

Dr. Engler Péter

A mérőfénykép



A követelménymodul megnevezése:  
**Fotogrammetria feladatai**

A követelménymodul száma: 2241-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-009-50



## A MÉRŐFÉNYKÉP

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A fotogrammetria az adatgyűjtés és feldolgozás egy speciális módszere. Az adat- és információ gyűjtés a kiértékelések alapjául szolgáló analóg vagy digitális képek elkészítését jelentik. A képek metrikus és nem metrikus információkat tartalmaznak, amelyek feldolgozása sajátos ismereteket igényel. Ha Ön olyan munkahelyen dolgozik, ahol a földi vagy légi felvételek bármilyen módon felhasználhatók, akkor ismernie kell a mérőfényképek jellemzőit.

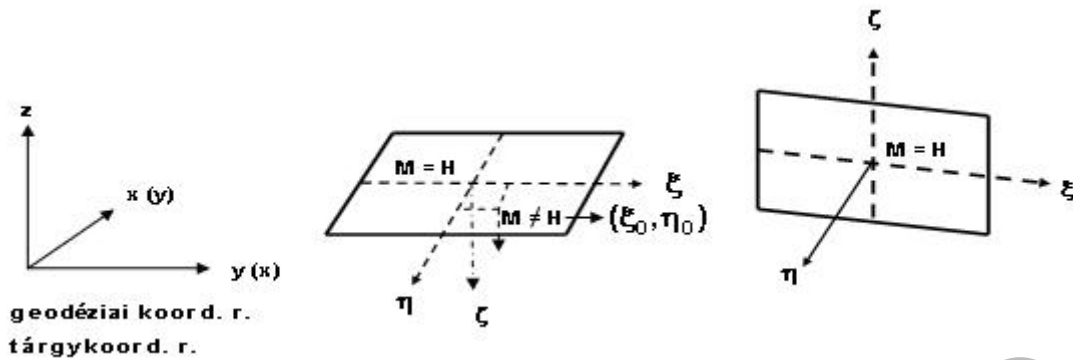
### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A fotogrammetriában a gyűjtött információt vagy a fotografiai úton készült hagyományos fénykép (analóg kép), vagy a digitális kép hordozza, tárolja. A fotogrammetriai kiértékelésekhez amatőr kamerával is készülhetnek képek, de azoknál kiértékelés esetenként bonyolult, nehézkes. A fotogrammetriai kiértékelések számára inkább ún. mérőfényképet készítenek speciális felépítésű mérőkamerákkal (011-es modul).

Azokat a felvételeket, amelyek lehetővé teszik a képalkotó sugárnyalábbal egybevágó sugárnyaláb visszaállítását – akár optika úton, akár matematikailag – mérőfényképeknek nevezzük. A mérőfényképek segítségével a metrikus információk mérése és feldolgozása egyszerűbb és pontosabb, mert az őt létrehozó vetítés geometriai rendszerét ismerjük.

### A MÉRŐFÉNYKÉP BELSŐ ÉS KÜLSŐ ADATAI

Ahhoz, hogy a képalkotó sugárnyalábbal egybevágó sugárnyalábot vissza tudjuk állítani, szükségünk van arra, hogy a képsíkhöz viszonyítva ismerjük a vetítési középpont helyzetét. A mérőfényképre a fényképezés pillanatában egy koordináta-rendszert fényképezünk rá, amit képkoordináta-rendszernek nevezünk [1]. A képkoordináta-rendszert a mérőfényképre ráfényképezett keretjelek (minimum négy) jelölik ki. A képkoordináta-rendszer tengelyeinek metszéspontja a képközéppont (M). A koordináta tengelyeket  $\xi$ -vel és  $\eta$ -val jelöljük. A képközéppontban a képsíkra emelt merőleges a koordináta-rendszer harmadik tengelye (1. ábra).



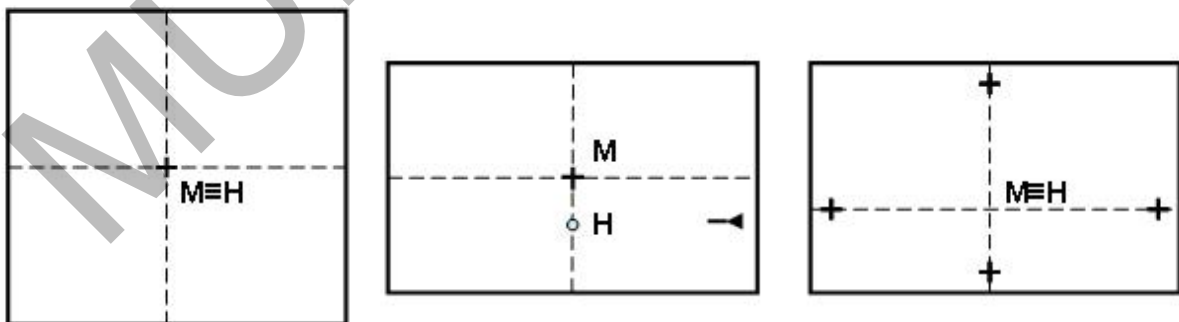
1. ábra Képpkoordináta tengelyek légi és földi felvételeken [1]

A vetítési középpont helyzetét ebben a koordináta-rendszerben három koordinátával adhatjuk meg:  $c_k$ ,  $\xi_0$ ,  $\eta_0$ . A  $c_k$  az objektív képfelöli főtengelyének és a képsíknak a merőleges távolsága, a kameraállandó. A  $\xi_0$  és  $\eta_0$  az optikai tengelynek a képsíkkal alkotott metszéspontjának, a képfőtengelynek (H) a koordinátái a képpkoordináta-rendszerben.

A vetítési középpont 3 koordinátáját a mérőfénykép **belső adatainak** nevezzük.

Ha a vetítési középpontot visszaállítjuk a képsíkhöz képest, akkor visszaállítottuk a képkalkotó sugárnyalábot is.

A kényelmes munka, és nem utolsósorban a pontosság miatt főként a légi fotogrammetriai mérőkamerák úgy készülnek, hogy a képpkoordináta-rendszer kezdőpontja és a képfőtengely közelítően egybeessen. Ebben az esetben a  $\xi_0$  és  $\eta_0$  koordináták értékei csupán néhány  $\mu\text{m}$ . Az ilyen kamerákat igazított kameráknak nevezzük. A földi fotogrammetria felvételeknél előfordul, hogy a képfőtengelynek az egyik koordináta tengely irányában akár több mm-es koordinátája is van, de ez a kép jobb kihasználása érdekében szándékos. (2. ábra).

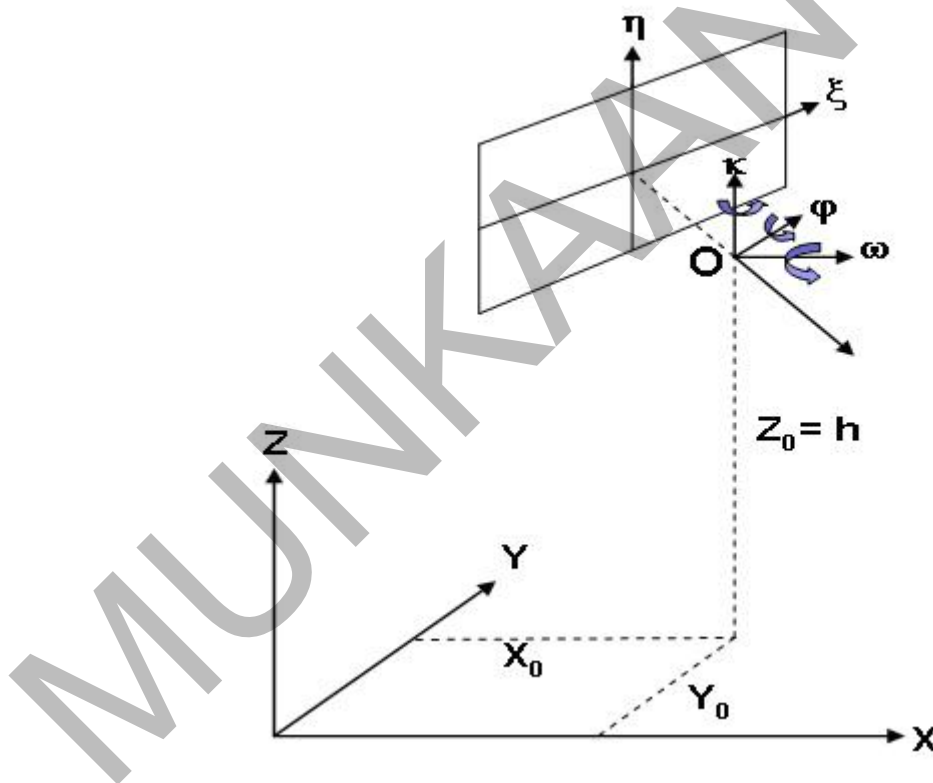


2. ábra A képfőtengely és a képközéppont kapcsolata [1]

A mérőfénykép belső adatait tulajdonképpen a mérőkamerák „hordozzák”, ezért a mérőkamera belső tájékozási adatainak is nevezzük. A belső tájékozási adatokkal szembeni követelmény, hogy legalább 0,003–0,005 mm pontossággal ismerjük, és állandóak legyenek. A belső adatok pontossága és állandósága biztosítja a geometriai információk hitelességét, változatlanságát, melyek hitelességét legalább kétévenkénti gyári kalibrálással biztosítjuk.

