21
	2 + 3	536	95	95
	4	107	204	194
	6	182	62	64
A + B	1	704	17	19
	2 + 3	856	102	99
	4	211	195	184
	6	256	71	69

<sup>1)</sup> Kehitysluokat, ks. s. 5-6

<sup>1)</sup> Development classes, see p. 5-6

Taulukko 7. Esimerkkejä kuvatulkinnalla ja maastoarvioinnissa saatujen koko puuston keskikuutiomäärien jakaantumisesta m<sup>3</sup>/ha-luokkiin.

Table 7. Examples of the mean volumes of growing stock obtained by photo interpretation and field survey as distributed to classes m<sup>3</sup>/ha.

m <sup>3</sup> /ha- luokka m <sup>3</sup> /ha class	Kasvatusmetsiköt Thinning stands		Kaikki kehitysluokat All development classes	
	Kuvatulk. Photo interpret.	Maastoarv. Field survey	Kuvatulk. Photo interpret.	Maastoarv. Field survey
Luokan osuus, % Percentage of class				
- 30	2	1	28	30
40 - 50	18	17	14	14
60 - 70	18	23	14	15
80 - 90	18	14	11	10
100 - 110	5	8	4	5
120 - 130	7	8	5	5
140 - 150	10	9	6	5
160 - 170	11	10	7	7
180 - 190	5	5	4	4
200 +	6	5	7	5





ISBN 951-40-0950-9  
ISSN 0358-4283