

Barlangtani Intézet

D-1985-E/3.

Könyvtára

Szilvay Gergely:

SZTEREÓMÉRŐKAMARA KIALAKÍTÁSA

BARLANGOK FELMÉRÉSÉRE /1985/

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM
ÉPÍTŐMÉRNÖKI KAR

SZTEREOMÉROKAMARA KIALAKÍTÁSA
BARLANGOK FELMÉRÉSERE

SZILVAY GERGELY V.évfolyam

TÉMAVEZETŐ: DR. DEDE KÁROLY
egyetemi adjunktus
BME GEODÉZIAI INTÉZET
FELSŐGEODEZIA TANSZÉK

1985.

Bevezetés

A dolgozatban a barlangok szelvény-felmérésének egy eddig - tudomásom szerint - nem alkalmazott módszerét és erre a célra készített új műszert ismertetek. Ezt megelőzően röviden összefoglalom a gyakorlatban alkalmazott eljárásokat, majd kitérek a barlangi körülmények között végzett mérések nehézségeire. Ezeket szem előtt tartva alakítottam ki úgy a műszert, hogy csekély súlya és mérete, valamint a nem nagy szakértelmet igénylő kezelése lehetővé tegye széleskörű alkalmazását.

1. A földalatti méréseknél felmerülő problémák, nehézségek

A legnagyobb gondot a földalatti térségek felmérésénél a sötétség okozza. Megvilágításukra több módszer és eszköz áll rendelkezésre. Ezek célszerű és a feladat körülményeihez jól igazodó kiválasztása könnyíti a mérések gyors és a kívánt pontossággal történő elvégzését. Méretük és súlyuk azonban alkalmazásukat nehezéssé tehetik. A földalatti üregek keletkezhetnek mesterséges /bánya/ vagy természetes /barlang/ uton. Mindkét eset más és más problémát állít a földmérő elé. Az üregek megközelítése néha leküzdhetetlen akadályt jelenthet. Méretük nem mindig teszi

lehetővé, hogy a meghatározásukhoz szükséges pontokat közvetlenül megközelítsük, így azok mérése csak közvetett módszerekkel lehetséges.

1.1. A földalatti üregek megvilágítása

Nagyteljesítményű reflektorok, fényvetítők alkalmazásával különbözőképpen oldható meg a földalatti térségek megvilágítása. A bányákban az energiaforrás rendszerint nem okoz gondot, mert az a bánya építésével egyidőben a különböző földalatti berendezésekkel együtt megépül. A természetes üregek feltárásánál akkumulátorokat alkalmazunk, amelyek mérete és tömege megnehezíti az üzembeállítást. Ilyen körülmények között kisebb teljesítményű akkumulátorok és fényvetítők használata célszerűbb. A felméréndő üreg méretétől is függ, hogy milyen világítóeszközt alkalmazunk.

A nagy üregek egyenletes megvilágítása sok energiát igényel, és nem mindig oldható meg gazdaságosan. A gyenge megvilágításon segíthetünk a nagyobb érzékenységi film és a hosszabb exponálási idő alkalmazásával.

A különböző módszerek nem mindig követelik meg az egész üreg egyenletes megvilágítását. A méretek

meghatározhatók különböző irányu, fényvetítőkkel előállított függőleges metszetekkel is. Vannak olyan fényvetítők, amelyek az egész szelvényt egyszerre megvilágítják, s vannak olyanok, amelyek csak pontokat.

1.2. A műszerek szállítása, felállítása a földalatti méréseknél

A mesterségesen kialakított üregekben a helyszin megközelítése nem okoz különösebb nehézséget, mivel a már megépített biztonságos járatokban történik. A műszerek felállítását a helyszinen elhelyezett gépek és berendezések akadályozhatják.

A nagyobb problémát a természetes üregek okozzák. A helyszint sok esetben csak gy akorlott barlangkutatók tudják megközelíteni. Az eszközök szállítása az omladékos szűk kuszodákban nem mindig oldható meg. Ezért célszerű olyan műszerek alkalmazása, melyek ilyen körülmények között is biztonságosan szállíthatók, méretük és súlyuk kicsi /3-5 kg/.

1.3. Illesztőpontok elhelyezése és tájékozási adatainak meghatározása

Az illesztőpontokat úgy kell elhelyezni, hogy megvilágításuk és meghatározásuk egyértelműen

biztosítható legyen. A bányákban a helyszínen lévő berendezések esetenként akadályozhatják vagy segíthetik ezt. A barlangokban azonban számításba kell venni, hogy a pont helyének megközelítése nehézségeket okozhat. Sok esetben illesztőpont nem is helyezhető el a szükséges helyen. Ilyenkor olyan módszert kell alkalmazni, mely nem kíván illesztőpontot. A tájékozási adatok meghatározását a hagyományos módszerekkel kell elvégezni.

2. A gyakorlatban alkalmazott felmérési módszerek

Az üregeket, méretüktől függően különböző módszerekkel mérhetjük fel. A nagyobb térségekben sokszögvonalat vezetünk, és meghatározott helyeken függőleges metszeteket készítünk. Szabályos alakú üregeknél a konturokat ordinátamérésekkel határozzuk meg, és egy-egy átlagos magasságot mérünk a térség egy jellemző helyén. Szabálytalan alakzatoknál sűrű szelvény-felméréssel rögzíthetjük az üreg méreteit; itt a magasságok mérése okoz nehézséget. Hozzáférhetetlen üregekben a részletpontokat két bázispontból teodolittal mérjük. A pontokat fényvetítővel megvilágítva, egyidejű vízszintes és magassági szögméréssel határozzuk meg. Ezek

a módszerek nem gazdaságosak, ezért célszerű különleges távmérőket alkalmazni. Ilyenek például a belső alapvonalu távmérők/teletop/.

