

KOE METSIKKÖARVIOINTIEN
SUORITTAMISEKSI HELIKOPTERISTA

KULLERVO KUUSELA JA KALERVO SETÄLÄ

SUMMARY:

*A TEST FOR ESTIMATING TREE STANDS
FROM A HELICOPTER*

HELSINKI 1959

Alkusanat

Inarin hoitalueen uudiskartoitus ja metsien arviointi on laajin metsähallituksen toimesta toteutettu ilmakuvakartoituksen ja kuvatulkinnan sovellutus. Työ tarjosi monia mahdollisuuksia uusien menetelmien kokeilemiseksi ja kehittämiseksi. Näitä mahdollisuuksia onkin käytetty monin tavoin hyväksi. Mielenkiintoisin on ehkä ollut metsäneuvos OLAVI LINNAMIEHEN johtama koe, jossa käytettiin helikopteria metsäkartan geodeettisen rungon mittaamiseksi sekä kuvatulkinnan tulosten tarkistamiseksi ja metsikköarviointien suorittamiseksi. Käsillä oleva kirjoitus perustuu tämän kokeen jälkimmäiseen osaan, johon kirjoittajat osallistuivat suorittaessaan kartoituksen ja arvioinnin kenttätöitä.

Kirjoittajat haluavat kiittää metsäneuvos OLAVI LINNAMIEHÄÄ niistä erinomaisista työolosuhteista, jotka ovat tehneet mahdollisiksi kokeen, tulosten selvittelyn ja kirjoituksen valmistamisen. Koe kuuluu metsähallituksen arviomisosaston esimerkillisiin pyrkimyksiin ilmakuvakartoituksen ja ilma-arviointien työmenetelmien kehittämiseksi. Kirjoittajat kiittävät myös prof. AARNE NYYSÖSTÄ, joka on lukenut käsikirjoituksen ja antanut arvokkaita neuvoja esitystavan parantamiseksi, sekä Suomen Metsätieteellistä Seuraa työn julkaisemisesta.

Helsingissä 15. 1. 1959.

Kullervo Kuusela

Kalervo Setälä

Sisältö

	Sivu
Helikopterin metsätaloudellisesta käytöstä saatuja kokemuksia	5
Inarin metsien arvioinnin yhteydessä suoritettu koe	8
Yleiset olosuhteet	8
Kokeen tarkoitus ja työmenetelmä	11
Ilman-arvioinnista saadut yleiset havainnot	13
Metsikkötunnusten arvioimistulokset	15
Metsätyyppi	15
Puustotunnukset	16
Kehitysluokka	17
Talouskuvioiden rajojen tarkkuus	18
Kustannukset	19
Päätelmät	21
Kirjallisuusluettelo — <i>References</i>	22
<i>Summary</i>	24

Helikopterin metsätaloudellisesta käytöstä saatuja kokemuksia

Pitkät matkat, maaston vaikea kuljettavuus ja suuret pinta-alat ovat pahimpia esteitä koottaessa metsää koskevia tietoja ja suoritettaessa metsätalouden vaatimia tehtäviä kentällä. Varsinkin laajaperäisissä olosuhteissa, joissa kustannukset pinta-alayksikköä kohden eivät saa kohota suuriksi, tarvitaan menetelmiä ja välineitä työvaiheiden jouduttamiseksi sekä hukka-ajan pienentämiseksi. Koska ihmistyön kustannukset nousevat jatkuvasti, niin hyöty on näkyvin, jos kohteesta toiseen siirtymiseen käytettävä aika ja vaivannäkö voidaan vähentää mahdollisimman pieneksi. Toinen tehokas mahdollisuus kustannuksien vähentämiseksi on siirtää tähän asti kentällä suoritettuja tehtäviä toimistoon.

Ilmakuvat ovat olleet ehkä tehokkain apuväline pyrittäessä edellä esitettyihin päämääriin. Niiden lisääntyvän käytön yhteydessä on pohdittu ja kokeiltu lentokoneen käyttämistä (esim. FERREE 1953). Teknillisesti korkealla tasolla olevien maiden laajoilla metsäalueilla lentokoneella onkin vakiintunut asema henkilökuntaa ja työvälineitä kuljettaessa, tiedustelun luontoisissa metsänarvioinneissa, metsätöiden ja uiton valvonnassa sekä torjuttaessa kuloja ja muita metsätuhoja. Niin hyödyllinen kuin kiinteätasoinen potkurikone onkin, liittyy sen käyttöön eräitä haittoja. Se on riippuvainen lentokentistä tai laajahkoista vesistöistä. Suhteellisen suuri lentonopeus rajoittaa sen käyttämistä monissa metsätalouden tehtävissä. Onkin luonnollista, että kun toisen maailmansodan jälkeen oli olemassa teknilliset mahdollisuudet helikopterin käyttämiseksi, kokeilut aloitettiin suurin toivein. Teknillisesti helikopteri on ihanteellinen ratkaisu moniin metsätalouden ilmakuljetusongelmiin. Se ei tarvitse nousua ja laskua varten lentokenttiä eikä laajahkoja vesistöjä. Sen liikkuvuus haluttuun suuntaan halutulla nopeudella on rajoittamaton lukuun ottamatta nopeuden ylärajaa ja lakikorkeutta.

Maanmittaustehtävissä laajoilla ja vaikeakulkuisilla alueilla helikopteri kuuluu jo välttämättömään kalustoon (esim. GUSTAFSON 1949 ja AGAR 1950). Fotogrammetrian menetelmät ovat tehneet suuren määrän vaivalloisia maastomittauksia tarpeettomiksi, ja monissa tapauksissa maastotöitä tarvitaan enää geodeettisen tukipisteistön mittaamiseksi. Kolmiopisteverkon suunnittelussa, havaintoasemien ja tähysmerkkien rakentamisessa sekä havaintojen teossa, ja nykyisin myös etäisyysmittausta tellurometrillä tai muilla vastaavanlaisilla kojeilla, kulku ja välineiden kuljetus työpaikkojen välillä muodostavat

pullonkaulan, minkä aikana ei työvoima eivätkä kalliit kojeet ole tehollisessa käytössä. Niinpä Länsi-Kanadan vuoristossa on arvioitu, että 2/3 työajasta kuluu siirtymiseen havaintopaikasta toiseen, jos kulku tapahtuu maastossa (Rotary Wings . . . 1952). Arktisissa olosuhteissa vastaava osuus voi olla vielä suurempi. Tämän hukka-ajan vähentämiseksi on helikopteri sekä teknillisesti että taloudellisesti tehokkain apuväline.

Suomessa on helikopteria käytetty vesistöjen säännöstelytehtäviin liittyvissä kartoituksissa, metsätaloudessa Inarin hoitoalueen uudiskartoituksessa (LINNAMIES 1955 ja 1957), voimalinjalentoihin jne. Inarin hoitoalueen kartoittamiseksi mitattiin maastossa geodeettisten tukipisteiden muodostama perusrunko, joka täydennettiin fotogrammetrian työmenetelmiin kuuluvalla mekaanisella seittikolmioinnilla. Perusrungon tukipisteiden väli vaihteli 10—30 km. Helikopteria käytettiin kesinä 1956—57 noin 3 000 km²:n laajuisella alueella Laanilan- Ivalon- Inarin maantien länsipuolella. Alueen halki virtaavat Ivalojoki ja Repojoki ja on se yhä vielä kutakuinkin kokonaan autolla kuljettavien teiden ulkopuolella. Kesällä 1956 käytettiin helikopteria rakennusryhmien ja tarvikkeiden kuljettamiseksi valmistettaessa 14 IV:n luokan tähysmerkkiä sekä havaintoryhmien kuljettamiseksi neljälle havaintoasemalle. Kesällä 1957 rakennettiin 17 tähysmerkkiä.

