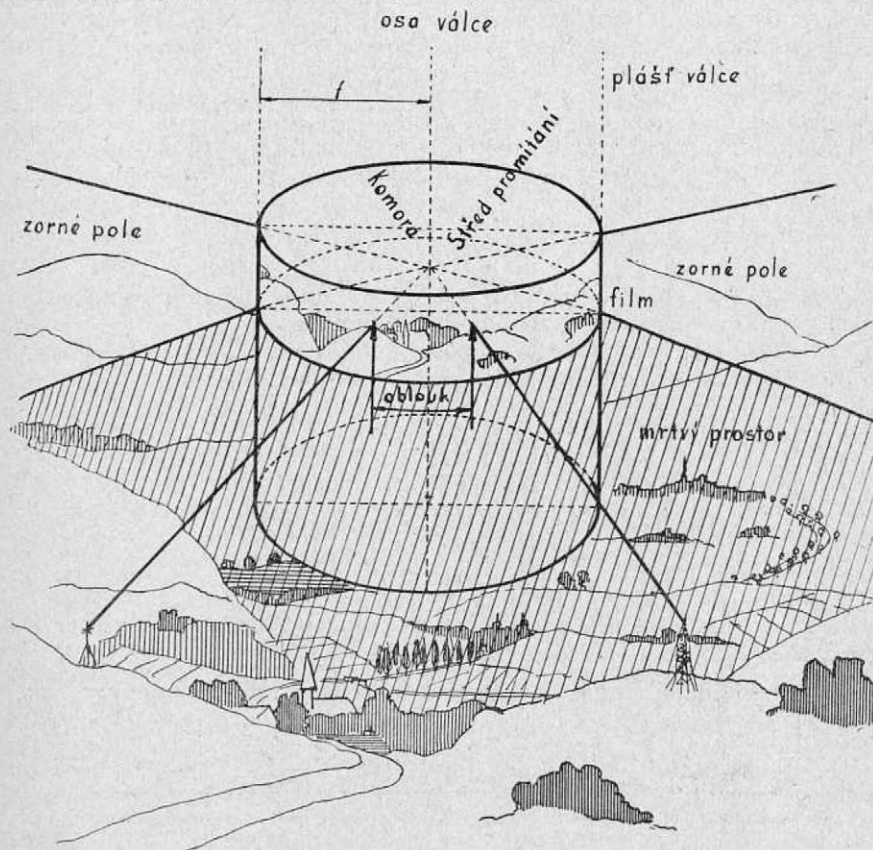


## Protínání zpětné s pomocí panorámatických snímků.

Úvod. Každé stanoviště panorámatické komory nabývá s vojenského stanoviska ceny teprve tehdy, když je určeno geodeticky. Tato okolnost mne vedla k úvaze, jak řešit geodetickou polohu stanoviště jiným výhodným způsobem než měřickým stolkem nebo s pomocí teodolitu, bez jakýchkoliv jiných měřických pomůcek, jimiž se na stanovišti pozorovatel prozrazuje a jimiž přitahuje palbu nepřátelského dělostřelectva. Uvedu



Obr. 1.

v tomto článku, jak možno s velkou přesností určit úhly na panorámatickém snímku mezi geodeticky známými body a z nich řešit úlohu Snelliovu i určit souřadnice stanoviště.

**Princip.** Exponovaný film automatických panorámatických komor představuje v podstatě terén v centrální projekci válcové. Osou válce je svislice procházející komorou na stanovišti a poloměrem válce ohnisková vzdálenost komory. Poněvadž ta je u uvedené komory značná (až 120 cm), je na bílé dni, že jednotlivým horizontálním úhlům v terénu odpovídá značný oblouk filmu, jehož délku je možno přesně změřiti (obr. 1).

K snadnějšímu získání přehledu jsem rozdělil celé řešení na tyto úkony:

1. rektifikace ohniskové dálky  $F$ ,
2. určení horizontálních úhlů ( $\omega_1, \omega_2$ ),
3. vynesení známých bodů do plánu 1:10.000 neb 1:20.000,
4. výpočet poloměrů  $R$  kružnic (oblouků Schikartových) a
5. nakreslení kružnic, v jejichž průsečíku leží hledaný bod  $P$ .

