

Fotogrammetria 6.

A földi fotogrammetria

Dr. Engler, Péter

Fotogrammetria 6.: A földi fotogrammetria

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 az földi fotogrammetriában alkalmazható felvételi elrendezéseket, a munkafolyamat lépéseit és a legfontosabb alkalmazási területeit.

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

Tartalom

6. A földi fotogrammetria	1
1. 6.1 Bevezetés	1
2. 6.2 A földi fotogrammetriában alkalmazott koordináta rendszerek	1
3. 6.3 A földi fotogrammetria felvételi elrendezései	3
3.1. 6.3.1 Egyképes eljárás	3
3.2. 6.3.2 Térfotogrammetriai eljárás	4
4. 6.4 A földi fotogrammetria munkafázisai	6
5. 6.5 A földi fotogrammetria hibaforrásai	8
6. 6.6 A földi fotogrammetria alkalmazási területei	9
7. 6.7 Összegzés	13

6. fejezet - A földi fotogrammetria

1. 6.1 Bevezetés

A földi álláspontból mérési, kiértékelési célra tervezett mérőképek, fényképek készítésével és feldolgozásával foglalkozó tudományágat földi fotogrammetriának nevezzük.

Ez az eljárás ott használható, ahol a felméréndő, lefényképezendő területre, tárgyra, felületre a szabad rálátás biztosított. Térképészeti alkalmazása korlátozott, inkább azokon a szakterületeken alkalmazzuk, ahol a metrikus adatok feldolgozásán túl fontos a fénykép nyújtotta információ többlet is.

A földi fotogrammetria sajátosságai:

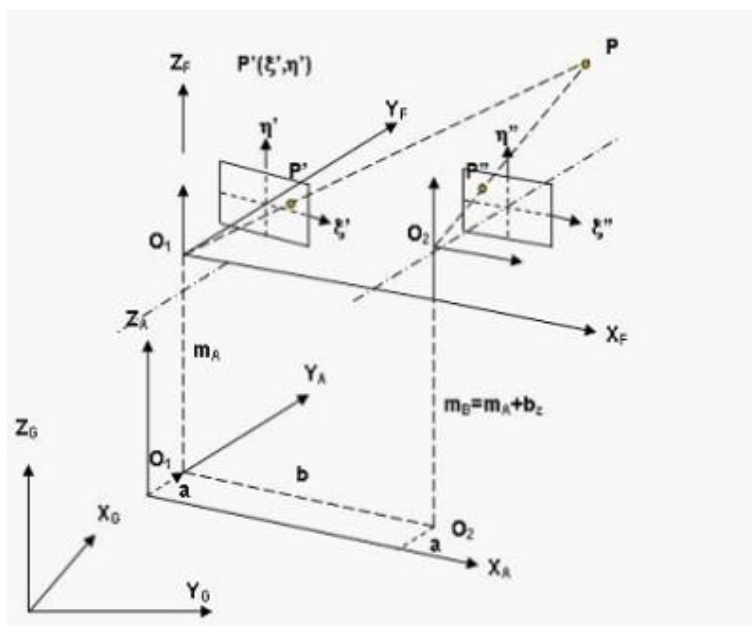
- a vizsgált tárgyat, létesítményt a méréskor nem kell megközelíteni, illetve megérinteni,
- a terepi mérés időszükséglete rövid,
- a kis megvilágítási (exponálási) idő miatt gyors folyamatok mérésére is alkalmas,
- a mérőképek sok információt (mennyiségi és minőségi) tartalmaznak,
- a kiértékelés gyors és jól automatizálható.

A fejezetben bemutatjuk az földi fotogrammetriában alkalmazható felvételi elrendezéseket, a munkafolyamat lépéseit és a legfontosabb alkalmazási területeit.

Az ismeretek elsajátítása és megértése után képesek lesznek egy földi fotogrammetriai feladatot végrehajtani a tervezéstől a felvételek elkészítésén át, a kiértékelésig.

2. 6.2 A földi fotogrammetriában alkalmazott koordináta rendszerek

A földi fotogrammetriában mind a tervezésnél, mind a kiértékelésnél tisztában kell lennünk azzal, hogy milyen koordináta-rendszerekkel találkozunk (6-1. ábra).



