

Az adatok felvételi módja, azok pontossága, valamint az a tény, hogy az egész fatömegfelvételi eljárástól csupán tájékoztató adatokat kívánunk nyerni, további „lazítások” is megengedhetővé válnak. Előfordulhat, hogy a fenti táblázat nincs kéznél. Ilyen esetekre elegendőnek tartom megjegyezni, hogy az átlagos mellmagassági alakszámok a 6—8—10 m-es átlagmagasságoknál (nagy ugrásokkal) 0,95—0,70—0,65 értékűek, 12—20 m-ig átlag 0,57, végül 22 m-en felül átlag 0,53 értékűek.

E kis tanulmánnyal tulajdonképpen a tükörrelaszóp elvét és az elv gyakorlati felhasználásának lehetőségei közül egy könnyen megérthető és gyakran igen hasznosan felhasználható fatömegbecslési módot kívántam ismertetni.

Az erdészeti fotogrammetria időszerű kérdései

Az OEE Budapesti Bizottsága és Erdőrendezési Szakosztálya 1968. III. 19-i ülésén elhangzott előadás

NÉMETH FERENC

A magyar erdészeti szakemberek kisebb-nagyobb megszakításokkal 114 éve foglalkoznak fotogrammetriával. Elsőként *Ujsághy Zsigmond* selmeci erdőmérnökhallgató, aki az 1854. évi nyári szünidőben a fényképből szerkeszthető térképek készítésének elméletét vezette le. A gyakorlati kivétel — a mérethelyes térképek készítése — a fényképezési technika akkori állása miatt nem sikerült, így kísérleteit abbahagyta. Másodikként *Csiby Lőrinc* selmeci főiskolai tanár az 1890-es években a besztercebányai erdőigazgatóság területén foteodollal készített fényképekből szerkesztett térképeket, amelyekért az 1896-os millenniumi kiállításon aranyérmert nyert. E bizató kezdett után — bár *Szabó Endre* selmeci tanársegéd Jénában fotogrammetriai tanfolyamon 1910—1912 között több alkalommal is résztvett, *Jankó Sándor* selmeci tanár 1917-ben kiadta az első magyar nyelvű fotogrammetriai tankönyvet és *Sébor János* főiskolai tanár Sopronban 1929-től tanította is a fotogrammetriát — rendszeres erdészeti fotogrammetriai munkáról nincs szó egészen 1949-ig. Ennek oka az, hogy egyetlen birtokosnak kezén sem volt akkora erdőterület, amely a költséges fotogrammetriai felszereléseknek hosszú távon munkát tudott volna biztosítani. Még az államerdészetnek sem fizetődött volna ki a műszer beruházás, 1945 után, az erdők az államosítással egy kézbe kerültek, s megteremtődött az erdészeti fotogrammetriai munkák megindulásának reális alapja. *Bezzegh László* vezetésével 4 fős csoport kölcsön műszerrel meg is kezdte a munkát 1949-ben. Majd a kölcsönzési határidő lejárta után 1951-ben a munka megszakadt és csak 1959—60-ban szerezte be az erdészet első fotogrammetriai műszereit, s akkor indult meg újra a fotogrammetriai munka.

E rövid történeti áttekintés után nézzük meg az erdőrendezésre háruló feladatot, s vizsgáljuk meg, hogy mit tud segíteni az erdőrendezőnek a fotogrammetria.

Az ország erdőterülete kerekén 1 500 000 ha, 10 éves üzemtervezési periódusban tehát évente 150 000 ha erdőről kell üzemtervet készíteni. Az üzemterv készítés során végzendő feladatokból — gazdasági beosztás kialakítása, termőhely és állomány felvétel, térkép készítés, terület számítás, üzemtervi előírások elkészítése — a térképkészítési munkákra átlagosan az összes munkaidő $\frac{1}{3}$ -a jut. Mivel évente átlag 120 fő terepi erdőrendező dolgozik (átlag 1250 ha/fő teljesítmény) ez azt jelenti, hogy 40 fő teljes munkaideje szükséges (átlag 3750 ha/fő) a térképkészítéshez. Napi teljesítményre lebontva, évi átlagban 15 ha/nap/fő adódik, amiben a külső felmérés és belső feldolgozás is benne van. Csak a külső munkát nézve, a terepen 25 ha/nap/fő felmérését kell elvégezni.