### 1. Rektifikace ohniskové dálky $F$ .

Poněvadž čerstvě vyvolaný film podléhá značně vlivům povětrnostním (teplo, vlhko atd.) a tím se buďto prodlužuje nebo zkracuje (má při různých teplotách a vlhkosti různou délku), nutno podle délky filmu přepočítávat ohniskovou dálku  $F$  podle vzorce:

$$F = \frac{2 S_{16}}{\pi},$$

neboť  $S_1 = 2 \pi F$ , pro 1600 dc pak:

$$S_{16} = \frac{\pi F}{2},$$

$$\text{čili } F = \frac{2 S_{16}}{\pi}.$$

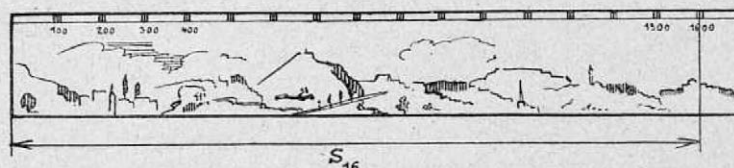
( $S_{16}$  znamená délku oblouku odpovídající 1600 dílců na snímku nebo filmu; snímky s tak velkým zorným úhlem jsou obvyklé.)

Pro rychlejší a snadnější výpočet ohniskové dálky z výše uvedené rovnice uvádím jednoduchý nomogram (viz obr. 2).



Obr. 2.

**Provedení:** Změříme přesně (s pomocí vynášecí soupravy) délku filmu nebo kopii odpovídající 1600 dc (obr. 3a).

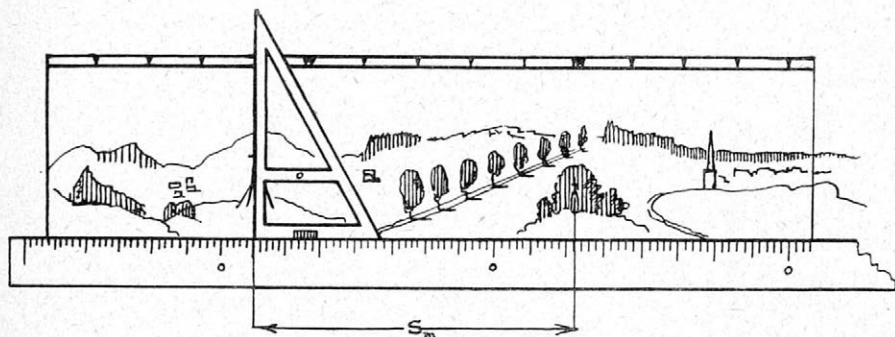


Obr. 3a.

Poněvadž je vynášecí souprava opatřena noniem, lze hodnoty číst s přesností na  $\frac{1}{10}$  mm a tudíž  $F$  lze vyhodnotit s přibližně stejnou chybou.

## 2. Určení horizontálních úhlů $\omega_1$ a $\omega_2$ .

Podobným způsobem, jak uvedeno za 1, proměřujeme horizontální vzdálenosti na filmu mezi body nás zajímajícími. Bude někdy i výhodné změřit hodnoty  $S_\omega$  (obráz. 3b) několikrát a vzít do počtu střední hodnotu.



Obr. 3b.

Z níže uvedených důkazů bude však patrné, že by pro naše řešení graficko-početní bylo několikrát měření hodnoty  $S_\omega$  neekonomické a bude se snad velmi dobře hodit pro metodu jen početní, o níž se zmíníme jindy.

Z oněch hodnot  $S_\omega$  v milimetrech vypočteme úhly  $\omega_1$  a  $\omega_2$  podle tohoto vzorce:

$$\omega'' = \frac{S_\omega}{F} \varrho'' \quad (\text{v setinných vteřinách}).$$

Všimněme si blíže přesnosti, s jakou získáme hledaný úhel  $\omega$ . Dosaďme-li do výše uvedeného vzorce za

$$F = \frac{2 S_{16}}{\pi},$$

dostaneme:

$$\omega'' = \frac{S_\omega \cdot \pi \cdot \varrho''}{2 S_{16}}$$

Jaký vliv na přesnost úhlu bude mít změna  $S_\omega$  a  $S_{16}$ ?