A mérőfénykép belső tájékozási adatai elsősorban a vetítési centrum helyzetét határozzák meg a képsíkhöz viszonyítva. A keretjelek koordinátái lehetőséget biztosítanak a filmtorzulás figyelembe vételére is (korszerű kameráknál ma már 8 keretjelet alkalmaznak erre a célra). Ugyancsak a belső tájékozási adatokhoz tartoznak az objektív elrajzolási értékei, melyek a számításoknál figyelembe vehetők.

A felvételek kiértékeléséhez (az egyes pontok térbeli koordinátáinak meghatározásához) további cél, hogy a kép és a vetítési centrum együttes helyzetét a tárgysíkhöz viszonyítva is ismerjük. A tárgysíkot a térbeli, terepi koordináta-rendszer XY síkja jelöli ki. A képsíknak, és vele együtt a belső adatokkal hozzárendelt vetítési centrumnak a helyzetét a tárgysíkhöz viszonyítva a külső tájékozási adatokkal tudjuk rögzíteni (3. ábra).



3. ábra Külső adatok [2]

A **külső** tájékozási **adatok** a vetítési középpont  $X_0$ ,  $Y_0$  és  $Z_0$  koordinátái és a  $\kappa$  (kappa),  $\varphi$  (fí) és  $\omega$  (omega) tájékozási szögelemek.

A vetítési centrum térbeli koordinátái a tárgykoordináta-rendszerben, azaz  $X_0, Y_0, Z_0$ . A  $Z_0$  a vetítési centrum magassága a terep felett, mely általában a  $h_r$  relatív repülési magassággal egyezik meg ( $Z_0 \cong h_r$ ). Az  $X_0, Y_0$  és  $Z_0$  koordináták az objektív tárgyfelőli főtávjának koordinátái.

A  $\kappa$  (kappa),  $\varphi$  (fi) és  $\omega$  (omega) tájékozási szögelemek. Általános felvételi esetben a kép síkja nem párhuzamos a tárgykoordináta-rendszer XY síkjával, továbbá a képkoordináta-rendszer tengelyei sem párhuzamosak. A  $\kappa, \varphi$  és  $\omega$  tájékozási szögelemekkel, másképpen forgatási és döntési szögekkel megadjuk, hogy a kép síkja milyen helyzetben volt a fényképezés pillanatában. A  $\kappa$  a képsík z tengelye körüli forgatási szöge, amely megadja a koordináta-rendszerek  $\xi$  és a tárgykoordináta-rendszer X tengelyeinek elfordulási szögét. A  $\varphi$  és  $\omega$  a kameratengely függőlegessel bezárt  $\upsilon$  szögének X és Y tengely irányú komponensei, amelyek tulajdonképpen megadják, hogy a képsík a vízszintessel milyen szöget zár be. A  $\varphi$  és  $\omega$  szögeket döntési szögeknek is nevezik, ugyanis amikor a kiértékeléseknél az eredeti felvételi helyzet megfelelőjét állítjuk vissza, a képsík x tengely körüli döntésével az  $\omega, y$  tengely körüli döntésével a  $\varphi$  szöget határozzuk meg.

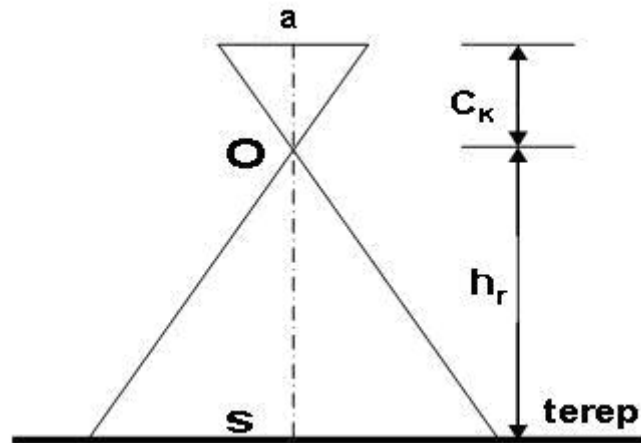
A kappa-fi-omega rendszer az általános használt rendszer a tájékozási szögelemek meghatározásakor, de a földi fotogrammetriában a külső adatok szögértékeit  $\kappa, \alpha$  és  $\delta$  szögekkel is jelölik. A  $\kappa$  a képsík  $\xi$  koordinátatengelyének a vízszintessel bezárt szöge (elfordulási szög), az  $\alpha$  a kameratengely vízszintessel bezárt szöge (magassági szög), a  $\delta$  a kameratengely irányszöge.

A 3 belső adattal tehát visszaállítjuk a képalkotó sugárnyalábot, majd a 6 külső adattal ezt elhelyezzük a térben, vagyis a felvételi helyzet megfelelőjét állítjuk vissza. A belső adatokat a mérőkamerák esetében ismerjük. A külső adatokat, vagy azok egy részét a fényképezéssel egyidőben mérni tudjuk (pl. GPS, inerciális navigációs rendszerek), vagy számítással, térbeli hátrametszéssel meghatározzuk.

### A MÉRŐFÉNYKÉP MÉRETARÁNYA

A mérőfénykép egyik fontos és jellemző adata a méretaránya ( $M = 1 : m$ ). A mérőfényképek esetében inkább a méretarányszámot ( $m$ ) adjuk meg. A mérőfénykép méretarányának a meghatározása látszólag egyszerű feladatnak tűnik, de valójában nem az. Egy mérőfénykép esetében mindig csak közepes, vagy átlagos méretarányszámról beszélhetünk, mert különösen a légifényképek készítésekor több problémával találkozunk. A mérőfénykép méretarányának meghatározásakor a legegyszerűbb esetből induljunk ki.

A légi fényképezésnél arra törekszünk, hogy a kamera tengelye függőleges legyen ( $\upsilon = 0$ ), vagyis nadírfelvételt készítsünk (4. ábra). Ekkor a képsík és a tárgysík XY síkja párhuzamos.

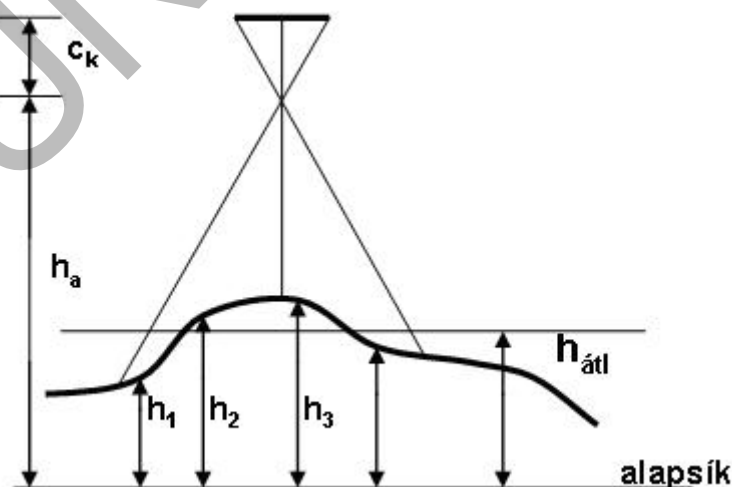


4. ábra A mérőfénykép méretaránya sík terepen

Ha a lefényképezett terep sík, vagy síknak tekinthető (kis magasságkülönbségek vannak), akkor a méretarányszám kifejezhető egymásnak megfelelő fényképi és terepi távolságok, vagy a kép oldalhosszának ( $a$ ) és a lefényképezett terep szélességének, az ún. sávszélességnek ( $S$ ), vagy hasonló háromszögek alapján a kameraállandó ( $c_k$ ) és a terepszint feletti repülési magasság, az ún. relatív repülési magasságnak ( $h_r$ ) a viszonyával:

$$m = \frac{t_{\text{terepi}}}{t_{\text{fényképi}}} = \frac{S}{a} = \frac{h_r}{c_k}$$

Jellemzően a lefényképezett terep nem sík, ekkor a terep feletti repülési magasság a domborzat függvényében pontról pontra változik, ezért a felvételnek nincs egységes méretaránya (5. ábra).



5. ábra A mérőfénykép méretaránya dombvidéki területen

Az egyes tereppontok a térképezés alapsíkjától  $h_1, h_2, h_n$  magasságra vannak. A kép méretarány száma minden pontban más, mivel a  $h_r / c_k$  képletben a  $h_r$  pontonként változik. Gyakran szükség van arra, hogy a méretarányt legalább közelítőleg ismerjük dombvidéki területről készült légi felvételek esetében is. Ekkor a terep átlagmagasságához tartozó relatív repülési magasságot használjuk az átlagméretarány jellemzésére:

$$h_r = h_a - h_{\text{átl}}$$

ahol  $h_a$  a tengerszint, vagy a tárgysík XY síkja feletti repülési magassága, az abszolút repülési magasság,

$h_{\text{átl}}$  az átlagos terepmagasság, amely a  $h_{\text{átl}} = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{n}$  képletből számítható.

A méretarány szám tehát az  $m = \frac{h_a - h_{\text{átl}}}{c_k}$  képletből számítható.