Ha megfelelő állami alaptérkép állna rendelkezésre, akkor ez a munkamennyiség teljesíthető volna. Igaz viszont, hogy a terepen való mérés egyike a legfárasztóbb munkának, továbbá a környező államok tapasztalatai alapján a fotogrammetriával mind idő, mind költség takarítható meg, ezért célszerűnek látszik nálunk is az erdőgazdasági üzemi térképeket fotogrammetriai úton készíteni.

A fotogrammetria tulajdonképpen a térképkészítési munka gépesítése, s mint általában a gépesítésnél, vigyázni kell arra, hogy a munkafázishoz, illetve az egész

munkához megfelelő gépeket alkalmazzunk. Nem szabad azt sem figyelmen kívül hagyni, hogy fotogrammetriával csak azt tudjuk térképezni, ami a fényképeken rajta van, vagyis a pillanatnyi látható állapotot, míg az erdőterületek külső határánál a jogi állapot is szükséges. Ezért fotogrammetriával az erdőrendező által elvégzendő térképészeti tevékenységet nem tudjuk teljesen pótolni, kiegészítésekre mindig szükség lesz, s optimálisan a fotogrammetria segítségével egy erdőrendezői munkája 25%-ában vehetjük fel. Ez azt jelenti, hogy egy fotogramméternek (4×1250) 5000 ha évi erdőterképet kell készítenie ahhoz, hogy a teljesítménye azonos legyen az erdőrendezőével. Napi teljesítményre lebontva évi átlagban 20 ha-nak felel meg.

Vizsgáljuk meg, hogy a sztereoplanigráf műszerünkön végzett térképészítésből egy főre naponta mennyi teljesítmény jut. A munkát az ÁFTH 1 : 10 000 méretarányú térképészítés komplex utasítása szerint végezzük, mert a területen nincs állami topográfiai alaptérkép. A műszer napi norma teljesítménye 120 ha 2 kezelővel. A térkép kirajzolás, csatlakoztatás, oleáták elkészítése még egy főt igényel, tehát 40 ha/nap/fő teljesítménnyel számolhatunk. Azonban ez csak a térkép vonalainak megrajzolását jelenti, a légi fényképek beállításához szükséges illesztőpontokat geodéziai úton meg kell határozni. Ez az állami földmérés tényezői alapján átlag 120%-a a fotogrammetriai térképészítő munkának. Mi légiháromszögelés alkalmazásával a geodéziai előkészítő munkát 100%-ra csökkentettük, ezzel számolva 20 ha/nap/fő teljesítményt kapunk. Ha itt megállnánk és összehasonlítanánk a szükséges teljesítménnyel, akkor megnyugodhatnánk, mert azonos értéket kaptunk. Viszont tovább kell mennünk vizsgálatunkban az elkészült térkép hasznos erdőterület-százalékának kérdésére.

Az ország erdőszültsége 15,6%, ebből nyilvánvaló, hogy fotogrammetriai úton készült térképekből az erdőrendező az üzemtervezésnél nem tudja a teljes térképet felhasználni, hanem az erdőszültség helyi viszonyainak megfelelően csak bizonyos százalékot. Mivel a gazdaságosság érdekében fotogrammetriával a nagyobb összefüggő erdőket igyekezünk térképezni, a hasznos erdőterület százalék az egész térképhez képest 15,6%-nál nagyobb, átlagban 35%-ra tehető. Ez a napi egy főre eső hasznos erdőterület térképezésének teljesítményét 7 ha-ra, vagyis kerekén a szükséges $\frac{1}{3}$ -ára csökkenti. Itt azonnal meg kell jegyeznünk, hogy népgazdasági, sőt erdészeti egyéb szempontokból nézve természetesen hasznos az egész terület térképe, s itt csak az üzemterv mellékleteként készülő üzemi térkép készítése szempontjából végeztük el a vizsgálatot. Ugyanis költségvetésünk az üzemtervek elkészítésére szól, ezt várják tőlünk, s az állami alaptérképek készítése más szerv feladata.

