

Fotogrammetria 7.

A légi fotogrammetria alapjai

Dr. Engler, Péter

Fotogrammetria 7.: A légi fotogrammetria alapjai

Dr. Engler, Péter

Lektor: Dr. Barsi , Árpád

Ez a modul a TÁMOP - 4.1.2-08/1/A-2009-0027 „Tananyagfejlesztéssel a GEO-ért” projekt keretében készült. A projektet az Európai Unió és a Magyar Állam 44 706 488 Ft összegben támogatta.

v 1.0

Publication date 2010

Szerzői jog © 2010 Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar

Kivonat

Bemutatjuk a légifényképezés során felhasználható hordozó eszközöket és azok jellemzőit, továbbá a légifényképező repülési terv készítésének lépéseit és a végrehajtás szempontjait.

Jelen szellemi terméket a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény védi. Egészének vagy részeinek másolása, felhasználás kizárólag a szerző írásos engedélyével lehetséges.

Tartalom

7. A légi fotogrammetria alapjai	1
1. 7.1 Bevezetés	1
2. 7.2 Hordozó eszközök	1
3. 7.3 Tervezés	3
3.1. 7.3.1 Alapfogalmak	4
3.2. 7.3.2 A tervezés lépései	5
3.2.1. 7.3.2.1 A képméretarány meghatározása	5
3.2.2. 7.3.2.2 A kameratoldal megválasztása	5
3.2.3. 7.3.2.3 A soron belüli és sorok közötti átfedés	5
3.2.4. 7.3.2.4 Számítások	6
3.2.5. 7.3.2.5 A repülés terv munkarészei	6
4. 7.4 Végrehajtás	9
5. 7.5 A képanyag vizsgálata	10
6. 7.6 Összegzés	11

7. fejezet - A légi fotogrammetria alapjai

1. 7.1 Bevezetés

Légi fotogrammetriáról akkor beszélünk, ha a kiértékeléshez készült felvételek valamilyen légi járműről, általában repülőgépről készülnek. A többnyire nagy területek fényképezésénél pontosan megszabott terv szerint készített fényképsorokkal fedik le a kiértékelendő területet. A légifényképezést gondos tervezés előzi meg. A sorokat alkotó felvételek egymást előre megszabott százalékban, soron belül és sorok között fedik át egymást. Végrehajtása, pedig sajátos követelményeket támaszt a fényképező repülőgépekkel, a fényképező személyzettel szemben, de fontos a repülésre alkalmas idő, az évszak, a napszak, valamint az időjárási viszonyok megválasztása is [1].

A fejezetben bemutatjuk a légifényképezés során felhasználható hordozó eszközök jellemzőit, a tervezés és végrehajtás lépéseit.

A tananyag elsajátítása után Ön képes lesz egy lég fotogrammetriai feladat végrehajtásakor alkalmazható eszközöket kiválasztani, a szükséges tervezéseket elvégezni.

2. 7.2 Hordozó eszközök

Légifényképezési célokra valamilyen légi járművet használunk, ami lehet repülőgép, helikopter, hőlégballon, motoros sárkányrepülő, vagy modell repülőgép. A nagy pontosságú, térképezési célú légifényképezésre elsősorban repülőgépeket használunk. A modul további részében a hordozó eszközök közül csak a repülőgépeket tárgyaljuk. A légifényképező repülőgépekkel szemben különleges követelményeket támasztunk. Ezért számos repülőgépgyár egyes típusait alakítja át, teszi légifényképezésre alkalmassá. Ilyen követelmények:

- stabil térbeli helyzet a fényképezés pillanatában,
- egyenletes sebesség légi fényképezés közben,
 - a munkasebessége a lehető legkisebb, az utazó sebessége a lehető legnagyobb legyen,
 - nagy hatótávolság,
 - jó emelkedő képesség (rövid idő alatt érje el a repülési magasságot),
 - biztos repülési magasságtartás,
 - felső szárnyállás a jó látási viszonyok (előre, lefelé és mindkét oldalra) érdekében,
 - a kamera a repülőgép súlypontjában helyezkedjen el,
 - a padlónyílás le- és felszálláskor zárható legyen a kamera, illetve a záróüveg mechanikus sérüléseinek elkerülése érdekében,
 - tágas belső tér a szükséges segédberendezések, felszerelések elhelyezésére, valamint a repülési személyzet kényelmes mozgására,
 - a kipufogó gázokat úgy kell elvezetni, hogy ne kerülhessen a kamera objektívje elé,
 - a le és felszállás kis területet vegyen igénybe.