A tárgysíkkal nem párhuzamos képsíkon az eredeti tárgysík rendszer szögei és távolságai a látszati torzulás következtében megváltoznak a képen elfoglalt helyzetük függvényében. Mivel a méretarány szám a terepi és a neki megfelelő képi hossz hányadosa, a tárgysíkkal nem párhuzamos állással készült mérőfénykép méretaránya pontról pontra és irányról irányra változik. A levezetést mellőzve, ebben az esetben a méretarány szám a következő képlet alapján számítható:

$$m = \frac{h_a - h_{\text{átl}}}{(c_k / \cos v) - y' \cdot \sin v}$$

ahol  $v$  a kameratengely függőlegessel bezárt szöge (dőlésszöge),

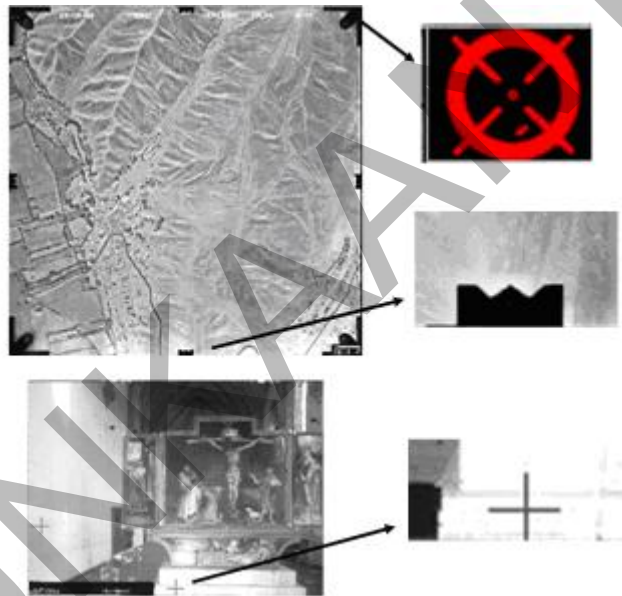
$y'$  a pont ordinátája egy, a fővonal irányú segéd koordináta-rendszerben.

A képletből is látszik tehát, hogy ebben az esetben a méretarány függvénye a dőlés mértékének és annak, hogy a pont hol helyezkedik el a képen.

## A MÉRŐFÉNYKÉP NEVEZETES PONTJAI ÉS VONALAI

A tananyag könnyebb elsajátítása érdekében ebben a fejezetben összefoglaljuk a mérőfénykép nevezetes pontjait és vonalait. A rövid meghatározások érdekében a vetítősugar és a vetítősík fogalmakat használjuk. A vetítősugar és a vetítősík az a sugár, illetve sík, amelyik minden esetben a vetítési középpontra illeszkedik.

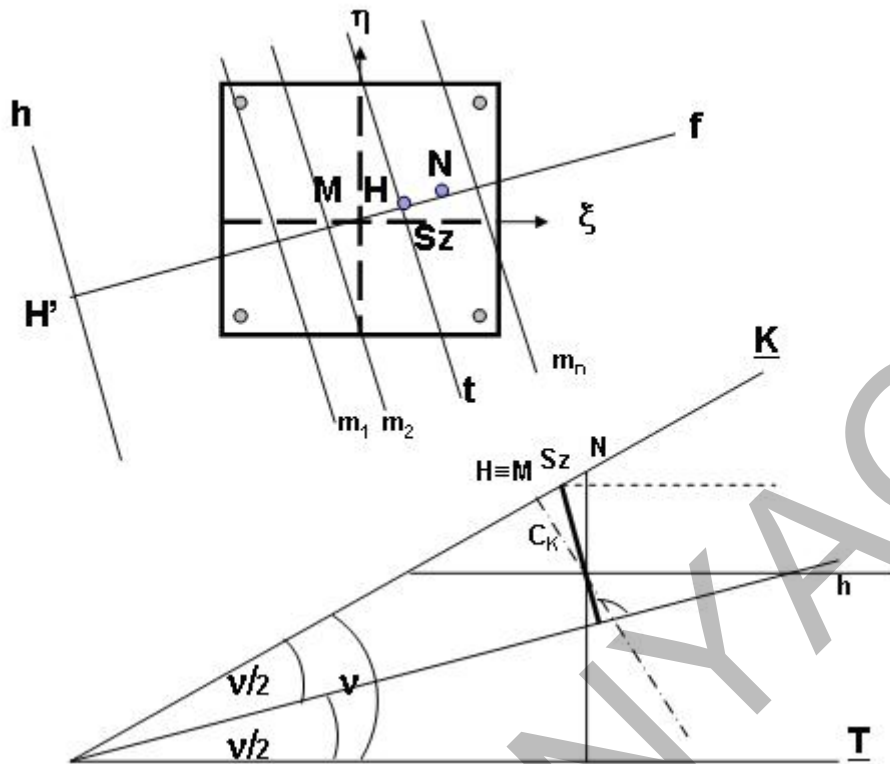
1. A **keretjelek** (6. ábra) a mérőkamera jelkeretének képe a képsíkon. A mérőfényképeken legtöbbször 8 keretjel található. A képoldalak közepénél helyezkedik el 4 mechanikai keretjel, míg a képek sarkaiban 4 optikai keretjel. A mechanikai keretjelek segítségével a képkoordináta-rendszer tengelyeit határozhatjuk meg. Az optikai keretjeleket a filmek méretváltozásainak meghatározásához, vagy a belső tájékozáshoz használjuk fel. Az általános eseten túl vannak kivételek is. Néhány kamera típusnál a mechanikai és az optikai keretjeleket egybe építették, tehát ezeken 4 keretjel található a képoldalak közepénél, ezzel összesen 8 keretjelet biztosítva a filmtorzulások figyelembevételére. Kivételnek számít, amikor egy kilencedik keretjelet helyeznek el aszimmetrikusan az egyik optikai keretjel közelében. Ezt azonban nem szükséges megvilágítani és olyan pontosan meghatározni, mint a többi. A keretjelek számozásának automatikus meghatározására, és a kép állásának (emulzió lefele, emulzió fölfelé, elfordulás) meghatározására szolgálhat. Ugyancsak kivétel, ha 5 keretjel található a mérőfényképen, ahol az ötödik keretjel jelöli ki a képkoordináta-rendszer kezdőpontját. Ez csak akkor lehetséges, ha a jelkeret síkja üveglemez, amire rákarcolják azokat a jeleket, amelyek keretjelként leképződnek a képen.



6. ábra Keretjelek

A további nevezetes pontokat és vonalakat a 7. ábrán két metszetben mutatjuk be.





7. ábra A mérőfénykép nevezetes vonalai és pontjai

2. A **képkoordináta-rendszer tengelyei**, amelyeket a szemben lévő mechanikai keretjelek összekötésével kapjuk meg. A képkoordináta-rendszer tengelyeit  $\xi$ -vel (kszi) és  $\eta$ -val (éta) jelöljük. Követelmény, hogy a koordinátatengelyeknek egymásra merőlegesnek kell lenniük. A légi fotogrammetriában a  $\xi$  tengely, a repülés irányával megegyező tengely, míg az  $\eta$  arra merőleges. Földi fotogrammetriai felvételeken a koordinátatengelyeket gyakran  $\xi$ -vel és  $\zeta$ -val (zéta) jelöljük, mert a függőleges képsík miatt ezek esnek a kép síkjába.
3. A **képközéppont** (M) a képkoordináta tengelyek metszéspontja, azaz a képkoordináta-rendszer kezdőpontja. Korábbi szakirodalmakban K-val jelölték.
4. A **főpont** (H) a kameratengely dőléspontja a képsíkon. A kameratengely a képsíkra merőleges vetítősugár is egyben, amelyre illeszkedik a vetítési középpont. A főpontot emiatt úgy is definiálhatjuk, hogy az a vetítési középpont merőleges vetülete a képsíkon. Korábbi szakirodalmakban F betűvel jelölték.

Igazított kamerák esetében a képközéppont és a főpont közelítőleg egybeesik.

5. A **horizontvonal** ( $h'$ ) a tárgysíkkal párhuzamos vetítősík képsíkkal alkotott metszészvonala. Geometriai szempontból a kollineár helyzetű kép- és tárgysík egyik ellentengelye, amely párhuzamos a két sík metszészvonalával, a kollineácó tengelyével. Ha a kép- és tárgysík párhuzamos, akkor a horizontvonal a végtelenben van. A metrikus kiértékelések számára a légi fényképezésnél arra törekszünk, hogy ilyen felvételeket készítsünk. A horizontvonal csak erősen dőlt tengelyű felvétel esetén kerül rá a képre.

6. A **nadírpon**t (N) a tárgysíkra merőleges (légi fotogrammetriában a függőleges) vetítősugár dőféspontja a képsíkon. Megjegyezzük, hogy a szakirodalom megkülönböztet képi és terepi nadírpon
t. A nadírfüggőleges tárgysíkkal alkotott dőféspontját nevezzük terepi nadírpontnek.
7. A **szögtartó pon**t (Sz) a képsík és a tárgysík által bezárt szög szögfelező síkjára bocsátott merőleges vetítősugár dőféspontja a képsíkkal. Nevét onnan kapta, hogy a szögtartó pon
tból más képponthoz húzott egyenesek által bezárt szögek nem torzulnak dőlt képsík esetében sem. Ennek a síkfotogrammetriai pontsűrítésnél, a radiális háromszögelésnél volt jelentősége. A mai gyakorlatban ezzel nem foglalkozunk.
8. A **fővonal** (f) a profil vetítősík és a képsík metsz
svsvonala. Miután a profil vetítősík merőleges a kollineáció tengelyére, a fővonal merőleges a horizontvonalra. A profil vetítősík tartalmazza a kameratengelyt, a nadírfüggőlegest és a szögtartó pont vetítősugarát, ezért a főpont, a nadírpont és a szögtartó pont a fővonalra illeszkednek.
9. A **horizontpon**t (H'), más néven iránypon
t a fővonalnak és a horizontvonalnak a metszsvspontja. Ebből adódóan a horizontpont is illeszkedik a fővonalra.
10. A **torzulásmentes vonal**, vagy méretarányt-tartó vonal (t) a szögtartó pon
tra illeszkedő, a horizontvonallal párhuzamos egyenes. Jellemzője, hogy ezen egyenes mentén, a nem párhuzamos állású képsík esetében a méretarányszám az  $m = h_r / c_k$ -val egyezik meg és a vonal mentén nem változik. A 7. ábrán látható és hasonló háromszögekkel igazolható, hogy a torzulásmentes vonalat kimetsző, a tárgysíkkal párhuzamos fiktív sík a vetítési középponttól  $c_k$  távolságra van.
11. Az **állandó méretarányú vonalak** a torzulásmentes vonallal párhuzamos valamennyi egyenes, amelyekből végtelen sok van. Jellemzőjük, hogy a vonalra kiszámolt méretarány a vonal mentén nem változik, állandó, de két egymás mellett lévő vonal méretaránya már eltér egymástól. Az állandó méretarányú vonalakat kimetsző fiktív síkok távolsága a vetítési középponttól más és más, ebből adódóan az  $m = h_r / c_k$  képletben a nevező változik vonalanként.