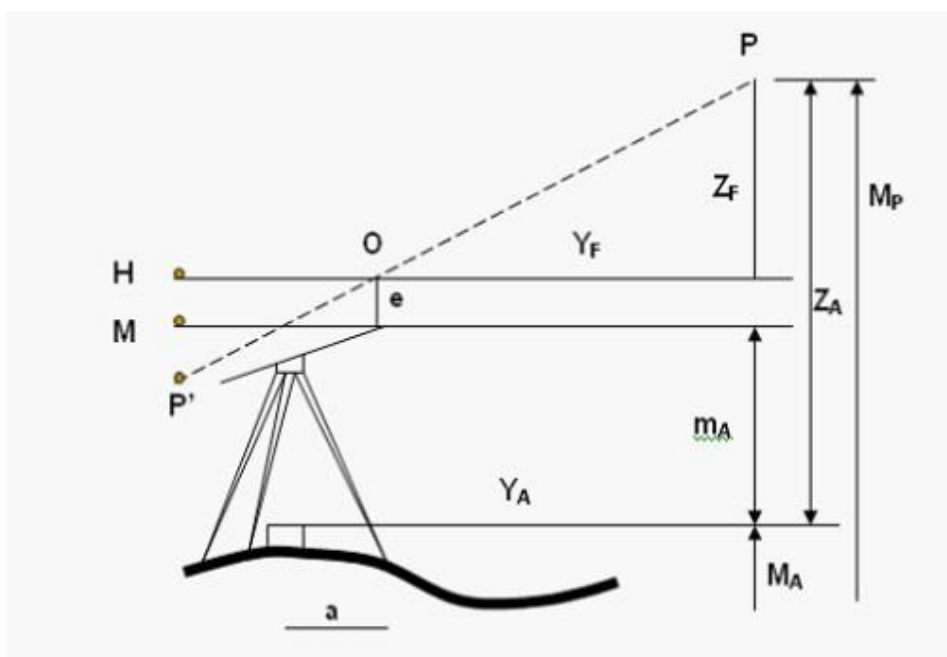
6-1. ábra Koordináta rendszerek

a, A **képi koordináta rendszer** tengelyeit (ξ, η) a mérőfényképeken a keretjelek jelölik ki. Alapvetően ebben a rendszerben mérjük, vagy határozzuk meg a képi pontokat. A képpontokhoz a mért műszerkoordinátákból belső tájékozással jutunk (analitikus belső tájékozással egy későbbi fejezetben foglalkozunk). Több szakirodalom az η helyett a földi felvétel miatt (a kép síkja függőleges) az ζ jelölést használja. Ugyancsak a szakirodalomban találkozunk a térbeli képkoordináta-rendszer fogalmával, ahol a koordináta-rendszer kezdőpontját áthelyezik a vetítési középpontba úgy, hogy a ξ és η tengelyek párhuzamosak a kép koordináta tengelyeivel. Ekkor minden képi pont harmadik koordinátája a kameraállandó (c_k).

b, A **bázis koordináta rendszer** (X_A, Y_A, Z_A) kezdőpontja az alapul választott felvételi bázis baloldali pontja. Az X_A tengely iránya megegyezik a felvételi bázis irányával, erre merőleges az Y_A tengely, illetve az XY síkra a Z_A tengely. A földi fotogrammetria tervezéseknél a felvételi álláspontokat tervezzük meg és tűzzük ki a terepen.

c, A **fotogrammetriai (vagy tárgy) koordináta rendszer** (X_F, Y_F, Z_F) tengelyeinek metszéspontja, a koordináta rendszer kezdőpontja a bal kép vetítési középpontjában van. A fotogrammetria koordináta rendszer tengelyei párhuzamosak a bázis koordináta rendszer tengelyeivel.

A két rendszerben meghatározott koordináták közötti kapcsolat megértését segíti a 6-2. ábra:



6-2. ábra Koordináta rendszerek kapcsolata

Ahol e az ún. főponteltolás mértéke (ami lehet pozitív és negatív is), a pedig a kamera állótengelyének és a vetítési középpontnak a távolsága (külpontossági értéknek is tekinthető). Az a értéke függ a kamera nyílásszögétől. Ezekkel az értékekkel a képek analitikus és digitális kiértékelésénél, ahol a kiértékelésekhez illesztőpontokat használunk, nem kell számolunk

A bázis és a fotogrammetriai koordináta-rendszerben meghatározott koordináták közötti összefüggés a következő:

$$X_A = X_F ;$$

$$Y_A = Y_F + a ;$$

$$Z_A = Z_F + m_A \pm e$$

A P pont tengerszint feletti magassága az $M_P = M_A + Z_A$ képlettel számolható.

d, A földi fotogrammetriában a legtöbb esetben elegendő a pontokat helyi rendszerben meghatározni. A fotogrammetriai koordináták **geodéziai koordináta rendszerbe** (Y_G, X_G) történő átszámításához síkbeli hasonlósági transzformációt használunk.

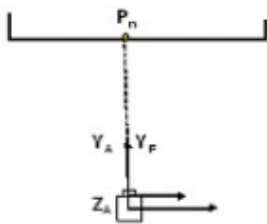
3. 6.3 A földi fotogrammetria felvételi elrendezései

Mint ismeretes a fotogrammetriában síkfotogrammetriáról (ortofotoszkópiáról) és térfotogrammetriáról beszélünk. A földi fotogrammetriai felvételi elrendezések ennek megfelelően csoportosíthatók:

- egyképes eljárásra,
- térfotogrammetriai eljárásra.

3.1. 6.3.1 Egyképes eljárás

Ha a lefényképezendő tárgy sík, vagy síknak tekinthető, és a méréseink során elegendő a mért pontok kétdimenziós meghatározása, akkor a tárgyról csak egy felvételt készítünk. Természetesen, ha egy felvétellel az egész mérendő felület nem fedhető le, akkor több képet készítünk, de nem szükséges a képek közötti nagy átfedés, hanem csak arra törekszünk, hogy hézagmentesen lefedjük az egész területet. Az egyképes eljárás során a felméréendő tárggyal szemben, a tárgy méretét figyelembe véve olyan Y távolságra állunk fel (6-3. ábra) a földi felvevő kamerával, hogy a tárgy rajta legyen a képen.