Ulko- ja kotimaiset kokemukset ovat osoittaneet, että mikäli geodeettiset työt halutaan saada nopeasti suoritetuiksi, tai mikäli halutaan välttää jalkaisin kulkua ja välineiden kantamista vaikeakulkuisessa maastossa, niin helikopteri tarjoaa suurista käyttökustannuksista huolimatta taloudellisimman ratkaisun. Kolmiopisteiden suunnitteluun ja mittausryhmien kuljettamiseen sopii hyvin kevyt helikopteri, kun taas keskiraskas tai raskas on edullisempi sekä rakennusryhmiä että tarvikkeita kuljettaessa.

Ruotsissa on kokeiltu helikopteria koottaessa tarpeellisia tietoja maakiinteistöjen omistusolojen uudelleen järjestämiseksi (MÖLLER 1953 ja 1956). Pääosa maastotiedoista saatiin ilmakuvatulkinnalla. Kuvatulkinta edellytti kuitenkin maaston tutustumista ja näytealojen mittausta, joka laajaperäisissä olosuhteissa tapahtui taloudellisimmin helikopterilla. Pohjois-Ruotsissa sama työ vei maastossa suoritettuna 5—10 kertaa pitemmän ajan. Helikopterin käyttämisestä oli myös se etu, että vapautuvaa henkilökuntaa voitiin siirtää niille alueille, jossa maastotyön käyttämisestä koitua hyöty oli suurempi.

Varsinaisten metsänarviointitehtävien olennaisimpana piirteenä on aina viime aikoihin asti ollut kenttähenkilökunnan fyysillisten voimien koetus luontoa vastaan. CRUIKSHANK (1947) toteaa sattuvasti, että metsävarojen inventointit ovat olleet riippuvaisia siitä, onko ollut kylliksi tarjolla fyysisesti vahvoja ja alkeellisissa olosuhteissa toimeentulevia yksilöitä keräämään tarpeelliset tiedot jalkaisin metsässä. Vasta ilmakeuvas ja kevyt lentävä kalusto ovat vapauttaneet ihmisen metsämaaston etäisyyksien rasittavuudesta.

Todennäköisesti ensimmäinen määrätietoinen koe käyttää helikopteria met-

sänarvioinnissa on kuvattu edellä mainitussa CRUIKSHANKIN julkaisussa. Etelä-Karoliinan osavaltion metsävarojen inventoinnissa valittiin vajaa 200 000 ha:n suuruinen alue. Mittakaavassa 1:20 000 otetuille ilmakeuville merkittiin 507 yhden acren suuruista koelaa. Jokaisen koelan kohdalla määritettiin maankäyttölaji sekä suoritettiin puuston stratifioiminen alaluokkiin helikopterista. Tulosten mukaan maankäyttöluokan määrittäminen ja puuston stratifioiminen suoritettiin näin tarkemmin kuin kuvatulkinnalla. Kustannukset olivat likimain samat, kuin jos työ olisi tehty maastossa. Kaakkois-Yhdysvaltojen metsien inventoinneissa ei ole kuitenkaan käytetty tämän enempää helikopteria. Syynä lienee se, että suurin osa matkoista voidaan tehdä autolla, ja että helikopterin käyttökustannukset ovat toistaiseksi olleet varsin korkeat.

Ruotsissa »Kommittén för skoglig fotogrammetri» nimisen elimen toimesta suoritettut kokeilut, joissa on käytetty sekä helikopteria että kevyttä potkurikonetta, ovat perusteellisimmat julkaisuissa esitetyistä (Kommittén för skoglig fotogrammetri 1953, HAGBERG 1953 ja 1956; vert. myös LINNAMIES 1955). Arvioimistehtävät olivat pääasiallisesti ilmakeuvatulkinnalla suoritettujen metsikköarviointien tarkistamista ja täydentämistä. Ilmasta arvioitavia tunnuksia olivat maankäyttölaji, boniteetti, puuston keskipituus, tiheys, kuutiomäärä, hakkuuluokka ja puulajisuhteet. Tuloksista voidaan sanoa, että ilmaarvioinnit osottautuivat teknillisesti mahdollisiksi. Puustotunnusten osalta niissä voidaan saavuttaa lähes sama tarkkuus kuin maasta käsin suoritettavissa silmävaraisissa arvioinneissa. Ilma-arviointi on nopea, se säästää henkilökuntaa fyysiseltä rasitukselta, mutta korkeat kustannukset estävät sitä yleistymästä.

Muista helikopterin metsätaloudellisista käyttömuodoista on kulontorjunta ehkä merkityksellisin (JENKINS 1949 ja 1951, PARKS 1955 sekä KURBATSKY ja MOLTSCHANOV 1957). Kuivassa ilmastossa ja kuivana aikana metsäpalo on katastrofi, jossa nopealla toiminnalla voidaan pelastaa suuria arvoja. Tällöin helikopterin kustannukset menettävät sen käyttöä rajoittavan merkityksen ja koneen teknilliset edut tulevat täysiin oikeuksiinsa. Helikopteria on käytetty myös metsätuhojen pölytyksessä (OLSEN 1948, ROTH 1948, HARPER 1949, OKUNJEV 1956, ŠCHUTOV 1956 ja ROE 1957), roskapuustoa raivattaessa hormooniruiskutuksella (HEDLUND 1953 ja KARLBERG 1954) ja metsän uudistamisessa (MAHOOD 1952). Metsän uudistamisessa on kokeiltu menestyksellisesti potkurikoneella (WESTVELD 1948, KALLANDER ja BERRY 1953, CRAMER 1954 ja SIRÉN 1954a, 1954b ja 1957), jota on käytetty myös metsää lannoitettaessa (WHITE 1956). Viime aikoina on helikopterista suoritettu ilmakeuvausta fotogrammetrian ja kuvatulkinnan koulutuksen edistämiseksi (COLWELL 1956) ja metsän arvioimiseksi (AVERY 1958). Viimeksi mainitussa julkaisussa esitetyt kokemukset ovat perustavaa laatua helikopterista suoritettavaa stereokuvausta suunniteltaessa.

Inarin metsien arvioinnin yhteydessä suoritettu koe

Yleiset olosuhteet

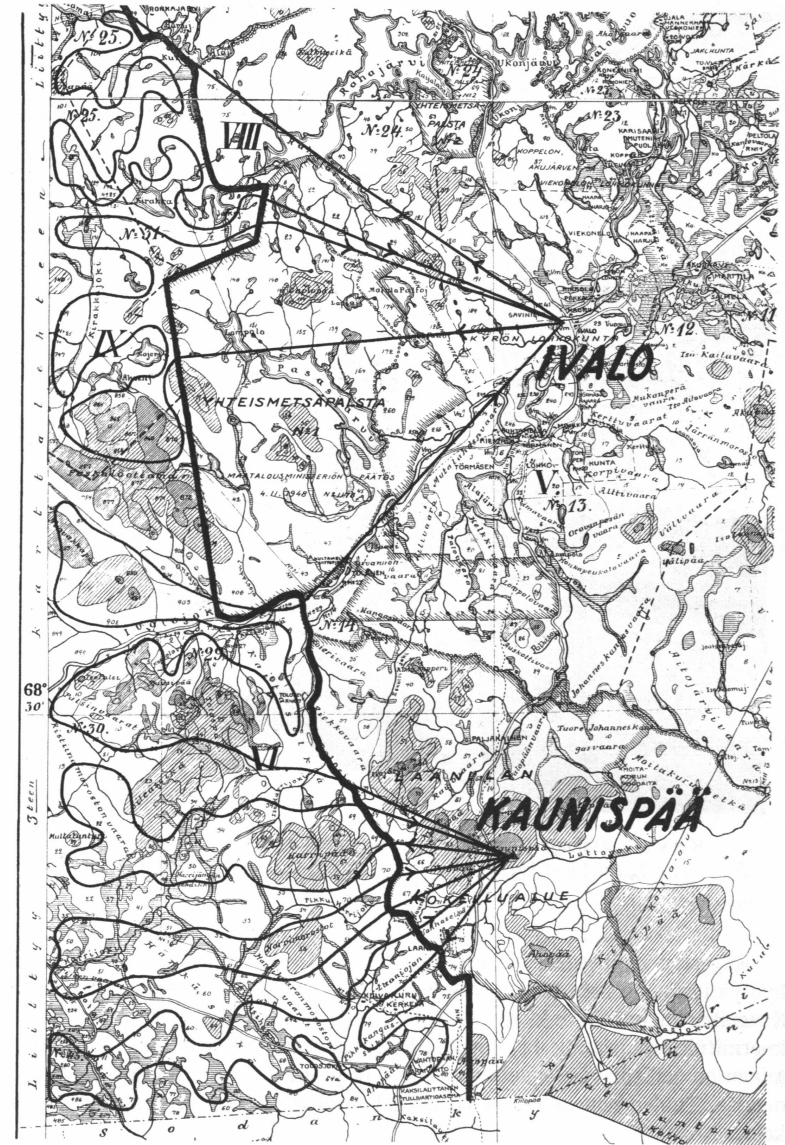
Helikopteria käytettiin metsän arvioimiseksi samalla alueella, missä edellä selostettu kartoitustyökin tapahtui kesällä 1956 (LINNAMIES 1957). Kolmittauslennot suoritettiin Ivalosta ja Menesjärveltä käsin. Metsikköarvioinnit keskitettiin Metsäntutkimuslaitoksen Laanilan kokeilualueen länsipuolella sijaitsevaan maastoon Inarin hoitoalueen nykyisen karttalehtijaon mukaisille 8 ja 13 karttalehdille (Piirros 1.).