Diferencujme rovnici podle  $S_\omega$  a  $S_{16}$ .

$$d \omega'' = \frac{d S_\omega \cdot \varrho''}{2 S_{16}} - \frac{S_\omega d S_{16} \varrho''}{2 S_{16}^2}$$

Dosaďme za  $d S_\omega$  a  $d S_{16}$   $\frac{1}{10}$  mm a zvolme za  $S_\omega$  délku oblouku odpovídající úhlu  $30^\circ$ , tedy jakousi krajní mez, při které řešení jest ještě výhodné. Za  $S_{16}$  můžeme dosadit podle praktické zkušenosti 1800 mm (délka filmu odpovídající 1600 dc), bude pak  $S_\omega$  (pro  $\omega = 30^\circ$ ) =  $\frac{1800}{3} = 600$  mm;  $d \omega$ , neboli chyba, již se dopouštíme chybným měřením délek na filmu, bude pak:

$$\begin{aligned}
 d\omega'' &= \frac{0.1}{3600} 636619.77 - \frac{600.0.1}{3240000.2} 636619.77 \\
 &= \frac{636.61977}{36} - \frac{30.636619.77}{3240000} \\
 d\omega'' &= 17.68 - 5.89 \\
 d\omega'' &= \pm 11.79''
 \end{aligned}$$

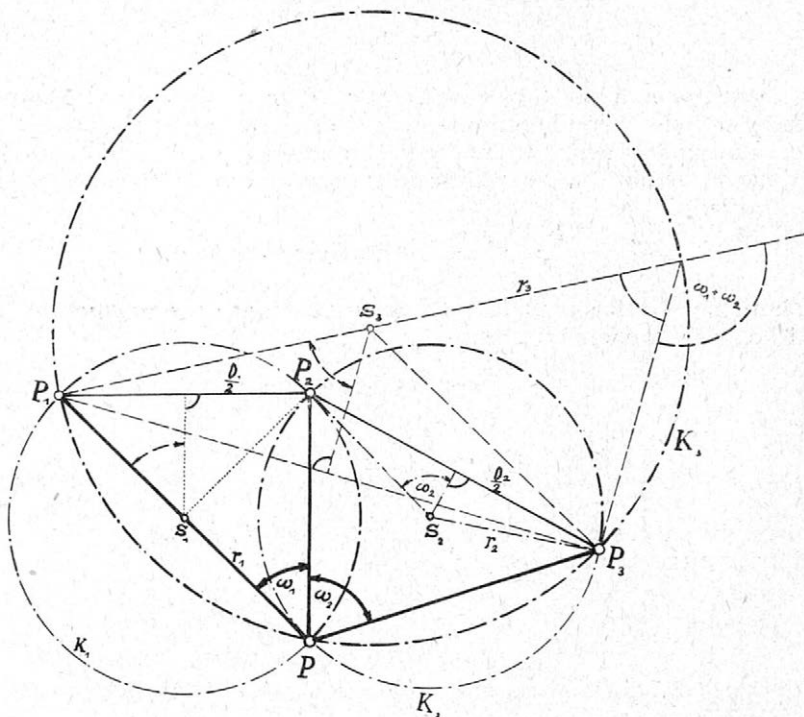
Výsledek potvrzuje značnou přesnost ve výpočtu úhlů  $\omega$  s pomocí panoramatických snímků. V srovnání s měřením úhlů teodolity, při němž se dopouštíme při uzávěrce jednoho měření chyby asi  $10''$ , je přesnost výše uvedená již konkurující. Získáme tudíž úhly  $\omega$  s přesností  $\pm 11''$ .

### 3. Vynesení známých bodů do plánu 1:10.000 nebo 1:20.000.

Zde není třeba nic podotknout, neboť způsob jest obvyklý. Doporučuje se ovšem jako při všech pracích grafických užít měřítko co možná největšího.

### 4. Výpočet poloměrů kružnic $K_1$ , $K_2$ , $K_3$ .

Poloměry kružnic  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$  vypočítáme podle těchto rovnic (obr. 4):



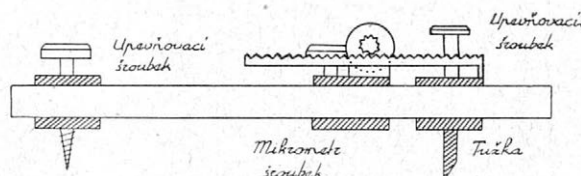
Obr. 4.

$$\begin{aligned}
 \frac{D_1}{2} &= r_1 \sin \omega_1, \quad \frac{D_2}{2} = r_2 \sin \omega_2, \quad \frac{D_3}{2} = r_3 \sin (\omega_1 + \omega_2) \\
 r_1 &= \frac{D_1}{M 2 \sin \omega_1}, \quad r_2 = \frac{D_2}{M 2 \sin \omega_2}, \quad r_3 = \frac{D_3}{M 2 \sin (\omega_1 + \omega_2)}
 \end{aligned}$$



Výpočet provádíme na počítacím stroji;  $M$  je měřítko.