Az üregek felmérhetők különböző azimutokban mért függőleges metszetekkel. Itt csak a fotogrammetriai módszerek tárgyalására szoritkozom. Meg szeretném azonban jegyezni, hogy hagyományos módszerekkel a nagyméretü üregek felmérése - megközelítési nehézségek miatt - nem, vagy csak nagy nehézségek árán oldható meg.

2.1. Fotogrammetriai módszerek

A fentiekben már említett fényvetítő berendezések segítségével kétféleképpen lehet előállítani a függőleges metsző síkot.

Az egyik megoldás az, hogy a fényforrás fényét nyaláboljuk, és ezt vízszintes tengely körül körbeforgatva állítja elő a síkot.

A másik megoldás, hogy a fényt tükör segítségével körbe tereljük egy függőleges síkba. Mindkét esetben a felvevő gép a szelvény síkjától meghatározható távolságra van elhelyezve, s a felvételeket innen készítjük.

A mérés során a következő objektív hibaforrások léphetnek fel:

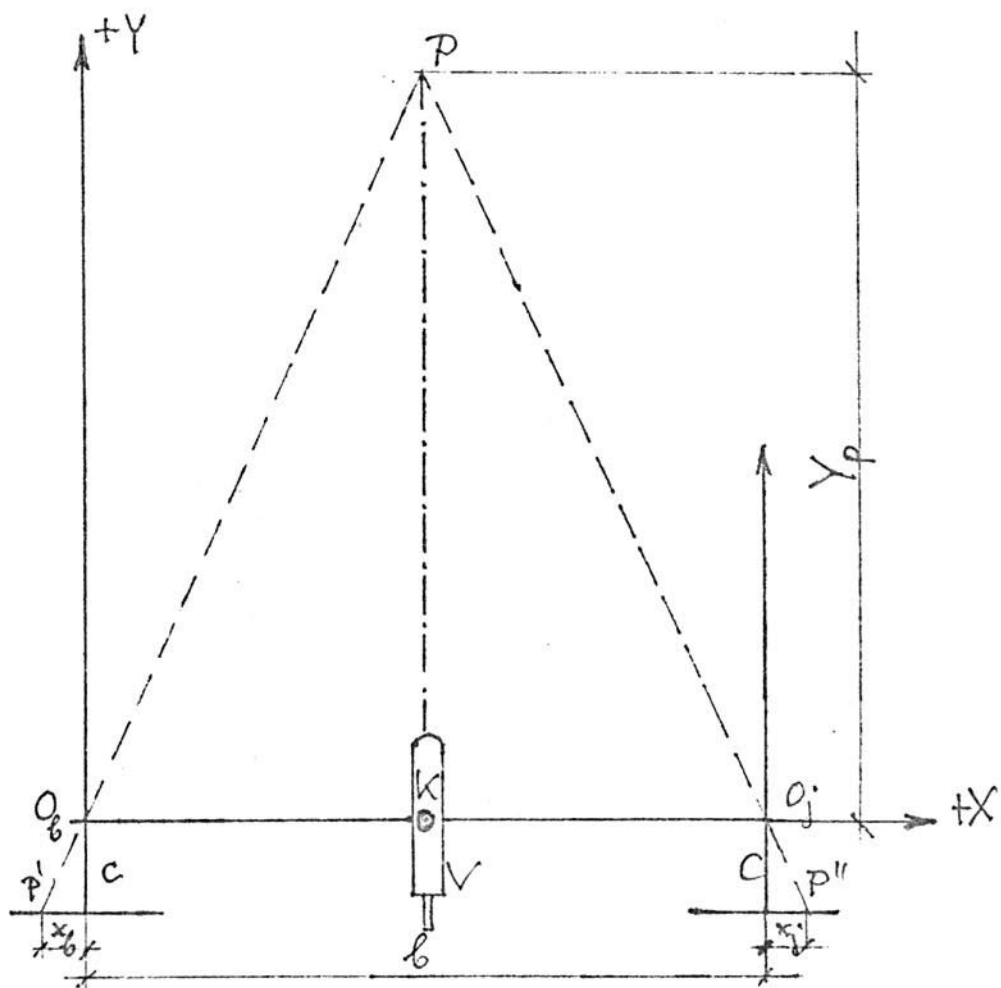
- a vetítő nem teljesen függőleges sikot állít elő,
- a vetített sik és a felvevő berendezés képsíkja nem párhuzamos,
- a szelvény síkját a felvevő berendezés előtti beszőgelések részben takarják, így arról értékes információt nem kaphatunk.

A földi fotogrammetriában használatos felvevő kamarák mindegyike megfelel - a körülmények figyelembevételével - a mérések elvégzésére; például az SMK, UMK kamarák. Az utóbbi időben elterjedt az amatőr fényképezőgépek alkalmazása, de az alkalmazási módszerek kidolgozása még folyamatban van.

2.11. Egyszerű sztereomérőkamara kialakítása barlangok felmérésére

Barlang-szelvény felmérésére egy eddig - tudomásom szerint - nem alkalmazott módszert gondoltam ki, és ehhez megfelelő segédberendezést szerkesztettem. Céлом az volt, hogy minél egyszerűbb, olcsóbb és kisméretű szerkezetet állítsak elő, amelynek kezeléséhez a szakmában kevésbé járatos személyek /barlang-kutatók/ is képesek.

