

Földi fényképmérés az erdőgazdaság szolgálatában

TESZARS GEZA ES SÁRKANY JENŐ

A fényképmérés akkor nyerhet gyakorlati értéket valamely gazdasági ágban, ha ki tudja elégíteni a szükségparancsolta követelményeket, vagyis alkalmazása esetén kevesebb munkával, tehát kevesebb költséggel ugyanazt, vagy esetleg jobb eredményeket érhetünk el, mint az eddig alkalmazott eljárásokkal. Természetesen a gazdaságosságának megítélése nem könnyű feladat, mivel minden új eljárásnak megvannak a hibái, amiket a gyakorlatnak kell időnként folyamán lecsiszolnia, továbbá új eljárások új munkaeszközök beállítását teszik szükségessé. Így a gazdaságosság még hosszú ideig vita tárgyát képezheti.

A fényképmérés ezideig főképp térképezési irányban fejlődött. Az erdészet is nagyon korán meglátta a fényképmérés fejlődési lehetőségeit. Hazánkban pl. az Erdőmérnöki Főiskola az első volt, ahol a fényképmérést órarendszerinti tárgyként tanították. Jankó Sándor Fotogrammetriája az első magyar nyelvű szakkönyv és a besztercebányai gerebről készült fotogrammetriai felvétel az első fényképmérési munka volt hazánkban.

Míg nálunk erdészeti vonatkozásban megálltunk az elméleti képzésnél, külföldön az erdőgazdaságok gyakorlatilag is kezdték alkalmazni a fényképmérést, először térképezésre (főképp tereprajzi térképek készítésére), de egyidejűleg felmerült a kíváncsi, hogy a fényképek segítségével meghatározzák az állomány fatömegét is. A térképezésre, valamint az állományok áttekintésére a légi felvételek bizonyultak a legalkalmasabbaknak, a fatömeg meghatározásánál azonban mutatkoztak nehézségek, mivel a légi felvételtől csak koronaátmérőt és famagasságot lehetett mérni és ezekhez a mérésekhez is precíziós kiértékelő eszközöket kellett felhasználni. Az így nyerhető adatok önmagukban még csak tájékoztató jellegűek és a fatömeg pontosabb számításához elengedhetetlenül szükség van a mellmagassági átmérő ismeretére is.

Számos kísérletet végeztek el arra vonatkozóan, hogy képletszerűen megállapítsák a koronaátmérő, famagasság és mellmagassági átmérő közötti összefüggéseket. Mint egyik legújabb ilyen vizsgálatot, említhetjük dr. Halajnak, a szlovákiai elegyetlen lúcfenyvesekre végzett vizsgálatait, melyeknél a koronaátmérő, famagasság és mellmagassági átmérő között a következő összefüggést állapította meg:

$$X_2 = + 4,997 + 6,2123 X_1 + 0,1086 X_3 - 0,04705 X_4 + 4,9088 X_5$$

A képletben X_2 jelenti a mellmagassági átmérőt centiméterekben, X_1 a koronaszélességet méterben, X_3 az állomány átlagmagasságát méterben, X_4 az állomány korát, X_5 az állományzáródás abszolút értékét.

Ha meggondoljuk, hogy pl. elegendő az összefüggés megállapítására, azonkívül 1:5000 — 1:10000 fényképeken már nehéz a koronákat elválasztani, valamint a famagasság mérése — akár árnyékból, akár a lebegő indexnek a koronacsúcsra és a talajra való állításával történik — elég nehézkes, kézenfekvőnek látszik a megoldás, hogy a légi felvételeket földi mérési eljárásokkal kombináljuk.

A légi felvétel biztosítaná egy nagyobb terület áttekinthetőségét, róla megállapíthatnánk, hogy milyen nagyságú területen állnak egyöntetű állományok, továbbá

a légi felvételekről kijelölhetnénk a földi felvételek helyét. A földi felvétel helyének a légi kép alapján történő kiválasztásával elérhetnénk, hogy egész kevés földi felvétellel is jól megfognánk az állományt, vagyis a legvalószínűbb átlagot nem számos mérés alapján számítva, hanem a légi felvétel alapján kiválasztva kapnánk meg.