A torzulásmentes vonalra és az állandó méretarányú vonalakra vonatkozó megállapítások sík terep esetén igazak. Dombvidéki területen a domborzat hatása miatt a méretarány pontonként változik.

## KERETADATOK

A műszaki feldolgozás és az archiválás számára a mérőfényképekre a képi tartalmon túl számos adat, információ képződik le. Ezeket összefoglalóan keretadatoknak nevezzük. A keretadatok elhelyezkedése, illetve az, hogy milyen adatokat tartalmaz, kameratípusonként nagyon változó. A korábban alkalmazott kamerák esetében a keretadatok mindig analóg kijelzésűek voltak, ami azt jelenti, hogy egy műszer számlapját fényképezték rá a képre. A mai korszerű kamerák egy vagy két sorban elhelyezve digitális információkat szolgáltatnak, melyek programozhatók. Vannak olyan kamerák is, ahol vegyesen alkalmazzák az analóg és a digitális kijelzést. A keretadatok a kép szélén található

- a képszám, amely a fényképezéskor automatikusan lép és segítségével könnyen beazonosíthatjuk, illetve sorba rendezhetjük a képeket,
- a felvétel időpontja, így az óra - perc - másodperc érték és az árnyékok alapján az északi irány meghatározható,
- a repülési magasság  $\pm 10$  m pontossággal, amelyből a képméretarány, vagy a közepes képméretarány közelítően kiszámítható,
- a vetítési középpont koordinátái,
- a szelencés libella képe (a korszerű kamerák esetében ez már nincs), amellyel a hibás vízszintes beállítást észrevehetjük, közelítőleg meghatározhatjuk a kameratengely dőlésének mértékét és irányát, ami azonban nem elégíti ki a pontossági igényeket,
- a fényképezés dátuma (év, hó, nap),
- a kamera, a filmkazetta és a leszorító lemez, az objektív gyári száma, melyekkel egyrészt a repülés jegyzőkönyvéhez, másrészt a kalibrációs jegyzőkönyvhöz teremtjük meg a közvetlen kapcsolatot, beazonosítás után megkaphatjuk többek között a belső adatokat,
- a munkaterület, vagy projekt neve, amely többek között a tulajdonosról és az értékesítési jogokról nyújt felvilágosítást,
- a kameraállandó, a belső tájékozás elvégzéséhez és a méretarány kiszámításához,
- a külső tájékozás adatai, amennyiben a kamera rendelkezik azok mérésére szolgáló navigációs rendszerrel és/vagy GPS-sel,
- a magassági ingadozás értéke, ha a kamerát összekapcsolták egy érzékeny magasságmérő berendezéssel (sztatoszkóppal),
- az aktuális megvilágítási adatok: a rekesznyílás értéke, a megvilágítási idő, a képvándorlás-kompenzáció értéke,
- a film, az alkalmazott szűrő típusa,
- a szürke ék, mely a fotográfiai kidolgozás során nyújt nagy segítséget,
- hibaüzenetek.

Hangsúlyozni kell, hogy a felsorolásból a különböző kamerák keretadatai más-más információkat tartalmaznak

A 8. ábra az RC30-as kamera keretadatait mutatja be:



8. ábra Keretadatok [3]

## A MÉRŐFÉNYKÉP TORZULÁSAI

A mérőfénykép geometriai értelemben a tárgy centrális vetület kell, hogy legyen. Mivel fényképezéskor a geometriai elemek (vetítősugár, képsík, tárgysík) fizikailag vannak megtestesítve, így ezek a külső hatások miatt az ideális esettől eltérnek. Ennek következményeként a képsíkban a képi pontok nem ott képződnek le, ahol geometriailag indokolt lenne, hanem ettől az ideális helytől eltérő helyen. A fényképi pontok ily módon torzulást szenvednek.

Képtorzulást a következők eredményezhetnek [2]:

1. A képalkotó sugár torzulása:

- az objektív elrajzolásából eredő torzulás,
- a refrakció okozta torzulás.

2. A képsíknak a síktól való eltérése – filmbelógás.

3. A képsík (film) méretváltozásából származó torzulás.

4. A tárgysíknak a síktól való eltérése:

- földgömbület okozta torzulás,
- a terep magasságkülönbségéből adódó torzulás.

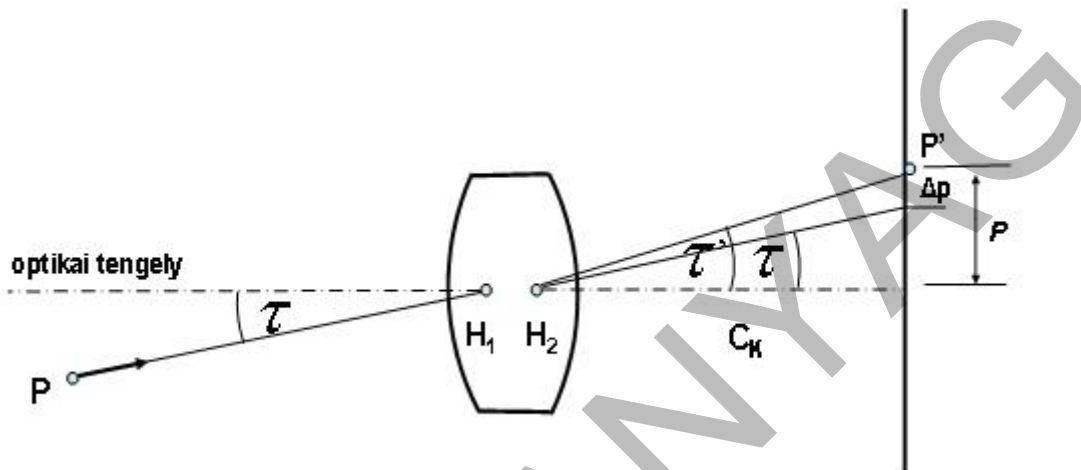
5. A képsík tárgysík nem párhuzamos voltából adódó látszati, vagy perspektív torzulás.

Abban az esetben, ha a torzulást okozó jelenséget és az okozott torzulás irányát és nagyságát ismerjük, akkor azt figyelembe tudjuk venni és hatását ki tudjuk küszöbölni, vagy legalábbis csökkenteni tudjuk.

## 1. A képkötő sugár torzulása

Mint említettük a képkötő sugár torzulásának két oka lehetséges, az egyik az objektívek elrajzolása, a másik a refrakció.

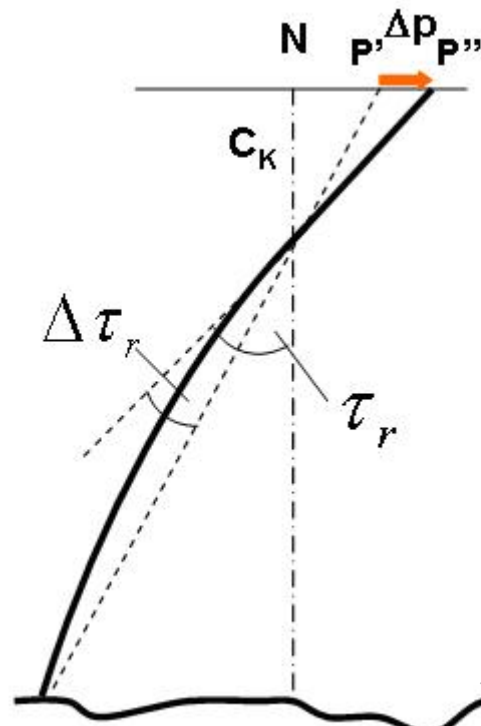
Az objektívek **elrajzolása** az objektívek szerkezeti és alaki felépítéséből adódó hiba, ami a sugarak  $\tau$  beesési szögét változtatják meg  $\tau'$ -re. A képi pontok az elméleti ponthelytől eltolva, a főpontra nézve radiális irányban eltolódva képződnek le (9. ábra).



9. ábra Elrajzolás

A radiális irány mellett van egy erre merőleges irányú elrajzolás is, a tangenciális elrajzolás. Szabályos hiba, amit a számításoknál figyelembe tudunk venni, és megjavíthatjuk a képi pontok koordinátáit. Az objektívek elrajzolása a mai technológia mellett, még a nagy nyílásszögű objektíveknél is néhány  $\mu\text{m}$  értéket jelent.