Alue rajoittuu etelässä Sodankylän kuntaan. Ns. Sotajoen alue 13 karttalehden eteläosassa on vaaramaisemaa, missä vaarojen etelä- ja länsirinteiden kuivien kankaiden tiheähköt männiköt muuttuvat laelle ja pohjois- sekä itärinteille nostaessa harvoiksi tunturimänniköiksi. Vaaroja ympäröivät selvät ja usein laaja-alaiset suot antavat maisemille selväpiirteisen kuviorakenteen (kuva 2). Karttalehden pohjoisosan poikki virtaa Ivalojoki, jonka laaksoon viettävillä rinteillä on vankkoja männiköitä. Ivalojoen pohjoispuolella, 8 karttalehden eteläosassa on laaja-alainen tunturimaisema, joka pohjoiseen päin laskeutuu männiköitten peittämiksi kankaiksi Rahajärven, Hammasjärven ja Kaitamojärven ympäristössä.

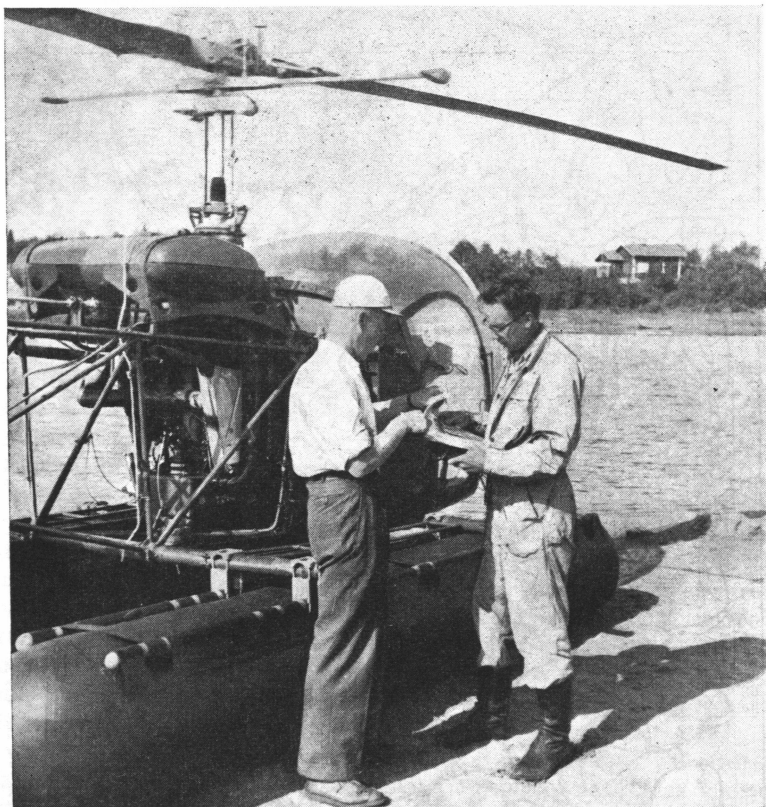
Mänty on ylivoimaisesti vallitsevin puulaji. Kuusta esiintyy paikoitellen Sotajoen alueella, koivua tunturimetsiköissä ja jokilaaksoissa. Alue kuuluu kokonaisuudessaan suojametsiin. Sen pohjoisosissa on ollut aiemmin vähäisiä hakkuita. Sotajoen alueella oli arvioinnin aikana hakkuu käynnissä. Yleisesti ottaen metsät ovat vaihtelevia ja edustavat Inarin alueen tärkeimpiä metsikkötyyppejä.

Ilmasta arvioidun alueen pinta-ala on noin 50 000 ha. Maasto on suurikuvioista. Kasvullisilla mailla kuvioiden keskikoko on noin 150 ha, tuntureiden ja soiden joutomaakuviot saattavat olla useita satoja hehtaareja.

Arvioimislentojen tukikohtina olivat Ivalo ja Kaunispää. Eniten lentoja tehtiin Kaunispäältä, joka sijaitsee edullisesti keskellä 13 karttalehden itälaitaa ja josta varsinaista matkalentoa tarvittiin vain muutama minuutti. Matkalento Ivalosta vei sen sijaan noin 20 minuuttia. Yksi arvioimislento suoritettiin myös lähtien Menesjärveltä ja päättyen Ivaloon. Arvioimislennot, yhteensä noin 7 tuntia, suoritettiin 8—17. 7. 1956 erittäin edullisen sään vallitessa.



Piirros 1. Koealueen ja lentoreittien kartta.
Fig. 1. Map of test area and flying routes.



Kuva 1. Ohjaaja ja arvioimismies neuvottelussa ennen lennolle lähtöä.
Picture 1. Pilot and forester in charge of survey discussing matters before a flight.

Käytetty helikopteri oli Imatran Voima Oy:n omistama Bell 47 D. Sen hyötykuorma on noin 220 kg ja siihen mahtuu kaksi, enintään kolme henkilöä, lentoaika ilman välitankausta on 2—2½ t. sekä matkanopeus 75—120 km/t kuormituksesta ja tuulesta riippuen. Polttoaineen kulutus on noin 50 l/t. Lentäminen on sallittu vain valoisana aikana ja pilvien alarajan ollessa selvästi irti maasta. Tuulen nopeus ei saa ylittää 20 m/sek eikä tuuli saa olla kovin puuskainen.

Lentojen aikana henkilökuntaan kuului 2 ohjaajaa ja 2 mekaanikkoa. Huoltoa varten tarvittiin auto.



Kuva 2. Avosuot ja kangassaarekkeet muodostivat paikoin selväpiirteisiä kuviota.
Picture 2. Open swamps and forest land sometimes formed a clearly delineated landscape.

Kokeen tarkoitus ja työmenetelmä

Alue oli kuvattu vuonna 1953 laajakulmakameralla mittakaavassa 1: 40 000. Kartoitusta ja arviointia varten oli hankittu stereopeittoiset pinnakkaiskuvat, joille oli kuvatulkintatyönä kevättalvella 1956 piirretty metsäkartan luonnos. Se käsitti kaikki ne metsätyyppi- ja metsikkökuviot, jotka Inarin olosuhteissa ovat metsäkartassa tarpeen, ja jotka voitiin tunnistaa kuviolta. Kirjoittajat suorittivat sekä kuvatulkinnan että ilma-arvioinnin. Kummallakin oli 2—3 kesän kenttäkokemus Inarin metsien arvioinnissa.