Földi mérési eljárásként a hagyományos próbateres eljárásokon kívül használhatnánk földi fényképfelvételeket is, így az állomány belsejében készült felvételeket (1. ábra) és szegélyfelvételeket (2. ábra), melyekről egyszerű eszközökkel és egyszerű eljárásokkal megállapíthatnánk az állomány átlagát képező törzsek jellegzetes adatait, így: átmérő, fmagasság, alaki viszony, szerfaszázalék stb. Ezeken kívül a földi felvételek az üzemi igazgatás és nyilvántartás jelentős megkönnyítését is eredményeznék azáltal, hogy mint a részletes erdőleírás fénykép-mellékletei, az egyén rövidre-



1. ábra.



2. ábra.

szabott és sokszor igen különböző véleménye helyett a fénykép tárgyilagosságával mutatnák be a felvétel időpontjában az állományt és megadnák a lehetőséget az utókor számára, hogy a foganatosított munkákat elbírálja és okuljon azokon.

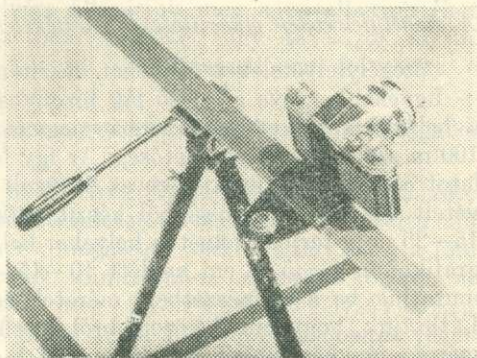
Továbbmenőleg: addig is, míg a nagyobb beruházást igénylő légi felvételek elkészíthetők lesznek, már egyedül a földi felvételek alkalmazása is az erdőmérnöki munka jelentős fejlődését eredményezné.

A földi felvétel eszköze és elkészítése

Ahhoz, hogy a fényképekről méréseket végzhessünk, térhatású, ú. n. *sztereo-felvételeket* kell készítenünk.

Erdőgazdasági célokra hasznosítható felvételeket leggazdaságosabban rövidbázisú sztereofellevő szerkezettel készíthetünk el (3. ábra), melyet következőképpen állíthatunk össze: egy egyszerű kisfilmes fényképezőgépet — házilag is könnyen előállítható — befogószerkezettel látunk el, hogy ennek segítségével fényképezőállványra szerelt vízszintes sínen eltolható legyen.

A sín képezi az alapvonalat, melynek baloldalán elkészítve a felvételt, a befogószerkezetbe szerelt fényképezőgépet áttöljük a másik végpontba és ott elkészítjük



3. ábra.

a második felvételt is. A szerkezet dobozlibellával van ellátva, melynek segítségével az optikai tengely vízszintes, illetve a filmsík függőleges helyzete biztosítható. Lényeges követelmény a készülékkel szemben, hogy a befogószerkezet könnyen csusztható, de emellett szabatos vezetésű legyen, mert a bal- és jobbfelvétel optikai tengelyének párhuzamossága csak így biztosítható. Mint látjuk, ilyen szerkezet előállítására a mindennapi életben használatos fényképezőgépen kívül alig jelent költséget, a felvétel gyorsan elkészíthető, valamint a felhasznált kisfilm is olcsó.

A fényképadta mérési lehetőségek és eljárások

Térhatású felvételnél — mint tudjuk — a tárgyak természetbeni mérete $X = \frac{b}{p} \cdot x$

és a tárgynak az alapvonaltól mért távolsága $T = \frac{p}{b} \cdot f$ képletek szerint számíthatók,

mely képletekben »b« jelenti az alapvonal (bázisvonal) hosszát, melynek két végpontjáról készült a felvétel, »x« jelenti a tárgynak megfelelő fényképi méretet; »f« a felvevő kamara fókusz-távolságát, »p« pedig a sztereoszkópikus parallaxist, vagyis azt az értéket, amennyivel egy tereptárgy képe távolabb van az egyik képen a közép-vonalától (függőleges főirány), mint a másik képen.

Összefoglalva: Ahhoz, hogy a fénykép alapján természetbeni méreteket határozhassunk meg, ismerni kell az alapvonal (bázisvonal) hosszát, a felvevő kamara fókusz-távolságát és a fényképről le kell mérni a tárgy képméretét, valamint a megfelelő parallaxis értékét.

A fényképi méretek levételéhez legcélszerűbb mérőmikroszkópot használni, mely 500 Ft-os árával nem jelent költséges beruházást és egyéb célra is jól használható.

A parallaxis értékének meghatározása legegyszerűbben térlátó műszer (tükrös sztereoszkóp) és megfelelő parallaxis-mikrométer segítségével történhet. Ha ilyen műszer nem áll rendelkezésünkre, úgy a következőképpen járhatunk el:

Az egyik képen körzőnyílásba vesszük a kívánt törzs valamely széle és a fényképszél közötti távolságot. Ezt átszúrva a másik kép megfelelő helyére, a »p« érték már egyszerű hosszmerő eszközzel mérhető.

