

1

VOJENSKÝ
TOPOGRAFICKÝ
OBZOR



1956

VYDÁVÁ MINISTERSTVO NÁRODNÍ OBRANY

VOJENSKÝ TOPOGRAFICKÝ OBZOR

ČASOPIS MINISTERSTVA NÁRODNÍ OBRANY

ROČNÍK TŘETÍ

Číslo 1

1956

Ing. Ivo J a k u b k a, VTA-AZ, Brno

Ohyb záměrného paprsku při nivelaci

1. Ú v o d

Při geodetických výpočtech předpokládáme, že záměra probíhala od bodu k bodu přímočaře. Tento předpoklad nebývá splněn, protože paprsek probíhá ve své dráze různě hustými vzduchovými vrstvami, čímž dochází k jeho lomu. Vzdušnou vrstvu si můžeme představit složenou z tenkých vrstviček plynule se měnící hustoty, takže nedochází k náhlému lomu, ale paprsek se spojitě zakřivuje. Tomuto zjevu říkáme *refrakce*.

Refrakce ovlivňuje měření úhlů horizontálních, vertikálních i měření nivelacní.

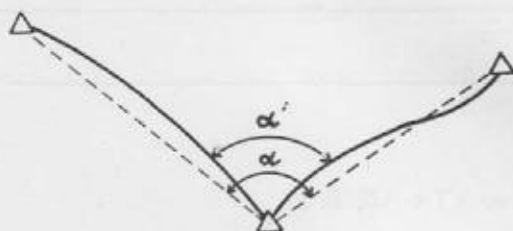
1) Při měření úhlů vodorovných procházejí záměrné poprsky místy ne stejné hustoty vzduchu (nad poli, rybníky, lesy, osadami, loukami atd.) a tím nastává jejich vybočení stranou od původního směru. Místo horizontálního úhlu α naměříme α' (obr. 1). Mluvíme o refrakci *boční* nebo *příčné*.

2) Při trigonometrickém měření výšek jsou trigonometrické body v různé nadmořské výšce. Hustoty vzduchu ubývá s výškou, a proto paprsek postupuje s bodu na bod plochým obloukem vydatým směrem k povrchu Země. Místo správné zenitové vzdálenosti z naměříme z' (obr. 2).

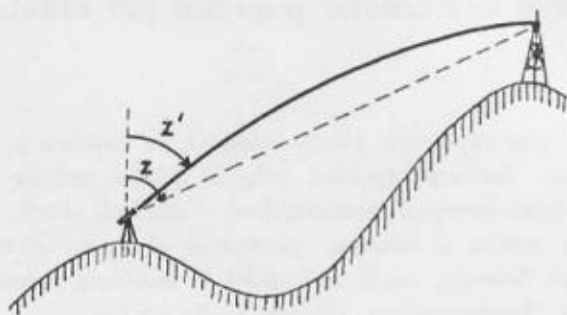
Chyba je zde způsobena t. zv. refrakcí *terestrickou*.

3) Při nivelaci nebo topografickém měření zakřivuje se vodorovný paprsek podle jiných pravidel než při trigonometrickém měření výšek, neboť záměry procházejí blízko zemského povrchu. Těsně nad topografickým povrchem Země jsou totiž klimatické poměry mnohem složitější (t. zv. mikro-

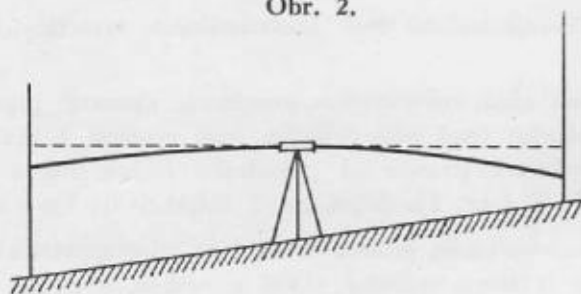
klíma) a změny hustoty vzduchu jsou mnohem více závislé na denní době a počasí, takže někdy nastává ohyb paprsku vypukle, jindy vydutě směrem k povrchu země, a to s různou intenzitou (obr. 3). Tomuto zjevu říkáme refrakce n i v e l a č n í nebo t o p o g r a f i c k á. Jejím vlivem dostáváme chybné čtení stupnice nivelační latě, určíme tudíž nesprávné převýšení dvou bodů.



Obr. 1.



Obr. 2.



Obr. 3.

V tomto článku se budeme zabývat nivelační refrakcí.

2. Lom světelného paprsku

Prochází-li paprsek prostředím nestejně hustoty a tedy též nestejněho indexu lomu, ohýbá se. Při přechodu z řídké do hustší vrstvy láme se pa-

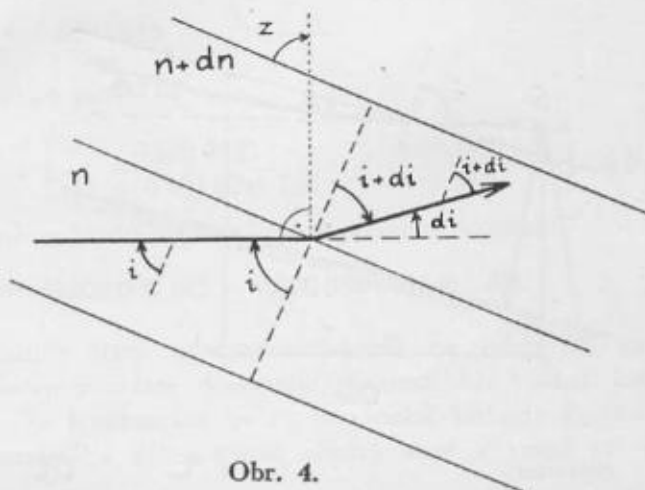
prsek ke kolmici k rozhraní vrstev. Máme-li dvě sousední vrstvy vzduchu hustoty Δ a $\Delta + d\Delta$ s indexy lomu n a $n+dn$ a prochází-li jimi světelný paprsek, bude svírat s kolmici k rozhraní vrstev v první (s indexem lomu n) úhel i a v druhé (s indexem lomu $n+dn$) úhel $i+di$, kde je hodnota di záporná (obr. 4).

Podle zákona Snelliova platí:

$$n \cdot \sin i = (n+dn) \cdot \sin (i+di) \dots = \text{konst.} \quad (1)$$

Dosadíme-li $\sin (i+di) = \sin i + \cos i di$, bude

$$n \sin i = (n+dn) (\sin i + \cos i di).$$



Obr. 4.

Zanedbáme-li malou veličinu druhého řádu ($dn \cdot \cos i di$), dostaneme odtud hodnotu lomu paprsku na rozhraní dvou vrstev:

$$di = -\text{tg } i \frac{dn}{n} \quad (2)$$

Při nivelaci nás bude zajímat úhel $\beta = \int_i^{i+\Delta i} di = \Delta i$, o který se

ve vzdálenosti x ($=\overline{SX}$) od stroje odchyluje paprsek od vodorovného směru (obr. 5). Protože jde o úhel malý, můžeme pokládat $\text{tg } i = \text{konst.}$ a diferenciální vztah z rovnice (2) rozšířit na diferenciální:

$$\beta = \Delta i = -\text{tg } i \frac{\Delta n}{n}. \quad (3)$$

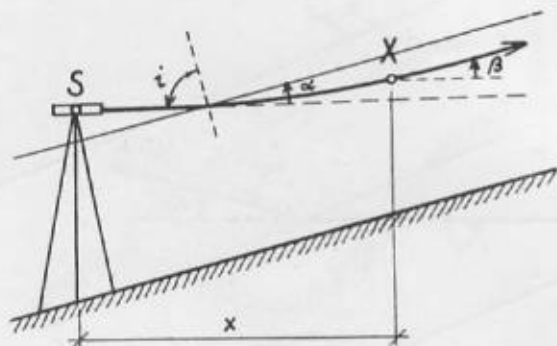
Hodnota Δn je rozdíl indexu lomu vzdušné vrstvy v místě X a S:

$$\Delta n = n_x - n_s.$$

Dosazením tohoto vztahu do rovnice (3) dostáváme

$$\beta = - \frac{\operatorname{tg} i}{n_s} (n_x - n_s). \quad (4)$$

Odchýlení paprsku od vodorovného směru tudíž závisí na sklonu terénu (protože vzdušné vrstvy jsou v mikroklimatu přibližně rovnoběžné s topografickým povrchem terénu a proto $i = 90 - \alpha$) a na indexu lomu vzdušné vrstvy. Index lomu je závislý na hustotě vzduchu, kterou nemůžeme přímo měřit, ale můžeme ji vyjádřit těmito faktory:



Obr. 5.

teplotou	v °C	(t).
tlakem vzduchu	v mm Hg	(B),
napětím vodních par	v mm Hg	(e),
a procentuálním obsahem CO ₂		(k),

W. F. Meggers a C. G. Peters uvádějí vztah mezi indexem lomu a uvedenými faktory:

$$n = 1 + \frac{0,000\ 2923}{1 + 0,00367\ t} \frac{B}{760} - 0,000\ 041 \frac{e}{760} + 0,000\ 0016 \frac{B}{760} k. \quad (5)$$

Diferencováním podle jednotlivých proměnných dostáváme závislost změny indexu lomu na změně dříve uvedených faktorů:

Diferencování podle t:

$$dn_t = - \frac{0,000\,2923 \cdot 0,003\,67}{(1 + 0,003\,67 t)^2} \frac{B}{760} \cdot dt,$$

což můžeme s dostatečnou přesností nahradit vztahem

$$dn_t \doteq - \left[0,000\,000\,966 - 0,000\,000\,007 (t - 15) \right] \frac{B}{760} \cdot dt.$$

Diferencováním podle e:

$$dn_e = 0,000\,000\,054 \cdot de.$$

Diferencováním podle k:

$$dn_k = 0,000\,0016 \cdot \frac{B}{760} \cdot dk.$$

Diferencováním podle B:

$$dn_B = \left[\frac{0,000\,2923}{(1 + 0,003\,67 t) 760} + \frac{0,000\,0016 k}{760} \right] \cdot dB,$$

což můžeme nahradit s dostatečnou přesností vztahem

$$dn_B \doteq (0,000\,000\,385 - 0,000\,000\,0014 t) \cdot dB.$$

Vliv změn dříve uvedených faktorů na odchýlení paprsku od vodorovného směru poznáme dosazením maximálních hodnot kolísání jejich velikosti. T. K. Kukkamäki uvádí maximální hodnoty kolísání na vzdálenost 100 m (maximální délka součtu záměry vzad a vpřed při přesné nivelaci):

$dt \doteq 2^\circ\text{C}$, $de \doteq 2 \text{ mm Hg}$, $dk \doteq 0,02\%$, $dB \doteq 0,05 \text{ mm Hg}$,
při průměrné teplotě $t \doteq +15^\circ\text{C}$ a tlaku $B \doteq 760 \text{ mm Hg}$.