Tavanomaisen kenttätyön tarkoituksena on tarkistaa kuvatulkinnalla valmistettu metsäkartan luonnos sekä suorittaa metsänarviokirjan edellyttämät silmävaraiset metsikköarvioinnit. Selvitettäviin metsikkötunnuksiin kuuluu tavallisesti metsätyyppi, puulajisuhteet, ikä, tiheys, valtapituus, kuutiomäärä ja kehitysluokka. Lisäksi tehdään hakkuuehdotus ja määritetään ehdotetun hakkuupoistuman kuutiomäärä sekä sen jakaantuminen puutavaralajeihin. Normaalin käytännön mukaisesti nämä tiedot kootaan kävellen kuviolta kuviolle. Kokeen tarkoituksena oli selvittää, millä tarkkuudella voidaan arviointi suorittaa helikopterista, ja miten taloudellinen se on.

Kun otetaan huomioon, että ilma-arvioinnit jouduttiin suorittamaan nopeasti puuston yläpuolella lentävästä koneesta, tarkastellen puustoa latvasta tyveen

ja muutenkin totunnaisesta poikkeavissa olosuhteissa sekä matalalennossa työskentelyyn tottumattomalla henkilökunnalla, olisi ollut hyödyllistä, jos ennen varsinaista työtä olisi käytetty kohtuullinen aika harjoituslentoihin. Harjoitteleen tarjoutui kuitenkin vain toiselle kirjoittajista tilaisuus vajaan puolen tunnin aikana matkalennon yhteydessä. Tätä on pidettävä aivan liian vähäisenä, sillä vaatiihan silmävarainen arviointi maassakin pitkäaikaista harjoittelua ja jatkuvaa silmän tarkistamista koealoilla, ennen kuin metsänhoitajaa pidetään arvioimistyöhön kykenevänä. Toisaalta kirjoittajat tunsivat alueen metsät erittäin hyvin, mutta jo se, että aiemmilla työalueilla oli esiintynyt vähän tai ei ollenkaan hakkuita, olisi edellyttänyt ennakkoharjoittelua. Tämä puute on pidettävä koko ajan mielessä, kun tuloksia verrataan maasta käsin saavutettuihin tuloksiin.

Ennen lennolle lähtöä suunniteltiin lentoreitti vanhalle 1: 100 000 metsäkartalle ja ilmakuville. Reitti merkittiin punakynällä ilmakuville siten, että samalla kun pyrittiin käymään jokaisella kasvullisen maan kuviolla, kaikki toisarvoiset huonokasvuisen metsämaan ja joutomaiden kuviot kuten avosuot ja tunturialueet jätettiin syrjään, koska niiden rajat ja laatu oli voitu selvittää kuvatulkinnalla luotettavasti. Arvioitavat kuviot numeroitiin ja niihin tutustuttiin stereomalleina ennen lentoa, jotta alue ja sen ominaisuudet olisivat tulleet mahdollisimmat tutuiksi. Myös koneen ohjaaja perehtyi lentoreittiin sekä kartan että ilmakuvien avulla (kuva 1).

Kullakin lennolla oli ohjaajan lisäksi vain yksi arvioimistehtävää suorittava metsänhoitaja. Työvarusteina hänellä oli kartta ja ilmakuvat reittimerkin-toineen, kompassi ja Minifon-pienoismagnetofoni kurkkumikrofoneineen. Havainnot saneltiin magnetofoniin, ja koska tietojen taltiointiseksi käytettävissä oleva aika oli lyhyt, noin 1½ minuuttia kuviota kohden, niin metsikkötunnuksista käytettiin lyhennyksiä ja määrättyä sanelujärjestystä, jotka olivat arvioimismetsänhoitajalla erillisenä kaaviona lennon aikana edessään.

Tukikohdasta noustua suunnistettiin arvioimisreitit alkukohtaan. Matkalennolla korkeus oli 100—200 m. Näin korkealla oli suunnistaminen helppoa ja reitin alkukohta löytyi vaivatta heti ensimmäisillä kerroilla. Varsinaisen arvioimislennon aikana nopeus oli 50—70 km/t ja korkeus 50—70 m maanpinnasta. Aluksi tuotti suunnistaminen matalalennon aikana pientä vaikeutta, sillä ohjaajalla ei ollut kovin paljon kokemusta lentämisessä aivan metsän yläpuolella, missä selviä maastomerkkejä näkyi yhtäaikaan vähän. Suunnistaminen ja lennon ohjaaminen näyttivät alussa käyvän paremmin kuvatulkintaan ja maastoon perehtyneeltä metsänhoitajalta siitäkään huolimatta, että hänen oli samanaikaisesti opeteltava tekemään nopeita metsikköarviointeja. Ohjaajat oppivat kuitenkin nopeasti lukemaan ilmakuvaa, joten työn loppupuolella he pystyivät vaivatta seuraamaan ilmakuville merkittyä reittiä. Pienistä eksymisistä selvitettiin lisäämällä lentokorkeutta, jolloin järvien, soiden ja jokien perusteella voitiin nopeasti suorittaa paikanmääritys.

Varsinainen arviointi tapahtui siten, että lennettäessä kuville merkittyä reittiä arviomies suoritti metsikköhavainnot sekä saneli ne mikrofonin. Jos havainnot jonkin kuvion osalta jäivät puutteellisiksi, tai jos jokin pienehkö kuvio pyrki jäämään havainnosta, palattiin asianomaisen kohdan yläpuolelle uudelleen. Mikäli havaintojen teko vaati pitkähkön ajan, metsikkö kierrettiin sen yläpuolella lentäen useampaankin kuin yhteen kertaan.

Yksityinen arvioimislento kesti tavallisesti vajaan tunnin, pisin aina 1½ tuntia. Jokaisen lennon jälkeen vaihdettiin arvioimismiestä. Arvioimistulokset purettiin magnetofonista joko välittömästi lennon jälkeen tai illalla majapainkassa. Kukin arvioimismies kuunteli omat sanelunsa ja täytti niiden perusteella samalla kuvionselityslomakkeet.

Myöhemmin samana kesänä suoritti toinen kirjoittajista —SETÄLÄ— ilma-arviointien tarkkuuden selvittämiseksi tärkeimmillä osilla koealuetta metsikköittäisen silmävaraisen arvioinnin maastossa. Nämä tarkistukset käsittivät 12 910 ha, mikä on noin 1/4 koko alueesta. Silmävaraisten arviointien tueksi mitattiin 100 kpl 12.5 aarin koealaa. Maastoarvioinnit ja mittaukset suoritettiin pääasiassa kasvullisilla mailla. Joutomaiden osalta kuvatulkinta ja ilma-arviointit näyttivät johtavan niin suureen luotettavuuteen, että niiden suhteen tarkistusta ei pidetty tarpeellisena.

Ilma-arviointista saadut yleiset havainnot

Ensimmäisenä vaikutelmana arvioimislennolla oli tuntu hyvästä yleiskatsauksellisuudesta sekä liikkumisen vaivattomuudesta. Tosin vähän lentokoke-musta omaavalla henkilöllä oli alkujännitystä, joka mukautumisvaiheessa esti vapaata havaintojen tekoa ja havaintojen sanelua. Lentäminen helikopterilla ei aiheuttanut kuitenkaan lentosairautta ja siinä suhteessa se on todennäköisesti miellyttävämpi kuin kevyt potkurikone. Silmä oppi näkemään tutut metsikkötunnukset nopeasti, kun taas ne metsän ominaisuudet, joitten kanssa arvioimismies ei ollut joutunut tekemisiin lentoa edeltäneen alkukesän aikana, tuottivat vaikeuksia. Esimerkkinä tästä mainittakoon hakkuilla käsiteltyjen metsiköiden puuston arviointi. Suurin osa Inarin metsiä oli kesällä 1956 luonnontilassa. Jos arvioimismies oli joutunut maastossa liikkumaan vain hakkaamattomilla alueilla, oli hakatuista metsiköistä vaikea saada otetta ilmasta. Kun lentojen aikana ei ollut mahdollisuutta perehtyä kohteisiin maastossa, niin hakatut metsiköt aiheuttivat kiusallisen epävarmuuden tunteen. Samoin vain männikköihin tottuneelle alueen vähäiset kuusikot olivat aluksi outoja.