Kisebb feladatoknál a személyzet pilótából és fényképészből áll, nagyobb feladatnál azonban navigátorral is kiegészülhet. Ma leginkább hárman repülnek, jóllehet a kétszemélyes (pilóta, fényképész) és az egyszemélyes (pilóta) repülés technikailag már lehetséges. A légifényképezés sikeres végrehajtása a személyzet kifogástalan együttműködésétől függ. A fényképezési munkát a fényképész végzi a navigátorral összehangolt feladatként.

Magyarországon légifényképezésre leggyakrabban az **AN-2** típusú repülőgépet (7-1. ábra) alkalmazták. Az AN-2 típus nagy előnye, hogy füves repülőtérről is üzemeltethető. Ebbe a típusba valamennyi mérőkamera beépíthető.



7-1. ábra AN-2 repülőgép [4.]

A hetvenes években kifejlesztettek egy speciálisan légifényképezésre szolgáló repülőgépet, az **AN-30**-as típust. Az AN-30-as nagy előnye, hogy a repülőgép hermetikusan zárt, a légifényképezés ún, plán parallel üveglemezen keresztül történhet egyszerre akár több kamerával, igen nagy magasságból is. Nagy területek légifényképezése esetén igen hatékony típus. Magyar tulajdonban ez a típus nem található, azonban több környező országból bérelhető.

Az egykori csehszlovák gyártmányú **L-410** repülőgéptípus speciális, légifényképezési célú változatát magyar közreműködéssel fejlesztették ki 1974-ben, de a sorozat más típusát is alkalmassá tették Magyarországon légifényképezésre.

Gazdaságosan üzemeltethető a jó repülési tulajdonságokkal rendelkező svájci **Pilatus PC-6 Turbo Porter** típusú repülőgép, amit inkább kézikamerás felvételek készítésekor alkalmazható.

A Magyar Honvédség a katonai célú, valamint a „Nyitott Égbolt” szerződés alapján végzett légifényképezési feladatait egy erre a célra átalakított AN-26 típusú repülőgéppel végzi.

Néhány éve a **Cessna 402** (7-2. ábra) és a **Cessna TU206E** (7-3. ábra) típus légifényképezésre alkalmas változatát használják hazánkban.



7-2. ábra Cessna 402 [4.]



7-3. ábra Cessna TU206E [4.]

A felsorolt repülőgép típusok legfontosabb jellemző adatai a következők:

Műszaki adatok	AN-2	AN-30	L 410 AF	Pilatus PC-6	Cessna 402	Cessna TU206E
A szárny felépítése	kétsíkú	felső	felső	felső	alsó	felső
Sebesség (km/h)	160-180	450-500	200-375	180-250	300-390	220-300
Szolgálati csúcsmagasság	1000	2500	1200	965	1700	7500
Maximális hatótávolsága [km]	300	1480	360	1980	520	1460
Hajtóművek száma	1	2	2	1	2	1

További fontos információk lehetnek még a törzs hossza, a gép magassága, a szárny fesztávolsága, a felszállási út hossza, a kigurulási hossz és a maximális hasznos terhelés, de ezek részletes ismertetésétől itt eltekintünk.

3. 7.3 Tervezés

A légifényképező repülés tervét, röviden repülési tervet a megrendelő, vagy a légi fényképeket feldolgozó szerv készíti el. Rajtuk kívül a légifényképező repülés kapcsán feladata van még a Földmérési és Távérzékelési Intézetnek (nyilvántartás, tárolás, szolgáltatás) és a Magyar Honvédség Geoinformációs Szolgálatának (engedélyezés, titokvédelem).

A repülési terv elkészítéséhez sokirányú ismeret szükséges. Ismerni kell a térképezési vagy más mérési feladat követelményein kívül a kiértékelő műszerek pontosságát, a kiértékelés módját, valamint ismerni kell a légifényképezés végrehajtásának körülményeit. A repülési terv adatainak kiszámításában elkövetett hiba megakadályozhatja a fényképészetiileg kifogástalan képek, vagy digitális felvételek kiértékelését és a feladat pontossági előírásainak teljesítését [6.].