Azért, hogy az üzemi térképészítésben a fotogrammetriára jutó részt teljesíteni tudjuk, új munkamódszert kell kialakítani. Az új munkamódszerhez két alapfeltétel kell: 1. megbízható állami alaptérkép, amely feleslegessé teszi a geodéziai előkészítést, 2. megfelelő pontosságú, de egyszerűbb fotogrammetriai műszerek, amelyek kezeléséhez 1 fő elegendő.

ad 1. Ha a meglévő nagy méretarányú (1 : 10 000 m. a.-t is) térképeket megvizsgáljuk, meg kell állapítani, hogy tulajdonképpen a szó szoros értelemben vett állami alaptérkép nálunk még nincs.

a) Az újabban földmérési térképeknek nevezett kataszteri térképek nem annak készültek, hanem a földadó nagyságának a megállapítása céljából, tehát céltérképnek. Csak az állami alaptérkép hiányában használták annak, s 80 éven át kitűnően meg is feleltek az akkori követelményeknek. A folyamatos, napra kész nyilvántartás elmaradásával és az újabb igények jelentkezésével, az utóbbi kerek 30 évben egyre inkább nem felelnek meg a követelményeknek, s a népgazdaság valamennyi szakágazati geodéziai-térképészeti szerve egyre súlyosabban érzi az állami alaptérkép hiányát.

b) Az 1 : 10 000 méretarányú állami topográfiai alaptérkép jó áttekintést nyújt, fő hibája, hogy még nem készült el az egész országról. Síkraírajzi tartalmát tekintve a jelkulcsi ábrázolás nem szerencsés, mert így inkább katonai alaptérkép, mint állami. Domborzat ábrázolását tekintve a műszaki-gazdasági tervező tevékenységénél szintén csak áttekintő térképként használható.

Felmerül a kérdés, hogy egy áttekintő térképet nem lett volna-e célszerűbb a meglévő térképekből összeállítani fényképészeti úton fotogrammetriai helyesbítéssel, s minden erőt a hiányzó állami alaptérkép készítésére irányítani.

c) Mivel a 10 000-es állami topográfiai alaptérkép síkraírajzának kivitele nem szerencsés, ezt a hiányt igyekezett pótolni az ÁFTH az 1962-ben kiadott utasítás szerint elkészítendő 1 : 10 000 méretarányú szelvényhatáros földmérési átnézeti térképpel, amely $4 \times 4 = 16$ lekisebített kataszteri szelvényt foglal magába. A készítése sajnos nem a kívánt ütemben halad.

Amint ebből az áttekintésből látható, olyan állami alaptérkép, amely minden további nélkül használható lenne a szakágazati geodéziai tevékenységhez, nincs, ezért az erdőkről készítendő üzemi térképeink, vagyis az erdészeti céltérképek előállítására nagy nehézségekbe ütközik, s jóval több geodéziai munkát igényel, mint amennyire kapacitása, költsége és ideje lenne.

ad 2. Mint mindenféle geodéziai mérésnél, úgy a fotogrammetriánál is a pontosság vizsgálatakor belső és külső megbízhatósággal kell foglalkozni.

a) A belső megbízhatóság a fotogrammetriánál elérhető pontosságot fejezi ki, s függ a feldolgozásra kerülő képanyagtól és a műszerektől. A fényképanyag pontossága a mi viszonyaink között, a repülési képméretarányban, $\pm 0,05$ mm-re tehető. Ez 1 : 20 000 m. a.-ban 100 cm-nek, 1 : 10 000 m. a.-ban 50 cm-nek, 1 : 5000 m. a.-ban 25 cm-nek felel meg. A hagyományos műszerek közül az I. rendűek és az analitikus fotogrammetria leolvasó berendezéseinek pontossága $\pm 0,01$ mm körül van. Ezek pontossága tehát nagyobb a képanyagénál, ha numerikus feldolgozást végzünk.

Más a helyzet, ha a hagyományos műszerekhez kapcsolt koordinatográfok rajzi pontosságát nézzük, de még a III/b rendű fotogrammetriai műszerek is biztosítják azt a pontosságot, amelyet az erdőbirtok határán belüli vonalak térképezéséhez, tehát az erdészeti céltérképek készítéséhez szükségesek.

b) A külső megbízhatóság függ a beállításhoz felhasznált geodéziai adatok és annak a geodéziai keretnek a pontosságától is, amelybe a fotogrammetriai úton készült térképet behelyezzük. Ha tehát nincsenek a beállításhoz megfelelő geodéziai adatok, vagy a keret hibás, akkor rosszabb eredményt kapunk, de ez nem a fotogrammetria hibája, mert nem megfelelő kiinduló adatok felhasználásával földi úton sem lehet pontos eredményt elérni.