A **refrakció** hatásával a légi fotogrammetriában kell számolni. Ismeretes, hogy a légréteg sűrűsége a repülési magassággal csökken, így ezzel együtt változik a levegő törésmutatója is, aminek következtében a fénysugarak a különböző sűrűségű légrétegek határán megtörnek, azaz nem egyenes vonalban haladnak. A refrakció hatására a tereppontból kiinduló sugár a tárgyoldalon alulról nézve konkáv görbe lesz. A képoldalon, az O pontban a tárgyoldali vetítősugárhoz húzott érintő egyenesében halad tovább (10. ábra).



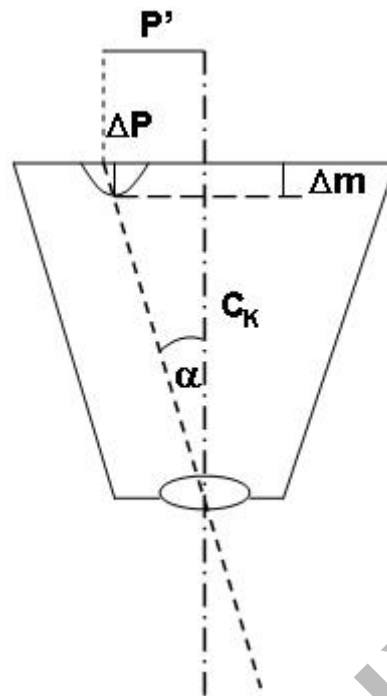
10. ábra Refrakció

A refrakció okozta ponteltolódás iránya a nadírrontra nézve radiális irányú, és mindig a képszéle felé tolja el a pontot. Értéke függ a légrétegek hőmérsékletétől, a légnyomástól, a páratartalomtól, azaz a pillanatnyi meteorológiai viszonyoktól. Ebből adódóan pontos értékét nem ismerjük. A szakirodalomban található képleteket, nomogramokat, amelyek segítségével a közelítő értékek meghatározhatók.

Az elrajzolással és a refrakcióval mind a hagyományos, mind a digitális kamerával készült felvételeknél számolnunk kell.

## 2. A képsík síktól való eltérése

A képre torzító hatású a képsík nem sík volta is. Filmek esetében, ha a fényképezés pillanatában nem tudjuk tökéletesen síkba fektetni a filmet (például a filmet vákummal egy lemezhez szorítják, de a lemez és a film közé valamilyen szennyeződés került), az arra a képterületre eső képi pontok a főpontra nézve radiális irányban kifelé ponteltolódást szenvednek (11. ábra), emellett még képéletlenséget is okozhat.

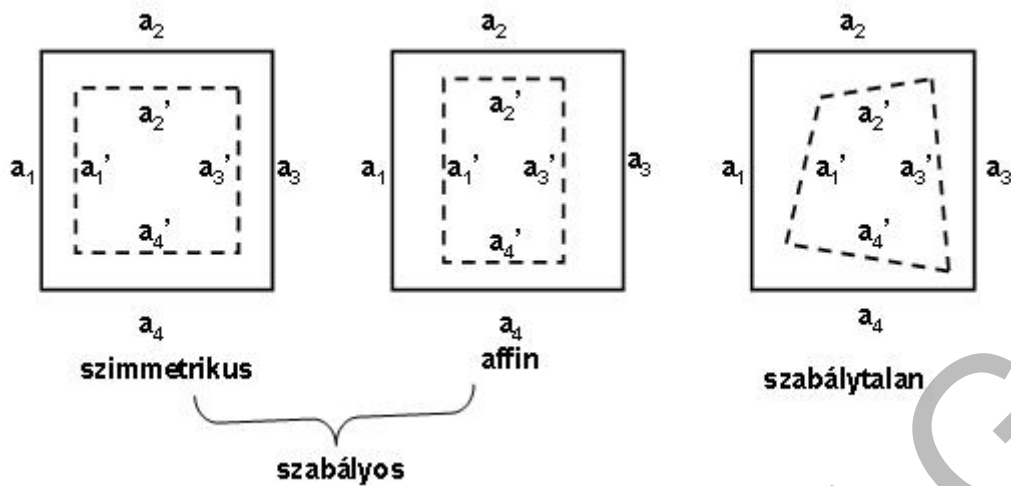


11. ábra Filmbelógás

Veszélyessége abban van, hogy véletlen jellegű hiba, nehéz meghatározni (hacsak nem életlen a kép). A korszerű légi fényképező kamerákban ez a hiba ritkán fordul elő. Digitális kameráknál ezzel a hibával nem találkozunk.

### 3. A képsík méretváltozása

A mérőfénykép a fényképezés pillanatában a felvevő kamera jelkeretéhez szorul hozzá és a keretjelenek a mérőfényképre ráfényképeződnek. A fotográfiai nedves eljárás és a szárítás következtében különösen a film hordozóanyagú mérőfényképek méretüket változtatják. Ha mérőképek sarkaiban lévő optikai keretjelenek távolságait a filmen megmérjük, azt tapasztaljuk, hogy a keretjelenek távolságai nem egyeznek meg a kamera keretjelenek távolságával. A filmanyag méretváltozása (12. ábra) lehet: szabályos, ezen belül szimmetrikus és affin, valamint szabálytalan.



12. ábra A film méretváltozásai

Szimmetrikus a kép méretváltozása akkor, ha a keretjelek közötti távolságok egyformán változtak a névleges értékhez képest (12. a ábra), képlettel kifejezve:

$$\frac{a_1}{a'_1} = \frac{a_2}{a'_2} = \frac{a_3}{a'_3} = \frac{a_4}{a'_4}$$

ahol  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$  és  $a_4$  a képoldalak névleges értékei,  $a'_1$ ,  $a'_2$ ,  $a'_3$ , és  $a'_4$  a képen mért oldalhosszak. A torzulás hatására a négyzet alakú kép továbbra is négyzet alakú marad, de mérete kisebb lesz, ugyanis a méretváltozás mindig zsugorodás.

Affin a mérőfénykép méretváltozása akkor, ha a torzulás az egyik irányban nagyobb, de a szemben lévő oldalak azonos mértékben változnak (12. b ábra):

$$\left( \frac{a_1}{a'_1} = \frac{a_3}{a'_3} \right) \neq \left( \frac{a_2}{a'_2} = \frac{a_4}{a'_4} \right)$$

A torzulás hatására a négyzet alakú mérőfénykép téglalap alakú lesz. A filmek jellemzően affin módon torzulnak.

Szabálytalan változás esetén mind a négy oldal másként torzul, hatására a négyzet alakú mérőkép általános négyszöggé változnak (12. c ábra):

$$\frac{a_1}{a'_1} \neq \frac{a_2}{a'_2} \neq \frac{a_3}{a'_3} \neq \frac{a_4}{a'_4}$$

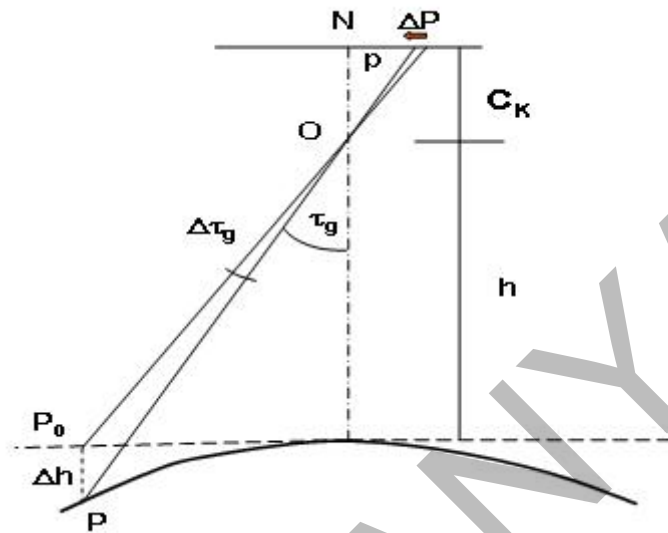
A szimmetrikus és az affin torzulásokat figyelembe tudjuk venni analóg kiértékeléseknél a műszeres munkáknál, vagy az analitikus és digitális eljárásoknál számítással. A szabálytalan torzulású képek fotogrammetriai feldolgozásra csak akkor alkalmazható, ha a kiértékelés pontossági igénye azt megengedi.



#### 4. A tárgysík síktól való eltérése

A tárgysík síktól való eltéréseinek oka lehet a földgömbület, vagy a domborzat.

A **földgömbület** okozta torzulással a nagy magasságból készített (5000 m felett) esetén kell számolnunk (13. ábra).

