

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA

115



METSÄNARVIOIMISEN TUTKIMUSOSASTO
METSÄNINVENTOINNIN TUTKIMUSSUUNTA



Paavo Tiihonen ja Jaakko Virtanen

SUURIMITTAKAAVAISIIN ILMAKUVIIN JA MAASTOARVIOINTIIN PERUSTUVA METSÄTALOUSSUUNNITELMA

Summary

FOREST MANAGEMENT PLAN BASED ON LARGE-SCALE AERIAL PHOTOGRAPHS AND FIELD SURVEY

Helsinki 1983

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 115

METSÄNARVIOIMISEN TUTKIMUSOSASTO

METSÄNINVENTOINNIN TUTKIMUSSUUNTA

SUURIMITTAKAAVAISIIN ILMAKUVIIN JA MAASTOARVIOINTIIN PERUSTUVA METSÄTALOUSSUUNNITELMA

Forest management plan based on large-scale
aerial photographs and field survey

Paavo Tiihonen ja Jaakko Virtanen

SISÄLLYS

ALKUSANAT	3
1. JOHDANTO	4
2. YLEISPERUSTEET	5
3. KUVATULKINTAA EDELTÄVÄT MAASTOTYÖT	6
4. KUVATULKINTA	7
5. KUVATULKINTAA TÄYDENTÄVÄT MAASTOTYÖT	9
6. KUVATULKINNAN TULOSTEN TÄYDENTÄMINEN	10
7. TULOSTEN LASKENTA	13
8. TYÖTULOS JA KUSTANNUKSET	14
9. MENETELMÄN KÄYTÖN TEHOSTAMINEN	15
KIRJALLISUUS	16
SUMMARY	17
KUVAT	21

TIIHONEN, P. & VIRTANEN, J. 1983. Suurimittakaavaisiin ilma-kuviin ja maastoarviointiin perustuva metsätaloussuunnitelma. Forest management plan based on large-scale aerial photographs and field survey. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 115:1-23.

Julkaisussa esitettävän metsätaloussuunnitelman perustana on kuvatulkinnan ja maastoarvioinnin yhdistelmä. Kuvatulkintaa on pyritty tehostamaan siirtymällä metsätaloussuunnitelmien laadinnassa tähän asti käytetyistä ilmakuvista suuremmissa mitta-kaavassa oleviin kuviin. Pyrittiin tehokkaampaan ilmakuvien käyttöön sisällyttämällä tulkintaan kuvioiden rajoittamisen lisäksi käytännön kannalta keskeisimmät metsikkötunnukset. Ta-voitteeksi asetettiin niin luotettava tulkinta, että kuvatul- kintaa edeltävät ja täydentävät maastotyöt voitaisiin supis- taa mahdollisimman vähäisiksi.

Julkaisussa selostetaan mainittujen kolmen osatehtävän perus- teita ja suoritustapaa. Metsätaloussuunnitelmaan sisällytettä- vien tietojen keruu voidaan päättää kuvatulkinnaan, jos tyydy- tään kuvatulkinnessa saatuun tarkkuuteen ja vain niihin met- sikkötunnuksiin, jotka voidaan tulkita ilmakuvilta.

Julkaisussa esitettyjen keskimääräisten päivittäisten työtu- losten pohjalta on arvioitu eri työläjien yksikkökustannukset. Kokonaiskustannusten arviota, 7 mk/ha, voitaneen pitää varsin kohtuullisena.

Lopuksi julkaisussa esitetään, millaisia tutkimuksia tarvit- taisiin, jotta laaditun menetelmän käyttöä ja luotettavuutta voitaisiin edelleen tehostaa.

The forest management plan introduced in the publication is based on a combination of photo interpretation and field sur- vey. The photo interpretation is made more accurate by switch- ing on to larger-scale aerial photos than before in forest management planning. The interpretation was not confined only to delimiting the strata, but also the stand characteristics most important from practical point of view were included. The goal was to obtain so reliable a photo interpretation that the preceding and supplementing field work could be re- duced to the minimum. The field work preceding the photo in- terpretation or acquisition of the interpretation key and the subsequent checks are an essential part in making a forest management plan.

This publication gives an account of the principles and method of carrying out the three mentioned work sections. The collec- tion of information needed for the forest management plan terminates at the photo interpretation if the accuracy gained at the interpretation suffices and only the stand character- istics that can be interpreted from aerial photos are included. The photo interpretation always involves some inaccuracy even if carried out by experienced interpreters. The supplementing field checks can be carried out by photo interpreters, forest owners and/or local forest specialists depending on the circum- stances. The average daily work presented in the publication serves as a basis for estimating the costs per unit of the different phases of work. The total cost estimate, 7 Fmk/ha, can be regarded as moderate.

Finally, ways of improving the use and reliability of the method are discussed.

ISBN 951-40-0994-0
ISSN 0358-4283

Helsinki 1983. Valtion painatuskeskus

ALKUSANAT

Tässä julkaisussa esitettävä, metsätaloussuunnitelman laadintaa käsittelevä menetelmä on valmistettu seuraavasti. Allekirjoittaneet ovat kehittäneet menetelmän perusteet ja laatineet sitä kuvaavan selostuksen. Perusteiden valinnassa on nojaututtu kirjoittajien aikaisempiin tutkimuksiin sisältyneissä kokeissa saatuihin tuloksiin. Kokeiden suorittajina ovat olleet metsätyönjohtajat Jouko Tikkanen ja Kyösti Vornanen.