6-3. ábra Egyképes elrendezés

A felvételi hely meghatározásához az Y távolság könnyen kiszámítható, ha ismerjük a fényképezendő tárgy méreteit, a fényképező kamera képméretét és kameraállandóját. Kiszámítjuk a kép méretarányszámát az

$$m = \frac{t_{\text{valódi}}}{t_{\text{képi}}}$$

képlet segítségével, majd ebből az Y távolságot az $Y = mc_k$ képlettel. A terepen az álláspontot kitűzzük, majd felállunk rá. A fénykép elkészítése előtt ellenőrizzük, hogy a tárgy tényleg rajta van-e a képen és a képsík párhuzamos-e a fényképezendő síkkal. A felvételek elkészítése és előhívása, vagy megjelenítése után a mérőképen mérni tudjuk a meghatározandó pontok képkoordinátáit, majd a következő képletekkel számítjuk a tárgykoordinátáit:

$$X_i = m * \xi_i \quad \text{és} \quad Z_i = m * \eta_i$$

Mint az ábrán is látható, kétféle Y távolságunk van. Az Y_A a kitűzött felvételi álláspont és a fényképezendő tárgy távolsága. Erre a pontra állunk fel, és a kameránk állótengelye ezen a ponton megy át. Az Y_F távolság a vetítési középpont és a fényképezendő tárgy távolsága. A két távolság közötti különbség abból adódik, hogy a

kamera állótengelye és az objektív főpontja nem esik egybe, azaz számolnunk kell az „a” (1. ábra) külpontossági értékkel. Erre csak akkor van szükség, ha a koordinátákat a fényképezési adatok alapján számoljuk. Ha a kiértékelés illesztőpontok felhasználásával történik, akkor ezt nem vesszük figyelembe.

Az időben változó folyamatok (pl. mozgásvizsgálatok) vizsgálatánál ugyanazon álláspontról időbázissal készített felvételeken a pontok vízszintes és magassági értelemben is elmozdulhatnak. A vizsgált tárgy elmozdulása következtében vízszintes és haránt irányú parallaxisok keletkeznek, emiatt egy modell jöhet létre. Ez a modell természetesen nem valódi modell, de mérhető, és a vizsgált tárgy elmozdulása, torzulása, annak iránya és mértéke meghatározható. A képpontokból számított különbségeket alakváltozási parallaxisoknak nevezzük: $p_{\xi} = \xi_i - \xi_j$ és $p_{\eta} = \eta_i - \eta_j$.

Az alakváltozási parallaxisok alapján számolható az elmozdulás:

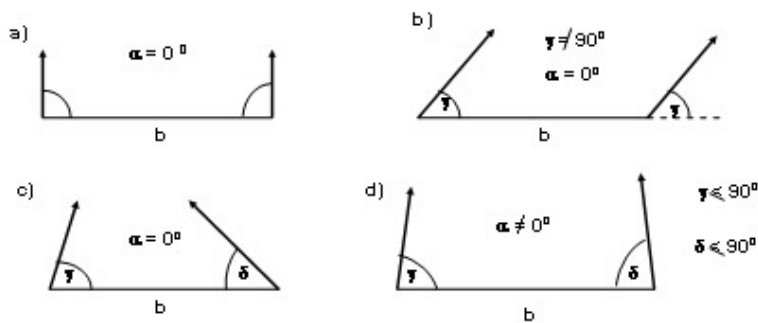
$$\Delta X = p_{\xi} * m \quad \text{és} \quad \Delta Z = p_{\eta} * m$$

, ahol m a kép méretarány száma.

3.2. 6.3.2 Tértfotogrammetriai eljárás

A fotogrammetriában is a mérendő pontok háromdimenziós meghatározására törekszünk, amihez a mérendő tárgyról legalább két képet kell készítenünk úgy, hogy mindkét képen a mérendő tárgynak rajta kell lenni. A mérési célra készülő fényképeket ismert vízszintes és magassági adatokkal rendelkező álláspontokról készítjük, ahol a kameratengelyek irányát beállítjuk.

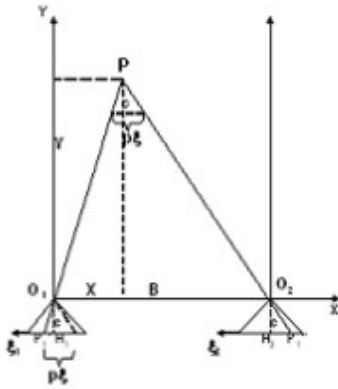
A földi fotogrammetriában a két álláspont által kijelölt felvételi bázis és a kameratengelyek iránya szerint a következő alapeseteket különböztetjük meg (6-4. ábra):



6-4. ábra Földi felvételi elrendezések

- a) normál sztereogram b) oldalra tartó képpár
- c) konvergens tengelyű képpár d) általános helyzetű képpár

A földi fotogrammetria alapesete, amelyenél a két kameratengely a felvétel bázisára merőleges és vízszintes. Az ilyen képpárt **normál sztereogram**nak nevezzük. Normál sztereogram esetében az általános helyzetű P pont X, Y és Z koordinátái egyszerű alapképletekkel könnyen meghatározhatók. A képletek levezetéséhez szükséges elrendezést és adatokat a 6-5. ábra mutatja.