Vliv změny teploty na změnu indexu lomu $dn_t \doteq 1,92 \cdot 10^{-6}$.

Vliv změny vlhkosti na změnu indexu lomu $dn_e \doteq 0,11 \cdot 10^{-6}$.

Vliv změny obsahu CO_2 na změnu indexu lomu $dn_k \doteq 0,03 \cdot 10^{-6}$.

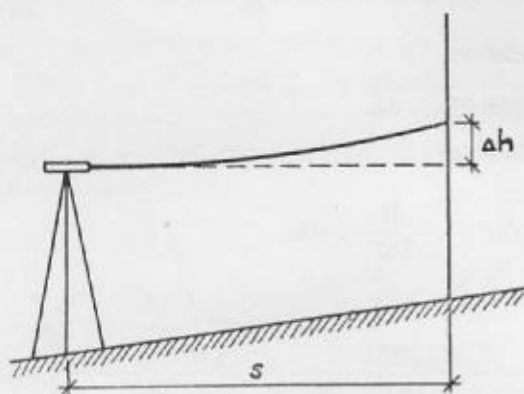
Vliv změny tlaku vzduchu na změnu indexu lomu $dn_B \doteq 0,02 \cdot 10^{-6}$.

Z těchto výsledků je patrné, že vliv ostatních faktorů je při srovnání s vlivem teploty nepatrný. Proto budeme pro vyjádření změny indexu lomu vzdušné vrstvy brát v úvahu vztah

$$dn = - \frac{0,000\,2923 \cdot 0,003\,67}{(1 + 0,003\,67 t)^2} \frac{B}{760} \cdot dt. \quad (6)$$

Do vzorce (6) zavedeme střední teplotu $t = 15^\circ \text{C}$ a střední tlak $B = 730 \text{ mm Hg}$, pro nadmořskou výšku 350 m, takže $t = (t - 15) + 15$ a $\frac{B}{760} = 0,961$. Potom

$$\begin{aligned} dn &= - \frac{0,000\,001\,073 \cdot 0,961}{1 + 0,007\,34 [(t - 15) + 15]} \cdot dt \\ &= - 0,000\,000\,929 - 0,000\,000\,007 (t - 15)] dt. \end{aligned} \quad (6a)$$



Obr. 6.

Protože $n_x - n_s = \Delta n$ je hodnota malá, můžeme rozšířit diferenciální vztah na diferenciální:

$$\Delta n = - 10^{-9} \cdot [929 - 7 (t - 15)] \cdot \Delta t \quad (7)$$

a dosadíme do rovnice (4):

$$\beta = + \frac{\text{tg } i}{n_s} \cdot 10^{-9} \cdot [929 - 7 (t - 15)] \cdot \Delta t. \quad (8)$$

Vzestup nebo pokles paprsku (obr. 6) je dán vztahem

$$\Delta h = \int_0^s \beta ds. \quad (9)$$

Dosazením rovnice (8) do (9) dostáváme

$$\Delta h = \frac{\text{tg } i}{n_s} \cdot 10^{-9} \cdot [929 - 7 (t - 15)] \cdot \int_0^s \Delta t ds, \quad (10)$$

kde $10^{-9} \cdot [929 - 7 (t - 15)] \doteq \text{konst.}$ a $n_s \doteq 1$.

Pak můžeme psát

$$\Delta h = \operatorname{tg} i \cdot K \cdot \int_0^S \Delta t \, ds. \quad (10a)$$

Je-li záměrný paprsek rovnoběžný s povrchem terénu, je $\operatorname{tg} i = \infty$ a $\Delta t = 0$. Pak vzorec (10a) bude neurčitý výraz. V tomto případě je nutno zvolit jiný postup — který uvádí prof. Böhm — určit křivost paprsku Γ :

$$\Gamma = \frac{di}{dS} = - \frac{1}{n} \frac{\sin i}{\sin z} \frac{dn}{dh}. \quad (11)$$

V nivelaci $z_i = i$, (viz obr. 4), proto

$$\Gamma = - \frac{1}{n} \frac{dn}{dh}. \quad (11a)$$

Do tohoto vztahu dosadíme rovnici (6):

$$\Gamma = 10^{-9} \cdot [929 - 7(t - 15)] \frac{dt}{dh}. \quad (12)$$

Pak

$$\begin{aligned} di &= d\beta = \Gamma dS \\ &= 10^{-9} \cdot [929 - 7(t - 15)] \frac{dt}{dh} dS \end{aligned} \quad (13)$$

a

$$\beta = \int_0^S d\beta = 10^{-9} \cdot [929 - 7(t - 15)] \frac{dt}{dh} dS. \quad (14)$$

$$= K \frac{dt}{dh} S \quad (14a)$$

Vzestup nebo pokles paprsku

$$\begin{aligned} \Delta h &= \int_0^S \beta dS \\ &= K \frac{dt}{dh} S^2. \end{aligned} \quad (15)$$

Chyba ve čtení laťové stupnice (vzestup nebo pokles paprsku) je tedy závislá na čtverci vzdálenosti a změně teploty.

Všeobecně je známo, že teplota se mění s rostoucí výškou nad povrchem terénu. V mikroklimatu je tato změna velmi pomalá — teplota klesá přibližně o 1°C na 100 m převýšení. Proto se vyjadřuje t. zv. vertikálním teplotním gradientem dT/dH (t. j. změna teploty pro převýšení $dH=100$ metrů). V mikroklimatu se mění teplota s výškou mnohem rychleji. Měříme-li na př. teplotu ve dvou výškách blízko povrchu Země a z těchto údajů vypočteme dT/dH , bude tento teplotní gradient dosahovat hodnoty až několika set stupňů (přepočteno pro $dH=100$ m). Bude proto výhodnější pro vyjádření teplotních poměrů v mikroklimatu používat gradientu $dt/dh=10^{-2} \cdot dT/dH$ (t. j. změna teploty pro převýšení $dh=1$ m).

Protože největší rozdíly teploty (gradienty) naměříme nejbliže topografického povrchu Země a s výškou velikost teplotních gradientů již i v mikroklimatu rychle klesá, bude chyba ve čtení stupnice latě závislá na výšce paprsku nad povrchem terénu.



Obr. 7.

3. Výzkumné měření

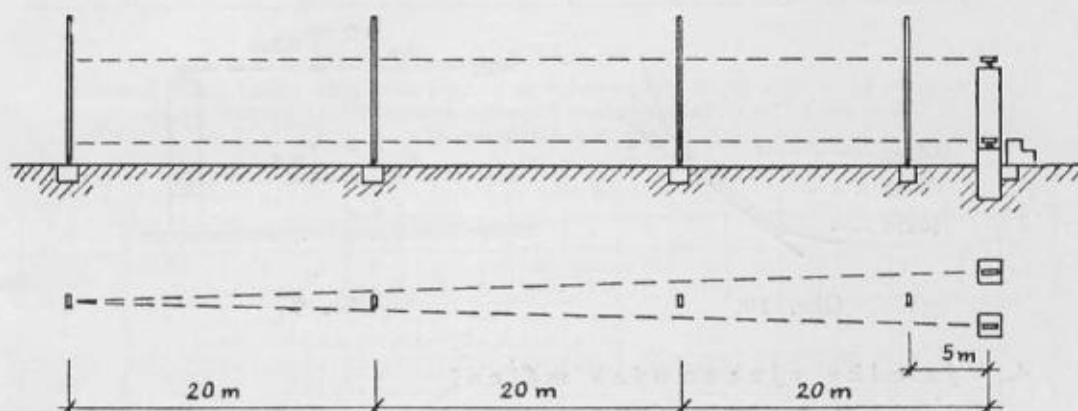
Pro ověření těchto známých theoretických závěrů bylo provedeno od června 1954 do října 1954 výzkumné měření, při kterém se zjišťoval dvěma nivelačními stroji pokles nebo vzestup záměrného paprsku ve vzdálenostech 20, 40 a 60 m od strojů při různých teplotních gradientech. Záměrný paprsek jednoho stroje probíhal ve výšce 60 cm, výška druhé záměry byla 210 cm.

Protože nebyly k dispozici dva stejné nivelační stroje, bylo pro měření ve výšce 60 cm použito nivelačního stroje Zeiss III, č. 29 525 a pro měření ve výšce 210 cm Wild N III č. 18 415. Oba stroje mají planparalelní destičku umožňující čtení výšek na desetiny milimetru. U nivelačního stroje Zeiss III odpovídá vychýlení planparalelní destičky z jedné do druhé krajní polohy (viz ob. 7) posunu záměrného paprsku o 5 mm a jednotka mikrometru je 0,05 mm. Proto bylo použito lati s půlcentimetrovým dělením na invarových páscích zn. Zeiss č. 443, 1049, 1700 a 1701.

U nivelačního stroje Wild N III maximální rozdíl vychýlení planparalelní destičky způsobí posun záměrného paprsku o 1 cm a jednotka mikrometru je 0,1 mm, takže se čtení mikrometru tohoto stroje muselo přepočítávat na jednotky 0,05 mm.

Místo měření bylo voleno tak, aby povrch terénu — udusaná hlína — byl rovinný, bez jakéhokoli pokrytu. Bylo dosti vzdáleno od terénních předmětů, aby byly zachovány teplotní poměry volného prostoru bez rušivých bočních vlivů blízkých budov. Nivelační stroje byly upevněny na zděných pilířích a nivelační latě postaveny na hřebové nivelační značky vyčnívající z betonových kvádrů osazených ve vzdálenosti 5, 20, 40 a 60 m od nivelačních strojů (obr. 8).

Na lati ve vzdálenosti 5 m se zjišťoval vzestup nebo pokles paprsku, způsobený tepelnou roztažností pilířů. Z dřívějších pokusů (provedených v roce 1953) totiž vyplynulo, že je nutno stále sledovat výšku nivelačního stroje nad povrchem terénu, aby změna této výšky nebyla neprávem započítána



Obr. 8.

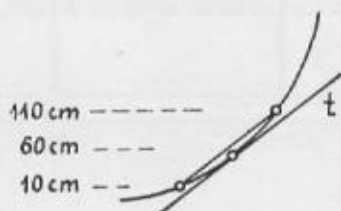
do působení refrakce. Současně bylo dokázáno, že ohyb paprsku je ve vzdálenosti 5 m od místa měření ještě prakticky nulový i při značně velkých teplotních gradientech. Proto je možno na lati 5 m vzdálené od nivelačního stroje odečítat skutečnou výšku záměrného paprsku.