Helsinki, elokuu 1983

Paavo Tiihonen

Jaakko Virtanen

1. JOHDANTO

Tässä julkaisussa esitettävän metsätaloussuunnitelman kehittäminen alkoi ikäänkuin sivutuotteena Kannuksessa v. 1979 aloitetun, paikallisiin selvityksiin tarkoitetun energiapuun arvioimismenetelmän laadinnan yhteydessä. Päädyttiin kahteen vaihtoehtoiseen menetelmään, joista toinen perustuu lähinnä maastossa suoritettaviin selvityksiin, toinen menetelmä on ilmakuvatulkinnan ja maastoarvioinnin yhdistelmä. Ilmeni, että kehitysluokka on hyvin käyttökelpoinen ja olennainen peruste ilmakuvien käyttöön rakentuvassa energiapuun arvioinnissa. Koko puuston keskikuutiomäärän, metsikössä lähiaikana tarpeellisen hoitotoimenpiteen ja eri puulajien osuuk-sien kuvatulkin-ta tuki myös merkittävästi energiapuun arviointia. Vaikka tehtävässä oli syytä keskittyä metsämaahan, oli kuvatulkin-nassa aiheellista rajoittaa myös ^{louvo} metsä- ja kitumaahan luettavat kuviot. Energiapuun keskikuutiomäärän lisäksi oli ilmakuvilta siis tulkittava useita tavanomaises-sa maastoarvioinnissa selvitettäviä metsikkötunnuksia.

Kuvioiden rajojen ja mainittujen metsikkötunnusten kuvatul-kinnan mahdollisuuksien selvittämiseksi tehtiin Kannuksessa, Maaningalla, Pielavedellä ja Tyrnävällä v. 1979-82 useita laajamittaisia kokeita. Niiden tulosten yksityiskohtien suh-teen viitataan tähän mennessä laadittuihin tutkimusselostuk-siin (Tiihonen ja Virtanen 1982, 1983) ja jäljempänä esimerk-inä esitettäviin keskimääräistuloksiin. Todettakoon vain, että kuvatulkin-nan tuloksia voidaan pitää keskimäärin aina-kin tyydyttävinä. Tulosten tarkkuutta voidaan vielä suuren-taa kuvatulkin-nan jälkeen tehtävällä tarkistuksella.

Edellä esitetyn perusteella katsottiin, että saatuja tulok-sia olisi pyrittävä hyödyntämään energiapuuarvioinnin lisäk-si muissakin metsänarvioimisen alan tehtävissä, etenkin yk-sityismailla tehtävien metsätaloussuunnitelmien laadinnassa. Tässä mielessä on valmistettu julkaisussa esitettävä mene-telmä. Sen kuvaukseen on sisällytetty suppea selostus yleis-perusteista, eri osatyövaiheista sekä työtuloksista ja kus-tannuksista. Lopuksi esitetään, millaisia tutkimuksia tarvit-taisiin, jotta laaditun menetelmän käyttöä ja luotettavuutta voitaisiin edelleen tehostaa.

2. YLEISPERUSTEET

Jäljempänä lähemmin esiteltävän metsätaloussuunnitelman laadinnan keskeisenä tavoitteena on siis ollut johdannossa mainittuihin energiapuututkimuksiin sisältyneissä, ilmakuvienväkäyttömahdollisuuksia koskeneissa kokeissa saatujen tulosten mahdollisimman laajamittainen hyödyntäminen. Pyrittiin löytämään myös muita aikaisemmin kehitettyjä, laadittavaan menetelmään soveltuvia perusteita. Menetelmän laadinnan taustalla ja itse rakentamisessa sovelletut yleisperusteet voidaan ryhmittää seuraavasti:

- ilmakuvienväkäyttämistä tehokkaampi käyttö
- matalakuvauksella saatujen suurimittakaavaisten mustavalko-infra-ilmakuvienväkäyttämistä
- kuvatulkinna n iveltäminen kiinteästi maastoarviointiin
- edellisestä johtuen menetelmänä on kuvatulkinna ja maastoarvioinnin yhdistelmä
- työn suorittajat ovat molempiin osatehtäviin hyvin perehtyneitä henkilöitä.

Kuvatulkintaa on pyritty tehostamaan siirtymällä metsätaloussuunnitelmien laadinnassa tähän asti käytetyistä ilmakuvista suuremmissa mittakaavassa oleviin kuviin. Tulkinnassa ei myöskään rajoituttu vain kuvioiden rajoittamiseen. Pyrittiin tehokkaampaan ilmakuvien käyttöön sisällyttämällä tulkintaan pääosa jäljempänä lähemmin tarkasteltavista metsikkötunnuksista. Tavoitteeksi asetettiin niin luotettava tulkinta, että kuvatulkintaa edeltävät ja täydentävät maastotyöt voitaisiin supistaa mahdollisimman vähäisiksi. Kuvatulkintaa edeltävät maastotyöt eli tulkinta-avaimen hankinta ja myöhemmin suoritettavat tarkistukset ovat toisaalta olennainen osa taloussuunnitelman laadintaa. Edellä esitetyn luetelon viimeisen perusteen mukaisesti työn onnistuminen edellyttää suorittajilta hyvää perehtyneisyyttä molempiin mainittuihin osatehtäviin.