6-5. ábra A normál sztereogram

Az O_1 és O_2 felvételi álláspontokról készített képek síkja a kameratengelyek merőlegessége miatt párhuzamosak a tárgykoordináta-rendszer X tengelyével. A P pont képe a bal képen P_1' , a jobb képen P_1'' , képi koordinátái ξ_b , illetve ξ_k . A P pont Y koordinátáját két hasonló háromszög alapján vezethetjük le. A bal képnél a jobb képre menő vetítősugárral húzott párhuzamos által szerkesztett háromszög hasonló az O_1, O_2, P háromszöggel. A bal képnél szerkesztett háromszög alapja a képpontok különbségéből számítható parallaxis, a p_s . A p_s -t bázisirányú parallaxisnak nevezzük, és az adott pont bal illetve jobb képen mért képpontok különbségéből kapjuk: $p_s = \xi_b - \xi_k$. Ezután felírhatjuk az

$\frac{Y}{B} = \frac{c_k}{p_s}$ aránypárt. Ebből kifejezzük Y -t:

$$Y = \frac{B}{p_s} c_k$$

A P pont X koordinátája ugyancsak hasonló háromszögek alapján kifejezhető: $\frac{X}{Y} = \frac{\xi_b}{c_k}$.

Ebből kifejezzük X -et, majd az egyenletbe behelyettesítjük az előbb felírt Y -t. Elvégezve az egyszerűsítéseket a következő képletet kapjuk:

$$X = \frac{B}{p_s} \xi_b$$

A P pont Z koordinátájának levezetéséhez az YZ metszetet kell megszerkeszteni (ezt itt mellőzzük) és az X -hez

hasonló módon felírhatjuk az aránypárt: $\frac{Z}{Y} = \frac{\zeta_b}{c_k}$. Ebből $Z = \frac{B}{p_s} \zeta_b$.

A mérőképen leképződött összes pont koordinátája a fenti egyszerű képletek segítségével számítható. A normál sztereogram előnye, hogy a számításhoz nincs szükség illesztőpontra, elegendő ismerni a felvételi bázis pontos értékét, illetve a meghatározandó pontok képpontjait, illetve a ponthoz tartozó bázisirányú parallaxist [8.].

A mai gyakorlatban a képek kiértékelése analitikus vagy digitális módszerrel történik, ahol nem a fenti egyenleteket használjuk. Ugyanakkor a normál sztereogramot, mint felvételi elrendezést a mai gyakorlatban is használjuk, hiszen az ilyen elrendezésű képpár biztosítja a mérendő pontokra menő legkedvezőbb előmetsző irányokat.

Az **oldalra tartó** (6-4. ábra b) és a **konvergens tengelyű képpárok** (6-4. ábra c) esetén a kameratengelyek a bázissal tetszőleges szöget zárhatnak be (de lényeges, hogy a mérendő tárgy mindkét képen rajta legyen) és

vízszintesek. A mérendő pontok koordinátáit még viszonylag egyszerű képletekkel számíthatjuk úgy, hogy itt sem szükséges illesztőpont. A gyakorlatban ezeket nem használjuk, így itt a képleteket nem részletezzük.

Az **általános felvételi elrendezés**nél (6-4. ábra d) a kameratengelyek iránya hasonló az előző három elrendezéssel, de abban eltér, hogy a kameratengely már nem vízszintes. A dőlt tengelyű felvételek kiértékelése bonyolultabb feladat, amihez már illesztőpontokra van szükség és analitikus, vagy digitális fotogrammetriai kiértékeléssel dolgozunk.

Megjegyezzük, hogy már akkor is általános elrendezésről beszélünk, ha bármelyik vízszintes elrendezés mellett α értéke eltér 0-tól.

4. 6.4 A földi fotogrammetria munkafázisai

Egy földi fotogrammetriai feladat végrehajtása során a következő munkafázisokkal találkozunk:

1. tervezés,
2. kitűzés, pontjelölés,
3. geodéziai mérés,
4. felvételek elkészítése,
5. műszeres kiértékelés,
6. számítások, a mérési eredmények feldolgozása és értékelése.

1. A **tervezés** során először kiválasztjuk a feladat végrehajtására leginkább alkalmas mérési módszert. A módszer kiválasztásának szempontjai:

- a felmérés feladata, célja,
- az építmény, létesítmény mérete, terjedelme, részletgazdagsága, a készítendő munkarészek fajtája
- az elérendő pontosság,
- a helyszíni adottságok, a tárgy környezete, elhelyezkedése,
- a rendelkezésre álló felvevő kamera (képméret, kameraállandó) és kiértékelő műszer paraméterei (képméret, mérési tartományok).

Következő lépésként megtervezük, hogy hány álláspontonról, felvételi bázisról kell a felvételeket elkészíteni ahhoz, hogy a teljes kiértékelendő felületről legyen kép, vagy képpár. Ekkor meghatározzuk, vagy kiszámítjuk a kép méretarányszámát (m), a fényképezési távolságot (Y), a sávszélességet (S), a felvételi bázist (B) és a képek átfedését ($p\%$).

Tervezéskor kiindulhatunk a bázisviszonyból (B/Y), az átfedésből ($p\%$), a megengedhető relatív hibából (ε)

$$\varepsilon = \frac{\Delta Y}{Y}$$

, vagy a minimális fényképezési távolságból (Y_{\min}).

Bármelyik megoldást választjuk, mindegyiknél figyelemmel kell lenni a fényképezési távolságra vagy a helyszíni adottságok miatt (pl. adott utcaszélesség), vagy a kamera minimális fényképezési távolsága miatt, vagy az elérendő relatív pontosság miatt. Legegyszerűbb, ha ezeket a szempontokat figyelembe véve kiválasztjuk az ideális, vagy alkalmazható felvételi távolságot (Y), majd a többi adatot az alapján számoljuk ki.

A bázisviszony nagymértékben befolyásolja a kiértékelés pontosságát, így ha abból indulunk ki, akkor annak értékét 1/1 és 1/20 között választhatjuk.