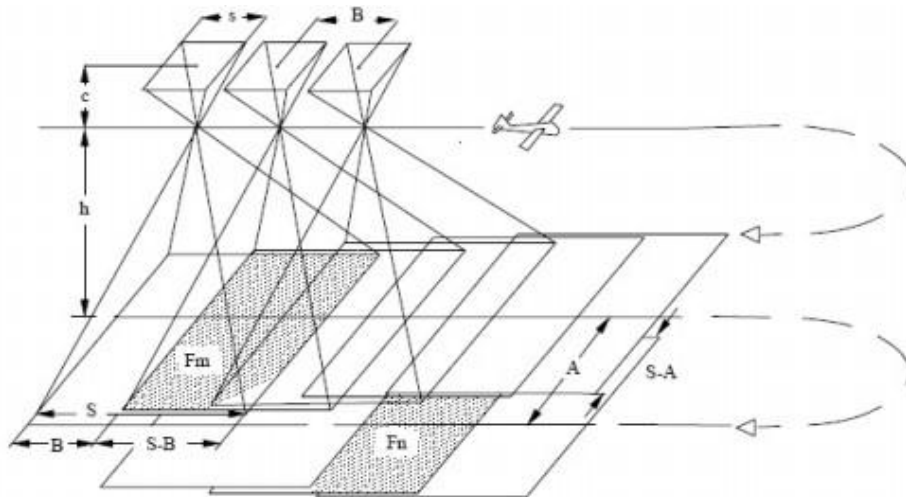
A tervezésnél tehát figyelemmel kell lenni a következőkre:

- a repülőgép teljesítményének adataira,
- a mérőkamerák paramétereire,
- a kiértékelő műszer beállítási tartományaira,
- az előállítandó termék fajtájára,
- a domborzati viszonyokra,
- az előállítandó térképek szelvénykiosztására,
- a pontossági követelményekre.

A repülési tervek elkészítésekor korábban az L1. Szabályzatot használták, amely „A mérőkamerás légifényképezések megrendelésére, előkészítésére, vizsgálatára és szolgáltatására” vonatkozó előírásokat tartalmazta. Az L1. Szabályzat most is érvényben van (nem vonták vissza), de sok pontjában már elavult, ugyanakkor sok esetben még hasznos utasításokat, információkat nyújt. A szabályzat mellékleteiben lévő táblázatok és grafikonok nagymértékben segítették a tervezést.

3.1. 7.3.1 Alapfogalmak

A repülési terv adatainak megértéséhez szükséges néhány alapfogalom tisztázása, melyhez a 7-4. ábra nyújt segítséget.



7-4. ábra A légifényképező repülés sematikus vázlatja [5.]

Az ábrán használt jelölések magyarázata:

B felvételi bázis (az L1. Szabályzat B_x -el jelöli),

c_x kameraállandó (sok esetben csak c -vel jelölik),

a. képméret (a szakirodalomban a , vagy l jelöléssel is találkozunk),

A. sáv szélesség, az egy fényképsor által lefedett terület szélessége, mérete,

A repülési tengelyek távolsága (az L.1 Szabályzat B_y -nal jelöli)

h, relatív repülési magasság,

F_m a modell területe,

F_n hasznos modellterület.

3.2. 7.3.2 A tervezés lépései

A légifényképezés műszaki paramétereit (képméretarány, kameraállandó, képméret, repülési magasságok, átfedési százalékok, stb.) úgy kell meghatározni, hogy az előírt pontossági és tartalmi követelményeket optimális gazdaságossági jellemzők mellett lehessen elérni [2.].

A tervezést megelőzi az adatgyűjtés, amelynek során a tervezéshez szükséges információkat és adatokat gyűjtjük össze. Fontos információ például a fényképezendő terület helye, mérete, a végrehajtandó fotogrammetriai feladat jellemzői (méretarány, elérendő pontosság, stb.), a kiértékeléshez rendelkezésre álló műszerek (hardver, szoftver) paramétereit. Ugyancsak fontos információkat szolgáltatnak a területről rendelkezésre álló térképek, korábbi légifényképek. Az adatgyűjtés fontos része a területre eső alappontok adatainak, pontleírásainak, illetve a tervezéshez szükséges topográfiai térképek (analóg vagy digitális) összegyűjtése. Az adatgyűjtés teljességétől nagymértékben függ a repülési terv pontos és megbízható elkészítése.