3. KUVATULKINTAA EDELTÄVÄT MAASTOTYÖT

Kuvatulkinnan niveltäminen maastoarviointiin tapahtuu kahdessa vaiheessa, ensiksi ennen kuvatulkintaa ja toisaalta sen jälkeen. Ennen kuvatulkintaa tehtävillä maastotöillä pyritään selvittämään lähinnä seuraavaa:

- yleiskuvan saaminen tarkasteltavasta alueesta
- rakennetaan tulkinta-avain suorittamalla alueella sellainen kuvioittainen ja/tai koealoihin perustuva arviointi, että arvioidut kohteet voidaan paikallistaa ilmakuvilla.

Ainakin yleiskuvan selvittäminen ja kuvioittainen arviointi suositetaan tehtäväksi samanaikaisesti linjoittaisena arviointina. Sen suorittaa ryhmänjohtajan ja yhden mittausapulaisten käsittävä ryhmä. Arvioinnin tulokset kootaan lomakkeille, joiden rakennetta havainnollistaa kuva 1. Voidaan rajoittaa samoihin arviointeihin kuin kuvatulkinnassa tai arvioida myös mahdolliset kuvatulkinnan täydennykseen sisältyvät metsikkötunnukset. Jälkimmäisessä vaihtoehdossa linjojen leikkaamilta metsikkökuvioilta koottaisiin seuraavat tiedot:

- yleistiedot
- maiden pääryhmä (metsämaa, kitumaa, joutomaa)
- puulajivaltaisuus
- keskikuutiomäärä
- kehitysluokka
- toimenpide (sarakkeet 38 ja 39).

Arvioimislinjat sijoitetaan maastoon tavanomaiseen tapaan kohtisuoraan kuvioiden yleiseen pituussuuntaan nähden. Linjaväli voidaan valita seuraavan luettelon mukaisesti:

pinta-ala, 1000 ha	linjaväli, m
≤ 10	1 000
10 - 20	2 000
20 - 30	2 500
30 - 40	3 000
40 - 50	4 000
50 +	5 000

Esitettyjen linjavälien määrittämisessä on pyritty sovelta-
maan edellä mainittua yleissääntöä: maastoarvioinnilla sel-
vitetään lähinnä yleiskuva ja rakennetaan tulkinta-avain.
Maastoarvioinnin osuutta voidaan tarvittaessa lisätä linja-
väliä pienentämällä.

Koealamittaukset voidaan tehdä esim. osalla edellä maini-
tuista linjoista tai muunlaista sijoittamistapaa noudattaen.
Jos arvioitavasta alueesta on erotettu useita osa-alueita,
saatetaan mittaukset keskittää suppealle alueelle yhdellä
tai muutamalla osa-alueella, lyhyehköön aikaan ennen arvi-
ointia ja sen puolivälin tienoilla jne. Koealojen mittaus
on suunniteltava jo kustannustyistä harkiten.

Maastotöiden ja koealojen kuutioinnin jälkeen paikalliste-
taan linjoja seuraten erotetut ja koealamittausten mukaiset
kuviot ilmakuvilta. Näiltä kohteilta kuvatulkinnassa saatu-
ja tuloksia verrataan sitten vastaaviin maastoarvioinnin ja
/tai koealamittausten mukaisiin tuloksiin.

4. KUVATULKINTA

Kuvatulkinta aloitetaan kuvioiden rajaamisella tavoitteena
lopullinen kuviointi, välttämättä kuitenkin liiallista pien-
piirteisyyttä. Rajaamisessa samoin kuin metsikkötunnusten
tulkinnassa nojaututaan kuvatulkintaa edeltäneessä maasto-
arvioinnissa saatuun yleiskuvaan sekä arvioimislinjojen
leikkaamilta kuvioilta ja koealamittauksissa saatuihin tu-
loksiin eli tulkinta-avaimen. Tiettyä tukea saadaan myös
ko. alueen peruskartasta ja mahdollisesti myös muista kar-
toista.

Todettakoon, että tarkasteltavaa aihetta koskeneiden tutki-
musten yhteydessä valmistettiin linjoittaisen arvioinnin
tuloksista tietokoneella kartanomaisia tulostuksia, joista
sitten valmistettiin läpinäkyviä kalvoja. Arvioimislinjan
leikkaamien kuvioiden tarkastelu ja tulosten vertailu linjan
sivussa oleviin kuvioihin oli näin menetellen hyvin selvää

ja havainnollista. Maastoarvioinnin tuloksia voidaan käyttää tulkinta-avaimena myös siten, että ilmakuville pyritään rajoittamaan linjojen kohdalta erotettujen metsiköiden kuvionselostuksia vastaavia kuvioita.

Ilmakuville rajoitetuilta kuvioilta tulkitaan seuraavat metsikkötunnukset:

- maiden pääryhmä
- puulajivaltaisuus
- kehitysluokka
- lähiajan toimenpide
- keskikuutiomäärä.

Eri metsikkötunnusten tulkinta voi tapahtua edellä esitetyn luettelon mukaisessa järjestyksessä.

Maiden pääryhmissä rajoitutaan metsätalousmaahan. Erotetaan siis kolme pääryhmää: metsämaa, kitumaa ja joutomaa. Puulajivaltaisuuden tulkinnan osalta kokemukset osoittavat, että erot havu- ja lehtipuuvaltaisuuden välillä ovat musta-valkeainfra-ilmakuville hyvin selvät. Ratkaisu siitä, onko tarkasteltava kuvio mänty- vai kuusivaltainen, edellyttää jo yksityiskohtaisempaa latvusten muodon ja varjojen tarkastelua.