Teplotní gradienty byly určovány současně s měřením na lati dvěma aspiračními psychrometry ve výškách 10, 110, 160 a 260 cm. Tyto výšky byly voleny proto, aby rozdíl $t_{110} - t_{10}$ dal přímo dt/dh pro záměr ve výšce 60 cm a $t_{260} - t_{160} = dt/dh$ ve výšce 210 cm (obr. 9). Malý úsek teplotní křivky je totiž možno považovat za část kružnice a pak tečna uprostřed křivky je rovnoběžná s tětivou (viz obr. 10).

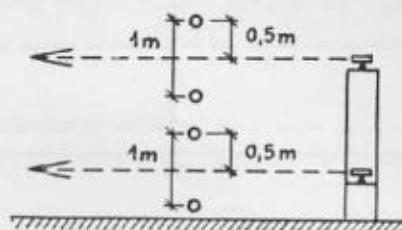
Celkem bylo provedeno 160 měření úplných (t. j. současně ve výšce 60 cm a 210 cm), z toho 15 při isothermii ($dt=0$) ve výšce 10 až 260 cm, a

kromě toho ještě dalších 9 měření jen s výškou záměrného paprsku 60 cm. Tato další měření se prováděla při náhlé změně teploty ve výšce do 110 cm — na př. když slunce zašlo za mrak,

Abý mohl být zjištěn vzestup nebo pokles paprsku, bylo nutno současně určit převýšení značek a tím správné čtení na jednotlivých latích, odpovídající ideálnímu vodorovnému průběhu paprsku. Bylo toho docíleno během výzkumného měření mnohým opakovaným měřením za takových atmosférických podmínek, kdy se dala předpokládat homogenita ovzduší, t. j. při isothermii. Protože měření bylo rozvrženo na dosti dlouhé období, bylo rozděleno na 9 serií podle časových úseků. Odlišné čtení na stupnici nivelační latě od čtení stanoveného pro příslušnou serii umožnilo určit velikost zakřivení záměrného paprsku způsobeného refrakcí.



Obr. 10.



Obr. 9

4. Výsledky výzkumných měření

Změny průběhu záměrného paprsku při různých vertikálních teplotních gradientech, zjištěné čtením na latích ve vzdálenosti 20, 40 a 60 m od stroje, byly pro jednotlivé serie graficky vyneseny. Při tom byly vzájemně odděleny hodnoty naměřené ve výšce 60 cm a 210 cm. Za jednotku změny výšky bylo zvoleno 0,05 mm, protože v přesné nivelaci se používá většinou latí se stupnicí s půlcentimetrovým dělením. Vyrovnávací přímky výškových změn při proměnlivých teplotních gradientech pro různé vzdálenosti 20, 40 a 60 m mají v jednotlivých seriích přibližně stejný sklon. Tyto vyrovnávací přímky byly konstruovány jen pro tento důkaz. Pro výpočet hodnot uvedených v následujících tabulkách I až III byly vzaty původní naměřené hodnoty.

Z jednotlivých změn byly v každé serii (1 až 9) vypočteny jejich průměrné hodnoty při různých teplotních gradientech, a to zvlášť pro výšku 60 cm a zvlášť pro výšku 210 cm. Hodnoty jsou sestaveny v tabulce I. (str. 371).

V tabulce I je rozděleno 9 hlavních sloupců (pro výsledky serií 1 až 9) vždy na další 4. V prvním až třetím jsou uvedeny průměrné velikosti vzestupu

TABULKA IIa

Průměrné změny polohy záměrného paprsku ve vzdálenostech 20, 40 a 60 m od stroje ve výšce záměry 60 cm při vertikálních teplotních gradientech od $+0,2^{\circ}\text{C}$ do $-1,2^{\circ}\text{C}$ (v jednotkách 0,5 mm)

$\frac{d\gamma/dh}{\text{Vzdál. m } ^{\circ}\text{C}}$	+0,2	+0,1	0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-0,9	-1,0	-1,1	-1,2	Prům.
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	-1,5 $\pm 0,09$	0 $\pm 0,12$	0 $\pm 0,14$	-0,5 $\pm 0,14$	+0,5 $\pm 0,15$	+1,0 $\pm 0,18$	+1,0 $\pm 0,33$	+1,5 $\pm 0,19$	+1,5 $\pm 0,11$	+2,5 $\pm 0,15$	+3,0 $\pm 0,25$	+2,5 $\pm 0,07$	+3,0 $\pm 0,32$	+3,5 $\pm 0,50$	+4,0 $\pm 0,35$	+1,5
40	-5,0 $\pm 0,08$	-1,5 $\pm 0,30$	0 $\pm 0,22$	+2,5 $\pm 0,30$	+3,5 $\pm 0,29$	+5,0 $\pm 0,29$	+5,5 $\pm 0,29$	+6,5 $\pm 0,26$	+8,5 $\pm 0,32$	+11,0 $\pm 0,36$	+11,5 $\pm 0,34$	+13,5 $\pm 0,65$	+15,0 $\pm 1,02$	+18,0 $\pm 2,00$	+18,5 $\pm 1,77$	+7,5
60	-6,0 $\pm 0,67$	-5,0 $\pm 0,59$	0 $\pm 0,43$	+4,5 $\pm 0,49$	+8,5 $\pm 0,42$	+11,5 $\pm 0,42$	+14,5 $\pm 0,38$	+18,5 $\pm 0,42$	+21,5 $\pm 0,32$	+24,0 $\pm 0,41$	+27,5 $\pm 0,66$	+31,5 $\pm 0,96$	+34,0 $\pm 1,03$	+36,5 $\pm 0,50$	+38,5 $\pm 3,50$	+17,2
Průměr	-4,8	-4,2	0	+2,2	+4,2	+5,8	+7,0	+8,8	+10,5	+12,5	+14,0	+15,8	+17,3	+19,3	+20,3	

TABULKA IIb

Průměrné změny polohy záměrného paprsku ve vzdálenostech 20, 40 a 60 m od stroje ve výšce záměry 210 cm při vertikálních teplotních gradientech od $+0,3^{\circ}\text{C}$ do $-0,7^{\circ}\text{C}$ (v jednotkách 0,05 mm)

$\frac{d\gamma/dh}{\text{Vzdál. m } ^{\circ}\text{C}}$	+0,3	+0,2	+0,1	0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7						Prům.
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						0
20	-3,0 $\pm 0,59$	-1,0 $\pm 0,26$	0 $\pm 0,10$	0 $\pm 0,19$	0 $\pm 0,12$	+1,0 $\pm 0,21$	+2,0 $\pm 0,17$	+2,0 $\pm 0,17$	+2,0 $\pm 1,34$	+2,0 $\pm 0,32$	+3,0 $\pm 0,68$						+0,7
40	-6,0 $\pm 0,45$	-1,0 $\pm 0,37$	-2,0 $\pm 0,15$	0 $\pm 0,20$	+1,0 $\pm 0,23$	+3,0 $\pm 0,25$	+4,5 $\pm 0,24$	+6,5 $\pm 0,45$	+8,0 $\pm 0,45$	+10,0 $\pm 0,45$	+9,5 $\pm 0,68$						+2,8
60	-13,0 $\pm 1,04$	-7,5 $\pm 0,22$	-4,5 $\pm 0,24$	0 $\pm 0,26$	+4,0 $\pm 0,17$	+8,0 $\pm 0,58$	+11,5 $\pm 0,50$	+15,5 $\pm 0,50$	+18,0 $\pm 1,67$	+19,0 $\pm 0,87$	+24,5 $\pm 0,87$						+6,9
Průměr	-7,3	-4,2	-2,2	0	+1,7	+4,0	+6,0	+8,0	+9,3	+10,3	+12,3						

TABULKA III

Průměrné změny polohy záměrného paprsku z obou skupin měření ve vzdálenostech 20, 40 a 60 m od stroje při vertikálních teplotních gradientech od $+0,3^{\circ}\text{C}$ do $-1,2^{\circ}\text{C}$ (v jednotkách 0,05 mm)

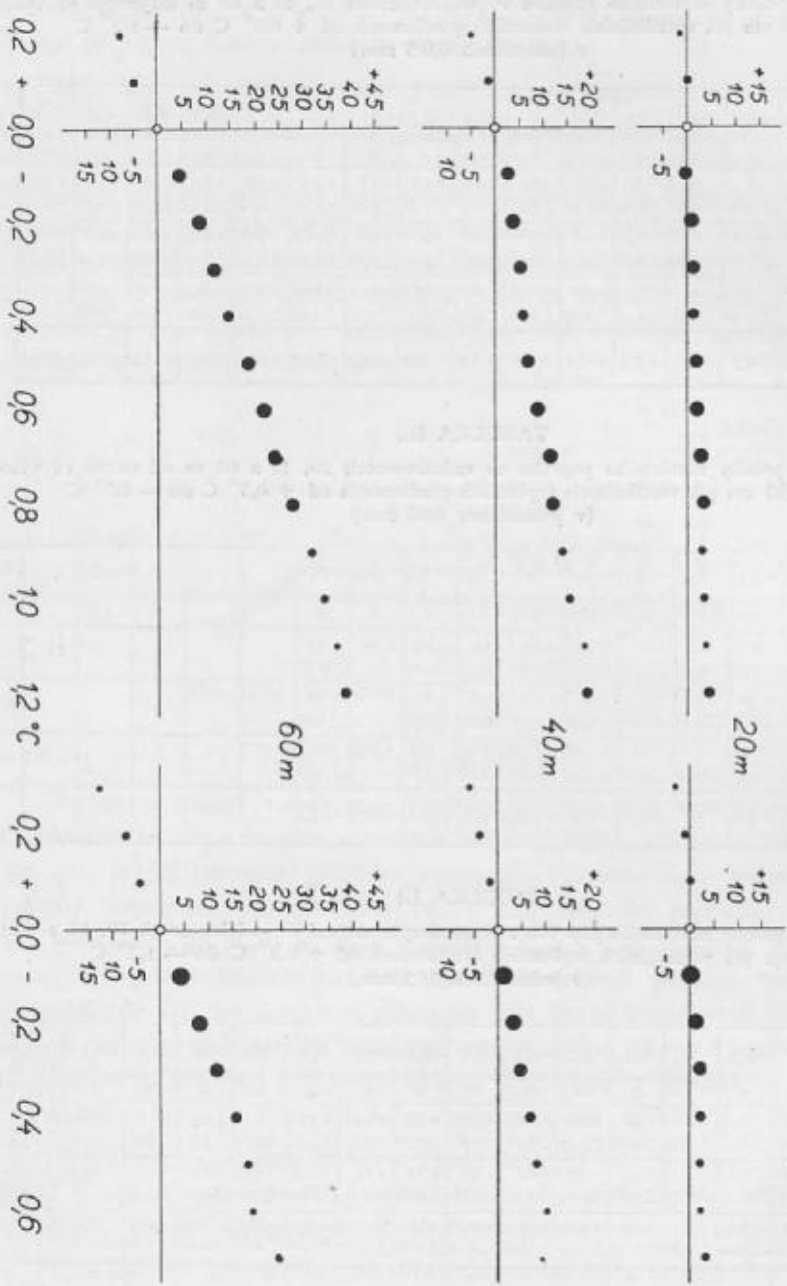
$\frac{d\gamma/dh}{\text{Vzdál. m } ^{\circ}\text{C}}$	+0,3	+0,2	+0,1	0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-0,9	-1,0	-1,1	-1,2	Prům.
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	-3,0 $\pm 0,46$	-1,0 $\pm 0,18$	0 $\pm 0,09$	0 $\pm 0,08$	+0,5 $\pm 0,10$	+1,5 $\pm 0,17$	+1,5 $\pm 0,23$	+1,5 $\pm 0,29$	+1,5 $\pm 0,13$	+1,5 $\pm 0,14$	+2,5 $\pm 0,25$	+3,0 $\pm 0,07$	+2,5 $\pm 0,32$	+3,0 $\pm 0,50$	+3,5 $\pm 0,35$	+4,0 $\pm 0,35$	+1,3
40	-6,0 $\pm 0,41$	-2,0 $\pm 0,26$	0 $\pm 0,14$	+1,5 $\pm 0,17$	+3,0 $\pm 0,19$	+5,0 $\pm 0,20$	+6,0 $\pm 0,22$	+7,0 $\pm 0,23$	+8,5 $\pm 0,31$	+10,5 $\pm 0,34$	+11,5 $\pm 0,34$	+13,5 $\pm 0,65$	+15,0 $\pm 1,02$	+18,0 $\pm 2,00$	+18,5 $\pm 1,77$		+6,6
60	-13,0 $\pm 0,81$	-7,5 $\pm 0,34$	-4,5 $\pm 0,24$	0 $\pm 0,22$	+4,0 $\pm 0,30$	+8,0 $\pm 0,35$	+11,5 $\pm 0,32$	+15,0 $\pm 0,32$	+18,5 $\pm 0,37$	+21,5 $\pm 0,33$	+24,0 $\pm 0,37$	+27,5 $\pm 0,66$	+31,5 $\pm 0,96$	+34,0 $\pm 1,03$	+36,5 $\pm 0,50$	+38,5 $\pm 3,50$	+15,3
Průměr	-7,3	-4,2	-2,2	0	+1,8	+3,8	+6,0	+7,5	+9,0	+10,5	+12,3	+14,0	+15,8	+17,3	+19,3	+20,3	