3.2.1. 7.3.2.1 A képméretarány meghatározása

Az átlagos képméretarány meghatározása a fényképezés tervezésének fontos kiinduló adata. Ez függ a térkép méretarányától, vagy átlagosan a felhasználás céljától, a felvételek feloldóképességétől, valamint a kiértékelő műszerek teljesítőképességétől.

A képméretarány és a térképméretarány viszonya pontossági és gazdaságossági kérdés is, mivel a szükségesnél nagyobb méretarányú felvételek tervezése a kiértékelési munkát megnöveli, míg a kisebb méretarány viszont nem tartalmazza azokat a részleteket, melyeket az adott méretarányú térkép igényel. A képméretarány/térképméretarány viszonyra tájékoztatásul az alábbi adatok szolgálnak (L1. Szabályzat):

$1:M_{\text{térkép}}$	$1:M_{\text{fénykép}}$
1:1 000	1:4 000 - 1:6 000
1:2 000	1:7 000 - 1:11 000
1:4 000	1:12 000 - 1:20 000
1:10 000	1:22 000 - 1: 36 000

A képméretarány közelítő meghatározására jól használható még az $m_{\text{fénykép}} = 200 \sqrt{m_{\text{térkép}}}$ tapasztalati képlet.

3.2.2. 7.3.2.2 A kameratoldal megválasztása

Ugyanazt a képméretarányt többféle módon is elérhetjük, ha normál-, nagy- vagy igen nagy nyílásszögű kameratoldal áll rendelkezésre. Az objektívtoldatok paramétereitől függ pl. a képméretarány, a repülési magasság, a készítendő képek száma, amelyektől pedig függ a képek minősége (kontrasztossága), vagy az elérhető pontosság.

A hagyományos légifényképező kameráknál lehetőség van az objektívtoldal célszerű megválasztására. Nagyméretarányú térképezési célokra általában a 152/23x23 objektívtoldal használatát kell előírni, ahol 152 a kameraállandó mm-ben, 23x23 a képméret cm-ben. Nagy magasságkülönbségek, vagy magas beépítettség esetén célszerű a 210/18x18 objektívtoldal használata. Interpretációs célokat szolgáló felvételek készítéséhez elegendő a 88/23x23 objektívtoldal.

3.2.3. 7.3.2.3 A soron belüli és sorok közötti átfedés

Soron belüli átfedésnek nevezzük a légifelvételek repülési tengely, illetőleg repülési sor irányú átfedését. A tervezésnél figyelembe kell venni, hogy a kameratengely dőlése, a repülőgép oldalgása, valamint a terep magasságkülönbségeinek változásai csökkentik a soron belüli átfedést. Emiatt a térfotogrammetriai feldolgozáshoz általában a 60%-os soron belüli átfedést választjuk, hogy a térmodell mindenképpen előállítható

legyen. Ortofotóskópiában célszerű a 80%-os, a magasságkülönbségből eredő torzulások csökkentése miatt, interpretációs feladatokhoz elegendő lehet a 20%-os soron belüli átfedés. A soron belüli átfedést $p\%$ -kal jelöljük

A sorok közötti átfedés a légifényképezésnél azért szükséges, hogy biztosítsuk a fényképezendő terület hézagmentes lefedését. Értékét általában 20-30%-nak választjuk, de ennél nagyobb átfedéssel is találkozunk. A sorok közötti átfedést akkor adjuk meg előzetesen, ha ún. tömbös repülést végzünk. Abban az esetben, ha ún. szelvénytengelyes repülést végzünk, akkor a repülési tengelyek távolsága kötött, abból számoljuk a sorok közötti átfedést. Ekkor fordulhat elő 20-30%-nál nagyobb átfedés. A sorok közötti átfedést $q\%$ -kal jelöljük.