Varsinkin kehitysluokan ja toimenpiteen kuvatulkinnassa on syytä aloittaa helpoista kohteista, siis ensin suot, avohakkuualat, taimistot ja kasvatushakkuilla käsitellyt metsiköt. Tämän jälkeen keskitytään sulkeutuneisiin ja vajaatuottoisiin metsiköihin, joiden kuvatulkinta vaatii edellisiin kohteisiin verrattuna enemmän aikaa. Mitä erilaisempaa kehitysvaihetta vierekkäiset metsikkökuviot edustavat, sitä helpompi on yleensä kehitysluokan ja toimenpiteen kuvatulkinta.

Kehitysluokasta saadaan merkittävää tukea puuston keskikuutiomäärän kuvatulkintaan. Muista tekijöistä mainittakoon puulajivaltaisuus, tiheys, pituus ja latvusten muoto.

Tulokset ovat yleensä sitä varmempia, mitä suurempi kehitysero on vierekkäisten kuvioiden puuston kehityksen välillä.

5. KUVATULKINTAA TÄYDENTÄVÄT MAASTOTYÖT

Metsätaloussuunnitelmaan sisällytettävien tietojen keruu päättyy kuvatulkinnaan, jos tehtävä rajoitetaan seuraavasti:

- tyydytään kuvatulkinnessa saatuun tarkkuuteen
- tarkastelu rajoitetaan vain niihin metsikkötunnuksiin, jotka voidaan tulkita ilmakuvilta.

Suoritetut tutkimukset osoittavat, että runsaastikin kokemusta omaavien henkilöiden kuvatulkinnan tuloksiin liittyy yleensä ainakin vähäistä epätarkkuutta. Allekirjoittaneiden Tiihosen ja Virtasen (1982, 1983) suorittamissa kokeissa on kuvioiden rajoittamisen, kehitysluokan, toimenpiteen ja koko puuston keskikuutiomäärän kuvatulkinnessa päädytty seuraaviin, lähinnä suuruusluokkaa osoittaviin keskimääräistuloksiin:

- kuviot on rajoitettu hyvin, maastotarkastuksessa on jouduttu kuitenkin erottamaan lisäkuvioita, tutkittujen kuvioiden määrään verrattuna 3 - 4 %
- lisäkuviot ovat olleet yleensä keskimääräistä pienempiä
- metsä- ja joutomaan kuvioiden välillä on yleensä selvä ero, kitumaahan kuuluvien kalliomaiden luokitteluun liittyy sen sijaan epävarmuutta
- kehitysluokan kuvatulkinnessa oikein luokitettujen kuvioiden osuus kaikista kuvioista on ollut 80 - 85 %, toimenpiteen osalta vastaava tulos on 70 - 75 %
- kuvioittaisissa keskikuutiomäärissä virhemahdollisuus on ollut yleensä $\pm 10 - 20$ %, kokonaispuustossa vain noin ± 2 %.

Esitettyjen keskimääräistulosten mukaan on syytä suorittaa täydentävä maastotarkistus, jos tehtävässä pyritään saamaan tulkinnan osoittamaa kuvaa täsmällisempiä tuloksia. Maastotarkistus saattaa olla tarpeen myös silloin, kun metsätaloussuunnitelman laadintaan sisällytetään sellaisia metsikkötunnuksia, joiden selvittäminen kuvatulkinnulla ei ole mahdollista.

Jos kuvatulkinntaa täydentävä tarkistus katsotaan aiheelliseksi, niin tehtävä voidaan toteuttaa kahdella tavalla:

- kuvatulkinnan suorittajat huolehtivat myös tarkistuksista
- metsänomistaja ja/tai paikalliset metsäammattimiehet suorittavat tarkistukset ko. olosuhteiden edellyttämällä tavalla.

Ensin mainittu vaihtoehto on varmaankin jälkimmäistä tehokkaampi. Mikäli tarkistukset voidaan suorittaa myöhemmin eri aikoina tai tietyllä tavalla rajoittaen, on jälkimmäinen vaihtoehto ilmeisesti edellistä edullisempi. Tarkistuksissa saataan rajoittua vain niihin kuvioihin, joiden osalta maastotarkistus katsotaan kuvatulkinnaissa aiheelliseksi. Tällaiset kuviot voivat kuitenkin olla tarkasteltavan alueen eri osissa, joten tarpeettoman kävelyn välttämiseksi tarkistukseen on aiheellista sisällyttää muitakin kuvioita. Parhain tulos saavutetaan tietysti tarkistamalla maastossa kaikki kuviot. Todetakaan, että tällaisessa tarkistuksessa kuvatulkinnaan ja maastotöihin hyvin perehtyneen henkilön ei suinkaan tarvitse tutkia kaikkia kuvioita ja niiden rajoja yksityiskohtaisesti. Sopiva keskitetty kuviolta toiselle tapahtuva eteneminen riittää kohtuullisen varmuuden saavuttamiseksi. Tarkistuksen yhteydessä tapahtuvaa muiden kuin kuvatulkinnaissa tarkasteltujen metsikkötunnusten arviointia käsitellään lyhyesti seuraavassa.