Mielőtt, az előbb ismertetett két szempont figyelembevételével készülő munkáinkat és a jövő terveit ismertetnénk, vizsgáljuk meg néhány költség alakulását. Az erdőrendezési összes költség 100 Ft/ha, amiből az üzemi térképkészítés költsége az előző $\frac{1}{3}$ -os részarányt tekintve 33 Ft/ha. Ugyanígy, a költségvetési ráfordításból kiszámítva, a fotogrammetriai úton készülő térkép 1 ha-ra 25 Ft-ba kerül. Ha figyelembe vesszük, hogy mire a térkép elkészül, még a terepen fellelhetők lesznek. Ebből kiindulva az előzőekben levezetett részarányok szerint a két érték azonos, tehát pillanatnyilag megtakarításról nem beszélhetünk még.

Az erdészeti fotogrammetria akkor lesz gazdaságos, tehát 1 ha erdőtérkép előállítására fotogrammetriai úton akkor lesz olcsóbb a földi felmérésnél, ha a hasznos erdőterület nagyságát tudjuk fokozni. Szemléltető példának álljon itt a következő: eddigi tényszámaink szerint egy légifénykép negatív 130 Ft-ba kerül, ha 100 ha erdő van rajta, akkor 1,30 Ft/ha, ha csak 10, akkor 13 Ft/ha a repülési költség. A gazdaságossági vizsgálatnál természetesen azt sem lehet figyelmen kívül hagyni, hogy a légifényképről jóval több adatot lehet levenni, mint amennyit a hagyományos földi eljárással történő felmérésnél a gazdaságosság és a ráfordított idő alapján még ésszerűnek tartunk. S ha azt vizsgáljuk, hogy azt az adat mennyiséget, amelyet a légifényképből nyerhetünk, földi úton mekkora ráfordítással lehetne felmérni, akkor feltétlenül a fotogrammetria gazdaságos voltáról kell beszélni.

Itt elértünk ahhoz a kérdéshez, hogy a fennálló problémák ellenére mégis miért sürgetik mindenhol a fotogrammetria bevezetését. Azért, mert

a) a legjobb térképnél is több adat van a légifényképen;

b) az új repülések a legújabb állapotot tükrözik;

c) megbízható illesztőpontok esetén egységes, durva hibáktól mentes térkép készíthető fotogrammetriai úton.

Ezek miatt sok munkánál, főleg az előtervezéseknél, többre becsülik ma már a friss légifényképekből készült közelítő nagyításokat, mint a precíz, de már a nem létező múltat ábrázoló térképeket. Ezzel kapcsolatban a jövő térképekre vonatkozó elképzeléseimet szabad legyen röviden kifejteni.

A terepen kétféle alakulatot különböztethetünk meg, az egyik az állandó jellegű, a másik a változó tereptárgyak csoportja. Drága, precíz meghatározást csak az állandó jellegű tereptárgyak ábrázolásánál érdemes alkalmazni, a változó jellegűek térképezését egyszerűbb módszerekkel célszerű elvégezni, mert semmi biztosíték nincs arra, hogy mire a térkép elkészül, még a terepen fellelhetők lesznek. Ebből kiindulva az állandó jellegű csoportba tartozó terep alakzatok, létesítmények helyzetét feltétlenül numerikusan kell meghatározni, erre kiválóan alkalmas a fotogrammetriai pontsűrűsítésnek mind a légiháromszögelés, mind a modellen felüli pontsűrítés válfaja. Az analitikus vagy numerikus fotogrammetriai pontsűrítéssel meghatározott koordinátákat egy automata koordinatográf a kívánt méretarányban felrakja, és a változó helyzetű

csoportot akár grafikus fotogrammetriai kiértékeléssel, akár légifénykép transzformálással rá lehet vinni a koordinatográffal felszerkesztett pontokra. Ha már most az új fejadatok más méretarányú térkép készítését kívánják meg, akkor a pontokat koordinátájuk alapján ebben a méretarányban szerkeszti fel az automata koordinatográf, és a változó tartalom rajzát vagy átfényképezik, vagy a legújabb légifényképet transzformálják a pontokra.