3.2.4. 7.3.2.4 Számítások

A tervezés alapjául szolgáló, az előző pontokban ismertetett adatok meghatározása után a repülési terv elkészítéséhez szükséges további számításokat végezzük el [5.]. Ezek az alábbiak:

$$m = \frac{h_r}{c_k}$$

képméretarány

$$\text{relatív repülési magasság } h_r = m * c_k$$

$$\text{abszolút repülési magasság } h_a = h_r + h_{at}$$

$$\text{átlagos terepmagasság } h_{at} = \frac{h_{max} + h_{min}}{2}, \text{ ahol } h_{max} \text{ a repülési tengely mentén a legmagasabb, } h_{min} \text{ a legalacsonyabb terepi magasság}$$

$$\text{sávszélesség } S = s * m \text{ (vagy } S = m * a \text{)}$$

$$\text{felvételi bázis } B_x = S \left(1 - \frac{p\%}{100}\right)$$

$$\text{a repülési tengelyek távolsága } A = S \left(1 - \frac{q\%}{100}\right)$$

$$\text{sorok közötti átfedés } q\% = 100 \frac{S - A}{S}$$

$$\text{repülési tengely hossza } n * B_x, \text{ ahol } n \text{ a felvételi bázis száma a soron belül}$$

$$\text{képek száma soronként } n + 1$$

$$\text{felvételi időköz } \Delta t = \frac{B_x}{v}, \text{ ahol } v \text{ a repülőgép sebessége}$$

$$\text{egy modell felülete } F_m = (S - B_x) * S$$

3.2.5. 7.3.2.5 A repülés terv munkarészei

A repülési terv munkarészei (melyeket korábban a képanyag feldolgozását végző szervezet, ma már általában a végrehajtó szervezet készít el):

- a légifényképező repülés technikai terve, röviden technikai terv,
- repülési vázlat,

- területjegyzék,
- áttekintő vázlat.

3.2.5.1. 7.3.2.5.1 Technikai terv

A légifényképező repüléshez kiszámított adatokat, a kamera adatait és egyéb előírásokat, információkat a **technikai terv**ben összesítjük. Ezeket az adatokat a végrehajtott légifényképező repülés ellenőrzésére, vizsgálatára is felhasználhatjuk.

Légifényképező repülés technikai terve

1. *Munkaterület megnevezése:*
2. *Légifényképanyag rendeltetése:*
3. *Filmtípus:*
4. *Fókusz távolság / képméret:*
5. *Átlagos képméretarány: B_x ; B_y ; Sávszélesség:*
6. *Sorok közötti átfedés:*
7. *Soron belüli átfedés:*
8. *Átlagos relatív repülési magasság:*
9. *Abszolút repülési magasságok (soronként):*
10. *Felvételi időköz:*
11. *Megengedhető leghosszabb expozíciós idő:*
12. *Repülési tengelyek száma:*
13. *Összes fényképező repülési hossz:*
14. *Átlagos sorhosszúság:*
15. *Repülendő sorok iránya:*
16. *Szükséges képek száma: felhasználandó film hossza:*
17. *A repülés kért időpontja:*
18. *Pontok előrejelölése:*
19. *Navigációs jelölések: sortengelyek: végpontok:*
20. *A repülés vázlat elkészítéséhez felhasznált térképszelvények:*
21. *A mellékelt repülési vázlatok száma:*
22. *Megjegyzések:*

Készítette:

Ellenőrizte:

A számított adatokat beírjuk a megfelelő pontokba. A technikai terv további információkat is tartalmaz, melyek a következők:

Az 1. pontban megadjuk a fényképezendő területet (pl. település, vagy régió név). A 2. pontban meghatározzuk a fényképezés célját, azaz mire használjuk fel a képanyagot, pl. térképezés, ortofotó készítés, interpretáció, térképezés esetén a feldolgozás méretaránya, stb. Analóg fényképezés esetén a 3. pontban adjuk meg, hogy milyen filmre kell a képeket elkészíteni. Ma jellemzően színes filmanyagot használunk. A repülő sorok irányát (15. pont) térképezéshez lehetőleg K-Ny irányban kell tervezni, de gazdaságossági okokból célszerűen É-D irányú repülést is tervezhetünk. A repülés kért időpontjára (17. pont) az L1. Szabályzat két légifényképezési ütemet határoz meg: I. ütem február 16-tól május 31-ig, II. ütem június 1-től követő év február 15-ig). A kért időpont elsősorban a feladat jellegétől függ. A kiértékelésekhez célszerű az illesztőpontokat előre jelölni a terepen. A jelek mérete a készítendő kép méretarányától függ. Az alkalmazott jelek alakját és méreteit az L1. szabályzat 14. melléklete tartalmazza. A pontok jelölése DGPS utólagos illesztőpont mérésnél felesleges (fénykép-térkép-terep azonos pontok). A navigációs jelek alkalmazását a GPS navigáció feleslegessé tette, ma nem is alkalmazzák.