6. KUVATULKINNAN TULOSTEN TÄYDENTÄMINEN

Piirimetsälautakuntien toimesta yksityismetsissä suoritettavien metsätaloussuunnitelmien kenttä- ja laskentatöihin on sisällytetty hyvin runsaasti erilaisia tehtäviä. Ainoana poikkeuksena lienee Pohjois-Savon piirimetsälautakunta, jossa helikopteria käytettäessä on rajoitettu tavanomaista huomattavasti vähäisempään metsikkötunnusten lukumäärään. Tässä julkaisussa esitettävän metsätaloussuunnitelman perusteita valittaessa päätettiin rajoittua vain käytännön kannalta keskeisiin metsikkötunnuksiin. Ratkaisua täsmennettiin seuraavasti:

- kuvatulkinnaan sisällytetään vain edellä aiheen käsittelyn yhteydessä mainitut tunnuks
- edellisten lisäksi saatetaan muulla tavoin määrittää muutamia käytännön kannalta tarpeellisia tunnuksia
- lisätunnukset selvitetään tarkistusten yhteydessä tai muissa tehtävissä saatujen tulosten perusteella
- keskeisiä lisätunnuksia ovat: metsä- ja suotyypit, tukki-
osuus, kasvu ja hakkuumahdollisuudet.

Metsämaiden laadusta saadaan ainakin yleiskuva kuvatulkinnan ja sitä täydentävien maastotöiden yhteydessä. Yksityiskohtaisia kuvioittaisia tietoja saadaan veroluokituskarttojen tai niiltä koottujen tiloittaisten pinta-alatietojen perusteella. Osa tiedoista perustuu tosin verraten vanhaan maastoluokitukseen, mutta luokitusta voidaan tarvittaessa tarkistaa maastotöiden yhteydessä. Pienpiirteiseen maiden luokitukseen ei ole syytä pyrkiä.

Tukkiosuuden arvioinnissa voidaan nojautua alueellisiin keskiarvoihin ja/tai tarkistaa keskimääräisluvut maastoarvioinnin yhteydessä. Tehtävässä on syytä rajoittaa suuruusluokkaa osoittaviin tuloksiin. Tukkiosaa osoittavista keskimääräisluvuista esitetään seuraavassa asetelmassa esimerkkeinä valtakunnan metsien 6. inventoinnissa Pohjois-Savon piirimetsälautakunnan alueelta kertyneen aineiston perusteella puulajeittain ja kehitysluokittain lasketut tulokset. Niiden laskennan perusteina ovat olleet ns. Järvi-Suomen alueen tukkien vähimmäisvaatimukset.

Puulaji	Kehitysluokka								yhteensä
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	Tukkiosa % kokonaiskuutiomäärästä								
Mänty	55	61	17	20	59	74	77	55	53
Kuusi	3	17	10	16	39	51	55	34	36
Lehtipuut	30	9	14	10	27	35	20	18	21
Kaikki	36	28	14	16	43	56	64	32	38

Asetelmassa järjestysluvuilla ilmaistut 6. inventoinnissa erotetut kehitysluokat ovat seuraavat:

- 1 = aukea uudistusala tai siemenpuusto
- 2 = pieni taimisto
- 3 = taimisto tai riukuasteen metsikkö
- 4 = nuori kasvatusmetsikkö
- 5 = varttunut kasvatusmetsikkö
- 6 = uudistuskypsä metsikkö
- 7 = suojuspuumetsikkö
- 8 = vajaatuottoinen metsikkö.

Kasvun arvioinnissa on samoin aiheellista rajoittua vain keskimääräislukujen perusteella saatavaan suuruusluokkaa osoittavaan tulokseen. Maastotöiden yhteydessä tapahtuva kasvun laskennan perusteiden arvostelu ja tarkistus edellyttää työn suorittajalta hyvää perehtyneisyyttä alueellisiin ja metsiköittäisiin kasvutuloksiin sekä niiden laskentaan. Keskimääräisistä kasvuluvuista mainittakoon ensin esimerkkeinä piirimetsälautakuntien johdolla suoritettavien metsätaloussuunnitelmien atk-laskentaan sisältyvät ja toisaalta valtakunnan metsien inventoinneissa saadut kasvusadannekset (esim. Kohmo 1980). Kuvasta 2 nähdään Ilvessalon (1951) valtakunnan metsien 2. inventoinnin aineiston perusteella laatima, maan eteläpuoliskossa tapahtuvaa metsiköittäisten kasvusadannesten silmävaraista arviointia varten laadittu taulukko. Seuraavassa asetelmassa esitetään lopuksi esimerkkeinä 6. inventoinnin aineiston perusteella Pohjois-Karjalan ja Pohjois-Savon piirimetsälautakunnan alueelta saadut kasvusadannesten sarjat.

Piirimetsälautakunta	Vallitseva puulaji	Kehitysluokka								yhteensä
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Kuutiokasvuprosentti										
	Mänty	4,5	5,5	12,4	5,0	3,0	2,2	2,9	2,2	3,6
Pohjois-Karjala	Kuusi	3,5	8,3	8,6	5,4	3,5	2,4	3,6	2,4	3,7
	Lehtip.		4,0	4,0	4,5	3,4	2,7	4,0	4,8	4,0
	Kaikki									3,7
	Mänty	4,5	4,5	11,3	5,4	3,2	2,5	2,9	3,8	3,8
Pohjois-Savo	Kuusi	4,4	7,1	8,1	5,2	4,0	2,9	3,4	5,5	4,3
	Lehtip.	4,9		4,9	7,6	3,6	2,8	3,7	5,4	4,8
	Kaikki									4,1

Edellä esitettyjen esimerkkien ja lähdeviittausten lisäksi erityisesti valtakunnan metsien inventoinnin tuloksiin sisältyy runsaasti molempia tunnuksia kuvaavia keskimääräistuloksia. Inventointien aineistojen perusteella on mahdollista laskea muunlaisiakin tuloksia. Aiheen laajuuden vuoksi keskimääräislukujen käyttömahdollisuuksien laajamittaisempi tarkastelu sivuutetaan tässä tutkimuksessa.