PŘÍLOHA I.

Průměrná změna polohy záměrného paprsku ve vzdálenostech 20, 40 a 60 m od stroje, ve výškách záměry 60 cm a 210 cm při vertikálních teplotních gradientech + 0,3° až - 1,2° C (v jednotkách 0,05 mm).

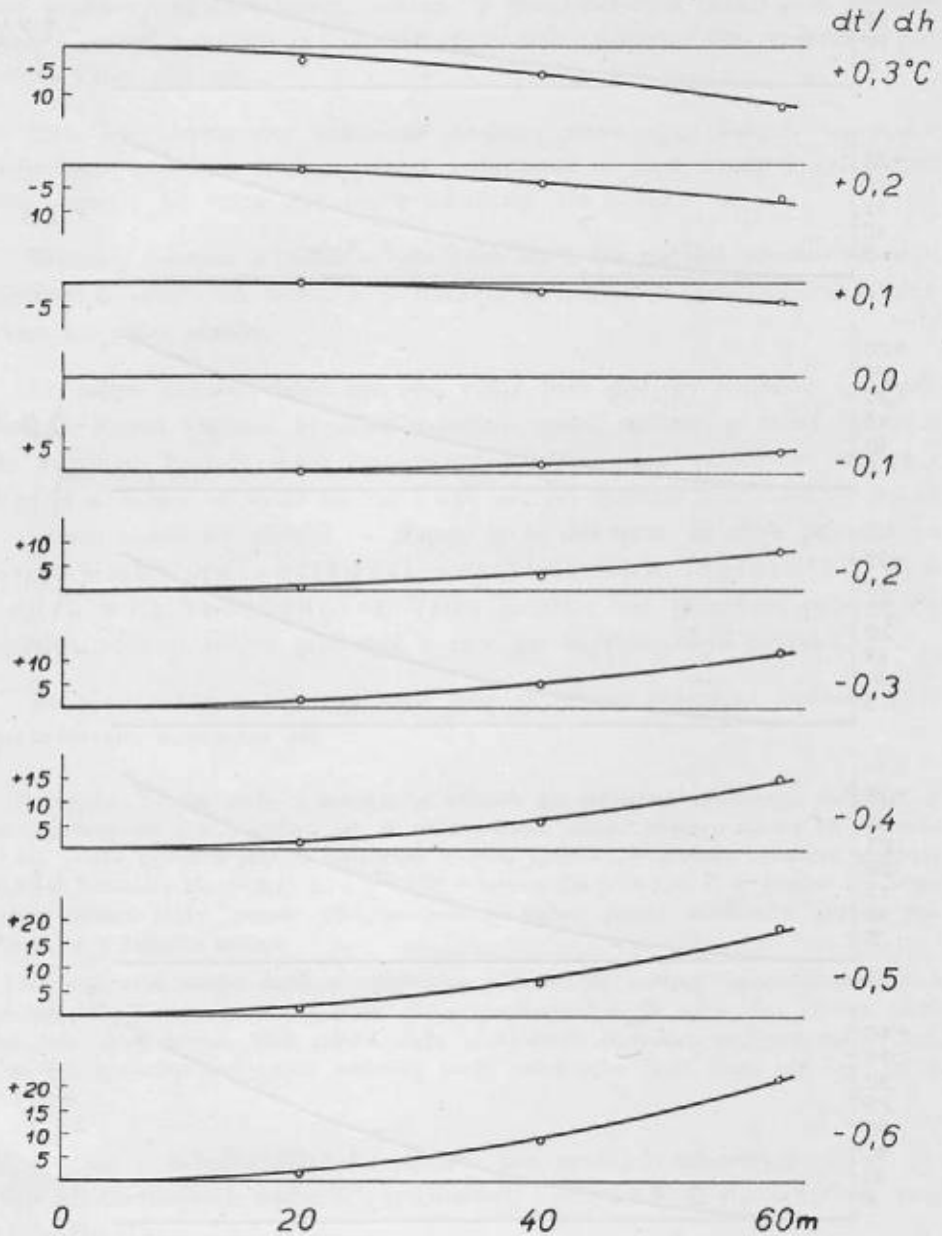
VÝŠKA ZÁMĚRY 60cm

VÝŠKA ZÁMĚRY 210cm

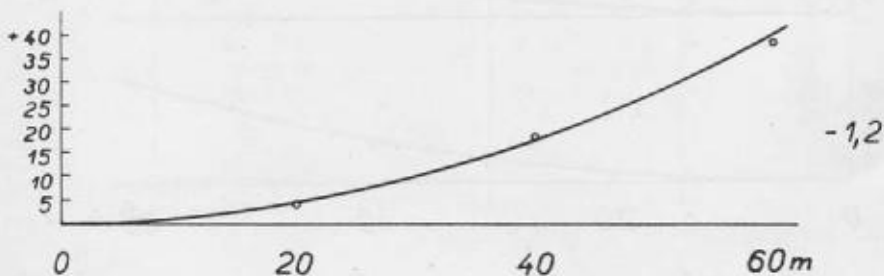
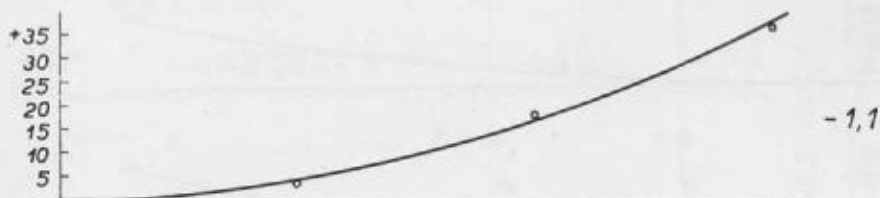


PŘÍLOHA IIa.

Ohyb záměrného paprsku při vertikálních teplotních gradientech
 + 0,3° až - 1,2° C (v jednotkách 0,05 mm).



PRÍLOHA IIb.



nebo poklesu záměrného paprsku ve vzdálenostech 20, 40 a 60 m od nivelačního stroje. Ve 4. sloupci — označeném n — je uvedeno, z kolika pozorování jsou tyto hodnoty určeny. 16 řádků tabulky vyčerpává všechny teplotní gradienty zjištěné během měření. V horní polovině řádků jsou uvedeny hodnoty určené z měření ve výšce 60 cm, v dolní polovině jsou výsledky z měření ve výšce 210 cm.

Dále byly vypočteny průměrné hodnoty změn při různých teplotních gradientech ze všech serií pro tytéž vzdálenosti a jsou uvedeny zvlášť pro výšku záměry 60 cm a 210 cm v tabulkách IIa a IIb.

Průměry sloupců a řádků v tabulkách IIa i IIb zřetelně ukazují závislost naměřených výškových změn, a to lineární na teplotním gradientu a kvadratickou na délce záměry.

Průměrné hodnoty změn pro obě výšky byly graficky vyneseny (viz přílohu I). Různá velikost kroužků vyjadřuje počet měření, z nichž byl průměr vypočten. Protože sklon vyrovnávacích přímek pro vzdálenosti 20, 40 a 60 m je u záměr ve výšce 60 cm i 210 cm při stejném gradientu — nikoli ve stejném okamžiku měření — stejný, je to důkazem, že ohyb paprsku je závislý jen na velikosti vertikálního teplotního gradientu a na vzdálenosti. Výška paprsku nad povrchem země ovlivňuje jen velikost těchto gradientů a tím jen nepřímo ohyb paprsku.

Ze všech změn v obou výškách byly vypočteny průměrné hodnoty a ty jsou sestaveny v tabulce III.

Poznámka: Střední chyby v naměřených výškách při teplotních gradientech $dt/1h = 0^\circ \text{C}$ jsou vypočteny jen z těch měření, kdy se tento gradient vyskytl jenom u záměry 60 cm nebo 210 cm vysoké (nikoli z případu isothermie v obou výškách). V případě teplotních gradientů $+0,2^\circ \text{C}$ v tabulce IIa, $+0,3^\circ \text{C}$ a $-0,6^\circ \text{C}$ v tabulce IIb a $+0,3^\circ \text{C}$ v tabulce III nejsou uvedeny střední chyby, protože příslušné hodnoty změny polohy záměrného paprsku jsou získány jen z jediného měření.