A műszer súlyát és méretét olyanra terveztem, hogy a barlangok nehezen járható szakaszain is könnyen szállítható legyen. A mérési módszer szerint a szelvényt pontonként határozzuk meg. Az egyes pontokat poláris adatokkal rögzítjük.



1. ábra

Az 1. számú ábra a műszer elvi sémáját mutatja, mely a normál sztereogram elrendezését követi.

A normál sztereogram geometriai követelményei:
/Ezeknél a méréseknél - a földi fotogrammetriával szemben - a jelen elrendezés a vetítési centrumok körül 90° -kal el van forgatva./

- A kamaratengelyek függőlegesek és a bázisra merőlegesek,

- a képsíkok egymással és a bázissal párhuzamosak és vízszintesek.

Ha egy Y távolságban lévő P pontot - melyet a fényvetítő állít elő - lefényképezünk, s az jól azonosítható mind a két képen, a következő összefüggéssel határozható meg az Y távolság:

$$Y = \frac{b}{p} \cdot c ,$$

ahol b a bázis hossza, P a bázis irányu parallaxis, c a kamara állandó.

A fényvetítő a következő geometriai feltételeket elégíti ki:

- egy kis átmérőjű, jól fókuszálható fényfoltot vetít ki az üreg falára /1.fénykép/,
- a vetítő irányvonala a bázis felezőpontján halad át, merőleges a bázisra és párhuzamos a kamaratengelyekkel,
- a kamara-tengelyek, a fényvetítő irányvonala és a bázis egy síkban vannak.

Az egész szerkezet a bázisra merőleges és vízszintes k -tengely körül elforgatható /1.számu ábra/. A vetítő fénye pontonként kijelöli a szelvényt, ahol a pontokat polár-koordinátákkal rögzítjük. A szög értékét a k tengely körül elforgatott bázis vízszintessel bezárt szöge, a távolságot a fényképek alapján meghatározott Y értékek szolgáltatják.

A mérési módszer előnyei és hátrányai az eddig alkalmazott eljárásokhoz viszonyítva:

- Előnyei: - a felvevőgépek a szelvény síkjában vannak elhelyezve, így takarás nem jöhet létre,
- illesztő-pontok elhelyezésére nincs szükség,
 - az elektromos energiát kisteljesítményű akkumulátor szolgáltatja.

- Hátrányai: - a szelvény felmérése több időt vesz igénybe,
- több alapanyag szükséges,
 - a szelvénynek nem minden pontjáról kapunk információt, ezen megfelelő pontsűrítéssel segíthetünk.

2.111. A műszer felépítése

A szerkezeti elemek a következők: /1.számú melléklet/

- műszerállvány 1
- műszertalp 2
- báziscsonk 3
- bázistönk 4
- bázisrudak 5/j , 5/b
- 2 amatőr fényképezőgép
- fényvetítő 6
- akkumulátor
- rögzítő csavar 7

Ha a gépeket felszereljük a /5/j , 5/b/ rudak végein kiképzett géptartókra, akkor optikai tengelyük merőleges a rudak által meghatározott bázisra. A bázis vízszintes helyzetében azok függőleges helyzetet vesznek fel. A /7/ rögzítő csavar meglazítása után a bázistönk a csavar körül, a báziscsonkon mérhetően elforgatható. A fényvetítő /6/ a bázistönkbe van rögzítve úgy, hogy annak irányvonala a gépek optikai tengelyei által meghatározott síkban van, és merőlegesen metszi felezőpontjában a bázis tengelyét. Az egész műszer a báziscsonk /3/ függőleges rudja körül vízszintes síkba is elforgatható így a bázis tájoló segítségével a kívánt azimutba rögzíthető.

A műszer összeállítása közben a fent említett geometriai feltételek nem teljes mértékben teljesülnek. Például:

- A jobboldali gép optikai tengelye nem merőleges a bázisra,
- A baloldali gép optikai tengelye nem merőleges a bázisra,
- egyik gép optikai tengelye sem merőleges a bázisra,
- a fényvetítő irányvonala nem merőleges a bázisra.

Az első három esetben a tengelyek a bázissal egy síkban vannak. Ha az optikai tengelyek nem esnek egy síkba, hanem kitérő egyenesek, akkor a felvételeken harántirányu paralaxis lép fel. Ez azonban a távolság meghatározását nem befolyásolja.

Ezek a tényezők az alábbiak szerint, számítással kiküszöbölhetők.