3.2.5.2. 7.3.2.5.2 Repülés vázlat

A **repülési vázlat** egy rajzi (ma már digitális) munkarész, amit topográfiai térképen kell elkészíteni. A topográfiai térkép méretarányát a relatív repülés magasság függvényében, az alábbiak szerint kell megválasztani:

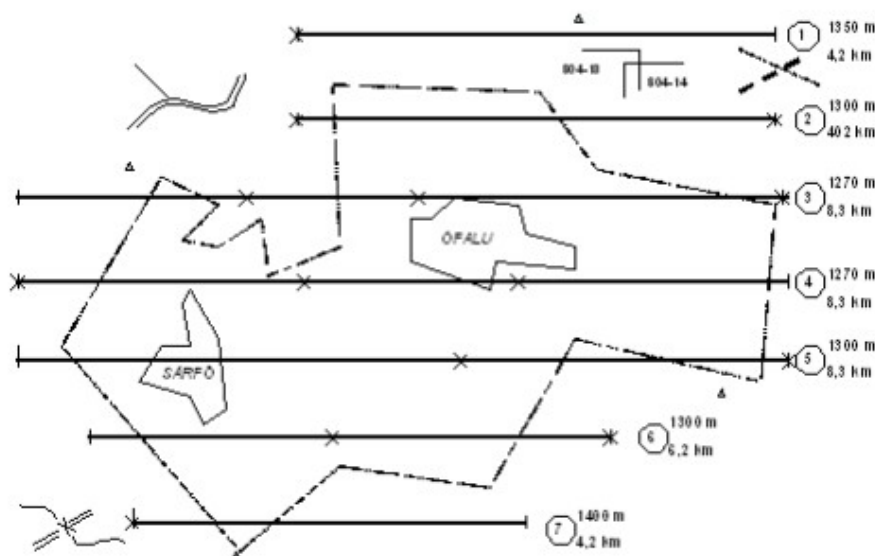
h_{rel} 1000 m-ig 1:10 000

1000-5000 m között 1:25 000

5000 m felett 1:100 000

A repülési vázlat (7-5. ábra) tartalma a következő:

- a munkaterület (fényképezendő terület) határvonala,
- a térképszelvény sarokpontjai,
- jól azonosítható síkrajzi vonalak,
- háromszögelési pontok,
- a repülési sorok tengelyvonalai a kezdő- és végponttal (piros színnel),
 - a tengelyek sorszáma, abszolút repülési magassága és hossza (piros színnel),
- megírások (megrendelő, méretarány, fényképezendő település neve, sorok száma, hossza, abszolút repülési magassága).



7-5. ábra Repülési vázlat [3.]

3.2.5.3. 7.3.2.5.3 Területjegyzék, áttekintő vázlat

A **területjegyzék**et, amely a terület fekvését, területi adatait tartalmazza, továbbá az **áttekintő vázlat**ot, ami több repülési vázlat esetén egy kisebb méretarányú egyesített rajz, nem kell minden esetben elkészíteni.

A repülési tervet a mai gyakorlatban erre a célra készült szoftverek segítségével készíthetjük el. A számítógépes tervezés feltétele a tervezés alapjául szolgáló térkép digitális változatának megléte. Ez a tervezés lehetővé teszi, hogy a GPS-el vezérelt fényképezések számára a felvételi helyek koordinátáit is meghatározzuk.

4. 7.4 Végrehajtás

A légifényképező repülés gondos előkészítést kíván. Az előkészítés jórészt a téli időszakban történik, mivel ebben az időben nem, vagy nagyon ritkán repülnek [1.].