A természetes térlátás törvényszerűségeiből következik, hogy a tisztánlátás távolságának megfelelő metszési szög 13° és 15° között változik, a maximális sztereoszkópikus metszési szög 45° , legkisebb értéke pedig $7'$. A különböző metszési szögekhez tartozó bázisviszony értékek:

45° esetében: $B/Y \approx 1/1,2$

15° esetében: $B/Y \approx 1/4$

7' esetében: $B/Y \approx 1/500$

A mesterséges térbeli látásnál, a tisztánlátás távolságának megfelelő $1/4$ bázisviszonynál normális plasztika keletkezik. Ennél nagyobb bázisviszonynál (45°-nál már túlplasztika lép fel) a mélységi adatok meghatározása pontosabb, kisebb bázisviszonynál pedig csökken a kiértékelés pontossága [1.]. Leggyakrabban az $1/4$ -es bázisviszonyhoz közeli értéket veszünk fel. A fényképezési távolság (Y) meghatározása után a felvételi bázist már ki tudjuk számolni. A további adatokat a következő képletekkel számolhatjuk:

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

$$S = m * l_z \quad (l_z \text{ a hosszabbik képoldal),}$$

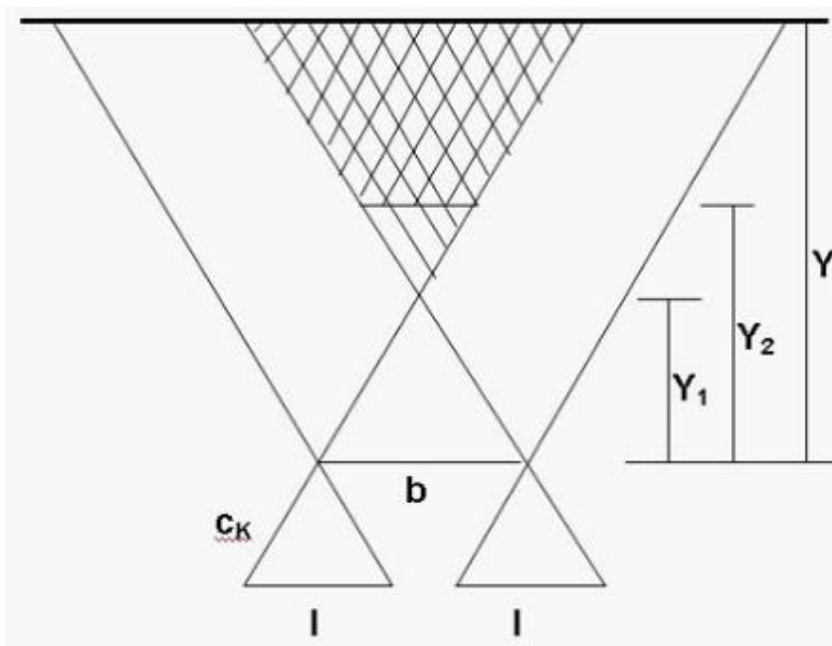
$$B = S \left(1 - \frac{p_{\%}}{100}\right), \text{ ahol } p_{\%} \text{ leggyakrabban 60 vagy 70 \% .}$$

Amennyiben a tervezésnél a képek átfedéséből indulunk ki, akkor először a kép méretarányszámát határozzuk

$m = \frac{l_{\text{valódi}}}{l_{\text{fényképi}}}$ képlet segítségével, majd kiszámoljuk a fényképezési távolságot az $Y = m * c_k$ képlettel, majd a további adatokat az előbb megadott képletekkel.

A relatív hibából, vagy a minimális fényképezési távolságból történő kiindulásnál gyakorlatilag a fényképezési távolságot határozzuk meg először, majd ezután a többi adatot a fenti képletek segítségével.

A számítást célszerű ellenőrizni abból a szempontból, hogy a kiértékelendő pontok távolsága nagyobb-e, mint a kiértékelhető legkisebb Y távolság (6-6. ábra) [1.]. A legkisebb kiértékelési távolság függ a bázistól és a fényképező kamera adataitól (Y_1), illetve a kiértékelő műszerünkön mérhető legnagyobb parallaxistól (Y_2).



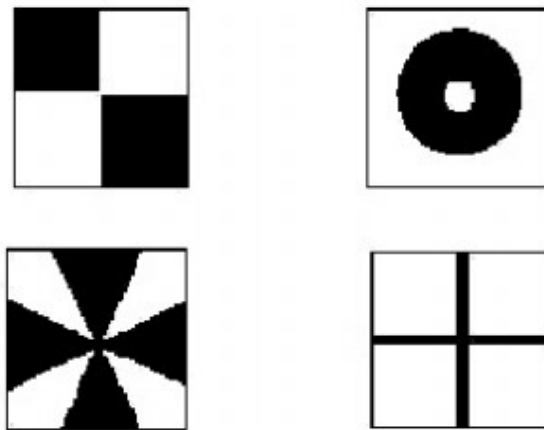
6-6. ábra A tervezés ellenőrzése

Levezetés nélkül a képletek a következők:

$$Y_1 = \frac{B * c_x}{l_f} \quad \text{és} \quad Y_2 = \frac{B * c_x}{P_f \max}$$

A tervezés része az illesztőpontok és vizsgálati pontok számának és helyének megtervezése. A kiértékeléshez illesztőpontokra van szükség, amelyeknek jól látható helyen, a kiértékelés módja szerinti megfelelő elhelyezkedésüknek kell lenniük. A vizsgálati pontokat nem minden feladatnál tervezzük, mivel azok gyakran a feladat céljától függően a vizsgált tárgyon, létesítményen eleve meglévő, természetes pontok. Ha a feladat megkívánja, akkor természetesen gondosan meg kell tervezni, hogy hol legyenek ezek a pontok is.