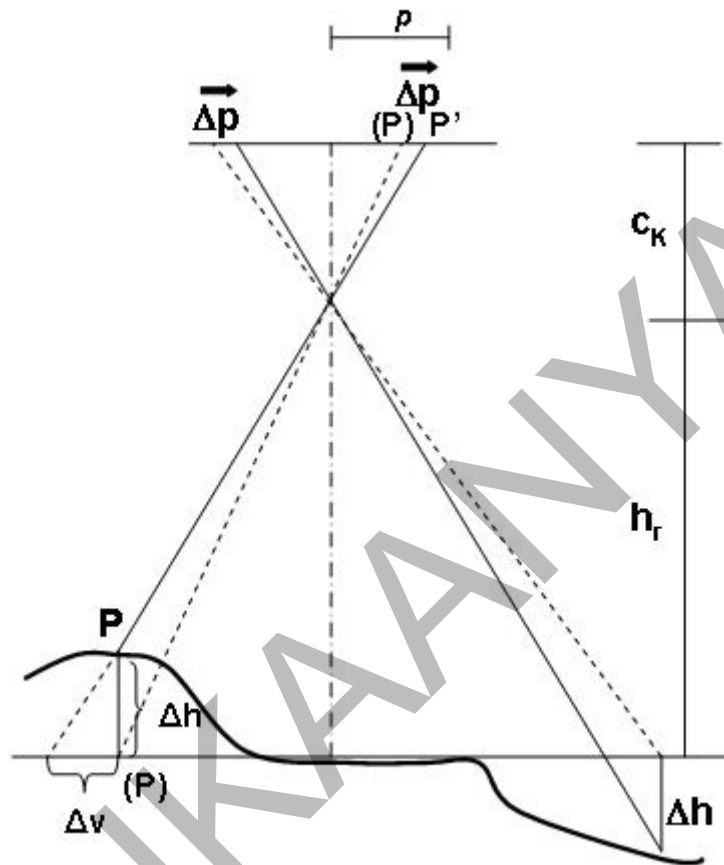


13. ábra Földgömbület

A fotogrammetriai feldolgozáskor a földfelszínt valódi gömb alakja helyett vízszintes síknak tekintjük. A vízszintes sík a terepi nadírpontban a föld érintő síkja. Ebből adódik, hogy ez a torzulás a képi nadírpontban zérus, attól radiális irányba távolodva nő. A földgömbület okozta torzulás a képi pontot mindig a nadírpont felé tolja el, azaz pontosan ellentétes hatású a refrakció okozta ponteltolódással. A két torzulás egymás hatását rontja, csaknem kiegyenlítik egymást. Ez az oka annak, hogy a kis és közepes magasságban készített mérőfényképek esetén ezt a két torzulást többnyire figyelmen kívül hagyhatjuk.

A kölcsönösen egyértelmű megfeleltetés csak azonos dimenziójú alakzatok között lehetséges. Abban az esetben, ha a lefényképezett felület a síktól eltér, akkor a keletkezett kép pontjai és a terepi pontok között nincs kölcsönösen egyértelmű megfeleltetés. Ha dombvidéki területről készült képet egy síkra visszavetítjük, akkor csak azok a pontok kerülnek a helyükre, amelyek egy képzeletbeli síkba, a vonatkozási síkba esnek (14. ábra), a többi pont a **magasságkülönbségből eredő torzulás** miatt az elméleti ponthelyhez képest eltolva képződik le a síkon.

Azok a pontok, amelyek nem a vonatkozási síkban vannak, visszavetítéskor az elméleti ponthelyhez (P) képest  $\Delta v$  távolságra lévő P'' pontba kerülnek. A vonatkozási sík jellemzően a térkép síkja, emiatt ezeknek a pontoknak a térképi helye lesz rossz. A (P) pont a térképen a pont ortogonális vetítésével jön létre. A  $\Delta v$  értéket a magasságkülönbségből eredő torzulásnak nevezzük, aminek a képi megfelelője a  $\Delta p$ . A terepi P pont helye a képsíkon a P' pont, az elméleti (P) pont képe a képsíkon a (P'') pont.



14. ábra Magasságkülönbségből eredő torzulás

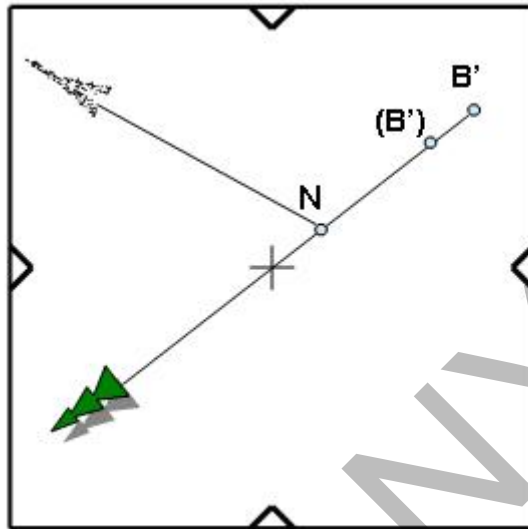
Az 14. ábráról leolvasható, hogy magassági torzulás nincs a nadírpontban, attól távolodva azonban az un. radiális távolság ( $r$ ) és a  $\Delta h$  magasságkülönbség függvényében változó mértékű. Irányát tekintve a nadírpontra nézve radiális irányú. A  $\Delta v$  és a  $\Delta p$  értékek hasonló háromszögek alapján levezetett egyszerű képletekkel kifejezhető:

$$\Delta v = \frac{\Delta h * r}{c_k}, \text{ illetve } \Delta p = \frac{\Delta p * h}{c_k}$$

A két egyenlet egymással egyenlő, ebből:  $\Delta p = \frac{r * \Delta h}{h}$

A képleteket vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a magasságkülönbségből eredő torzulás csökkenthető, ha kisebb nyílásszögű, azaz nagyobb  $c_k$ -val rendelkező objektívekkel fényképezünk.

A magasságkülönbségből eredő torzulás jelentkezik azoknál a tereptárgyaknál is, amelyek kiemelkednek a terepfelszínből (15. ábra)



15. ábra Tereptárgyak magassági torzulása

A tereptárgyak magasságából eredő torzulással az egyképes, síkfotogrammetriai kiértékeléseknél, illetve az ortofotó készítésénél kell számolnunk.

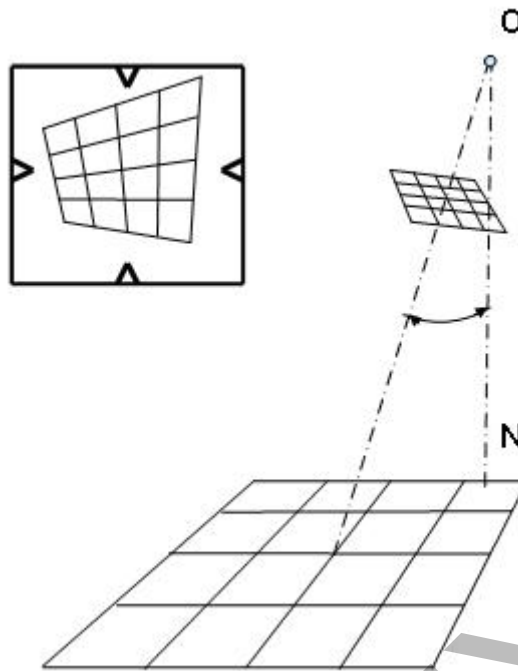
## 5. A látszati torzulás

Párhuzamos kép és tárgysík állás esetében a leképződött alakzatok a tárgysíkon lévőknek hasonló. A tárgysíkkal nem párhuzamos állású képsíkra készített felvétel esetén a tárgysík alakzatai a képsík állásának függvényében torzulnak (15. ábra).

A légifényképezés során gyakori, hogy a felvétel készítés pillanatában a kameratengely nem függőleges, emiatt a kép és tárgysík nem párhuzamos. Az így keletkezett torzulást látszati, vagy perspektív torzulásnak nevezzük. A perspektív torzulás a szögtartó pontra nézve radiális irányú. Az általános irányú perspektív torzulás mértékét egy adott pontban a következő képlettel számíthatjuk ki:

$$\Delta p = \frac{p^2 * \sin v}{(c_k + r * \sin v) * \sin \alpha} ,$$

ahol  $r$  a vizsgált pont radiális távolsága a szögtartó ponttól,  $v$  a kameratengely dőlésszöge,  $\alpha$  a torzulásmentes egyenes és a szögtartó pontról a vizsgált pontra menő irány egymással bezárt szöge.



16. ábra Látszati torzulás

A perspektív torzulással csak a síkfotogrammetriában foglalkozunk, a térfotogrammetriai eljárásoknál ennek nincs jelentősége.

## A DIGITÁLIS KÉP FOGALMA, JELLEMZŐI

A képérzékelésben (digitális képek készítésében) és tárolásban, valamint a feldolgozásban új lehetőségeket teremtett a digitális technika megjelenése. A kamera képsíkján megjelenő képet nem filmre, hanem számítástechnikai eljárás segítségével, „számszerű” adatokként rögzítjük. Digitális képnek nevezzük azt az adatállományt, ahol a képi pontok helye és a hozzá tartozó képi információk digitális formában állnak rendelkezésünkre [4]. A digitális kép előállításának legfontosabb kelléke a szenzor, CCD (Charge Coupled Device = töltéscsatolt eszköz), melynek felépítésével, működésével a 011-es modulban foglalkozunk részletesebben. Előzetesen csak annyit, hogy fém-oxid félvezető alapú kondenzátorokat felhasználva az analóg jelek, különböző nagyságú töltéscsomagokként tárolhatók digitális formában. A CCD érzékelők alapját az egyes képpontokban elhelyezett, néhány  $\mu\text{m}$  méretű kis tárolók képezik, amelyeket egy sorban, vagy egy felületen helyeznek el.

A digitális kép előállítása két módon lehetséges: közvetve digitalizálással, vagy közvetlenül digitális kamerával.

Ha a digitális fotogrammetriával megoldandó feladat pontossági igénye nagy, akkor a feladathoz hagyományos mérőfényképet készítünk, majd a film előhívása után digitalizáljuk. Akkor is ezt az utat választjuk, ha nem rendelkezünk digitális képek előállítására alkalmas digitális fényképező kamerával.

A digitalizálás eszköze, műszere a szkennerek. A szkennerek alapeleme a CCD elem. A szkennerekben a CCD elemek elrendezése lehet:

- egyes detektor, ahol egy sor letapogatása képelemenként történik,
- soros detektorok, ahol az egyes sorok elemeit egyidejűleg tapogatjuk le,
- felületi detektorok, amely a kép egy bizonyos részét, felületét érzékeli.