Esitettyjen kokemusten mukaisesti tulisi ennen ilma-arviointia sen suorittajalle antaa mahdollisuus tutustua maastossa kaikkiin alueella esiintyviin metsikkötyyppeihin. Olisi myös välttämätöntä, että samat kohteet nähtäisiin ilmas-takin ennen varsinaisen työn alkamista. Havainnot ilmassa on suoritettava

niin lyhyessä ajassa, että elleivät kohteet ole täysin tutut, niin havainnot jäävät puutteellisiksi tai virheellisiksi.

Yleisesti ottaen havaintojen teko käy ilmasta yhtä luotettavasti kuin maastakin käsin. Joskin runkojen näkeminen latvuston yläpuolelta on vaikeampaa kuin maasta, niin Inarin metsiköt ovat useimmiten kuitenkin siksi harvoja, että rungot ovat näkyvissä. Ilma-arvioinnin etuna on taas parempi yleiskatsauksellisuus ja kokonaisuuden havaitseminen. Pahin alkuvaikeus lienee se, että arvioimies on tottunut katsomaan puita tyvestä latvaan, ja että päinvastainen näkökulma vaatii henkistä joustavuutta sekä oman aikansa ennen kuin siitä näkee yhtä paljon.

Toinen alkuvaikeus on havaintojen tallettaminen. Tavallisissa oloissa muistipanot kirjoitetaan lomakkeelle kaikessa rauhassa metsänkävelyn lomassa. Koetyössä ne oli saneltava välittömästi havaintojen teon ja usein myös suunnistamisen yhteydessä. Kokeilu oli kokonaisuudessaan liian lyhytaikainen, jotta sen kuluessa olisi ehtinyt oppia vaivattoman sanelun. Tulevia ilma-arviointeja valmisteltaessa olisi suureksi eduksi, jos ennakkoharjoitteluun sisältyisi metsikkötunnusten sanelua magnetofoniin maastossa. Taitoa voitaisiin kehittää esim. käyttämällä magnetofonia maastossa suoritettavien silmävaraisten arviointien yhteydessä. Se ei olisi yksinomaan hyvää harjoittelua mahdollisia ilma-arviointeja varten, vaan siten voitaisiin tehostaa ajan käyttöä kiireellisissä tehtävissä, sadeilmoilla tai talvella.

Nopean liikkuvuuden aiheuttama pakko keskittyä koko ajan havaintojen tekoon on henkisesti paljon rasittavampaa kuin arviointi maastossa. Noin tunnin yhtäjaksoinen työskentely on lähellä sitä enimmäisaikaa, minkä sisällä huolellinen työ on mahdollista. On otettava huomioon, että jos tarkkaavaisuus herpautuu lyhyeksikin hetkeksi, seurauksena on suunnitellusta reitistä poikkeaminen ja edestakaista lentoa, joka on varsin kallista. On tietenkin mahdollista, että kokemus ja tottumus lisäävät yhtäjaksoista tehollista työaikaa jonkin verran siitä, mikä oli kokeessa mahdollista.

Edellä esitetyistä syistä lähinnä arvioimismiehen tottumattomuus, vähäinen tai puuttuva ennakkoharjoittelu sekä kireä aikataulu aiheuttivat sen, että arvioinnit jäivät suunniteltua puutteellisemmiksi. Tämä koski ennen kaikkea käsittelyehtoja sekä hakattavan puumäärän jakaantumista puutavaralajeihin. Nämä tiedot ovat kuitenkin Inarin olosuhteissa suuresti riippuvaisia metsikön kuutiotunnuksista sekä kehitysluokasta. Joka tapauksessa on todettava, että ilma-arvioinnilla saadut tiedot eivät täydellisyydeltään ja täsmällisyydeltään olleet samaa tasoa kuin maastossa kerätyt.

Saadut kokemukset Minifon-pienois-magnetofonista olivat myönteiset. Laite on pieni, helppo käsitellä ja se toimi koko ajan moitteettomasti. Tietojen purkaminen langalta kävi yleensä vaivattomasti. Ajoittainen äänen heikkeneminen ja epäselvyys olivat kuitenkin siksi haitallisia, että sanelijan itsensä oli varmintä suorittaa purkaminen. Syynä näihin häiriöihin saattoi olla kouliutumattomuus sekä kurkkumikrofonin että äänen käyttöön.



Kuva 3. Tyypillinen Inarin männikkö ilmasta nähtynä: EMT I, veroluokkaa III, mäntyä 100 %, ikä 190 v., tiheys 0,8, valtipituus 14 m, kehitysluokka 4, kuutiomäärä 100 k-m³/ha ja sahapuita 100 kpl/ha.

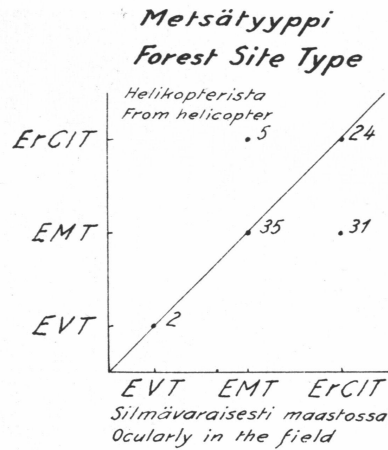
Picture 3. A typical northern pine stand from air: *Empetrum Myrtillus* forest site type, taxation class III, pine 100 %, age 190 years, density 0.8, dominant height 14 m, development stage 4, volume 100 m³ per hectare and number of saw timber trees 100 per hectare.

Hyvä näkyvyys helikopterista tarjosi erinomaisia mahdollisuuksia ottaa ilmasta metsikkökuvia. Arvioimismiehen varusteisiin kuuluivatkin sekä tavallinen kamera että kaitafilmikamera. Varsinkin matkalentojen aikana tarjoutui hyviä tilaisuuksia ottaa kuvia, jotka valaisivat sekä työn suorittamista että asianomaisen alueen metsikkötyyppejä (kuva 3).

Metsikkötunnusten arvioimistulokset

Metsätyyppi

Kasvullisten maiden metsätyypeistä esiintyivät vain EVT, EMT ja ErCIT sekä ilma- että maastoarvioinneissa. Vertailuaineisto käsitti 97 kuviota (Piirros 2). Kahden EVT-kuvion kohdalla molempien arviointien tulokset olivat yhtäpitävät. EMT-kuviota saatiin helikopterista 66 ja maastossa vain 40, ErCIT-kuviota taas helikopterista 29 ja maastossa 55. Näyttää siltä, että ilma-



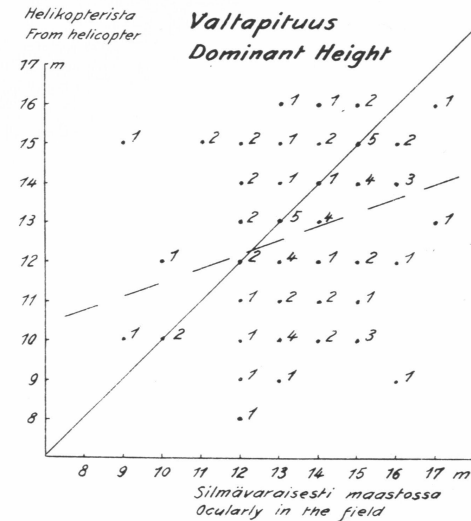
Piirros 2. Metsätyypin arvioimistulokset helikopterista ja maastossa.
Fig. 2. Estimates of forest site types from helicopter and in the field.

arvioinneilla oli taipumus määrittää metsätyyppi todellisuutta paremmaksi. Syynä tähän saattoi olla, että latvuston yläpuolella suoritetuissa nopeissa havainnoissa jäkäläisyys jäi huomaamatta tai havainnoissa ei osattu panna oikeata painoa jäkäläisyyden vivahduseroille.