Nápadně větší střední chyby v naměřených výškách při velikých teplotních gradientech jsou způsobeny tím, že v době výskytu těchto gradientů byla již velmi silná vibrace, takže čtení bylo méně přesné. Větší střední chyby u kladných teplotních gradientů vznikly tím, že se tyto gradienty vyskytovaly nejčastěji pozdě večer nebo časně ráno, kdy byla špatná viditelnost.

Hodnot z tabulky III bylo použito pro grafické znázornění ohybu paprsku při vertikálních teplotních gradientech od $+0,3^\circ \text{C}$ do $-1,2^\circ \text{C}$ (viz příloha IIa, IIb).

5. Z á v ě r

Výsledky výzkumných měření potvrdily, že

1. velikost ohybu paprsku ve stejné vzdálenosti od stroje je lineárně závislá na velikosti vertikálního teplotního gradientu (viz přílohu I);

2. s délkou záměry se paprsek zakřivuje přibližně podle kružnice (viz přílohy IIa, IIb), velikost zakřivení je tedy v prvním přiblížení závislá na čtverci vzdálenosti od stroje (viz tabulku III);

3. velikost vertikálního teplotního gradientu klesá s výškou nad povrchem terénu. Ve výšce 60 cm byly zjištěny maximální $dt/th = -1,2^\circ \text{C}$, ve výšce 210 cm $dt/th = -0,7^\circ \text{C}$, průměrné hodnoty jsou $|0,5|^\circ \text{C}$, resp. $|0,2|^\circ \text{C}$. Také z tabulky I je patrné, že v těchto dvou výškách se nejčastěji vyskytují teplotní gradienty do $-0,8^\circ \text{C}$ (pro 60 cm), resp. do $-0,4^\circ \text{C}$ (pro 210 cm).

Chceme-li v přesné nivelaci potlačit chyby způsobené refrakcí, můžeme

A. buď zkrátit záměry,

B. nebo zvýšit výšku stativu.

Příklad: Měříme s normální výškou stativu při $dt/th = -0,5^\circ \text{C}$ se záměrami dlouhými 40 m. Paprsek nám vystoupí vlivem refrakce asi o 7 dílků (t. j. 0,35 mm). Při zkrácení délky záměry na 20 m bude vzestup při téže gradientu jen asi 1,5 dílku (0,08 mm). Při ponechání 40 m délky záměry a zvýšení výšky stativu na 2 m klesne hodnota teplotního gradientu přibližně na $-0,2^\circ \text{C}$, čemuž odpovídá vzestup paprsku asi o 3 dílky (0,15 mm).

Ad A. Zkrácením záměr zvětší se počet přestav, čímž se prodlouží doba měření a dále by se mohly větší měrou uplatnit chyby závislé na počtu stanovišť.

Ad B. Zvýšením výšky stativu, na př. na 2 m, je znemožněno měřit přímo se země a je nutno přemísťovat zároveň se strojem schůdky pro observátora. Mimo to se mohou zvětšit jednostranně působící chyby z nepřesně svislého držení latí.

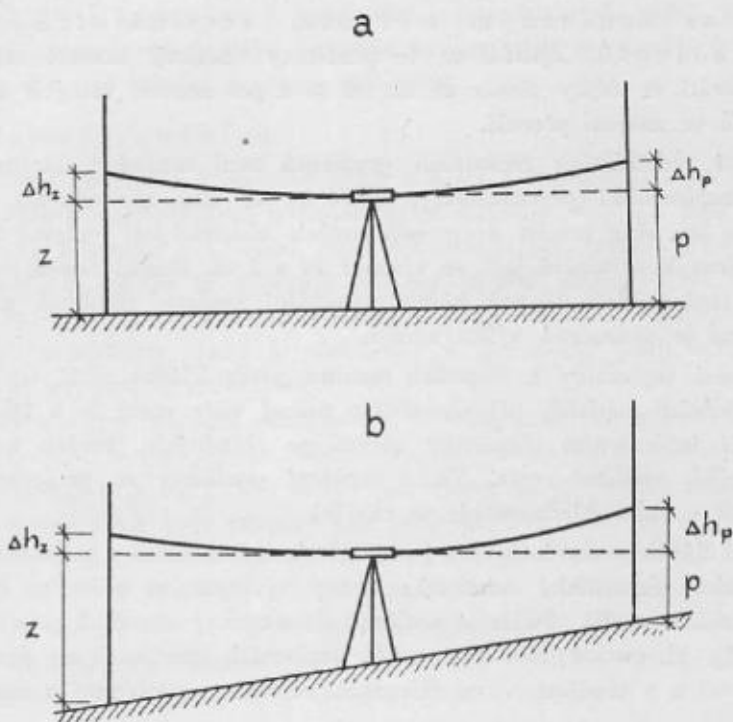
Při rozhodování o opatření k vyloučení vlivu refrakce musíme vzít v úvahu tu okolnost, že přesná nivelace se provádí v časných hodinách ranních nebo pozdních odpoledních, kdy vertikální teplotní gradienty nedosahují tak značných hodnot. Při zamračené obloze se jejich hodnota ve výškách kolem 150 cm blíží nule. V tomto případě užívání vysokého stativu nebo velmi krátké záměry není odůvodněné.

Dále si musíme uvědomit, že pro přesnost přesné nivelace není nebezpečný vlastní ohyb paprsků, ale rozdílnost ohybu při záměře vzad a vpřed — t. zv. *diferenční refrakce* (viz obr. 11).

Převýšení $H = (z + \Delta h_z) - p + \Delta h_p$.

Prochází-li záměra vzad i vpřed ve stejné výšce nad povrchem terénu (případ a), je ohyb obou záměrných paprsků stejný a $\Delta h_z = \Delta h_p$. Pak $H = z - p$, dostáváme tedy správné převýšení.

Když se ve skloněném terénu jedna záměra vzdaluje od povrchu terénu a druhá přibližuje (případ b), je každá v nich jinak zakřivená, to znamená, že $\Delta h_z \neq \Delta h_p$. Ve vypočteném převýšení bude chyba velikosti $\Delta h_z - \Delta h_p$.



Obr. 11.

Z této skutečnosti vyplývá, že při nivelování na rovině, kdy čtení vzad a vpřed není příliš rozdílné, není třeba příliš zkracovat délku záměry nebo zvyšovat stativ. V kopcovitém terénu automaticky zkracujeme délku záměr, protože nivelační instrukce předepisuje, že čtení na lati nemá klesnout pod 50 cm. Velmi nebezpečný je však případ, kdy se v mírně skloněném terénu, při záměře 50 m dlouhé, záměrný paprsek přiblíží asi na 50 cm k povrchu Země u jedné lati a u druhé dosáhne výšky přibližně 250 cm.

Nivelace s krátkými záměry nebo s vysokým stativem je opatření, které ztěžuje nivelační práce i tehdy, kdy vliv refrakce na přesnost nivelace je zanedbatelný. Ekonomičtější je učinit opatření k vyloučení vlivu refrakce jen tenkrát, ohrožuje-li její působení přesnost výsledků.

Zvyšování stativu během měření není snadno proveditelné, ale zkrácení záměr je možno provést kdykoli. Proto za nejvhodnější řešení k vyloučení vlivu refrakce můžeme považovat nivelování s normální výškou stativu a záměry maximálně 45 m dlouhými v rovině (v kopcovitém terénu podstatně kratšími) se současným měřením vertikálních teplotních gradientů. Zjistí-li se, že gradienty dosahují hodnot větších než $0,3^{\circ}\text{C}$, zkrátí se délky záměr až na 20 m a při značně velkých teplotních gradientech se měření přeruší.

Měření vertikálních teplotních gradientů není možné v tomto případě provádět aspiračními psychrometry, neboť by se tím zpomalovala nivelace. S výhodou lze však použít dvou odporových elektrických teploměrů připevněných přímo k nivelační lati ve výšce 1 m a 2 m. Rozdíl teplot odečtených na obou teploměrech dá pak přímo vertikální teplotní gradient pro výšku 1,50 m, což je průměrná výška záměr.

Nejsou-li teploměry k dispozici, musíme předpokládat větší teplotní gradienty v letních měsících při slunečném počasí vždy mezi 9. a 16. hodinou a dále při intenzivním slunečním záření po chladných jasných nocích. Při bezvětří jejich velikost roste. Velké teplotní gradienty se projevují vibrací (obraz latic v dalekohledu stroje se chvěje).

Tento článek podává čtenáři jen povšechné informace o problémech nivelační refrakce. Statistický materiál získaný výzkumným měřením bude pramenem dalších studií. Půjde o ověření theoreticky odvozené konstanty ve vzorci (15), zkoumání závislosti změn teplotních gradientů na denní době a povětrnosti a o studium vlivu diferenční refrakce na nivelaci a tachymetrii.

Literatura:

Böhm: Přesná nivelace, Praha, 1955.

Kukkamäki: Über die nivellitische Refraktion, Helsinki, 1938.

Reissmann: Untersuchungen zur Ausschaltung des Einflusses der Vertikalrefraktion beim Präzisionsnivellement Berlin, 1954.

Vojenské mapy Spojených států amerických

Úspěšné vedení moderního boje vyžaduje důkladného jednotného mapového díla. Budují je nejen státy tábora socialismu na obranu socialistického vlastnictví, ale i imperialisté k uplatnění svých útočných plánů v připravované nové světové válce. Také vojenské kruhy USA přistoupily k vytvoření mapového díla, od našeho poněkud odlišného.

I. Geodetický podklad.

Vytvoření jednotné trigonometrické sítě na celém území USA vyžadovalo zavedení transkontinentálního triangulačního systému. Výpočty jsou prováděny na Clarkově elipsoidu z r. 1866, jehož referenční bod, zvaný „North American Datum“, k němuž se vztahují všechna přesná měření USA, Kanady a Mexika, byl stabilisován v Meade's Ranch v kraji Osborne v Kansasu. Úkolem federálních měřických úřadů je stabilisace a sjednocení všech bodů, u nichž jsou známy zeměpisné souřadnice.

Takto ucelený národní triangulační systém nabyl významu zavedením státního systému rovinných souřadnic. Soubor rovinných pravoúhlých souřadnic je výhodný pro malý stát nebo část (obvykle polovinu) státu velkého. Pro celé území USA byly zvoleny dvě projekce. Pro státy protáhlé ve směru východ—západ a užší než 158 mil od severu k jihu byla zvolena Lambertova úhlojevná kuželová projekce, pro státy protáhlé ve směru sever—jih a kratší než 158 mil od východu k západu bylo zavedeno příčné Merkatorovo zobrazení.

Aby se zabránilo skreslení, byly velké státy rozděleny do dvou nebo více zon. Hranice tvoří klikatá čára sledující hranice krajů.

Souřadnice všech bodů v každé zoně jsou kladné.

Do r. 1946 používala armáda USA pro své území polykonické projekce, v tomto roce zavedla t. zv. příčné Merkatorovo zobrazení (ve skutečnosti příčné válcové Gaussovo zobrazení) a polární stereografickou projekci.