Az előkészítés első lépéseként a repülési vázlatokról átrajzolják a repülési tengelyeket azokra a térképekre, amelyek alapján a feladatot végre fogják hajtani. Számítógépi navigáció végrehajtásánál értelemszerűen az adatokat a navigációs szoftverre viszik át. Ezzel egy időben ellenőrzik a technikai terv adatainak helyességét.

A légifényképezés kívánt időpontja és a feladat végrehajtásának helyszíne szerint csoportosítják a repülési terveket. Ennek alapján előre megtervezik az egy-egy felszállással megoldható feladatokat úgy, hogy a legrövidebb repülési úttal, minél több feladatot végre lehessen hajtani. A légügyi hatóságoktól a végrehajtáshoz szükséges légtér igénybevételére kell előzetesen engedélyt kérni. Az országhatár közelében végrehajtandó feladatoknál, ha át kell repülni a szomszédos ország területére, előzetesen a szomszéd ország légügyi hatóságától is engedélyt kell kérni.

A légifényképező repülés során a repülőgép személyzete általában három fő: pilóta, navigátor, fényképész.

A fényképezés egyik legfontosabb feladatát a navigátor látja el. A navigátor keresi meg a térképen megjelölt sortengelyek helyét a terepen, és figyeli a gép haladását. A terep és a térkép folyamatos összehasonlításával úgy ad utasítást a pilótának az irányváltatásra, hogy a gép minél pontosabban a kijelölt sortengely fölött repüljön. GPS-sel vezérelt fényképezés esetén a mindenkori pozícióhoz képest történik a gép irányítása. Az első fénykép helyét elérve a navigátor ad utasítást a fényképésznek a felvétel megindítására.

A fényképész figyeli a kamera működését, az átfedés szabályzó berendezés állandó vezérlésével biztosítja a kívánt átfedést, figyelembe véve a repülési sebesség ingadozásait és a terepi magasságkülönbségeket.

A légifényképezés műszaki feltételein kívül döntő fontosságú az időjárás, ugyanis a munka minőségében a felhőfedettségnek, a páratartalomnak és a szélhatásnak alapvető jelentősége van. A légi fényképezéshez tiszta atmoszférikus viszonyok, magasan álló nap és felhőtlen égbolt szükséges. Térképezési, különösen a domborzati kiértékelésekhez szolgáló légifényképezésre legkedvezőbb a kora tavaszi időszak, amikor a növényzet takarása a legkisebb, a terep a lombos fák alatt is látható. A meteorológiai adatok több évtizedes értékelése azonban azt mutatja, hogy éppen a kora tavaszi időszakban a fényképezésre alkalmas napok száma viszonylag kevés, 6-10 nap. A részben alkalmas napok száma ennek többszöröse is lehet. A nyári időszakban, amikor a fák már lombosak, az alkalmas napok száma megduplázódik. A nyári időszak általában csak a kevésbé fás területek sikrajzi kiértékeléséhez, valamint interpretációs feladatok fényképezéséhez alkalmas. Az őszi évszak idején a megvilágítás még elegendő a fényképezéshez, azonban a növényzet takarása és a már viszonylag hosszú vetett árnyékok miatt ez az időszak fotogrammetriai térképezés céljára kevésbé kedvező. Télen az alacsony napmagasság és az esetleges hótakarás miatt nem célszerű a térképezési célú légi fényképezés.

A fényerő szempontjából a déli órák kedvezőek, mert az árnyékok ekkor a legkisebbek. Ennek ellenére a sokéves tapasztalat azt mutatja, hogy a fényképező repülést már korán reggel el kell kezdeni, mivel késő délelőtt gyakran felhősödés indul meg.

Jóllehet, a felhőárnyékok a kiértékelést zavarják, az összefüggő zárt felhőzet alatti fényképezés eredményes, mivel nincsenek kontrasztos és részletszegény árnyékok a képeken. A légköri párat a fényképezéskor a vízszintes látástávolsággal becsülik. A légréteg tisztasága, pára- és füstmentessége meglehetősen ritka, ezért sok munka készül közepes pára mellett, melyre jellemző a 6-8 km-es vízszintes látástávolság. A részletek optimális visszaadásához legalább 20 km vízszintes látástávolság szükséges. A légköri pára különösen veszélyes a színes fényképezésnél, míg az infravörös felvételeket ez kevésbé zavarja. Gyakran a terület felett kell a személyzetnek eldöntenie, hogy a fényképezés végrehajtható-e, vagy sem.