Metsätyypin määrittämistä arvosteltaessa on otettava huomioon, että saman peruskoulutuksen saaneet mutta ilman yhteistä ennakkoharjoittelua jääneet henkilöt voivat päätyä maastossakin samaa suuruusluokkaa oleviin eroihin. Muutenkin tässä suoritettavia vertailuja ja niiden merkitystä arvosteltaessa on pidettävä mielessä, että erot eivät ehkä aina johdukaan ilma- ja maastoarvioinnin eroista vaan kahden silmävaraisen arvioinnin poikkeamisesta toisistaan. Maassamme on aivan liian vähän kiinnitetty huomiota silmävaraisissa arvioinneissa mahdollisiin virheisiin, jotka johtuvat henkilöstä, ajankohdasta ja työolosuhteista. Useinkin otetaan lähtökohdaksi, että maastossa suoritettu silmävarainen arviointi on oikea, ja jos kuvatulkinnalla tai ilma-arvioinnilla saatu tulos poikkeaa siitä, niin jälkimmäiset ovat virheellisiä. Toistaiseksi ei ole selvitetty, kuinka oikeutettua tällainen ajattelu on, ja kuinka paljon se on ilmausta vallitsevien työmenetelmien puolustamisesta uusia vastaan.

Puustotunnukset

Puustotunnuksista tarkastellaan tässä valtapituutta, tiheyttä ja kuutiomäärää. Valtapituuden (Piirros 3) ja tiheyden (Piirros 4) arvioinnit poikkesivat varsin paljon toisistaan. Valtapituus oli arvioitu useimmiten liian pie-

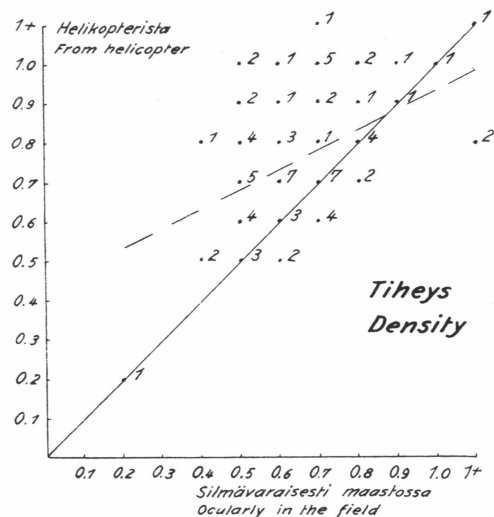


Piirros 3. Metsikön valtapituuden arvioimistulokset helikopterista ja maastossa.
Fig. 3. Estimates of dominant stand height from helicopter and in the field.

neksi ja tiheys liian suureksi, kuitenkin ilman johdonmukaisuutta. Kuutiomäärän (Piirros 5) arvioinnin suhteen yhtäpitävyys oli parempi. Korrelaatiokertoimeksi saatiin 0.683 ± 0.080 . Näyttää siltä, että pääpaino on pantu kuutiomäärän arvioimiselle. Ilmeisesti oikea tuntu kuutiomäärään saavutettiin nopeammin kuin valtapituuden ja tiheyteen. Ilmasta arvioitujen kuutiomäärien vaihtelu oli selvästi pienempi kuin maastossa arvioitujen, ts. oudoissa työolosuhteissa ilmeni turvautumista luotettavan tuntuiseen keskiarvoon. Ilma-arviointi antoi keskikuutioksi 56.47 k-m^3 ja maastoarviointi 56.98 k-m^3 hehtaarilla. Yhtäpitävyys johtuu osittain tietenkin sattumasta, mutta siihen on vaikuttanut varmasti myös arviomiesten hyvä paikallistuntemus. Muissakin yhteyksissä on voitu todeta, että silmävaraisilla arvioinneilla on taipumus hakeutua todennäköiseltä tuntuviin keskiarvoihin.

Kehitysluokka

Kehitysluokan arviointien yhtäpitävyyttä osoittaa piirros 6 (0 = uudistusalat, 1 = taimistot joissa mahdollisesti ylispuita, 2 = harvennusmetsiköt, 3 = väljennysmetsiköt, 4 = uudistuskypsät metsiköt ja 5 = metsiköt, joissa uudistushakkuut ovat jo vireillä). Kehitysluokkien määrittämisen tarkastelu osoittaa



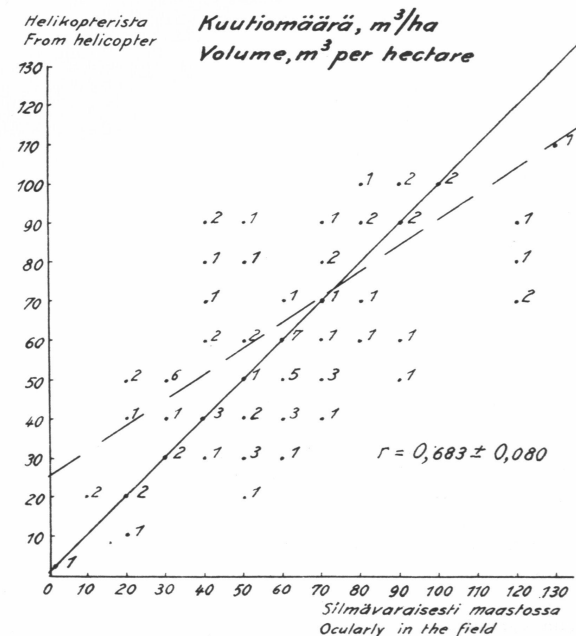
Piirros 4. Metsikön tiheyden arvioimistulokset helikopterista ja maastossa.
Fig. 4. Estimates of stand density from helicopter and in the field
(1.0 indicates full density and 0.0 open area.)

vakuuttavasti, miten häilyvä tulos on, jos muuttuvissa olosuhteissa suoritetaan nopeita havaintoja ilman riittävää tutustumista kohteisiin. Monet hakkuun alaiset metsiköt katsottiin ilmasta kehitysluokkaan 5 kuuluviksi, vaikka hakkuu oli todellisuudessa luonteeltaan taimistojen vapauttamista, ylispuiden poistamista tai ratapölkkypuiden poimintaa. Hakkuukypsien metsien kohdalla aiheutui hajontaa siksi, että osalla niistä hakkuut alkoivat joko samoihin aikoihin ilma-arviointien kanssa tai myöhemmin.

Uudistus- ja väljennysmetsikköjen välinen raja oli epäselvä. Inarin olosuhteissa niitten ero on maassakin usein tulkintakysymys. Ilmeisestikin tekijät, jotka vaikuttivat ratkaisuihin maastossa, eivät vaikuttaneet samalla tavalla ilma-arvioinnissa. Kaksijaksoisissa metsiköissä taimisto, joka maastossa katsottiin vallitsevaksi, jäi ilmasta usein havaitsematta.