Polykonická (mnohokuželová) projekce

Na prodloužené zemské ose nad severním pólem ve vzrůstajících vzdálenostech jsou vrcholy kuželů, jejichž základny jsou tečnami k různým rovnoběžkám. Hlavní měřítko je zachováno podél dotkových rovnoběžek a středního poledníku. Podél ostatních poledníků jsou vedlejší měřítka větší než hlavní, a proto jsou zobrazené útvary protáhlé podél poledníků.

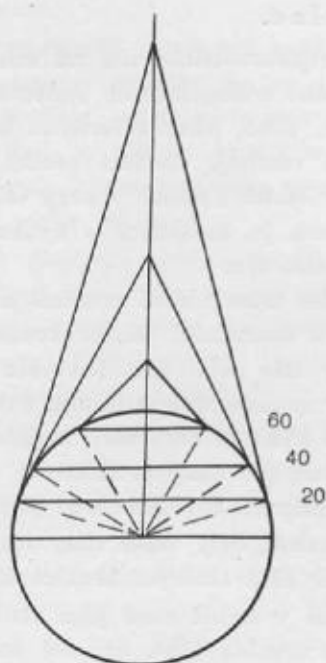
Mapy této projekce nejsou ani úhlojevné, ani plochojevné.

Této projekce bylo původně používáno civilní zeměměřickou službou.

Poněvadž mapy této projekce jsou tak nepřesné, že jich nelze použít pro řízení palby těžkého dělostřelectva, armáda USA tento způsob zobrazení opustila.

Lambertova úhlojevná kuželová projekce

Pobřežní a geodetická služba USA převzala Lambertovu úhlojevnou kuželovou projekci, které bylo použito pro francouzské vojenské mapy v první světové válce.



Obr. 1.

Je to jednoduchá kuželová projekce, kde plášť kužele protíná povrch země ve dvou rovnoběžkách. Promítnutím bodů povrchu zemského na plášť kužele vznikne mezi sečnými rovnoběžkami malé zmenšení měřítka, zatím co vně sečných rovnoběžek se měřítko zvětší.

Aby bylo dosaženo úhlojevné mapy, je třeba malé úpravy měřítka; u map USA chyba v měřítku nepřesahuje 2 %.

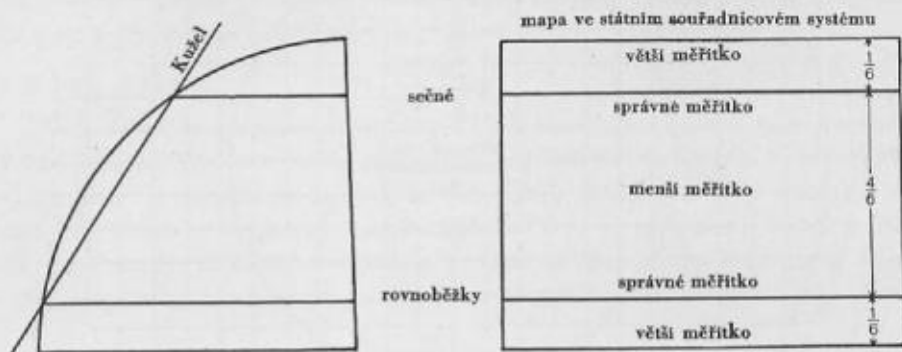
Armáda USA této projekce nepoužívá.

Příčné Merkatorovo zobrazení

Bylo zavedeno armádou USA v r. 1946 a je nyní všeobecně používaným zobrazením pro všechny mapy od 80° jižní šířky do 80° severní šířky. Vzhledem k původní Merkatorově projekci je válec otočen o 90° a jeho osa je kolmá k zemské ose.*)

Válec je tečnou k některému poledníku, který se nazývá hlavním poledníkem. Rovník a hlavní poledník se zobrazují jako přímky, ostatní poledníky a rovnoběžky jako křivky. Projekce je úhlojevná, ale skreslení ploch vyžaduje stálého měnění měřítka, poněvadž roste na obě strany od hlavního poledníku.

Projekce se velmi dobře hodí pro území protáhlá ve směru sever—jih.



Obr. 2.

Aby se zmenšilo nadměrné skreslení, byl celý svět rozdělen do 6° pásů, jejichž střední poledník (osový) a rovník jsou přímky, zatím co ostatní poledníky a rovnoběžky jsou křivky.

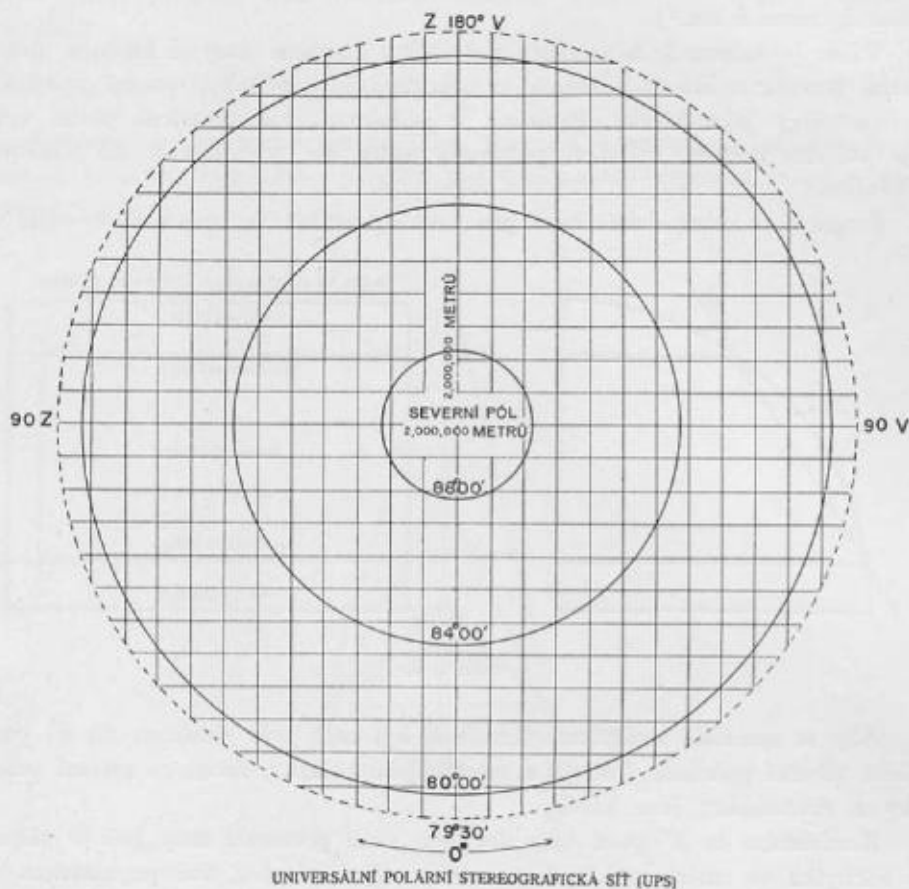
Rozdělením do 6° pásů bylo docíleno větší přesnosti map, než je případná odchylka ve směru největšího dostřelu dělostřelectva, což je hlavním vodítkem pro volbu projekce vojenských map USA.

Polární stereografická projekce

Tato projekce se používá pro zobrazení území nad 80° zemské šířky a je standardní projekcí pro mapy armády a letectva. Území je promítnuto na tečnou rovinu nad pólem, protilehlý pól je středem promítání. Rovnoběžky jsou sou-

*) M. K. Kudrjavcev v článku „Standardisace základních topografických map...“ píše: V USA se používá..... příčné válcové projekce Gaussovy. Američané a Angličané ji nesprávně nazývají „projekcí Merkatorovou“.

středné kružnice, poledníky jsou přímky, které se paprskovitě rozbíhají z pólu. Projekce je úhlojevná se správným měřítkem na základní rovnoběžce, což dává záruku, že na 200 mil severně i jižně je chyba v obou směrech i úhlu menší než odchylka nejpřesnějšího dalekonosného děla.



Obr. 3.

II. Rozdělení map podle měřítka

Generální mapy (malé měřítko):

Generální mapy jsou mapy měřítka menšího než 1:1 000 000 (16 mil se rovná skoro 1 palci) a používají jich štáby pro plánování a strategická studia. Terénní předměty jsou pro přehlednost a čitelnost mapy značně zvět-

šeny. Umístění terénních předmětů je zpravidla přesné, avšak mapa je poněkud deformována v důsledku nesnadného zobrazení velké části zemského povrchu na malé ploše papíru.

Strategické mapy (střední měřítko):

Strategických map, které mají měřítka od 1:100 000 do 1:1 000 000, používá se k plánování operací svazků, přesunů, soustředění a zásobování jednotek. Standardní měřítka armádou používaná jsou: 1:1 000 000, 1:500 000 a 1:250 000.

Taktické mapy (velké měřítko):

Standardní měřítka taktických map jsou 1:100 000, 1:50 000 a 1:25 000. Vzdálenosti, vodorovné úhly a výškové poměry jsou přesně zobrazeny. Těchto map používají taktické jednotky k vedení bojových operací.

III. Klad listů.

Do r. 1942 se označení listu mapy USA skládalo z názvu velkého sídliště a názvu státu. Všeamerickým nařízením (A 300-15 r. 1942) bylo zavedeno označení listů topografických a leteckých map, skládající se z písmen, číslic a zlomků, jimiž se vyjadřuje „indexový bod“, t. j. zeměpisná šířka a délka rohu listu mapy nejbližšího rovníku a Greenwichskému poledníku a rozměr plochy mapového listu ve stupních (minutách).

Měřítko	Rozměry	Označení
1:250 000	60' × 60'	N 3500 - E 2000/60
1:125 000	30' × 30'	N 3500 - E 2000/30
1:62 500	15' × 15'	N 3500 - E 2000/15
1:31 680	7,5' × 7,5'	N 3500 - E 2000/7,5
1:24 000	6' × 6'	N 3500 - E 2000/6

N značí severní polokouli, 3500 rovná se 35° 00' 00" zemské šířky indexového bodu, E značí východní zemskou délku indexového bodu (20° 00' 00") a 60 je šířkový a délkový rozměr listu mapy v minutách.

Toto označení je těžkopádné a obtížné a nesouvisí s označením map ostatních měřítek, a proto Američané zavedli nové označení topografických map. Na př.: „List 1558 IV“ znamená: řada 15, sloupec 58, IV je označení mapy v měřítku 1:62 500.

Klad listů a označení mapy v měřítku 1:250 000 odpovídá kladu listů a označení mezinárodní milionové mapy. Na př. N 11-10-6, kde N je severní polokoule, 11 je pás, 10 je sloupec a 6 je t. zv. místní číslo listu.