A légifényképezés végrehajtása a filmanyag előhívásával és vizsgálatával zárul. A filmanyag kidolgozása nagy gondosságot és szabatos technológiai folyamatot igénylő feladat, mivel egy-egy 60 m-es filmtekerics költsége magas. A filmtekerics előhívását, mosását, fixálását és szárítását automatikusan működő előhívó berendezésekben végzik. A filmet egy sötétkamrában, orsójával együtt helyezik el a berendezésbe úgy, hogy a tekerics szabad végét egy másik orsóra fűzik. A hívógép fedőlapjának felerősítése után már világosan is dolgozhatunk. Az előhívóoldat, színes anyagoknál az oldatok előírt hőmérsékletét gondosan be kell tartani, mert jelentősen befolyásolják a képanyag fotográfiai minőségét. A film tekericselése automatikusan történik. A hívás és fixálás között van egy közbenső mosás. A kép rögzítése, fixálása megadott ideig tart, majd követi egy hosszabb áztató mosás. Végül az előhívott és fixált filmet elektromos szárítóban szárítjuk.

A filmeket óvni kell a mechanikai sérülésektől, ezért gyakran az eredeti negatívról készített másolatok alapján történik a film előzetes vizsgálata. Ennek során ellenőrzik, hogy sikerült-e a felvétel, nincsenek-e a negatívon kimaradt foltok, részletek, hibátlanul működött-e a berendezés, tehát az egész repülés elérte-e a célját.

A digitális kamerákkal vagy szkennerekkel készül felvételek esetében a képek tárolása, kiértékelésre alkalmassá tétele természetesen digitálisan, megfelelő szoftverek segítségével történik.

5. 7.5 A képanyag vizsgálata

A képanyagok részletes vizsgálata az eredeti negatívon történik, ahol navigációs, fotográfiai és felhasználói szempontból vizsgálják a képanyagot. A vizsgálat eredményét - figyelembe véve a navigációs értékelést is - a film törzslapján rögzítik [3.].

Navigációs szempontból történő vizsgálatnál ellenőrzik:

- az oldaleltéréseket (a relatív repülés magasság függvényében adhatjuk meg a megengedett eltéréseket),
- a soron belüli átfedéseket (-4 és +6 %),
- a megadott magasságtól való eltéréseket (a relatív repülés magasság függvényében ± 40 m, vagy ± 5 %),
- a képek elfordulását ($\pm 5^\circ$),
- a kameratengely dőlését ($\pm 4^\circ$).

A filmanyag fotográfiai szempontból történő minősítése a mai gyakorlatban feleslegessé vált.

Felhasználói szempontból történő vizsgálatnál célszerűen a következő ellenőrzéseket kell elvégezni:

- az anyag teljessége,
- képanyag pontos fedőterületei, hiányai,
- a jelölések leképződése,
- a keretjelek, keretadatok leképződése,
- a fedett területek nagysága,
- az esetleges mechanikai sérülések, vagy vegyszerfoltok (csak filmeknél),
- képélesség (a tereptárgyak leképződése),
- a képanyag kontrasztossága.

6. 7.6 Összegzés

A fejezetben röviden összefoglaltuk azokat az ismereteket, alapfogalmakat, amelyek egy légi fotogrammetriai feladat megértéséhez, elvégzéséhez szükségesek.

A fejezet értő elsajátítását segíthetik a következő ellenőrző kérdések:

1. A légifényképezésben alkalmazható légi járművek és jellemzőik.
2. A repülési terv készítésének lépései
3. A repülés terv munkarészei, azok tartalma
4. A képanyagok vizsgálatának szempontjai

Irodalomjegyzék

1. Fister F., Gerencsér M., Végső F.: *Fotogrammetria I.*, EFE FFFK, Székesfehérvár, 1984.
2. Majoros G.: *Fotogrammetria II.*, EFE FFFK, Székesfehérvár, 1981,
5. K. Kraus: *Fotogrammetria*, Tertia Kiadó, Budapest, 1998.
6. Engler P.: *Fotogrammetria I.*, FVM VKSZI, Budapest, 2007.,