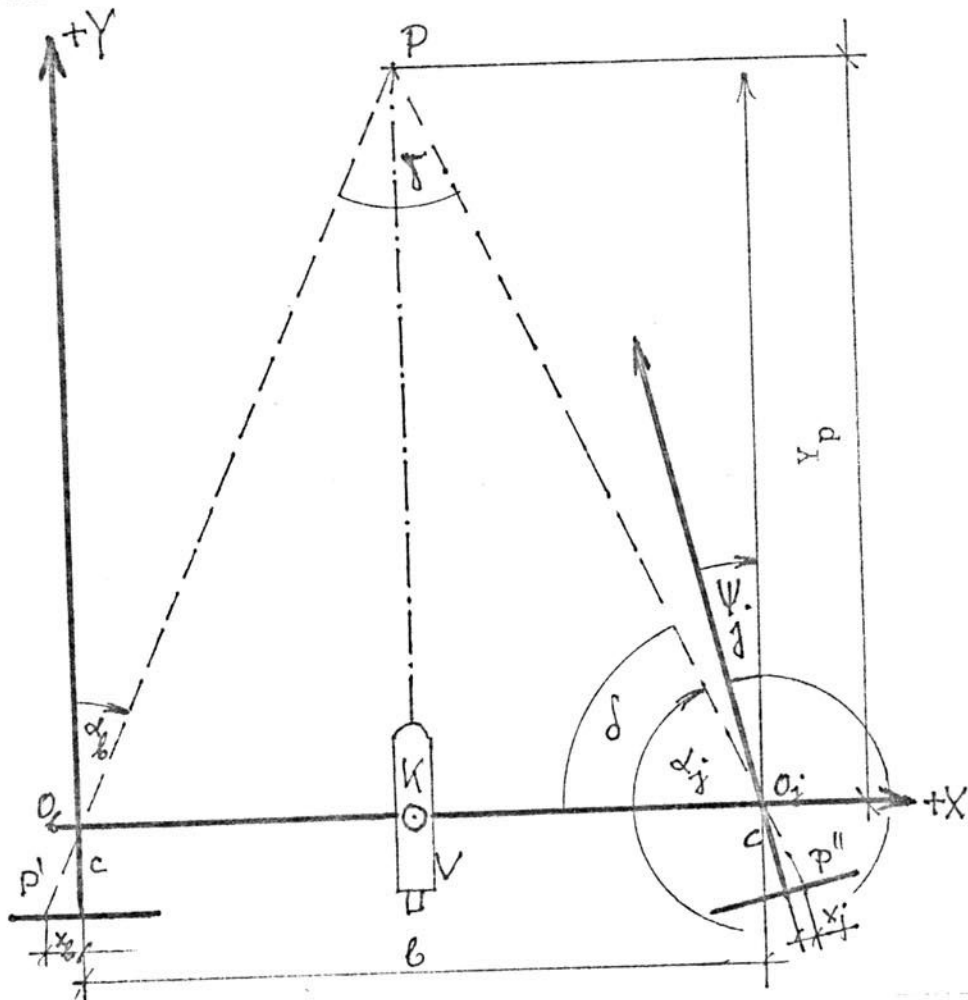
Jelöléseim a következők:

- c kamara-állandó
- b bázishossz
- O a felvevőgép optikai középpontja
- δ a meghatározandó P pontra menő irány és a bázis által bezárt szög
- α az a szög, melyet a kamara-tengely óramutató járásával megegyező, a P pontra menő irányba forgatásával nyerünk

ψ az a szög melyet a kamara-tengely óramutató járásával megegyező, a bázisra merőleges irányba forgatásával nyerünk
 δ az a szög, mely alatt a P pontból a bázis látszik.

A b ill. j index a bal ill. jobboldali kamarára utal.

A jobb oldali gép optikai tengelye nem merőleges a bázisra:



2. ábra

Laboratóriumban meghatározandó a ψ_j , c , b .
Ha mindkét fényképen külön-külön mérjük az x_b , x_j koordinátákat, akkor az Y_p távolság a következőképpen határozható meg: Az O_b, P, O_j háromszögre a szinusztételt felírva, abból $\overline{O_b P}$ számítható:

$$\overline{O_b P} = b \cdot \frac{\sin \delta}{\sin \gamma}$$

$$\delta = 90^\circ - \psi_j + \alpha_j$$

$$\gamma = 180^\circ - (90^\circ - \alpha_b) - (90^\circ - \psi_j + \alpha_j) = \psi_j + \alpha_b - \alpha_j$$

$$\alpha_j = \arctg \frac{x_j}{c} ; \quad \alpha_b = \arctg \frac{x_b}{c}$$

Az $O_b P K$ háromszögből

$$Y_p = \overline{O_b P} \cdot \sin(90^\circ - \alpha_b)$$

Ha a V vetítő irányvonala merőleges a bázisra, azaz az $O_b P O_j$ háromszög egyenlőszáru, és $x_b - x_j = p$ paralaxist mérünk, akkor Y_p az alábbiak szerint számítható:

$$x_b = c \cdot \operatorname{tg} \alpha_b ; \quad x_j = c \cdot \operatorname{tg} \alpha_j$$

ebből

$$p = c \cdot (\operatorname{tg} \alpha_b - \operatorname{tg} \alpha_j). \quad /2.1/$$

Mivel $\alpha_j = \psi_j + \delta - 90^\circ$

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_j &= \operatorname{tg}(\psi_j + \delta - 90^\circ) = -\operatorname{ctg}(\psi_j + \delta) = \\ &= \frac{1 - \operatorname{ctg} \psi_j \cdot \operatorname{ctg} \delta}{\operatorname{ctg} \psi_j + \operatorname{ctg} \delta} \end{aligned}$$

Vezessük be a következő jelöléseket:

$$A = \operatorname{ctg} \psi_j ; \quad D = \operatorname{ctg} \delta = \operatorname{tg} \alpha_b = \frac{b}{2Y_p}$$

ezekkel

$$\operatorname{tg} \alpha_j = \frac{1 - A \cdot D}{A + D} \quad \cdot \quad /2.2/$$

Végül

$$\frac{p}{c} = D - \frac{1 - A \cdot D}{A + D} \quad \cdot$$

A nyert összefüggés rendezésével az ismeretlen Y_p távolságot tartalmazó D -re másodfoku egyenletet kapunk:

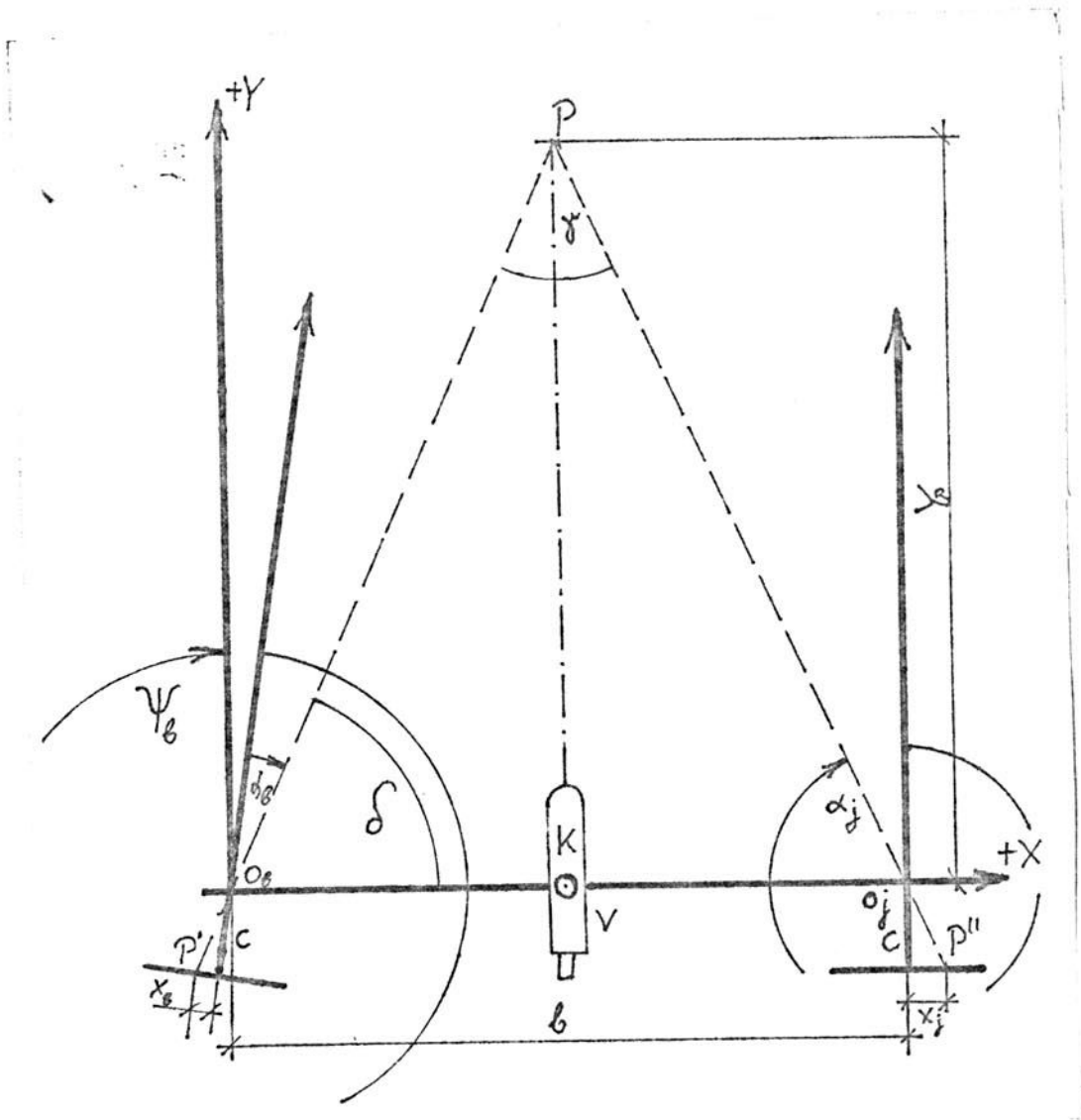
$$D^2 + D \left(2A - \frac{p}{c} \right) - \left(\frac{p}{c} A + 1 \right) = 0 \quad \cdot$$

A keresett távolságot az egyenlet pozitív gyöke segítségével számíthatjuk ki:

$$Y_p = \frac{b}{2 \cdot D} \quad \cdot$$

A következő két esetet a fenti számítás analógiáját követve tárgyalom, ezért csak a fontosabb összefüggéseket írom le.

A baloldali gép optikai tengelye nem merőleges a bázisra.



3. ábra

$$\overline{O_j P} = b \cdot \frac{\sin \delta}{\sin \gamma}$$

$$\delta = 90^\circ + \psi_b - \alpha_b$$

$$\gamma = 180^\circ - (90^\circ + \psi_b - \alpha_b) - (90^\circ + \alpha_j) = \psi_b - \alpha_b - \alpha_j \cdot$$

Az O_jPK háromszögből

$$Y_p = \overline{O_jP} \cdot \sin(90^\circ + \alpha_j)$$

Paralaxis- mérésnél a számítások így alakulnak:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \alpha_b &= \operatorname{tg}(\psi_b - \delta + 90^\circ) = - \operatorname{ctg}(\psi_b - \delta) = \\ &= \frac{1 + \operatorname{ctg} \psi_b \cdot \operatorname{ctg} \delta}{\operatorname{ctg} \psi_b - \operatorname{ctg} \delta} \quad . \quad /2.3/ \end{aligned}$$

$$\text{Legyen } B = \operatorname{ctg} \psi_b \quad ; \quad D = \operatorname{ctg} \delta = \operatorname{tg} \alpha_j = \frac{b}{2Y_p} \cdot$$