Annak érdekében, hogy a digitalizáláskor ne veszítsünk információt, a digitalizálás intervallumát a képek feloldóképességének megfelelően kell megválasztani. A film feloldóképességét  $R$  - mint ismeretes - vonalpár/mm mértékegységben adják meg. Ebből kiindulva a  $\Delta D$  digitalizálási intervallumra igaznak kell lennie a következő kifejezésnek:

$$\Delta D [\text{mm}] < 1 / 2 \cdot R$$

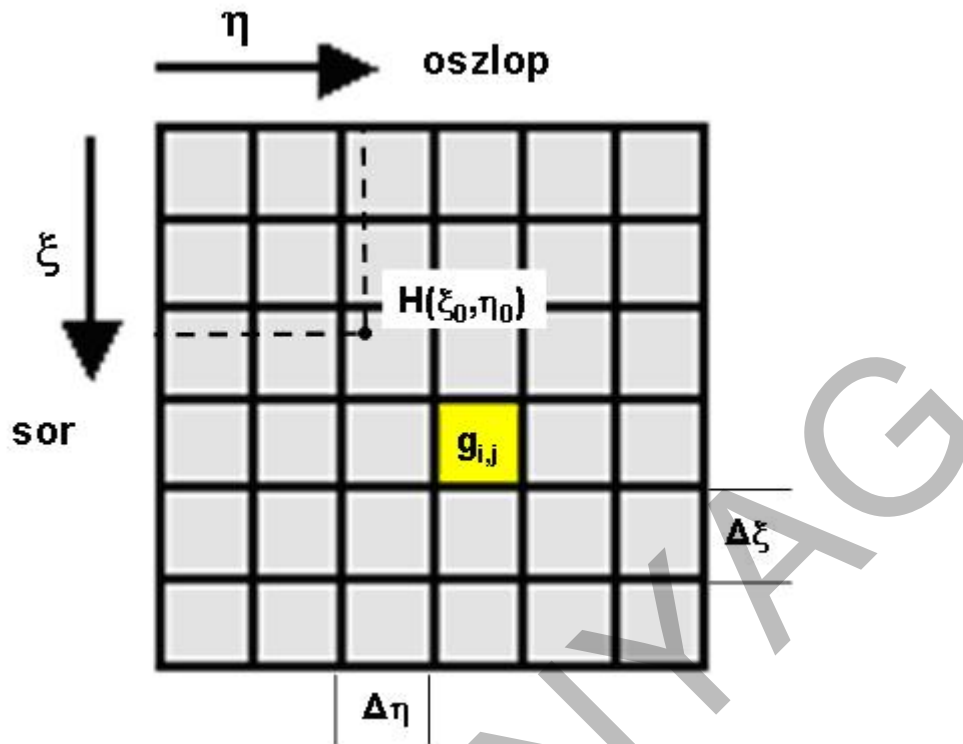
A gyakorlatban a számláló értéke 0,7 [4].

Az ideális, kiszámított digitalizálási intervallumot nem lehet minden szkennerekkel biztosítani, mivel a szkennerek szenzorelemének mérete többnyire ennél nagyobb. A nagy pontosságú fotogrammetriai szkennerekben a szenzorelem mérete változtatható, míg az asztali szkennerekben nem. Ha nagyobb a szkennerek szenzorelemének mérete, mint a kívánatos digitalizálási intervallum, akkor egymást átfedő pixelek keletkeznek, ami pedig jelentősen csökkentheti az eredeti fénykép információtartalmát.

Nagyméretű fényképek digitalizálása jelentős adatmennyiséget eredményez. Például egy 23x23 cm-es fekete-fehér légi felvétel  $7,5 \times 7,5 \mu\text{m}^2$  pixelmérettel történő digitalizálásakor 940 megabájt adat keletkezik. Színes felvétel esetén ennek háromszorosa.

A digitális kép előállításának másik módja, hogy digitális kamerával készítjük a felvételeket. A digitális kamerákkal egy másik modulban (011) foglalkozunk részletesen.

A digitális kép felfogható egy  $g_{ij}$  elemekből álló kétdimenziós  $G$  mátrixként (17. ábra).



17. ábra Digitális fotogrammetriai kép [4]

Mint az ábrán is látható, itt nem képi pontokról, hanem  $\Delta\xi$  és  $\Delta\eta$  méretű képelemről, az un. pixelekről (picture x element) beszélhetünk. A mátrix minden egyes eleme egy felület. A képelemek helyzetét a képkoordináta-rendszerben csak egy pontjával, a középpontjával adhatjuk meg. Megadjuk, hányadik sorban és hányadik oszlopban van, majd ebből a képelem középpontjának koordinátáját úgy kapjuk meg, hogy a sor ( $i$ ) illetve oszlopszámot ( $j$ ) megszorozzuk  $\Delta\xi$ , illetve  $\Delta\eta$  értékkel. Annak érdekében, hogy ez a tényleges és jó képkoordinátát adja, a digitális képeknél a képkoordináta-rendszert a képen kívül, attól  $\Delta\xi/2$  és  $\Delta\eta/2$  értékkel eltolva helyezték el. A digitális fotogrammetriában a szokásos mérést az egyes pixelek azonosítása helyettesíti, ami jórészt automatizálható.

A digitális képeken az információ hordozó a képelem. Harmadik értéként hozzá rendelünk egy intenzitásértéket, amely megadja, hogy a képelemhez milyen árnyalat, vagy szín tartozik. A képelemek értékészlete, amelyet kvantumszintnek is neveznek, a felhasznált képrögzítő-berendezéstől és a számítógéptől függ. A leggyakoribb értékészlet a 0 - 255 közötti, ahol a 0 a fekete, a 255 a fehér színnek megfelelő érték. A 256 fokozat valamivel jobb, mint az emberi szemmel érzékelhető tónus, vagy árnyalat (kb. 200). A fekete-fehér képeknél a pixelekhez tartozó értékeket szürkeségi foknak nevezik. A színes képekhez három spektrális tartomány tartozik, ilyenkor mindhárom tartományhoz tartozó képmátrixot rögzíteni kell. Ilyenkor gyakorlatilag háromszor nagyobb adatmennyiséget kell tárolni.

A digitális kép egyik nagyon fontos jellemzője, hogy mekkora képelemekből épül fel. A képen néhány  $\mu\text{m}$ -es képelemhez kiszámítható, hogy ahhoz – a méretaránytól függően – a terep felszínén mekkora felület tartozik, ez pedig a kép terepi felbontását adja meg. Minél kisebb a képelem mérete, annál jobb a felbontása, ugyanakkor lényegesen nagyobb adatmennyiséget kell tárolni és kezelni.

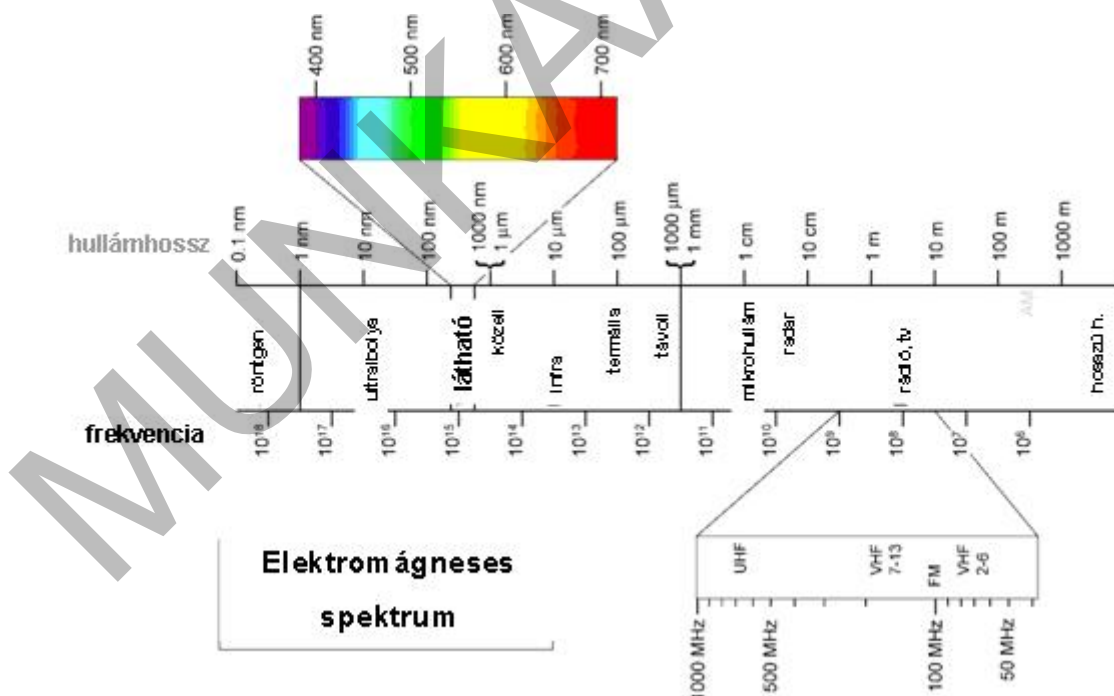
A digitális képeket a centrális vetítésből, az optikai leképezésből eredő torzulások továbbra is terhelik. Sajátos hibaforrás leképezésnél a CCD érzékelő elemeknek elhelyezkedése (geometriailag szabályosan kell elhelyezkedniük) és a szilíciumlapkák hőtágulása.