Podle situace známých bodů ihned poznáme, kam nutno střed kružnice vynést. Z obrázku je patrná konstrukce středů. Ke konstrukci kružnic používáme tyčových kružítek, jejichž výhoda záleží v tom, že vypočítané hodnoty poloměrů lze přesně nastavit s pomocí mikrometrického šroubu



Obr. 5.

Kružnice stačí ovšem vynést jen v tom prostoru, v němž očekáváme obraz hledaného bodu.

Poněvadž hodnoty poloměrů získané výpočtem budou velmi přesné v srovnání s grafickým vynesemím kružnic, všimněme si napřed grafických chyb:

1. nastavení hodnot  $r$ ,
2. určení středů kružnic  $S$ ,
3. vynesení oblouků,
4. chyby ve vynesení souřadnic bodů.

Při všech úkonech se dopouštíme chyby 0,2 mm, neboli výsledná chyba se bude rovnat:

$$\Delta = \sqrt{0,2^2 + 0,2^2 + 0,2^2 + 0,2^2} \\ = 0,2 \sqrt{4} \text{ mm} = \pm 0,4 \text{ mm}$$

Z toho, co bylo uvedeno, není ovšem ještě zřejmo, zda je práce grafická jediným pramenem chyb.

Vraťme se tedy k rovnicím, z nichž zjišťujeme hodnoty poloměrů

$$r = \frac{D}{2 \sin \omega M}$$

Rovnice udává přímou závislost  $r$  na  $D$  a nepřímou závislost  $r$  na  $\sin \omega$  a  $M$ . Z toho plyne, poněvadž hodnota  $D$  je naprosto přesná, že  $r$  je nepřímo závislé na změnách anebo chybách v určení úhlů  $\omega$ .

Diferencováním rovnice podle  $\sin \omega$  zjistíme tudíž přírůstek  $r$ , t. j.  $dr$  pro změnu  $\omega$ , t. j. pro  $d\omega$ .

Dostaneme:

$$dr = - \frac{D \cos \omega d\omega}{2 \sin^2 \omega M}$$

Dosadíme-li tedy za  $d\omega$  změnu vypočtenou v odstavci 2, bude  $dr$  rovno:

$$dr = \frac{D \cos \omega \frac{11''}{636619,77}}{2 \sin^2 \omega M}$$

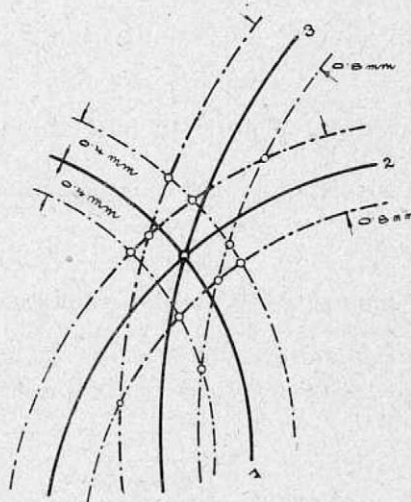
Hledejme tento přírůstek pro nejnepríznivější případ, kde tedy  $\omega = 30^\circ$  a  $D = 3000$  m (hledaný bod bude asi 6000 m vzdálen od bodů známých); pak bude:

$$\begin{aligned} dr &= \frac{3000 \frac{11''}{636619.77} (1/2) \sqrt{3}}{(1/2)^2 \cdot 2 \cdot M} \\ &= \frac{3000 \frac{11}{636619.77} \cdot 1/2 \cdot 1.7}{1/2 \cdot 10.000} \\ &= \frac{3000 \frac{11 \cdot 1.7}{636619.77}}{10.000} = \frac{561}{636619.77} \\ &= \pm 0.000008 \text{ m} \\ dr &= \pm 0.008 \text{ mm} \end{aligned}$$

Z výše uvedeného výpočtu vyplývá, že početní chyba při výpočtu  $r$  s pomocí chybně zavedených úhlů  $\omega_1$  a  $\omega_2$  ( $d\omega = \pm 11''$ ) je daleko pod mezí chyby grafické. Této chyby dosáhne teprve, zavedeme-li místo  $11''$  vícenásobnou chybu úhlovou.