A /2.1/ összefüggésekbe helyettesítve

$$\frac{p}{c} = \frac{1 + B \cdot D}{B - D} - D \cdot$$

A másodfoku egyenlet

$$D^2 + \frac{p}{c} \cdot D + (1 - \frac{p}{c}B) = 0.$$

A pozitív gyökből

$$Y_p = \frac{b}{2D} \cdot$$

Egyik gép optikai tengelye sem merőleges a bázisra

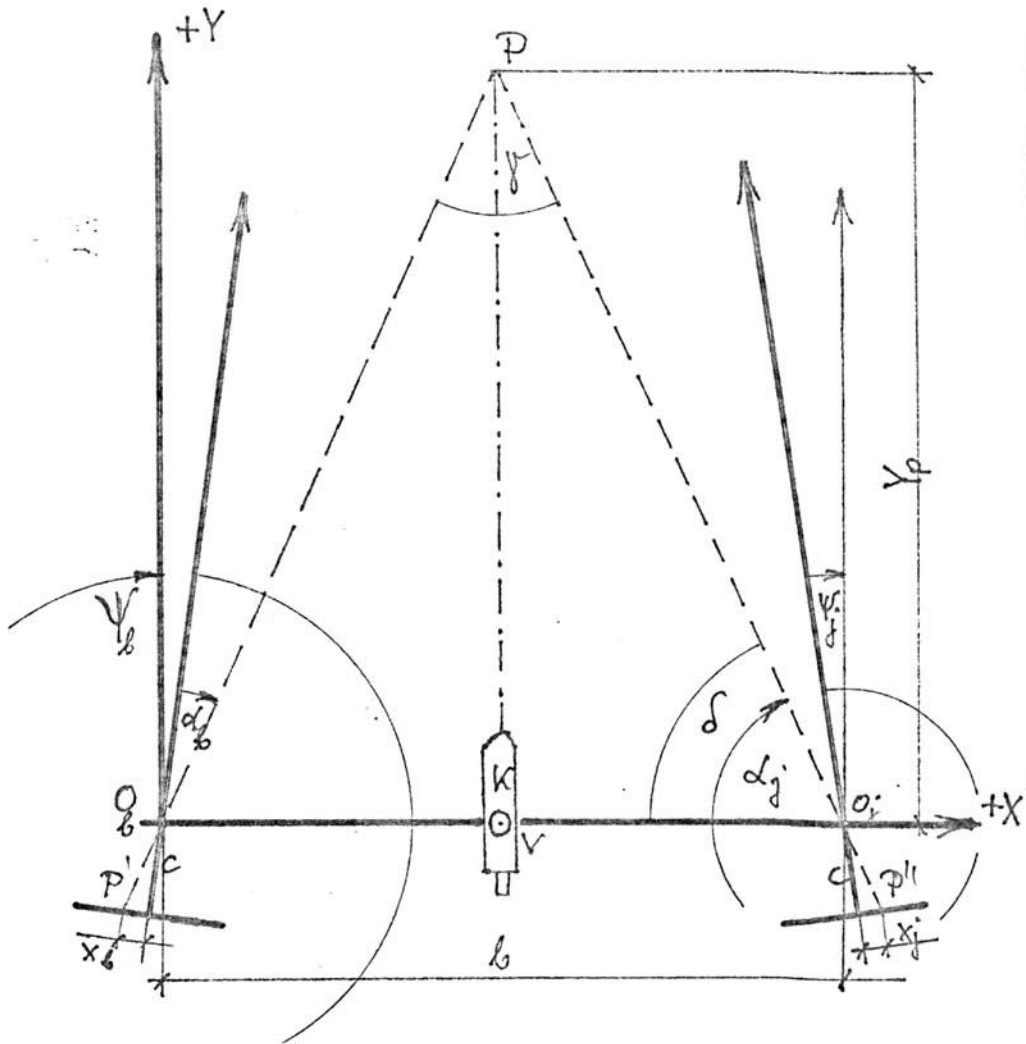
$$\overline{O_bP} = b \cdot \frac{\sin \delta}{\sin \gamma}$$

$$\delta = 90^\circ - \psi_j + \alpha_j$$

$$\begin{aligned} \gamma &= 180^\circ - (90^\circ - \psi_j + \alpha_j) - (90^\circ - \alpha_b + \psi_b) = \\ &= \alpha_b - \alpha_j - \psi_b + \psi_j \cdot \end{aligned}$$

Az O_bPK háromszögből

$$Y_p = \overline{O_bP} \cdot \sin(90^\circ + \psi_b - \alpha_b) \cdot$$



4. ábra

Paralaxis-mérés esetében felhasználhatók az előző két eset részletes tárgyalásánál kiszámított /2.2/ és /2.3/ összefüggések melyeket /2.1/-be helyettesítve .

$$\frac{p}{c} = \frac{1 + B \cdot D}{B - D} - \frac{1 - A \cdot D}{A + D} .$$

A D ismeretlenre adódó másodfoku egyenlet:

$$D^2 \left(B - A + \frac{D}{C} \right) + D \left(2 + 2BA - \left(\frac{D}{C} \right)^2 + \frac{D}{C} A \right) + A \left(1 - \left(\frac{D}{C} \right)^2 \right) - B = 0 .$$