Hakkuumahdollisuuksien arvioinnissa voidaan nojautua puuston kuutiomäärää ja kasvua ilmaiseviin tuloksiin. Perusteina voivat myös olla kuvioittain laadittujen toimenpiteiden yhdistelmänä saatu tulossarja ja keskimääräiset poistosadannekset. Seuraavassa esitettävään tulosten atk-laskentaan sisältyy myös hakkuumäärän arviointi. Tuloksen käyttömahdollisuuksia arvioitaessa on otettava huomioon laskennan suoritustapa.

Kuvassa 1 esitetylle kuvionselityslomakkeelle voidaan edellä tarkasteltujen metsikkötunnusten lisäksi tehdä merkintä metsä- ja suotyyppistä sekä puulajien kuutiomääräosuuksista. Atk-laskennassa saadaan myös näitä tunnuksia koskevat tulokset. Tässä julkaisussa esitettävän metsätaloussuunnitelman laadinnan yhteydessä kuitenkin päätettiin rajoittaa, kuten yleisperusteissa on esitetty, vain käytännön kannalta keskeisiin metsikkötunnuksiin. Niihin ei sisällytetty metsä- ja suotyyppiä eikä puulajien osuuksia, mistä johtuen näiden tunnusten lähempi tarkastelu sivuutetaan tässä.

7. TULOSTEN LASKENTA

Tulosten laskenta käsittää seuraavat osatyövaiheet:

- mittakaavassa 1 : 5000 olevien peruskarttojen hankkiminen
- tilojen rajojen selvittely
- ilmakuvioiden ja peruskarttojen yhdistäminen
- kuvioiden pinta-alojen laskenta tiloittain
- kuvioiden pinta-alojen ja kuvatulointaa täydentävissä selvityksissä saatujen tulosten siirtäminen kuvionselityslomakkeille
- tulosten käsinlaskenta tai atk-laskenta Valtion tietokonekeskuksen Oulun toimipisteessä.

Atk-laskennan perustana on osastopäällikkö Juhani Nousiaisen (Valtion tietokonekeskus) v. 1972-73 laatima ja myöhemmin täydentämä laskentaohjelma. Metsänhoitaja Oiva Pöyhösen (Pohjois-Savon piirimetsälautakunta) ehdotuksesta ohjelmaan lisättiin v. 1980 tukkiosaa (sahapuuosuutta) ja hakkuumäärää koskevat laskelmat. Näitä uusia samoin kuin ohjelmaan aikai-

semmin sisältyneitä muita metsikkötunnuksia koskevien tulos-
tuksien lisäksi atk-laskennalla saadaan tavanomainen kuvion-
selitys- ja metsänarviokirja. Tätä tulostusta havainnollistaa
kuvasta 3 nähtävä esimerkki.

8. TYÖTULOS JA KUSTANNUKSET

Edellä esitetyn menetelmän laadintaa ja käyttöä koskeneiden
kokeiden perusteella on päädytty seuraaviin päivittäisiin
työtuloksiin:

- linja-arviointi	10 km/pv
- koealojen mittaus, 1 a koealat	40 kpl/pv
- "- 3 a "-	25 "-
- kuvatulkinta	200 - 250 ha/pv
- edellisen tarkistus maastossa	200 - 250 "-

Kustannusten laskennan perusteina ovat olleet päivittäisten
työtulosten lisäksi kuvatulkinnan ja kenttätyöt suoritta-
neiden henkilöiden palkat ja matkakustannukset v. 1983 alus-
sa, Valtion tietokonekeskuksen ilmoittamat atk-kustannukset
sekä Pohjois-Savon piirimetsälautakunnan (MH O. Pöyhönen)
ilmoittamat karttojen valmistamisen ja pinta-alojen lasken-
nan kustannukset, molemmat viimeksi mainitut samoin v. 1983
alussa. Päädyttiin seuraaviin yksikkökustannuksiin:

- valmistelu	0,20 mk/ha
- linjoittainen arviointi	0,75 "-
- koealamittaus	0,25 "-
- ilmakuvat ja stereopaperien valmistus	2,00 "-
- kuvatulkinta	1,00 "-
- maastotarkistus	1,50 "-
- pinta-alojen laskenta	0,30 "-
- karttojen yhdistäminen	0,30 "-
- lisätunnusten selvittely	0,20 "-
- atk-laskenta Oulussa	0,40 "-
yhteensä	6,90 mk/ha

Eri osatyövaiheiden kustannusten yhdistelmänä saatua koko-
naiskustannusta, noin 7 mk/ha, voitaneen pitää varsin koh-
tuullisena.

9. MENETELMÄN KÄYTÖN TEHOSTAMINEN

Tässä julkaisussa kuvatun metsätaloussuunnitelman laadinnassa kootaan perustiedot kolmelta taholta: maastoarvioinnilla, kuvatulkinalla ja käyttämällä keskimääräislukuja. Pääosa tiedoista kootaan kahdelta ensin mainitulta taholta. Aihetta koskeneissa kokeissa saatujen kokemusten mukaisesti maastoarvioinnissa ja kuvatulkinassa runsaastikin kokemusta omaavien henkilöiden kuvatulkinan tuloksiin liittyy käytännön kannalta merkittävää epätarkkuutta. Sitä voidaan kuitenkin lieventää tai poistaa se käytännöllisesti katsoen kokonaan kuvatulkinan jälkeen suoritettavan maastotarkastuksen avulla.