Digitalizálásnál a szkennerek egymásra merőleges irányban (affin módon) torzíthatják a pixelek alakját, ha a letapogatás sebességét nem tudják szinkronba hozni az érzékelő szenzor méretével.

## A MÉRŐFÉNYKÉPEK SPEKTRÁLIS ÉRZÉKENYSÉGE

Az előző pontokban megismert jellemzőkön a mérőfényképek felhasználását nagymértékben befolyásolja, hogy a képanyag spektrális tartománya, másképpen színérzékenysége milyen.

Az emberi szem a 400 – 700 nm hullámhossz terjedelemben tudja érzékelni az elektromágneses hullámokat. Ez a teljes elektromágneses spektrumnak csupán egy nagyon kis része (18. ábra). A 400 – 700 nm-es tartományt a látható fény tartományának nevezzük. A látható fény tartomány a hullámhosszak függvényében színekre bontható.



18. ábra Spektrális tartomány

A filmek spektrális érzékenysége, vagy másképpen színérzékenysége alatt azt értjük, hogy az elektromos tartomány melyik részére érzékenyek, azaz milyen színek visszaadására képesek, melyeket a fekete–fehér filmek csak szürke tónusban adnak vissza.

Egy fényérzékeny réteggel csak a feketét és a fehéret, illetve a közöttük lévő szürke árnyalatokat tudjuk visszaadni. A tisztán ezüsthalogén emulzió csak 400 – 500 nm hullámhosszú színekkel, az ibolyával és a késsel szemben érzékeny, ennek következtében a lefényképezet tárgyról nem kapunk hű képet. Kátrányanyagok hozzáadásával már zöld színre is érzékennyé lehet tenni ( $\approx 600$  nm-ig), így helyesebb színekű képet kapunk. Az ilyen fényérzékeny anyagokat ortokromatikus (orto = helyes, krom = szín) negatívanyagoknak nevezzük. Az ortokromatikus fényérzékeny anyagokhoz további szerves anyagok hozzáadásával létrehozták a pánkromatikus (pan = minden) filmeket, melyek már 400 – 700 nm tartományban minden színre érzékenyek. tehát a teljes látható fény tartományát rögzítik (19. ábra), de csak a szürkének valamilyen tónusában, árnyalatában.



19. ábra Pánkromatikus felvétel

A fotogrammetriában, különösen az interpretációban nagyon fontosak az infravörös tartományban a közel 900 – 1000 nm-ig érzékeny ún. fekete–fehér infra filmek, mert az erős párarétegen keresztül is részletdús fényképet biztosít a terepről. A mai gyakorlatban ilyen felvétel már nem készül. Az eddig felsorolt három filmtípus fekete–fehér.

A csak szürkéségi értékeket rögzítő fekete–fehér filmekkel szemben, a színes filmek az információtárolás további és jelentős dimenzióját tárják elénk. A színes filmek három fényérzékeny rétegből állnak, amelyek az előhívási folyamat során úgy színeződnek el, hogy mindegyik réteg egy színszűrő lesz.

A fotogrammetriai gyakorlatban használunk színes képanyagokat.

A látható fény tartományban érzékeny filmeket hagyományos színes, vagy színhelyes színes filmeknek (20. ábra) nevezzük.



Az infravörös tartományban érzékeny színes képanyagokat színes infra, vagy hamisszínes (fals color) filmeknek (21. ábra) nevezzük. Ez utóbbinak különösen nagy szerepe van a növényzettel kapcsolatos interpretációs feladatoknál, mert ez a klorofil tartalom 8–900 nm-en erős visszaverődési tartományára van érzékenyítve, ebből adódóan jobban elkülöníthetők a növényzetfajták, meghatározhatók a növényzet betegségei.



*20. ábra Hagyományos színes felvétel*



*21. ábra Színes infra felvétel*

A mai gyakorlatban fekete–fehér un. pankromatikus, színes és színes infra felvételekkel találkozhatunk. Digitális fényképezéssel is jellemzően ez a három féle felvétel készül (ld. még a 011-es modul).

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A tananyag elsajátításának elengedhetetlen feltétel, hogy csak akkor lépjen tovább, ha az egyes alfejezetek ismeretanyagát már megértette. A tanulás során a tananyag sorrendjében haladjon. A megértéshez segítséget jelent a következő feladatok elvégzése:

1. Készítsen saját ábrákat, elemezze és értelmezze azokat:
  - Az internetről, vagy esetleg más helyről beszerzett képek méretarányát többféle módon számolja ki. Gondolja át, hogy azok miért térhetnek el egymástól (pl. domborzat, perspektív torzulás, stb.)?
  - A nevezetes pontok és vonalak esetében a meghatározások sorrendjében szerkessze újra az ábrákat.
  - A torzulásoknál akár a társaival, akár a tanárával beszélje meg, hogy azok milyen hibákat okozhatnak a képeken, hogyan változik a képi pontok helyzete és ezek a kiértékelések során mekkora hibákat okozhatnak.
2. Az interneten keressen olyan oldalakat, légifényképeket, amelyek kiegészítik a modulban szereplő ábrákat, képeket.
3. Ugyancsak az interneten keressen olyan tananyagokat, információkat, amelyek kiegészítik a modul ismeretanyagát (pl. fényképező kamerák)!
4. Látogasson el diáktársaival tanára szervezésében és irányítása mellett egy olyan céghez, ahol foglalkoznak mérőfényképek készítésével, kiértékelésével. Figyelje meg az ott folyó munkát, készítsen jegyzeteket a látottakról, beszélgessen az alkalmazottakkal, majd válaszoljon a következő kérdésekre:
  - Milyen típusú felvételeket készítenek a cégnél, és azokat milyen kiértékelésekre alkalmazzák?
  - Milyen képzettségű szakemberek készítik a fotogrammetriai termékeket? Milyen gyakorlattal rendelkeznek?
  - Milyen a felszereltség, milyen erőforrásokkal rendelkezik a cég?
  - Kik a főbb megrendelők? Milyen célra kívánják hasznosítani az elkészített termékeket?

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Sorolja fel a mérőfénykép belső és külső adatait, készítse hozzá rajzot!

MUNKANYAG

### 2. feladat

Számolja ki egy mérőfénykép méretarányszámát a következő kiinduló adatokból:

A,  $h_a=1420$  m,  $h_{atl}=215$  m,  $c_k=152.24$  mm

B, két pont terepi távolsága 1245 m, fényképi távolsága 15,7 cm

C, a képméret 23 cm, a sáv szélesség 1820 m

Számolásnál figyeljen arra, hogy minden érték m egységben legyen, mert az "m" dimenzió nélküli szám, továbbá az "m" értékét egy tizedes értékig adja meg.

A \_\_\_\_\_  
B \_\_\_\_\_  
C \_\_\_\_\_

**3. feladat**

Sorolja fel és rajzolja le a mérőfénykép nevezetes pontjait.



MUNKANYAG

**4. feladat**

Írja le, hogy az RC30-as légifényképező kameránál milyen keretadatokkal találkozhat!



MUNKANYAG

**5. feladat**

Mutassa be a filmek méretváltzásait!



**6. feladat**

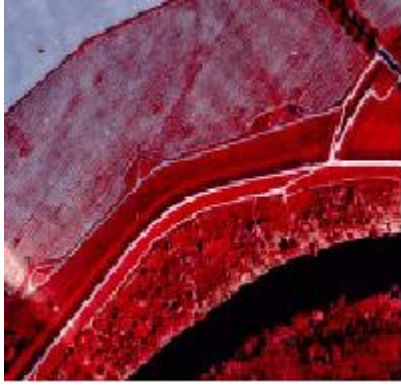
Írja a képek mellé, hogy a felvételek színérzékenysége milyen és melyik spektrális tartományban készültek!



22. ábra



23. ábra



24. ábra

**MEGOLDÁSOK****1. feladat**

A belső adatok a kameraállandó ( $c_k$ ) és a főpont koordinátái ( $\xi_0$  és  $\eta_0$ ), a külső adatok a vetítési középpont  $X_0, Y_0, Z_0$  koordinátái, valamint a  $\kappa, \varphi, \omega$  forgatási szögértékek.

**2. feladat**

A, 7915,1

B, 7929,9

C, 7913,0

**3. feladat**

M képközéppont, H főpont, N nadírpont, Sz szögtartópont, H' horizontpont. A rajz a 7. ábrával egyezik meg.

**4. feladat**

Régió, a készítendő térkép száma és méretaránya, navigációs adatok, az expozíciós idő, a blendenyílás értéke, a megrendelő és végrehajtó szervezet, a fényképezés dátuma és időpontja, a film típusa és a szűrő típusa, a kamera száma.

**5. feladat**

Szabályos, ezen belül szimmetrikus és affin, illetve szabálytalan.

**6. feladat**

A felső kép pánkromatikus, a középső hagyományos színes, az alsó színes infra.



## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

Fister F. – Gerencsér M. – Végső F.: Fotogrammetria I., EFE FFK, Székesfehérvár, 1984.

Dr. Engler P.: Fotogrammetria I. – II., FVM VKSZI, Budapest, 2007.

<http://www.leica-geosystems.com/en/Products> (2010. június 20.)

K. Kraus: Fotogrammetria, Tertia Kiadó, Budapest, 1998.

### AJÁNLOTT IRODALOM

Internetes honlapok

A(z) 2241-06 modul 009-es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 581 01 0100 51 02	Fotogrammetriai kiértékelő
54 581 01 0010 54 01	Földmérő és térinformatikai technikus
54 581 01 0010 54 02	Térképésztechnikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:  
12 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet

1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:

Nagy László főigazgató