2. A **kitűzés és pontjelölés** során a megtervezett álláspontokat, illesztőpontokat és vizsgálati pontokat geodéziai módszerekkel kitűzzük, majd megjelöljük. Álláspontok esetén a pontjelölés állandósítást jelent. Az illesztőpontokat és a vizsgálati pontokat festéssel, vagy más pontjelekkel (pl. felragasztható pontjelek) tesszük jól láthatóvá (6-7. ábra). A fekete-fehér festéssel kontrasztos pontjeleket kapunk, amelyek a fényképen jól láthatók és irányozhatók.



6-7. ábra Pontjelek

3. A **geodéziai mérés** az álláspontok és illesztőpontok koordinátáinak meghatározását jelenti abban a koordináta-rendszerben, amelyben az adatokat szolgáltatnunk kell. Ez lehet az országos geodéziai rendszer, vagy lehet helyi rendszer is. Ha a méréseinket bizonyos időközönként meg kell ismételnünk, akkor az álláspontok és az illesztőpontok koordinátáit minden mérés előtt célszerű ellenőrizni, különösen építési területeken, vagy olyan helyen, ahol a pontok elmozdulhatnak.

4. A **felvételek elkészítése** történhet hagyományos földi mérőkamerával, vagy ikerkamerával, illetve digitális kamerával. Ebbe a munkafolyamatba hagyományos kamerával történő fényképezésnél beletartozik a felvételek előhívása, valamint a további labormunkák, kontakt másolatok, nagyítások elkészítése.

5. Ha rendelkezésre állnak a felvételek, a szükséges geodéziai koordináták, következik a **műszeres kiértékelés**. A kiértékelés lehet:

- **pontonkénti kiértékelés**, ahol a mérendő pontok koordinátáit számoljuk ki. Műszerei a számítógéppel támogatott analóg térfotogrammetriai rendszerek, az analitikus műszerek és a digitális fotogrammetriai munkaállomások.
- **vonalas kiértékelés**, ahol a létesítményről, épületről egy vonalas rajzot (metszet, alaprajz, homlokzat rajz) készítünk. Műszerei a számítógéppel támogatott analóg térfotogrammetriai rendszerek, az analitikus műszerek és a digitális fotogrammetria munkaállomások.
- **tónusos kiértékelés**, ahol a létesítményről, épületről egy mérethelyes és torzulásmentes képet állítunk elő. Műszerei a képtranzformátorok, az ortoprojektorok és a digitális fotogrammetriai munkaállomások.

6. A **mérési eredmények további feldolgozása és értékelése** már nem feltétlen fotogrammetriai feladat, mert itt már más szakterületek, szakemberek ismeretanyagára, tudására van, vagy lehet szükség.

5. 6.5 A földi fotogrammetria hibaforrásai

A földi fotogrammetriai kiértékelések pontosságát több tényező befolyásolja, amelyeket három csoportba sorolhatunk:

1. Belső adatok hibái
2. Külső adatok hibái
3. A kiértékelés hibái

1. A mérőfénykép **belső adatai** közül a kameraállandó hibája (a számításoknál használt c_k értéktől a valódi érték eltér egy Δc értékkel) a térfotogrammetriai kiértékelések pontosságát rontja. A képpár mindkét képét természetesen ugyanazzal a kamerával készítjük, aminek a kameraállandóját ugyanaz a hiba terheli. A mért bázisirányú parallaxis hibás lesz. A parallaxis értéke mindhárom koordináta számítási képletében szerepel, tehát a kapott koordináták is hibásak lesznek.

A főpont hibája a meghatározott pontok relatív helyzetében nem okoz hibát, mert a parallaxis értékeket (a különbségképzés miatt kiesik) nem terheli, ugyanakkor a tárgykoordináta rendszerben a pontok koordinátáit egy eltolás érték terheli.

Hagyományos kamerával készített felvételek esetén előfordulhat a negatív hibás felfekvése. Veszélyes hibaforrás, mert már kis felfekvési hiba is jelentős hibát okoz a képpontkoordináták és a parallaxisok mérésében.

2. A **külső adatok** közül a koordináta meghatározásban elkövetett hiba minden mért pontot egyformán terhel, a mért pontok relatív helyzete nem változik meg.

A három szögérték közül a ϕ és ω szögek beállításánál elkövetett hibák terhelik a meghatározandó pontoknál mért parallaxisokat, amiből adódik, hogy a pontok koordinátái hibásak lesznek.

3. A **kiértékelési hibák** alatt a kiértékelő műszerek mérési pontossága, a kiértékelő személy tapasztalata és az illesztőpontok koordinátáinak meghatározásakor elkövetett hibák együttes hatását értjük. Mindegyik más-más mértékben és módon befolyásolja a pontosságot (a részletezéstől eltekintünk).