Edellä esitetyn perusteella saatetaan päätellä, että laaditun menetelmän käyttö tehostuisi, jos kuvatulkinan jälkeen tapahtuvan maastotarkastuksen osuutta voitaisiin pienentää. Tulkit-sijain kokemusten lisääntyessä virheiden osuus varmaan entisestään pienenee, mutta tuskin kovin nopeasti. On aloitettava myös todettujen virheiden yksityiskohtainen tarkastelu tarkoituksella selvittää eri kehitysluokissa ja toimenpide-ehdotuksissa tehtyjen virheiden ryhmittäminen muihin luokkiin. Mikäli virheiden syntymisessä ilmenisi tiettyä säännönmukaisuutta, virheiden ja samalla kuvatulkinan täydentävän maastotarkastuksen osuutta voitaisiin ilmeisesti pienentää. Aiheen tutkimista jatketaan kesän 1983 alussa kerättävän uuden ilma-kuva-aineiston perusteella.

KIRJALLISUUS

- ILVESSALO, Y. 1951. III valtakunnan metsien arviointi. Suunnitelma ja maastotyön ohjeet. Summary in English: Third National Survey of the Forests of Finland. Plan and Instructions for Field Work. M.t.j. 39.3: 1-67.
- KOHMO, I. 1980. Metsiköiden kasvuprosentti Suomessa vuosina 1971-1976. Summary: Increment percentage of forest stands in Finland 1971-1976. Folia For. 425: 1-21.
- TIIHONEN, P. & VIRTANEN, J. 1982. Koetuloksia ilmakuvienv käytöstä energiapuun arvioinnissa Kannuksessa v. 1979-80. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 66: 1-24.
- TIIHONEN, P. & VIRTANEN, J. 1983. Koetuloksia ilmakuvienv käytömahdollisuuksista energiapuun arvioinnissa Pohjanmaalla ja Pohjois-Savossa v. 1980-82. Summary: Viewing the possibilities of using aerial photographs to estimate energy wood resources in western and central Finland in 1980-82. Käsikirjoitus. Helsinki.

SUMMARY

INTRODUCTION

The development of the forest management plan introduced by this publication started as a byproduct when plans for the estimation method of energy wood resources began in 1979. It turned out that the development class was a usable and essential factor in the estimation of energy wood resources by aerial photos. The aerial photos were also useful for interpreting other conventional stand characteristics. The accuracy in drawing up the strata distinguished by the photo interpretation was also investigated. It was agreed that the results from the experiments testing the use of aerial photos should also be utilized in other forestry work than the estimation of energy wood resources.

The authors have made a forest management plan mainly intended for private forests by utilizing aerial photos. The description includes a brief account of the general principles, different phases of work, work results and costs. Finally, the authors suggest requirements for further investigations in order to further improve the use and reliability of the method.

GENERAL PRINCIPLES

The general principles applied to the method:

- a more effective use of aerial photos than before
- use of large-scale black and white infra aerophotos taken from low-flying aircraft
- photo interpretation carried out in close connection with the field survey
- as suggested by the previous statement, the method is a combination of photo interpretation and field survey
- the workers are competent to carry out both sections of work.

The interpretation is not confined to delimiting the strata, but the later presented stand characteristics are also included. The goal was to obtain so reliable a photo interpretation that the preceding and supplementing field work could be reduced to the minimum. The field work preceding the interpretation or the acquisition of the interpretation key and the subsequent checks are an essential part in making a forest management plan.

FIELD WORK PRIOR TO PHOTO INTERPRETATION

The field work which precedes the photo interpretation is carried out in order to

- obtain an overall view of the investigated area
- make an interpretation key by carrying out an estimation based on strata and/or sample plots, which enables the spotting of the estimated areas from aerial photos.

A line survey is recommended for elucidating the overall view and estimating the strata. The results are marked on forms shown in Fig. 1. The spacing can be chosen from list on p. 6.

Sample plot measurements can be carried out on the lines or other locations. After the field work and determining the volume the distinguished strata are spotted from aerial photos. The results from the photo interpretation are then compared with the corresponding results from the field survey and/or sample plot measurements.

PHOTO INTERPRETATION

The photo interpretation is started with delimiting the strata aiming at the final stratification, avoiding, however, going too much into detail. The following stand characteristics are interpreted from the delimited strata:

- main land class
- tree species composition
- development class
- operation in the immediate future
- mean volume.

The method of carrying out the photo interpretation is briefly discussed in the publication.

SUPPLEMENTARY FIELD WORK

The collection of information needed for the forest management plan terminates at the photo interpretation if the task is confined to the following points:

- the accuracy gained at photo interpretation suffices
- only the stand characteristics that can be interpreted from aerial photos are investigated.

The investigations show that the photo interpretation always involves some inaccuracy even if carried out by experienced interpreters. The mean results from the experiments performed by Tiihonen and Virtanen (1982, 1983) are included as examples in the publication. They show that a supplementary field check is required if greater accuracy is wished. A field check may also be necessary when the forest management plan involves such stand characteristics whose interpretation by aerial photos is not well-grounded. The supplementary field check can be carried out by photo interpreters, forest owners and/or local forest specialists.