A pozitív gyökből

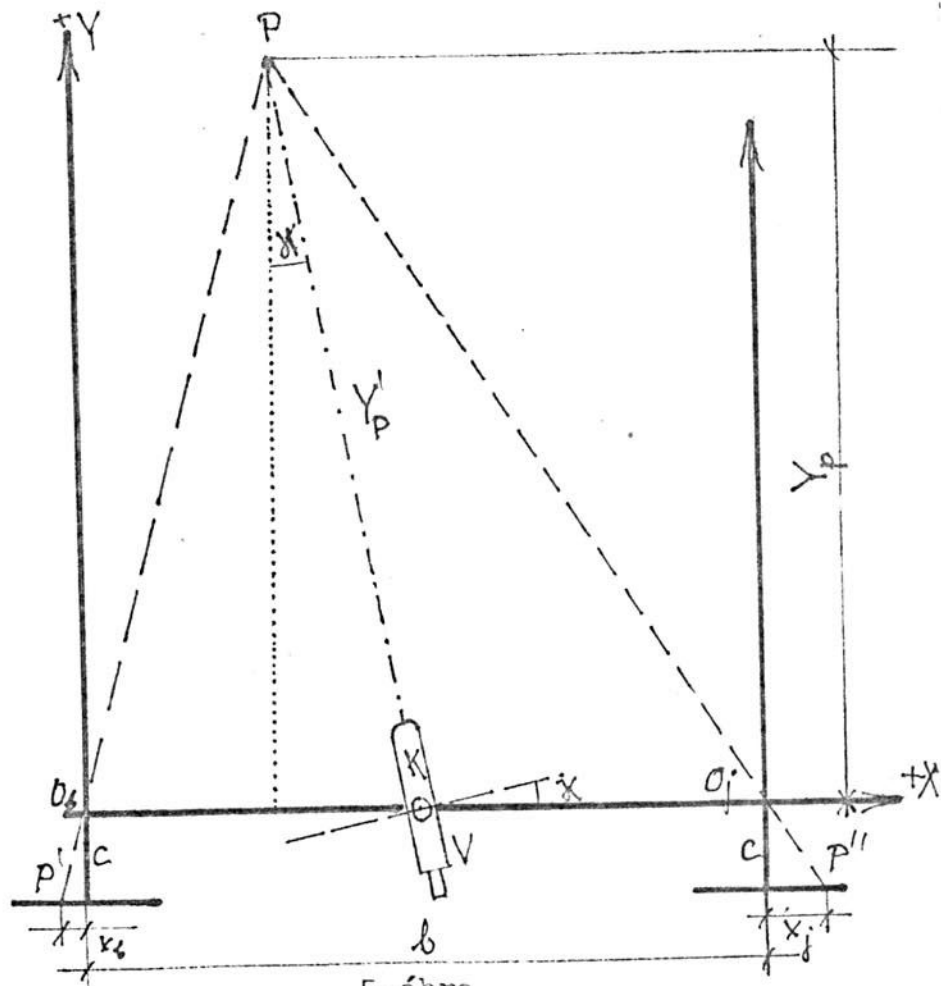
$$Y_p = \frac{b}{2 \cdot D} .$$

A fényvetítő irányvonala nem merőleges a bázisra:

Ez a tényező nem a távolság meghatározásában, hanem a bázis vízszintessel bezárt szögének meghatározásában jelentkezik nagyobb mértékben. A távolságot az 5.számú ábra alapján az

$$Y_p = Y_p' \cdot \cos \alpha$$

képlettel határozhatjuk meg. A bázis helyzetét a α szög hozzáadásával ill. levonásával korrigálhatjuk.



5. ábra

3. Előzetes relatív középhiba meghatározás
az új műszerre vonatkozóan

A normál sztereogram elhelyezést figyelembe véve a hibaterjedés törvényét alkalmazva a távolság relatív középhibája a

$$\frac{\mu_Y}{Y} = \sqrt{\left(\frac{\mu_b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\mu_c}{c}\right)^2 + \left(\frac{\mu_p}{p}\right)^2}$$

képlet alapján határozható meg, ahol

$\frac{\mu_b}{b}$ a bázis meghatározásának relatív középhibája,

$\frac{\mu_c}{c}$ a kamaraállandó meghatározásának relatív középhibája,

$\frac{\mu_p}{p}$ a bázisirányú paralaxis meghatározásának relatív középhibája.

Az előzetes relatív középhiba meghatározásához a következő adatokat vettem fel:

Kamaraállandó: $c = 80$ mm,

/Pentacon six TL gépet véve alapul/

meghatározásának középhibája: $\mu_c = \pm 0,04$ mm.

A bázis hossza : $b = 600$ mm,

meghatározásának középhibája: $\mu_b = \pm 0,04$ mm.

Maximális távolság: $Y_{\max} = 50$ m,

minimális paralaxis: $p_{\min} = \frac{b \cdot c}{Y_{\max}} = 0,96$ mm;

A paralaxis meghatározásának középpéja sztereo-
komparátorral mérve: $\mu_p = \pm 0,01 \text{ mm.}$

A távolság relatív középpéja: $\frac{\mu_Y}{Y} = \frac{1}{95,7}$.

Ez az érték $Y = 10 \text{ m-nél}$ $\mu_Y = \pm 0,1 \text{ m-es}$ közép-
hibát jelent. Ez a megbízhatóság barlangi körülmé-
nyek között elfogadható érték.