Je tedy vidět, že metoda je po stránce početní přesná a jde jen o omezení grafických chyb na nejmenší míru.

5. Nakreslením kružnic  $K_1, K_2, K_3$  získáme průsečík oblouků, který jest obrazem bodu hledaného. Následkem grafických chyb, jimž se nemůžeme vyhnout, budou oblouky tvořit nepatrný trojúhelník, jehož tě-



Obr. 6.

žiště bude přesným obrazem bodu. Nutno podotknout, že se touto metodou nedopouštíme mimo možné omyly žádných chyb početních a že teprve vynášením oblouků vznikají chyby grafické, jež jsem uvedl v stati 4. Budou tedy posunuty oblouky v mezích 0.4 mm a trojúhelník chyb může nabýt rozměrů až 0.8 mm, viz obr. 6.



Dosaďme si tedy do rovnice známé hodnoty pro  $D = 3000$ , za  $\omega = 30^\circ$ , pro  $d\omega = +11$ , a dostaneme:

$$P_1 P_2 = \Delta_0 = \frac{3000 \cdot \frac{1}{2} \sqrt{3} \cdot \frac{\pm 11''}{636619 \cdot 77}}{2 \cdot \frac{1}{4} 10.000} \left( 1 + \frac{1}{\frac{1}{2} \sqrt{3}} \right)$$

neboli

$$\Delta_0 = \pm 0'00044 \text{ m.}$$

Tímto výsledkem jsme získali chybu největší neboli nejvyšší posunutí oblouku při chybně zavedeném úhlu  $\omega$  o  $\pm 11''$ . Vidíme tedy, že se i posunutí oblouků vymyká naší chybě grafické a že se tedy matematickým řešením dopustíme daleko menší chyby.

**Praktické zkušenosti.**

Při zkouškách bylo zjištěno, že theoretický předpoklad je naprosto přesný a že se tedy i výsledky lišily jen o grafickou chybu, t. j. v měřítku 1:10.000 o 2—3 m.

**Výhody tohoto způsobu.**

1. Stanoviště se neprozrazuje zvláštním měřením úhlů v kruhu nebo geodetickým určením s pomocí stolku.

2. Časová úspora. Není potřebí vyslat znovu měřický roj někdy na velkou vzdálenost, čímž se snižuje technická kapacita měřické jednotky na dobu až 2, v těžkém terénu až 3 i více hodin. Bere-li se s sebou i měřický roj, zdržuje se práce na každém stanovišti měřením a bojovým chováním o dobrou hodinu, což dělá při 5 panorámatech 5 hodin. Z toho je vidět, že s fotografického stanoviska nelze proto danému úkolu často vyhovět.

3. Velitelé dělostřelectva mají vždy u sebe řídicí plán, na němž možno uvedenou konstrukci snadno provést kdykoli dodatečně s velmi dobrou přesností.

4. Sít 3. a 4. řádu neposkytuje nikdy větší přesnosti v určení souřadnic ani teodolitem a tím méně stolkem.

5. Ze snímku lze určit úhly mezi všemi body viditelnými a nejsme tedy odkázáni jen na body pojaté do měření úhlů v kruhu teodolitem. Je tedy možno volit nejvýhodnější kombinaci.

## Dělostřelectvo u nás a v cizině.

Major gšt. Karel Krepl:

### Nová nauka o střelbě francouzského dělostřelectva.\*)

7. května 1936 byla francouzským ministrem války schválena nová nauka o střelbě dělostřelectva.

K jejímu vydání, resp. k přepracování staré nauky vedly důležité studie o střelbě, konané v posledních letech, a okolnost, že dělostřelectvo musí střílet na stále větší a větší dálky a na cíle, jejichž pohyblivost neustále roste.

Jak je uvedeno v předmluvě, bylo snahou redaktorů předpisu podat jak důstojníkům z povolání, tak i v záloze praktická pravidla střelby, hodící se pro všechny válečné situace.

\*) Instruction générale sur le tir de l'Artillerie — Charles Lavauzelle a Cie, Paris — 1936.