Talouskuvioiden rajojen tarkkuus

Ilma-arvioinnin tuloksena saadut talouskuviot perustuivat siis kuvatulkinnalla ja sen ilmasta suoritettulla tarkistuksella saatuihin metsätyyppi- ja metsikkörajoihin. Ilma-arvioinnin nopeuden vuoksi tämä tarkistus jäi suhteellisen vähäiseksi. Moni sellainen maaston ja puuston ero, joka maastossa olisi aiheut-

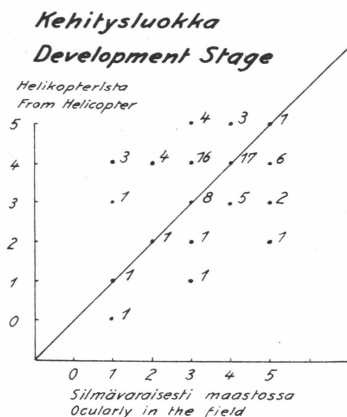


Piirros 5. Metsikön kuutiomäärän arvioimistulokset helikopterista ja maastossa.
Fig. 5. Estimates of stand volume from helicopter and in the field.

tanut erillisen talouskuvion, ei tullut huomioon otetuksi. Maastotarkistuksessa jaettiin ilma-arvioinnin kuvioita pienemmiksi, niin että 85 ilma-arvioinnin kuvioita vastasi noin 100 maastossa arvioitua kuvioita. Kuvioiden lisääntyminen ei ollut sen suurempi, mikä on usein mahdollista, jos verrataan viereisillä karttalehdillä työskennelleen kahden eri henkilön arviointeja toisiinsa. Laajaperäisissä olosuhteissa, joissa puusto ja maasto eivät paljoa vaihteile, talouskuvioiden keskikoko ja lukumäärä ovat suuresti riippuvaisia henkilökohtaisesta näkemyksestä.

Kustannukset

Arvioimislentojen kustannukset, joiksi on laskettu helikopterin vuokra ja arvioimismiesten palkka sekä päivärahat lentojen aikana, tekivät yhteensä 275 000 mk. Samansuuruisen alueen maastoarvioinnit tulivat vuonna 1956 maksamaan noin 500 000 mk. Voidaan siis sanoa, että helikopterin käyttäminen pienensi kustannuksia 45 %.



Piirros 6. Kehitysluokkien arvioimistulokset helikopterista ja maastossa.

Fig. 6. Estimates of development stage of tree stands from helicopter and in the field (0 = open areas, 1 = seedling and sapling stands and possible standards, 2 = thinnable tree stands, 3 = tree stands in need of preparation and accretion cuttings, 4 = mature tree stands in need of regeneration cutting and 5 = tree stands under regeneration measures).

Kustannuksia vertailtaessa on pidettävä mielessä, että ilma-arvioinnin tulokset eivät vastanneet laadullisesti sitä, mitä maastoarvioinnilla vaadittiin Inarin olosuhteissa. Joskin tässä tapauksessa ilma-arviointia seuranneet maastotyöt suoritettiin tulosten tarkistamiseksi ja siis tutkimuksen luontoisena tehtävänä, lopullista karttaa ja kartanselityskirjaa olisi tuskin voitu valmistaa ilman maastotarkistuksia tinkimättä huomattavasti työn laadusta.

Ilma-arviointien luotettavuutta voidaan ilmeisesti suuresti parantaa harjoittelulla ja lisääntyvällä kokemuksella, mutta kokeessa ylläpidettyä työn nopeutta ei voitane lisätä. Käytettiin talouskuviota kohden vain 1—1½ min. Pikemminkin työhön käytettävää aikaa on lisättävä, jos tarkoituksena on saada sama taso kuin maastoarvioinneissa. Toisaalta voitaneen tässä yhteydessä todeta, että nykyinen maastotyön menetelmä on pääasiallisesti sama kuin metsikköarviointien suorittaminen vanhaa karttaa käytettäessä. Lisäämällä kuvatulokinnan osuutta ja vähentämällä turhaa kävelyä maastossa, esim. järjestämällä apulaisten käyttö niin, että arvioimismieheltä ei kulu aikaa leirivarusteiden ja muonan kantamiseen, voitaneen nykyisen työmenetelmänkin kustannuksia alentaa tuntuvasti. Vastaavasti on otettava huomioon, että helikopterin käyttökustannukset voivat pienetä tulevaisuudessa. Mikäli valtion työvirastot saavat omia koneita, kuten on suunniteltu, tulee niiden käyttäminen vuokra-konetta taloudellisesti huomattavasti edullisemmäksi.

Päätelmät

Suoritettu koe vahvisti niitä muualla saatuja kokemuksia, että ilma-arvioinnit ovat teknillisesti mahdollisia, suorittajan kannalta miellyttäviä ja nopeita. Työ on luonteeltaan siksi paljon maastossa suoritettavasta arvioinnista poikkeavaa, että se vaatii suorittajaltaan hyvää paikallista metsien tuntemusta, ilmakuvatulkinnan kokemusta sekä totuttautumista havaintojen tekoon ilmasta. Nopea havaintojen teko ja tarkkaavaisuuden herpautumaton keskittäminen lennon aikana vaativat henkisiä ominaisuuksia, jotka olisi selvitettävä ennen työhön ryhtymistä. Kun otetaan huomioon, että ilma-arviointi tuli maksamaan noin 39 000 mk lentotunnilta eli 650 mk/min, on helppoa päätellä, kuinka paljon puutteellisesta harjaantumisesta, tarkkaavaisuuden herpautumisesta tai hitaasta havaintojen ja ratkaisujen teosta aiheutuva pienikin ajanhukka tulee maksamaan.

Nykyisillä kustannuksilla helikopterin käyttäminen metsikköarvioinneissa on taloudellista lähinnä silloin, kun työ on niin kiireellinen, että sitä ei voida muulla tavalla suorittaa. Tarkkuudeltaan se on selvästi huonompi kuin maastossa suoritettu arviointi, ellei lentoaikaa pinta-alayksikköä kohden lisätä tuntuvasti. On tietenkin mahdollista, että muutaman kymmenen lentotunnin kokemuksen omaava arvioimismies saavuttaa likimain saman tarkkuuden kuin maastoarvioinneissa, mutta on epätodennäköistä, että millään työnantajalla on Suomessa näin suurta työmäärää vaativia arvioimistehtäviä.

Saadut kokemukset ovat arvokkaita ja ne kehoittavat kiinnittämään huomiota muutamiin tärkeisiin näkökohtiin. Ensinnäkin olisi selvitettävä, kuinka yhtäpitäviä toisistaan riippumattomat silmävaraiset arvioinnit ovat. Toiseksi on ilmeistä, että laajaperäisissä oloissa hukka-aika näyttää erittäin suurta osaa maastoarvioinnin suorituksessa. Jos 50 000 ha voitiin arvioida ilmasta 7 tunnissa, ja jos sama pinta-ala vaatii maastossa 3—4 kuukautta, niin luvuista saa summittaisen käsityksen siitä, kuinka paljon kulkeminen ja huolto vievät aikaa erämaassa. Jos arvioimismetsänhoitajan näihin käyttämään aikaa voitaisiin supistaa edes osittain, niin kustannukset pienenisivät tuntuvasti. Ja kolmanneksi olisi arvioimismiesten koulutuksessa pyrittävä vahvistamaan niitä ominaisuuksia, jotka lisäävät edellytyksiä suorittaa metsän arvioimista ilmasta, sillä mahdollisuudet käyttää lentävää kalustoa paranevat epäilemättä tulevaisuudessa. Sopivia koulutusmuotoja ovat tehostettu kuvatulokinnan harjoittelu sekä nopeitten havaintojen teko ja tulosten sanelu magnetofonille joko metsässä kävelen, hiihtäen tai liikkuvassa ajoneuvossa. Kaikki tilaisuudet, joissa on mahdollista harjoitella silmävaraista arviointia latvuston yläpuolella, olisi käytettävä hyväksi.