Z uvedeného přehledu je jasné, že Američané se snaží odstranit nesoustavnost dřívějšího označování některých map. Tak označení mapy měřítka 1:250 000 se velmi podobá označení sovětských topografických map měřítka 1:200 000, zavedenému již v roce 1923.

IV. Souřadnicové sítě

Vzhledem k rozsáhlosti území USA, jejím koloniím a opěrným bodům v závislých zemích používá se několika pravouhlých souřadnicových systémů.

Souřadnicový systém pro polykonickou projekci

Pro vojenské účely bylo území USA rozděleno do 7 zón (t. j. poledníkových dvojúhelníků, z nichž každý je zobrazen polykonickou methodou), jejichž zeměpisná délka je 9° (vlastně 8° , poněvadž územní pás v délce $30'$ na západ i východ od okrajových poledníků je znovu zobrazen na sousedních zónách).

Zony jsou označeny písmeny A až G od východu na západ.

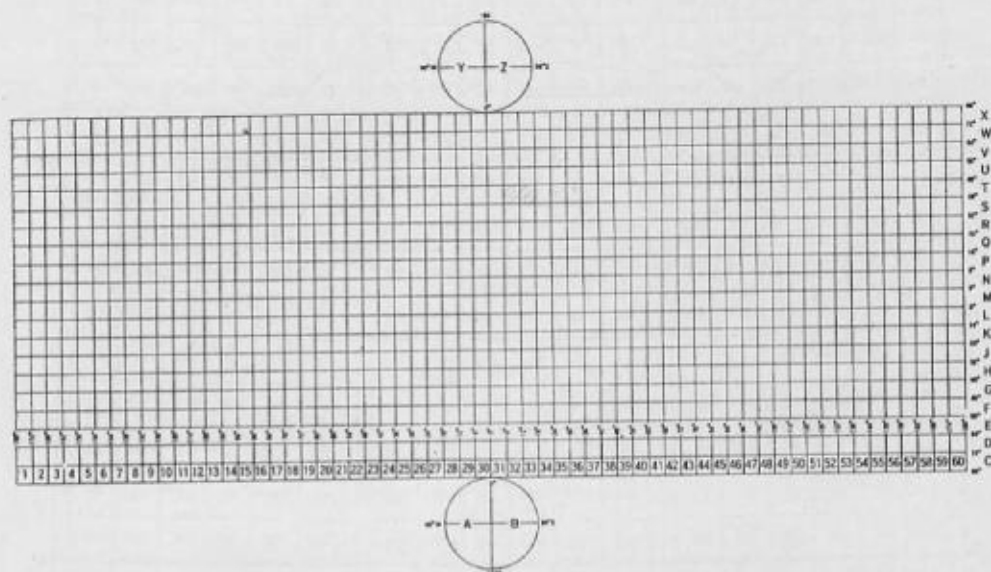
Zona	Střední poledník	Okrajové poledníky (s překrytem)
A	73°	$68^\circ 30'$ až $77^\circ 30'$
B	81°	$76^\circ 30'$ až $85^\circ 30'$
C	89°	$84^\circ 30'$ až $93^\circ 30'$
D	97°	$92^\circ 30'$ až $101^\circ 30'$
E	105°	$100^\circ 30'$ až $109^\circ 30'$
F	113°	$108^\circ 30'$ až $117^\circ 30'$
G	121°	$116^\circ 30'$ až $125^\circ 30'$

Každá zóna je pokryta 1000yardovou čtvercovou sítí. Osou X je přímka rovnoběžná se středním poledníkem, ležící 1 000 000 yardů na západ, osou Y je kolmice ke střednímu poledníku, která leží 500 000 yardů jižně průsečíků rovnoběžky $+ 28^\circ$ s krajními poledníky zóny. Poněvadž obě souřadné osy leží mimo zobrazenou zónu, má každá zóna souřadnice X v hodnotě od 500 000 do 3 000 000 y a souřadnice Y od 500 000 do 1 500 000 y.

Universální příčná Merkatorova síť (UTM)

Tato síť byla upravena pro společné používání armádou, námořnictvem a leteckými silami v r. 1946, a to pro příčné Merkatorovo zobrazení všech vojenských map od 80° jižní do 80° severní zeměpisné šířky. Síť se skládá ze 60 pásů po 6° s překrytem $1/2^\circ$ (25 mil) na obou stranách pásu. Střední

poledník prvního pásu je 177° západní délky. Číslování pásů roste směrem na východ k 60. pásu, jehož střední poledník je 177° východní délky. Počátek 1. pásu a konec 60. pásu tvoří poledník 180° . Počátek soustavy souřadnic každého pásu tvoří průsečík středního poledníku s rovníkem. Pro severní polokouli má počátek tyto souřadnice: severní hodnota je 0 m, východní 500 000 m; pro jižní polokouli: severní hodnota je 10 000 000 m, východní hodnota 500 tisíc metrů. Síťový interval je 1 000 m pro mapy do měřítka 1:100 000, mapy měřítka 1:100 000 a menšího mají interval sítě 10 000 m.

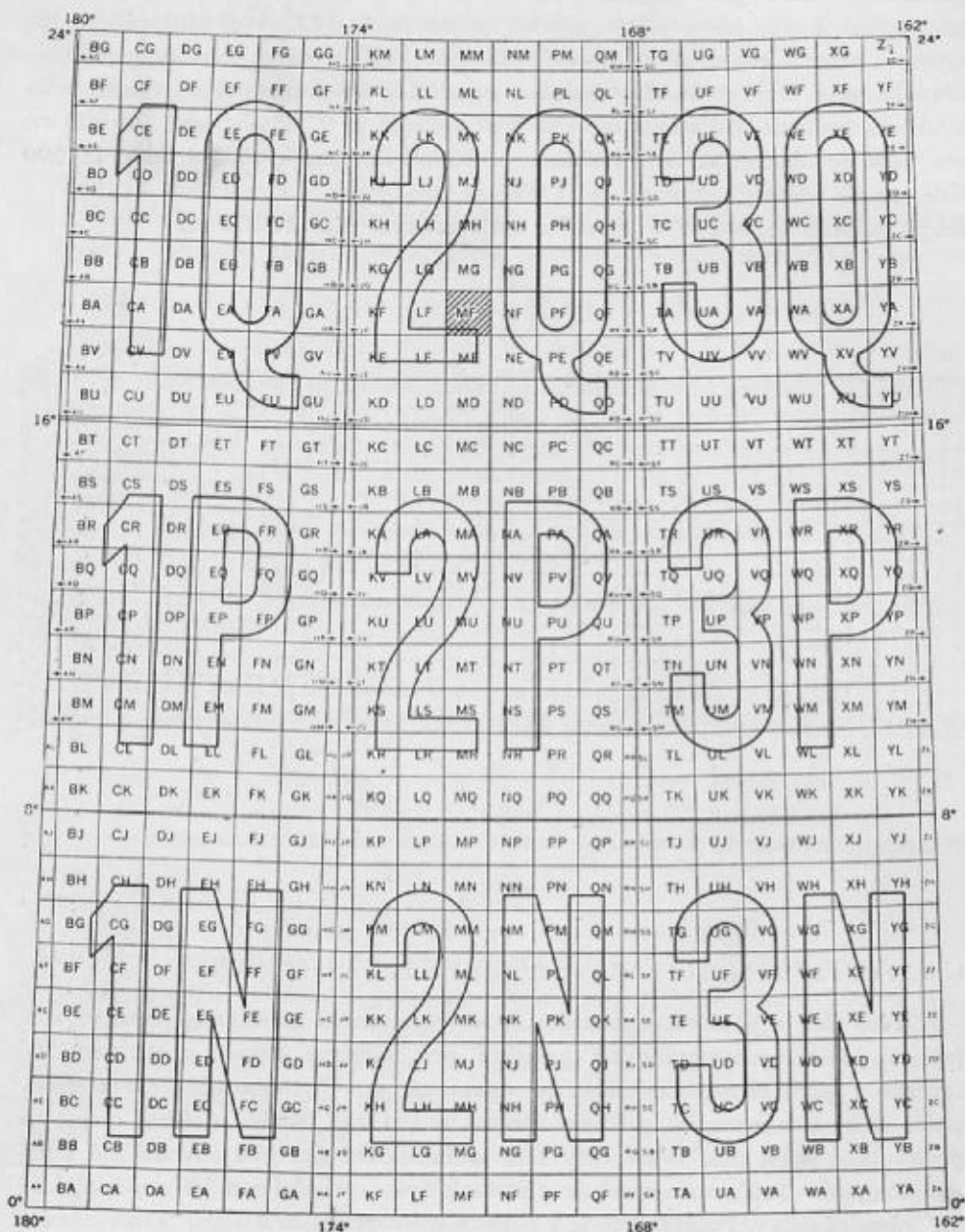


OZNAČENÍ ČÁSTÍ POLÁRNÍCH OBLASTÍ A PÁSŮ UNIVERSÁLNÍ PŘÍČNÉ MERKATOROVY SOUŘADNICOVÉ SÍTĚ

Obr. 4.

Universální polární stereografická síť (UPS)

Této síti je používáno armádou, námořnictvem a leteckými silami ve spojení s polární stereografickou projekcí pro všechny oblasti země nad 80° severní a jižní zeměpisné šířky. Je upravena pro $1/2$ stupňový překryt zeměpisné šířky s universální příčnou Merkatorovou sítí. Každá polární oblast se počítá jako jeden pás. Svislé čáry této souřadnicové sítě jsou rovnoběžné s poledníkem 0° — 180° , vodorovné jsou rovnoběžné s poledníkem 90° východní až 90° západní délky. Počátek sítě je v pólu a má souřadnice 2 000 000 m východní a 2 000 000 severní. Síť tvoří čtverce v témže intervalu, jako universální příčná Merkatorova síť (UPS viz obr. 3).