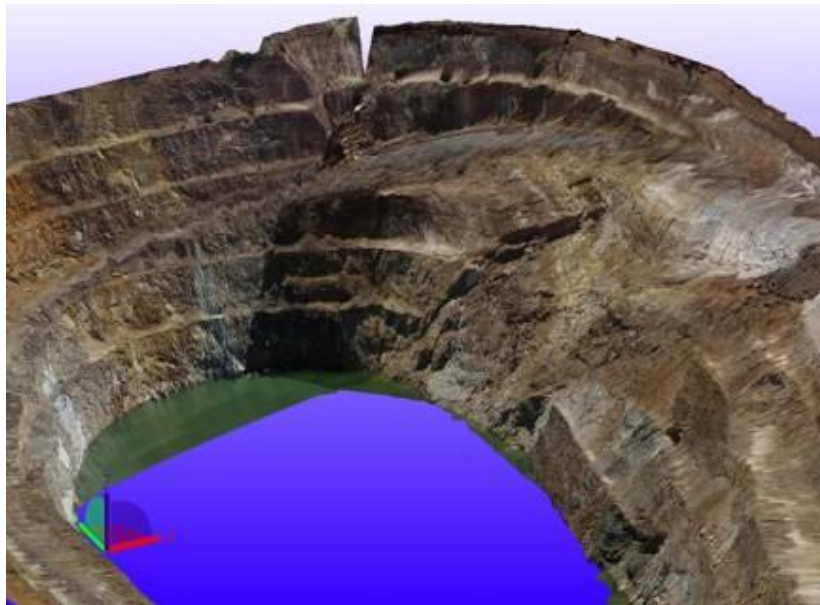
6. 6.6 A földi fotogrammetria alkalmazási területei

A földi fotogrammetriát leginkább a műszaki és a tudományos kutatások területén alkalmazhatjuk. Korábban terepfelmérésre (elsősorban hegyvidéki területeken) is alkalmazták, de nehézsége miatt háttérbe szorult.

Az egyik legnagyobb alkalmazási területe a **mérnökgeodéziával** kapcsolatos feladatok köre. Mérnökgeodézián belül jól használható mozgásvizsgálatokra, deformáció mérésekre, állapot felmérésekre és egyéb más vizsgálatokra. A mozgásvizsgálatok lényege, hogy egy alaphelyzethez képest meghatározzuk, hogy a vizsgált tárgy milyen mértékben és irányban mozdult el. Az elmozdulások mértéke és jellege alapján előre jelezhetjük a várható következményeket. Mozgásvizsgálatokat, deformáció méréseket végezhetünk az építőiparban (pl. karcsú magas, vagy nagytömegű épületek mozgásai), a közlekedésben (pl. hidak, vasúti töltések, műtárgyak elmozdulásai), a vízépitésben (pl. völgyzárógáták, partfalak elmozdulásai), a bányászatban (pl. bányaművelés okozta elmozdulások, süllyedések), a gépiparban (pl. a termékekkel kapcsolatos elmozdulások, deformációk). Állapotfelmérések során a megvalósult ipari létesítmények felmérése történhet. Az egyéb mérnökgeodéziái alkalmazások közé tartozik pl. a külfejtéses bányák által kitermelt anyag mennyiségének meghatározása, a barlangok, alagutak, földalatti hengeres szelvények felmérése, a tartályok térfogatának meghatározása, gépek, berendezések szerelésének és beépítésének ellenőrzése.

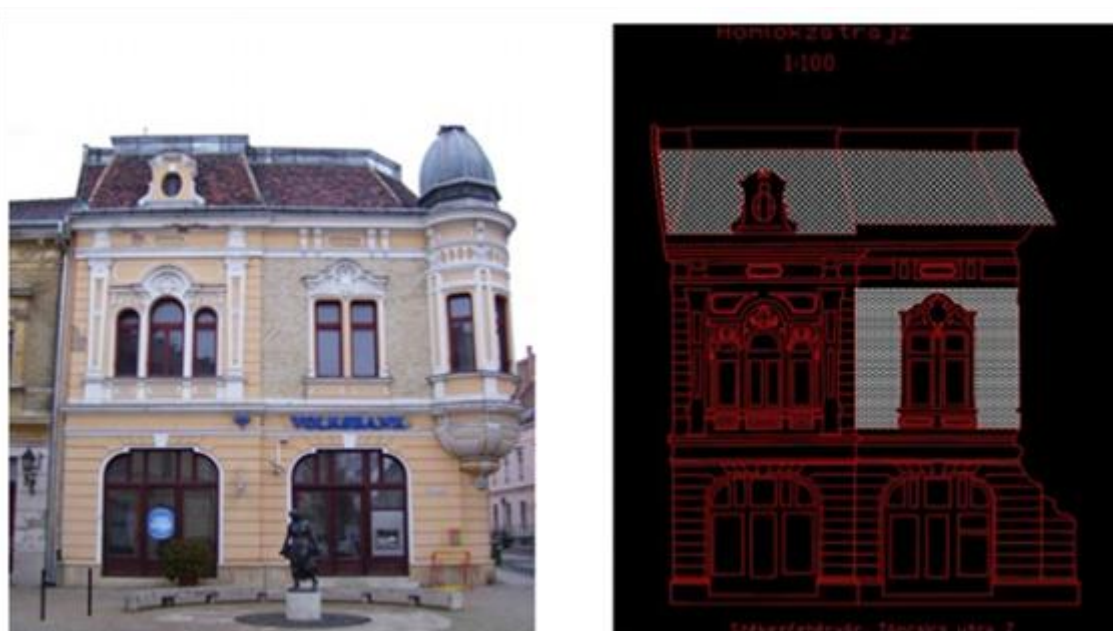


6-8. ábra Alagútról készült fotogrammetriai felvétel



6-9. ábra Térfogatszámításhoz készített felvétel

A másik legnagyobb felhasználási területe az **építészeti és építőmérnöki** alkalmazások. Ide tartoznak az állapotfelmérések, az átalakítás, áttervezés előtti felmérések, a dokumentatív jellegű felmérések, az épületkárok felmérése, a belső terek felmérése.