Kirjallisuusluettelo — References

- AGAR, CARL C. 1950. Topographical survey in British Columbia. Amer. Helic. Vol. XIX. Nr. 7. New York.
- AVERY, GENE. 1958. Helicopter stereo-photography of forest plots. Photogr. Engin. Vol. XXIV. Nr. 4. Washington D.C.
- COLWELL, ROBERT N. 1956. The taking of helicopter photography for use in photogrammetric research and training. Photogr. Engin., 22: 613 p. Washington D.C.
- CRAMER, OWEN P. 1954. A critical look at cloud seeding. Journ. of Forest. Nr. 7. Washington D.C.
- CRUIKSHANK, JAMES W. 1947. The Forest Survey tests the helicopter. Journ. of Forest. Vol. 45. Dec. Washington D.C.
- FERREE, MILES J. 1953. A method of estimating timber volumes from aerial photographs. College of Forestry at State University of New York. Syracuse N.Y.
- GUSTAFSON, ELMER. 1949. Use of helicopter in surveying and mapping. Amer. Helic. Vol. XV. Nr. 8.
- HAGBERG, NILS. 1953. Redogörelse för ett försök till kontroll och komplettering från luften av kartläggning och beståndsbeskrivning på Hamra kronopark sommaren 1953 (Stencilerad uppsats). Report of an investigation in the summer 1953 to control and complete the mapping and standdescription of the National Forest Area Hamra from the air (Stenciled article).
- 1956. Skogsbrukets karteringsmetoder med begagnande av flygbilder. Sv. Skogsvårdsf. Tidskr., Nr. 3. Stockholm.
- HARPER, J. E. 1949. Pest control in Great Britain and Africa. Amer. Helic. Vol. XIV. Nr. 5.
- HEDLUND, HANS. 1953. Björkdödandet. Skogen Nr. 9. Stockholm.
- JENKINS, STARR. 1949. New technique for fighting forest fires. Amer. Helic. Vol. XIV. Nr. 4.
- 1951. The helicopter's role in the Forest Service. Amer. Helic. Vol. XXIII. Nr. 9.
- KALLANDER, R. M. and BERRY, D. 1953. Aerial seeding. Salem. Oregon.
- KARLBERG, STEN. 1954. Om björken i Norrbotten och dess behandling. Norrl. Skogsvårdsf. Tidskr. Nr. 11. Stockholm.
- Kommittén för skoglig fotogrammetri. 1953. Redogörelse för ett försök till kontroll och komplettering från luften av kartläggning och beståndsbeskrivning på Hamra kronopark sommaren 1953. Moniste.
- KURBATSKY, N. P. ja MOLTSCANOV, V. P. 1957. Metsäpalojen estämiskaistojen teko lento-koneilla ja helikoptereilla. Leningradin Metsäntutk. lait. tiet.-tekn. bulletiini Nr. 3. Leningrad (Venäjänkielinen).
- LINNAMIES, OLAVI. 1955. Helikopteri metsätalouden palveluksessa. Metsät. Aikak., Nr. 1. Helsinki.
- 1957. Helikopteri kolmiomittaustöissä. Kotimaan tietoja. Maanmittaus, Nr. 3—4. Helsinki.
- LUNDBERG, HANS. 1952. Lövröjning med flygplan. Skogen Nr. 11. Stockholm.
- MAHOOD, IAN. 1952. Reforestation by helicopter. The Emp. Forest. Rev. London.

- MÖLLER, SVEN G. 1953. Försök inom lantmäteriet att avfatta och gradera skogsmark med hjälp av flygbilder och långsamtgående flygplan (Stencilerad uppsats). An investigation at the Land-Survey to map out and appraise forested land by the aid of aerial photographs and slow aeroplanes (Stenciled article).
- 1956. A method to combine geodetic and photogrammetric methods with the use of photographic interpretation and helicopter at reallocation of forest land. Sv. Lantm. tidskr., Congress Number. Stockholm.
- OKUNJEV, P. P. 1956. Suurten kuljetuskoneiden ja organosyntetisten myrkkujen käyttö taistelussa siperialaista silkkiperhosta vastaan. Leningrad (Venäjänkielinen).
- OLSEN, HAROLD. 1948. Flying flitgun. Amer. Helic. Vol. XII. Nr. 12.
- PARKS, HOMER W. 1955. Aerial cargo dropping stemaers. Fire Contr. Notg. Vol. 16, Nr.1. Washington D.C.
- ROE, E. J. 1957. Measuring the results of aerial spraying with herbicides for forestry purposes. U.S. Forest Service. Lake States Forest Exp. St. Technical Note Nr. 492. St. Paul, Minn.
- ROTH, ROGER W. 1948. Spraying and dusting equipment for the Bell 47—D. Amer. Helic. Vol. XI. Nr. 11.
- Rotary wings among the mountains. 1952. Air World by Esso. Vol. 5. Nr. 3.
- SIRÉN, GUSTAF. 1954 a. Lentokone metsänuudistamistyössä. Metsät. Aikak. Nr. 1. Helsinki.
- 1954 b. Lentokonekylvön tähänastiset tulokset Lapissa. Metsät. Aikak. Nr. 10. Helsinki.
- 1957. Lentokonekylvön tulokset Summary: Results of broadcast sowing by airplane. Metsät. Aikak. Nr. 10. Helsinki.
- ŠCHUTOV, I. V. 1956. Taimistojen kemiallinen käsittelymenetelmä. Leningradin Metsäntutk. lait. tiet.-tekn. bulletiini Nr. 1. Leningrad. (Venäjänkielinen)
- WESTVELD, M. 1948. Airplane seeding. Repr. from Proc. Soc. of Amer. Forest.
- WHITE, DONALD P. 1956. Aerial application of potash fertilizer to coniferous plantations. Journ. of Forest. Nr. 11. Washington D.C.

SUMMARY:

A TEST FOR ESTIMATING TREE STANDS FROM A HELICOPTER

The test was carried out in connection with mapping and making timber inventory of the forest district of Inari which is under the State Board of Forestry. The helicopter was primarily used in 1956 and 1957 in preparing geodetic control for forest maps. In the summer of 1956 the photo-interpretation and visual estimating of the tree stands were checked by helicopter over an area of 50 000 hectares.

The test area (Fig. 1), lying 300 km north of the Arctic Circle, consisted of old and pure pine stands, mainly in a natural state, with a small mixture of spruce and birch, and open mountains (fjelds) and swamps. The helicopter, a Bell 47 D, was used for 7 hours in checking the photo-interpretation made on contact prints taken by a large angle camera to a scale of 1: 40 000, and estimating the site type, tree species, dominant height, density, age, cubic volume, development stage, etc. of the tree stands. The estimates were dictated into a Minifon recorder.

About 25 % of the aerial estimates were checked on the ground. The main results are shown in figures 2—6. Though the deviations of the aerial estimates from the visual estimates made on the ground were quite large, the average volume for the total area was the same in both methods. The visual estimates were controlled by sample plot measurements. The use of a helicopter decreased the expenses by 45 % in comparison with the expenses of conventional field work. The aerial estimates were, however, not as accurate as those made on the ground.

According to the test results, aerial estimates made from a helicopter are valuable in large roadless areas and for rapid inventories. With properly trained and experienced personnel, aerial estimates can be of the same accuracy as those carried out on the ground in the northern conifer forests.

792 - - 088 (471.1) (05)



Su. metsätöryhmä
Silva
0(05)

Publications of the Society of Forestry in Finland:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contains scientific treatises dealing mainly with forestry in Finland and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, generally contain several treatises.

SILVA FENNICA. Contains essays and short investigations mainly on forestry in Finland. Published at irregular intervals.

Die Veröffentlichungsreihen der Forstwissenschaftlichen Gesellschaft in Finnland:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Enthalten wissenschaftliche Untersuchungen vorwiegend über die finnische Waldwirtschaft und ihre Grundlagen. Sie erscheinen in unregelmässigen Abständen in Bänden, von denen jeder im allgemeinen mehrere Untersuchungen enthält.

SILVA FENNICA. Diese Veröffentlichungsreihe enthält Aufsätze und kleinere Untersuchungen vorwiegend zur Waldwirtschaft Finnlands. Sie erscheint in zwangloser Folge.

Publications de la Société forestière de Finlande:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contient des études scientifiques principalement sur l'économie forestière en Finlande et sur ses bases. Paraît à intervalles irréguliers en volumes dont chacun contient en général plusieurs études.

SILVA FENNICA. Contient des articles et de petites études principalement sur l'économie forestière de Finlande. Paraît à intervalles irréguliers.

27.3.63



Suomalaisen Kirjallisuuden Kirjapaino Oy Helsinki 1959

Su: metsämijt

Silva

0/051