Nagyított képek esetén a fényképi méretek a nagyítás arányában növekednek. Pl. négyszeres nagyítás esetén a fényképi méretek, beleértve a parallaxis értékét és a fókusz-távolság értékét is, négyszeresre növekednek. Ebből következik az is, hogy nagyított képekről levett értékekkel is az előbbi képlet szerint számolunk.

Egyébként a nagyított képet a fényképi méretek könnyebb összehasonlíthatósága végett úgy tekinthetjük, mint annyiszor közelebről készült felvételt, ahány-szoros a nagyítás.

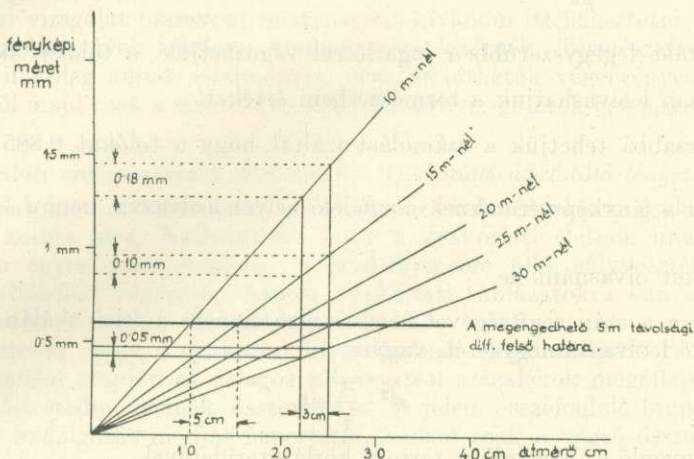
A szegélyfelvételek elkészítése és kiértékelése

Szegélyfelvételeket ott lehet készíteni, ahol az állomány egyöntetű és a szegély — figyelembe véve a szélső fák bizonyos fokú erősebb növekedését — híven kifejezi a belsőbb részeket is, továbbá megvan a felvételek elkészítéséhez szükséges 60—100 m szabad rálátási lehetőség. Az így felvett negatívról négyszeres nagyítású másolatot célszerű készíteni, ezen az ábrázolt fák méretei akkorák lesznek, mintha a felvételt 15—25 m távolságból készítettük volna. Kiértékelés szempontjából tehát a 15—25 m-ig terjedő felvételi helyeket kell vizsgálat tárgyává tenni. A 4. ábrán közölt grafikonon $f = 5.8$ cm mellett 10—15—20—25—30 m-ről készült felvételek esetére mutatjuk be a természetbeni méretek és a fényképméretek közötti összefüggéseket. Láthatjuk, hogy minél közelebről készült a felvétel, annál kisebb pontossággal kell mérni a fényképi méreteket, hogy az átmérő meghatározásánál azonos — (pl. 3 cm-es) — pontosságot érjünk el. Általában a 25 m körüli felvételi helyen a fényképi méreteket

0,06—0,08 mm pontossággal kell mérni és itt már elengedhetetlen a mérőmikroszkóp használata. A grafikonból azt is láthatjuk, hogy kis képméreteknél (0,6 mm, grafikonon vastagabb vízszintes vonal) midőn a sugársor még nem túl szétágazó, azáltal, hogy 5 m-rel eltérő távolsági fokot veszünk, az átmérő meghatározásában 5 cm hibát követünk el.

Ebből azt a fontos következtetést vonhatjuk le, hogy a fényképi méretektől függően, bizonyos mélységig nem kell minden egyes törzsre külön parallaxisértéket meghatározni, hanem középparallaxisérték használatával is megfelelő pontosságot érhetünk el.

Szegélyfelvételeknél a törzsek különböző távolsága adódhatna egyrészt onnan, hogy az alapvonal, melyről a felvétel történt, nem párhuzamos a szegély szélével. Az alapvonal — a szükséges számítási élességen belül — párhuzamossá tehető a sze-



4. sz. ábra.

gély szélével azáltal, hogy az állvány leállítás után segéd munkásunk derékszögű szögtűző prizmaival felkeresi álláspontunk talppontját a szegély szélén, akkor az alapvonalat képező sínnel együtt addig forgatjuk el gépünket, míg a munkás a kereső közepébe kerül.