SUPPLEMENTATION OF PHOTO INTERPRETATION

The choice of principles for this forest management plan was made more precise in the process of the investigation:

- only the previously mentioned characteristics are included in the photo interpretation
- in addition some characteristics required in practice may

be determined by other means

- additional characteristics are revealed by the results obtained at checks or other operations
- essential additional characteristics: forest and peatland site types, proportion of timber, growing and felling possibilities.

Possible ways of supplementing the results are described by introducing mean figures calculated in some other investigations Fig. 2.

CALCULATION

The different phases of calculation are specified in the publication. Calculation is carried out manually or by ADP at the Government Computer Centre in Oulu. An example of strata explanation and forest survey records in ADP output is seen in Fig. 3.

WORK RESULT AND COSTS

Results from the central work sections are listed in the publication. A list for the cost per unit of the different phases of work is based on the results and cost level in 1983. The total cost i.e. the combination of costs of the different work sections is about 7 Fmk/ha, which can be considered moderate.

MORE EFFECTIVE USE OF METHOD

Finally, the improvement of the use and reliability of the method is discussed. The main concern would be to reduce the share of field checks after the photo interpretation.

Fig. 1. Stand description form.

7 8	9 11	13 16	26	27	Tilan Kuvion pinta- ala ha	Keskik- kuutio m ³ / ha	Puulajien osuudet					36	RN ^o							37	Omistajat							39	47							
							Kehitysluokka						Toimenpide																							
							0	T	1	2	3		4	5	6	7	Rai- vau- seus	Vil- hoi- to	Ylis- kas- tusk		Uudist.	hakk.	hakk.	hakk.	hakk.	hakk.	hakk.			hakk.	hakk.	hakk.	hakk.	hakk.		
50	100	190	200	Mä	Ku	Lp.	0	T	1	Y	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	1	1	1	1	1	1	1

Kuva 2. Metsikön kuutiokasvusadanneksen
likimääräinen arvioiminen.
Suomen eteläpuolisko.

*Fig. 2. Approximate estimate of increment
percent of stand.*

Southern part of Finland.

Ikä v.	M ä n t y valtaiset metsiköt			K u u s i valtaiset metsiköt			K o i v u valtaiset metsiköt		
	Kasvulliset metsämaat		Huono- kasv. metsä- maat	Kasvulliset metsämaat		Huono- kasv. metsä- maat	Kasvulliset metsämaat		Huono- kasv. metsä- maat
	Puuston tiheysluokka			Puuston tiheysluokka			Puuston tiheysluokka		
	(0.55-) 0.6-0.7	0.8-1.0	(0.55-) 0.6-0.7	0.8-1.0	(0.55-) 0.6-0.7	0.8-1.0			
Kuutiokasvusadannes kuorellisen puuston kuutiomäärästä laskettuna									
20	13.4	13.4	7.4	13.6	13.6	10.2	12.6	12.6	9.0
25	9.0	9.0	5.8	9.1	9.1	7.7	8.6	8.6	7.0
30	6.7	6.7	4.8	7.0	6.8	6.6	6.9	6.4	5.9
35	5.9	5.7	4.1	6.3	6.0	5.8	6.1	5.5	5.3
40	5.2	4.8	3.7	5.8	5.5	5.1	5.4	4.9	4.8
45	4.6	4.1	3.4	5.3	5.0	4.6	4.9	4.5	4.3
50	4.1	3.5	3.2	4.9	4.5	4.2	4.5	4.1	4.0
60	3.3	2.8	2.9	4.1	3.7	3.5	3.7	3.5	3.4
70	2.8	2.2	2.7	3.4	3.0	3.2	3.2	2.9	3.0
80	2.4	1.9	2.4	3.0	2.6	2.9	2.8	2.5	2.7
90	2.2	1.7	2.0	2.7	2.4	2.6	2.6	2.3	2.3
100	1.8	1.5	1.8	2.4	2.2	2.3			
110	1.5	1.3	1.6	2.2	2.0	2.0			
120	1.2	1.1	1.5	1.9	1.7	1.7			
140			1.3			1.4			
160			1.2			1.3			

Kuva 3. Kuvionselitys- ja metsänarviokirja. - Fig. 3. Explanation of strata and forest survey records.

Alue/Tila 162 Lohko/Palsta 40

Kuvion N:o	ala	Luokitus päär. M/S	Vall. puu- laji	Keskikuut ha kuvio	Kasvu m ³ /ha	Puulajien män kuu	lhp	Kehitys-		Toimenpiteet	Järeä osuus	Poistuma m ³ /kuvio järeä
								1	2			
001	5,2	2	6			100				9		
006	7,7	1	3	100	770	30	50	20	2	9		
009	1,7	1	3			90	10		1	9		
010	0,4	2	6	030	12	80	10	10		9		
011	0,2	1	3	020	04	100			1	4		04
012	0,8	1	6	060	48	70	20	10	2	9		
013	2,4	1	3	110	264	80		20	2	9		
014	0,5	1	3	215	107	60		40	2	5		26
045	0,8	1	6			40		60	1	3		
045	0,9	1	3			100			1	2		
046	3,2	1	6			100			1	2		
046	2,2	1	5	180	396	30	20	50	3	5		99
047	1,6	1	5	040	64				2	9		
047	1,0	1	3	140	140	80	10	10	3	9		
048	1,4	1	3	060	84	80	10	10	2	9		
049	0,5	1	6			80		20	1	2		
049	2,4	3										
050	0,9	1	3			100			1	2		

ISBN 951-40-0994-0
ISSN 0358-4283