6-10. ábra Homlokzatrajz [5.]

A **műemlékvédelem és régészet** terén is jól alkalmazhatók a földi fotogrammetriai módszerek. A műemlékvédelemmel kapcsolatos feladatok az építészeti alkalmazásokkal részben átfednek. A különbség elsősorban a fényképezendő épület jellegében van, illetve a felmérés céljában. A műemlékvédelemben a felmérés célja a rekonstrukció, restaurálás előtti, a tervezéshez felhasználható dokumentatív képek és a többnyire nagy léptékű, méretarányú rajzok elkészítése. A műemlékvédelem egy speciális alkalmazási lehetőség, hogy egy új épület megépítése előtt a fotogrammetriai úton elkészített utcarajzba berajzolják a tervezett épület homlokzatrajzát, és azt vizsgálják, mennyire illeszkedik a műemléki környezetbe. Ezt a szerkesztést a fényképen is el lehet végezni, amit fényképbe rajzolásnak nevezünk. A régészetben főként az ásások felmérése, dokumentálása, illetve a leletek archiválása, dokumentálása történhet.



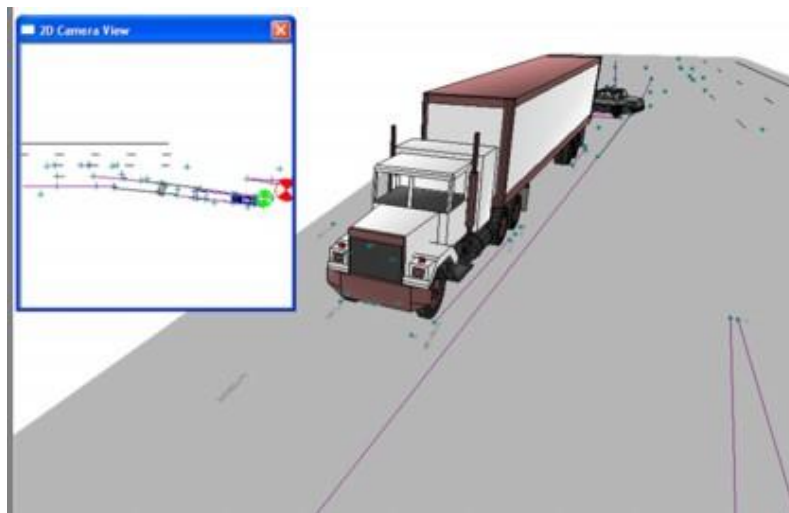
6-11. ábra Műemléki épületekről készült kiértékelések [6. 7.]



6-12. ábra Régészeti feltárás

A földi fotogrammetria egy speciális alkalmazása területe a **bűnügyi fotogrammetria**, ahol különböző bűnügyek tetthelyeinek felmérése történhet.

Speciális alkalmazási terület a közlekedési balesetek helyszíni felmérése, dokumentálása.



6-13. ábra Baleseti helyszín kiértékelése

Egy másik speciális alkalmazási terület a **gyógyászat**. Az emberi szervezettel kapcsolatos fényképezéseket és felméréseket alkalmaznak a fogászatban, a szemészetben, az ortopédiában.



6-14. ábra Egy arcról készült izovonalas kiértékelés

7. 6.7 Összegzés

A fejezetből megismerték a földi fotogrammetria alapeseteit, egy komplett feladat végrehajtásának lépéseit, valamint a leggyakoribb alkalmazási területeket.

A tananyagot jól megismerte és elsajátította, ha a következő kérdésekre tud válaszolni:

1. A földi fotogrammetria sajátosságai, a módszer kiválasztásának szempontjai.
2. A földi fotogrammetriában alkalmazott koordináta rendszerek és kapcsolatok.
3. A földi fotogrammetria felvételi elrendezései, a normál sztereogram.
4. A földi fotogrammetria munkafázisai.
5. A földi fotogrammetria hibaforrásai.
6. A földi fotogrammetria alkalmazási területei.

Irodalomjegyzék

1. Kis Papp L.: *Fotogrammetria I.*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.
2. Fister F.-Gerencsér M.-Végső F.: *Fotogrammetria I.*, EFE FFFK, Székesfehérvár, 1984.
3. K. Kraus: *Fotogrammetria*, Tertia Kiadó, Budapest, 1998.
4. Mélykúti G.: *Fotogrammetria*, BME Építőmérnöki Kar, Budapest, 2004.
5. Tóth I.: *Homlokzatkiértékelés digitális fotogrammetriai munkaállomáson*, , *Szakdolgozat* NYME GEO, 2007.
6. Staudt P.: *3D modellezés Photomodeler szoftverrel*, *Szakdolgozat*, NYME GEO, 2008.
7. Szendrey Noémi: *Építészeti fotogrammetria*, *Szakdolgozat*, NYME GEO, 2008.
8. Engler P.: *Fotogrammetria I.*, FVM VKSZI, Budapest, 2007.