A törzsek távolsági differenciája adódhat továbbá onnan, hogy bizonyos mélységig látunk a szegélybe. Ez általában az állomány sűrűségétől függően 5—10 méter. Ha a látható szegélyszáv közép-mélységű helyére állapítjuk meg a parallaxisértéket, s ezzel számítjuk valamennyi törzs természetbeni mértékét, úgy az előzők szerint még a legközelebbi, illetve a legtávolabbi törzsek számításánál sem követünk el nagyobb hibát, mint 5 cm.

A középparallaxis értékének meghatározását a fatömegszámítás módjától függően kétféleképpen végezhetjük:

1. *Fatömegszámítás légi felvétel alapján földi felvétel-kiegészítéssel.* A légi felvételeken kijelölünk egy megfelelő nagyságú próbaterületet és leszámoljuk a rajta álló törzseket. A törzsek jellegzetes adatait (átmérő, magasság, alaki-viszony stb.) a földi felvételekről mérjük le, a természetbeni méretek számításához szükséges középparallaxist pedig a következőképpen határozhatjuk meg: A látható szegélyszáv közép-mélységű helyén kiválasztunk egy jól látható törzset és a könnyebb azonosítás végett (pl. jelzészóval) megjelöljük. Erre a törzsre elvégezzük a parallaxisérték mérését (egyszerű hossz-mérő eszközzel) és ezzel az értékkel számítjuk a szegélyben álló összes

törzs adatait, majd köbtartalmát. Megfelelő középértékek képzése után pedig számítható a próbatér fatömege.

2. *Fatömeg-meghatározás egyedül földi felvétel alapján.* A terület nagyságát, melyre a számított fatömeg vonatkozik, a földi felvétel-alapján állapítjuk meg a következő módon: Tükrös sztereoszkóp alatt megvizsgáljuk a szegélyrészt és kiválasztunk két-két (esetleg többet is lehet) olyan törzset, melyek által alkotott képzelt egyenesek a szegélysáv első és hátsó szélvonalát alkotják. Ezekre a törzsekre meghatározzuk a parallaxis-értéket, majd kiszámítjuk a törzsek által kijelölt rész területét.

Ezután ugyancsak a tükrös sztereoszkóp segítségével eldöntjük, hogy mely törzsek esnek a szélvonalak közé és ezeknél lemérjük a fényképi méreteket (átmérő, magasság). A kapott adatokat megszorozva a négy szélső törzs parallaxisainak középértékéből számított $\frac{b}{pk}$ szorzótényezővel, kapjuk az egyes törzsek természetbeni méreteit.

A számítást leggyorsabban logarléccel végezhetjük, a tolokát beállítva a $\frac{b}{pk}$ értékre, gyorsan leolvashatjuk a természetbeni értéket.

Még gyorsabbá tehetjük a számolást azáltal, hogy a tolokát $0,885 \cdot \frac{b}{pk}$ értékre állítjuk, ekkor a fényképméreteknél megfelelő helyen leolvassva, nem $d = \frac{b}{p} x$, hanem

$\sqrt{\frac{\pi}{4}} \cdot d$ értéket olvasnánk le.

Ha mostan a szán segítségével nem az alsó, hanem a felső skálán olvasunk le, kapjuk az első leolvasás négyzetét, vagyis

$$d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \text{-et,}$$

ami viszont egyenlő az átmérőhöz tartozó körlap területével.

Az állomány belsejében készült felvételek

Állományok belsejében, ahol a felvételi távolság lényegesen kisebb, mint a szegélyfelvételeknél volt, célszerű a felvételeket nagy látószögű objektívvel készíteni, hogy még magasabb állományok esetén is kapjunk famagasságokat a fényképen.

A kiértékelésnél a területmeghatározás hasonló elvek alapján történhet, mint azt a szegélyfelvételeknél láttuk, azonban a nagyobb parallaxisértékek miatt a meghatározás lényegesen könnyebb és pontosabb. A természetbeni méretek meghatározása nem történhet középparallaxisérték felvételével, itt már minden egyes törzsre nézve külön kell megállapítani a parallaxisértéket, illetve a megfelelő $\frac{b}{p}$ szorzótényezőt, ami a kiértékelést igen hosszadalmassá tenné.

Megfelelő mikrométer alkalmazása, melyről közvetlen az átmérő természetbeni értékét olvashatjuk le, a kiértékelést igen meggyorsíthatja, s ezáltal a fényképmérést gazdaságosabbá teszi az eddig alkalmazott eljárásnál.