4. Mérés az uj műszerrel

A műszer összeszerelése és felállítása után a
báziscsonk rudját egy libella segítségével a talp-
csavarokkal függőlegesbe állítjuk. A báziscsonkhoz
szorított tájolóval a bázist a kívánt azimutba for-
gatjuk. A szorítócsavart meglazítva a bázistönköt
a csavar körül a kezdő helyzetbe hozzuk és ott rögz-
ítjük. A fényvetítő bekapcsolása után a falra
kivetített fényfoltot a fókuszáló ruddal élesre
állítjuk, majd a gépek beállítása után elkészítjük
a felvételeket. A csavar meglazítása után a bázis-
tönköt - a kívánt pontsűrűségnek megfelelően -
kismértékben elforgatva rögzítjük és újabb fel-
vételeket készítünk. Ezt a műveletsort addig foly-
tatjuk, míg a szelvényt kellő pontsűrűséggel nem
rögzítettük.

A jegyzőkönyvbe a következő adatokat kell rögzíteni:

- A szelvény helyét rögzítő adatok,
- a jobb ill. a bal gépbe elhelyezett filmek azonosítási száma,
- az egyes képkockákhoz tartozó bázisállások szögértéke.

A jegyzőkönyv vezetése közben ügyelni kell arra, hogy a filmcserék egyértelműen legyenek jelezve mindkét gép esetében.

A filmek előhívásánál célszerű az azonosítási számokat még az előhívás előtt rájuk ragasztani.

4.1. Az új műszer hitelesítésével kapcsolatos feladatok

A műszert a Geodéziai Intézet műhelyében készítik el. Csak elkészülte után határozhatók meg geometriai adatai. Ezeket az elkövetkezendő hónapokban hagyományos módszerekkel fogom meghatározni. A felvevőgép kalibrálása még nem történt meg, így a belső adatok meghatározása még hátra van. A műszer fényvetítője nem erős intenzitású fényt bocsájt ki, így kísérleti úton meg kell határozni az expozíciós időt a becsült távolságok függvényében.

Végezetül köszönetet mondok mindazoknak, akik a munkámhoz és dolgozatom megírásához segítséget nyújtottak. Így elsősorban konzulensemnek, aki ötleteivel és tanácsaival segített.

Megjegyzés:

A dolgozatomért az 1985. 11. 12.-én megtartott Tudományos Diákköri Konferencián I. díjban részesültem.

Budapest, 1985. december

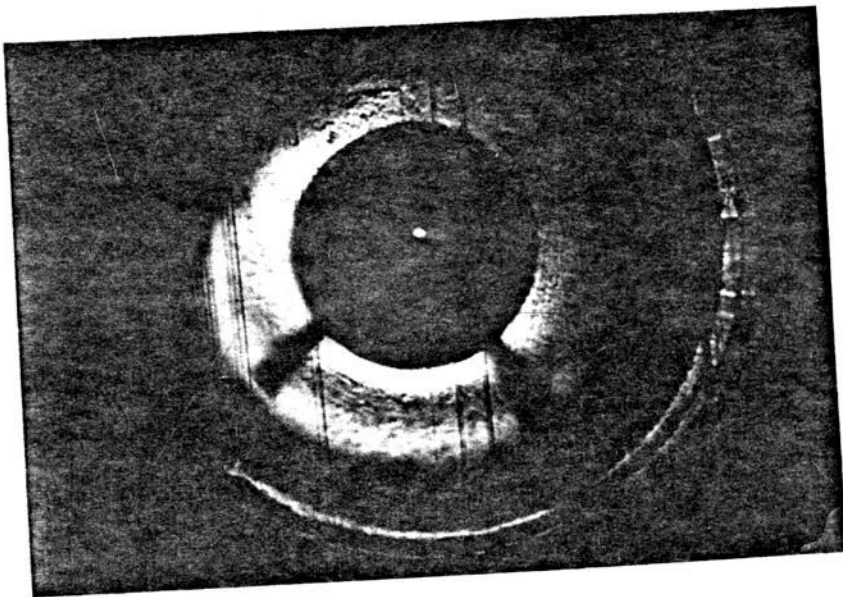
A Szerző

Irodalomjegyzék

- Homoródi, L. - Domokos, Gyné.: Fotogrammetria I.
Tankönyvkiadó, Budapest, 1983. Kézirat.
- Detrekői, A.: Kiegyenlítő számítások.
Tankönyvkiadó, Budapest, 1980. Kézirat.
- Horváth, J.: Barlangtérképezés.
Budapest, 1981. Kézirat.
- Hoványi, L.: Bányamérés.
Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.
- Szilvay, G.: Az Aggteleki karszt egy részletének
geodéziai felmérése barlangkutatói
szempontok figyelembevételével.
Budapest, 1983. TDK. dolgozat.

Tartalomjegyzék

Bevezetés	.....	1.old.
1.	A földalatti méréseknél felmerülő problémák, nehézségek	..... 1.old.
1.1.	Földalatti üregek megvilágítása	... 2.old.
1.2.	A műszerek szállítása, felállítása a földalatti méréseknél	..... 3.old.
1.3.	Illesztőpontok elhelyezése és tájékozási adatainak meghatározása	.... 3.old.
2.	A gyakorlatban alkalmazott felmérési módszerek	..... 4.old.
2.1.	Fotogrammetriai módszerek	..... 5.old.
2.1.1.	Egyszerű sztereomérőkamara kialakítása barlangok felmérésére	..... 6.old.
2.1.1.1.	A műszer felépítése	..... 10.old.
3.	Előzetes relatív középhiba meghatározás az új műszerre vonatkozóan	... 19.old.
4.	Mérés az új műszerrel	..... 20.old.
4.1.	Az új műszer hitelesítésével kapcsolatos feladatok	..... 21.old.
	Irodalomjegyzék	.... 23.old.



1.sz. fénykép

1. sz. melléklet