Végezetül röviden tekintsük át jelen munkamódszereinket és a jövő terveit. Mivel 1970 végéig az üzemtervezetlenség felszámolása az erdőrendezés feladata, s az üzemtervezetlen erdők szétszórtan helyezkednek el az országban, előre tervezett erdészeti célú fényképező repítést kevés helyen tudunk végeztetni. Viszont valamennyi üzemtervezetlen erdőterületre felkutatjuk az elkészült légifényképeket s a meglévőket beszerezzük. Ezekből:

- a) sztereoplanigráfon az ÁFTH Komplex Utasítása szerint 1 : 10 000 méretarányú állami topográfiai alaptérkép készítéshez felhasználható, fotogrammetriai kiértékelést végzünk a Börzsöny hegységben;
- b) egyszerűbb eljárással ott, ahol vannak használható kataszteri térképek, ezek 1 : 10 000-es kisebbitéseit, vagy a már kész 1 : 10 000-es állami topográfiai alaptérképeket, vagy az elkészült erdőgazdasági üzemi térképeket egészítjük ki új légifényképek segítségével:
fotogrammetriai szempontból síknak tekinthető terepen légifénykép-átrajzolóval, hegyes terepen sztereotóppal.

A jövő feladatainál, az 1971-ben kezdődő új üzemtervezési periódusban, már mint adottsággal kell számolni valamennyi erdőnél a meglévő üzemi térképpel. Ebben a periódusban fő szempont az üzemterv tömbökben való készítése. A tömbökre gazdaságosan lehet fényképezőrepülést végeztetni, az üzemi térkép 1 : 10 000 méretarányú alaptérképét $4 \times 4 = 16$ kataszteri szelvény nagyságban célszerűen el lehet készíteni, s a térképek kiegészítését gazdaságosan el lehet végezni. A térképlépcsés mellett feltétlen lesz idő a légifénykép gazdag tartalmának erdőrendezési célú egyéb felhasználására is, mint:

- a) a munkavégzés megszervezésében és a napi tennivalók megtervezésében,
- b) a gazdasági beosztás kialakításában,
- c) a fafajok elkülönítésével az elegyarány megállapításában,
- d) a záródás meghatározásában,
- e) a tisztásokon, szabad területeken a termőhelyi viszonyok megállapításában.

Mivel nálunk az erdőrendező úgyszólván végigjárja a területet, s az állományfelvételt elvégzi, a mi viszonyaink között a légifényképpel végezhető fatömegbecslés nem jöhet számításba. Ugyanis az eddigi kísérletek:

- a) a törzsszám,
- b) a famagasság,
- c) a koronaátmérő,
- d) és ezek alapján a fatömeg meghatározásban

olyan bizonytalanságot adtak, hogy pontosságuk elmaradt a földi úton megállapítottól. Ha pedig a pontosabb eredmény érdekében segédtablázatokat, ellenőrző próbatereket létesítettek, akkor a költség volt nagyobb a földi úton végzett munka ráfordításánál.

Немет Ф.: СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ ЛЕСНОЙ ФОТОГРАММЕТРИИ.

Венгерские лесные специалисты уже с 1854 года занимаются фотограмметрией, в 1917 г. вышел первый учебник на венгерском языке по этому предмету и начиная с 1929 года систематически обучают, не смотря на это все-таки и теперь в лесоустройстве не используются в соответствующей мере, как это требует экономичность. В периоде, начинающемся по новому производственному плану в 1971 году, уже будет иметься возможность большего использования аэрофотосъемки.

Németh F.: DIE AKTUELLEN FRAGEN DER FORSTLICHEN PHOTOGRAMMETRIE.

Ungarische Forstleute befassen sich schon seit 1854 mit der Photogrammetrie. 1917 erschien das erste Lehrbuch der Photogrammetrie in ungarischer Sprache und seit 1929 erfolgt in diesem Fachgebiet ein regelmässiger Unterricht. Die Forsteinrichtung bedient sich der Photogrammetrie nicht im gebührenden Masse, obwohl ihre Anwendung wirtschaftlich wäre. Im neuen Forsteinrichtungszeitraum ab 1971 können sich schon Möglichkeiten zur erweiterten Anwendung der Luftbilder öffnen.