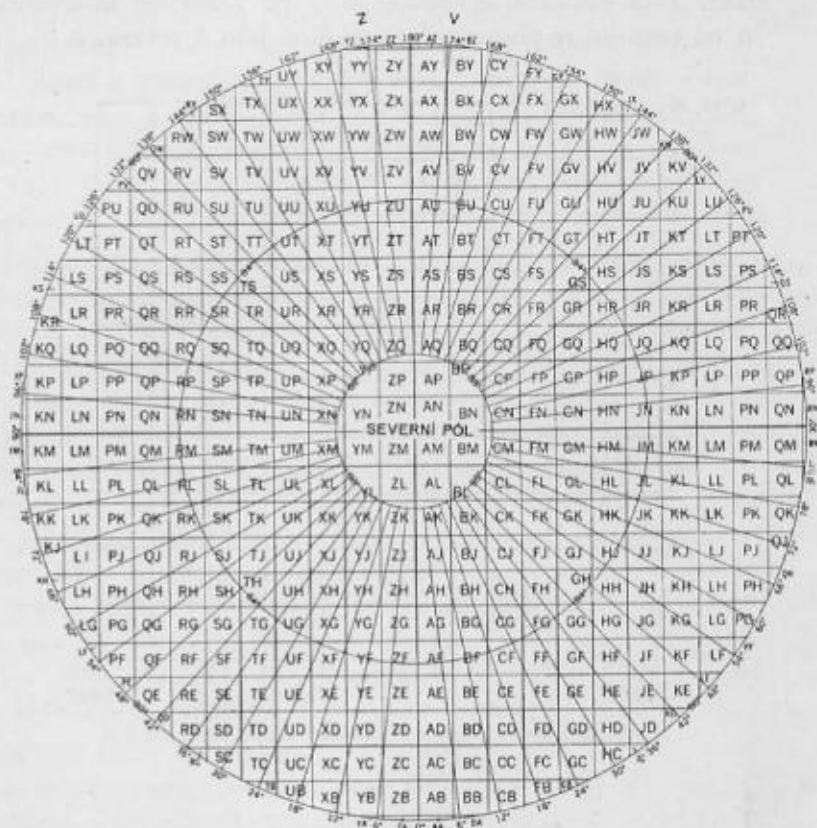


0ZNAČENÍ 100 KM ČTVERCŮ UNIVERSÁLNÍ PŘÍČNÉ MERKATOROVY SOUŘADNICOVÉ SÍTĚ (UTM)
OD 80° JIŽNÍ DO 80° SEVERNÍ ŠÍŘKY

Obr. 5.

Souřadnicový systém UTM a UPS

Celý svět je rozdělen na 60 pásů souřadnicové sítě UTM a dva pásy UPS (obr. 4). Každý pás UTM je rozdělen po 8° zeměpisné šířky, počínaje 80° jižní šířky, označených písmeny C až X, při čemž písmena I a O jsou vy-



OZNAČENÍ 100 KM ČTVERCŮ SEVERNÍ POLÁRNÍ OBLASTI (UPS)

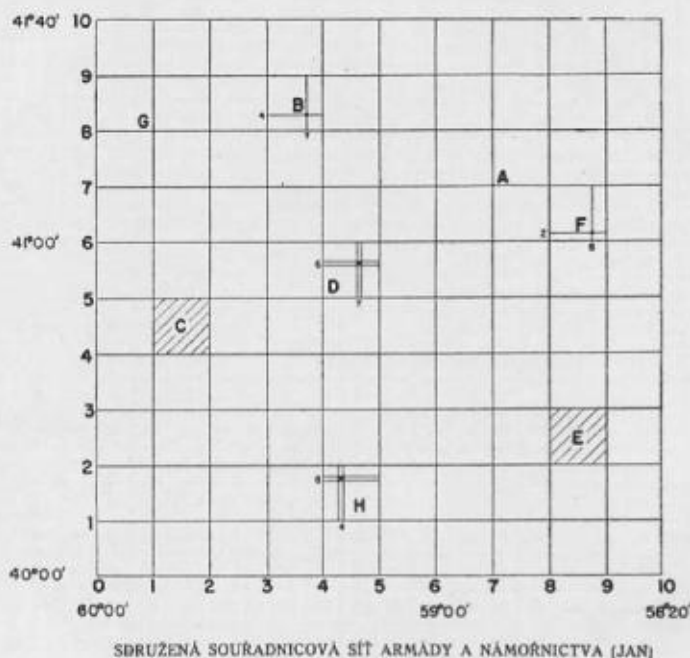
Obr. 6.

nechána. Označení sítě se děje nejdříve číslem pásu a pak písmenem (na př. 24 K). Jižní polární oblast je rozdělena poledníky 0° a 180° na dvě části. Západní polovina je označena písmenem A, východní B. Severní polární oblast je rozdělena stejně, západní je však označena písmenem Y, východní Z.

Určení 100kilometrového čtverce (obr. 5):

Každý pravouhelník ohraničený 6° zeměpisné délky a 8° zeměpisné šířky, který leží v prostoru mezi 80° jižní a 80° severní šířky, je rozdělen do čtverců

o straně 100 km. Počínaje 180° poledníkem podél rovníku na východ se používá pro označení 100kilometrových sloupců písmen A až Z (Y a O se vynechávají). Pořad písmen se po každých 18° zeměpisné délky opakuje. 100kilometrové řady jsou označeny jmeny A až V, při čemž písmena I a 0 jsou vynechána. Toto označení se opakuje vždy po 2 000 000 m severně nebo jižně. Na jih od rovníku se písmena řadí také od jihu k severu.



Obr. 7.

Polární oblasti jsou rozděleny obdobně (obr. 6). Poledníky 0° až 180° a poledníky 90° záp. až 90° vých. souhlasí s čarami 100kilometrové sítě. Obrázek ukazuje polohu a označení čtverců této sítě na severní polokouli. Pro východní polovinu jižní polární oblasti je zona označena A, souhlasná se zónou Y na severní polokouli, zatím co zona B odpovídá zóně Z atd.

Určení bodu v souřadnicové síti UTM a UPS:

Úplné určení bodu se skládá:

1. z označení souřadnicového pásu,
2. určení 100kilometrového čtverce,
3. určení pravoúhlých souřadnic bodu podle žádané přesnosti.

Na př. 2QMF3742145312 znamená: 2 Q pravoúhelník 174° až 168° východní délky a 16° až 24° severní šířky, MF 100kilometrový čtverec.

- 3745 — určení polohy bodu v 10kilometrovém čtverci,
- 374453 — určení polohy bodu v 1kilometrovém čtverci,
- 37484531 — určení polohy bodu v 100metrovém čtverci,
- 3742145312 — určení polohy bodu v 10metrovém čtverci.

Používáme-li 1kilometrové síť a rozsah mapy je malý, vynecháváme nejen označení pásu a 100kilometrového čtverce, ale i první dvě číslice (10 km), které se stále opakují. Souřadnice s přesností na 10 m v takovém případě jsou 421312. Používáme-li však 10kilometrové síť, vynecháváme označení pásu, avšak označení 100kilometrového čtverce nesmí být nikdy vynecháno.

Sdružená souřadnicová síť armády a námořnictva (JAN)

Této síti používá námořnictvo pro souřadnice námořních a námořně leteckých plánů a u map malých a středních měřítek, které nemají standardní síť (UTM nebo UPS). Takových map se často používá při operacích velkých rozměrů strategického rázu. Určení zeměpisných souřadnic je obtížné a dává menší jistotu než jakákoli rovinná souřadnicová síť, proto JAN není vhodná pro řízení a kontrolu palby. Základní síť vychází z poledníků a rovnoběžek, rozdělených na 10 stejných dílů tvořících 100 čtverců sítě. Jihozápadní roh je vždy počátkem sítě. JAN je určena zeměpisnými souřadnicemi rohu a předepsáním délky základních čar. Tak na obr. 7 čteme: V síti JAN 60 W, 40 N, strany 100 minut. Určení bodu: čteme nejdříve od počátku sítě na východ, pak na sever. Na př. bod A (obr. 7) má souřadnice: JAN bod 77, bod B — JAN 3784. Plocha čtverce C se označuje: JAN čtverec 14. Čtverec D: JAN čtverec 4756.

Rozšíření sítě JAN:

Je-li nutno rozšířit souřadnicovou síť JAN na větší plochu, stává se původní čtverec centrálním, neboli čtvercem M, ostatní čtverce se označí podle obr. 8. Počátek souřadnic pro každý čtverec označený písmenem je jihozápadní roh čtverce. Čtení souřadnic je stejné jako u základního čtverce s tím rozdílem, že je nutno udat písmeno příslušného čtverce. Na př. bod H na obr. 8. má souřadnice: JAN bod Q 78.

A	B	C	D	E
F	G	H	I	J
K	L	M	N	O
P	Q	R	S	T
U	V	W	X	Y

Souřadnicová síť cílové oblasti (TAD)

Tento systém je standardní u map velkého měřítka, používaných námořnictvem USA a je určen i pro ostatní branné síly. Každý 1kilometrový čtverec souřadnicové sítě je rozdělen na 25 čtverců, každý 200 × 200 m. Tyto čtverce jsou označeny písmeny:

Určení souřadnic TAD:

1. Určení 100kilometrového čtverce podle systému UTM nebo UPS.
2. Určení 1kilometrového čtverce čtyřmístným číslem.
3. Určení písmene označujícího čtverec, ve kterém bod leží (na příklad QF2901G). Určení 100kilometrového čtverce odpadá obdobně jako u systému UTM a UPS — určení TAD je pak na př.: trig. 2901 G.



Obr. 8.

V. Obsah map a značkový klíč

Mapy USA — jako každého kapitalistického státu — vyznačují se rozdílností mapového díla. Státní geodetická a topografická služba je zaměřena na mapování cizích území; vlastní území bylo ponecháno jiným správám a soukromým kartografickým podnikům.

Mapování USA je representováno „Topografickým atlasem“, jehož mapy byly zhotoveny „geologickým mapováním USA“ počínaje r. 1882. Značná část těchto map má charakter map přibližných, většina je starší 50 let, na mnohých byla věnována péče jen zobrazení terénu na úkor ostatních prvků, na př. byl potlačen i porost. Soukromé firmy prováděly objednávky zákazníků, jejichž přání samozřejmě vedlo k nedostačující hodnotě map, k ochuzení jejich obsahu a k nemožnosti využít jich jako celostátní mapy.

Sám předseda Všeamerické obranné rady gen. Grittenberg přiznal v červnu 1952, že méně než 20 % území USA je pokryto dobrými mapami velkých měřítek.

Mapy zhotovené státní geodetickou a topografickou službou jsou chudé obsahem, postrádají různých údajů obvyklých na mapách jiných států (výkopy, násypy u komunikací, orientační a nápadné body jsou nedostatečně vyznačeny). Nedůslednost ve stupnici měřítek topografických map platí i o výškách vrstvy při zobrazení terénu. Podle smluvených značek USA z r. 1947 jsou vrstevnice udány ve stopách, a to na východ od poledníku 103° po 5, 10, 20, 40 a 100 stopách (1,52, 3,05, 6, 12 a 30,40 m) a na západ od poledníku 103° po 5, 25, 50 a 100 stopách (t. j. 1,52, 7,62, 15,24 a 30,48 m).

Smluvené značky map USA nejsou zastoupeny v dostatečné míře, použití zkratk až na malé výjimky neexistuje, je věnována nadměrná péče znázornění a popsání kostelů, synagog, věžovitých staveb a policejních stanic, ale úplně odpadá (již na mapě 1:25 000) vyznačení hospodářsky důležitých objektů (továren, elektráren a p.).

Ve srovnání se sovětskými mají americké mapy jen 54 % počtu smluvených značek a necelých 22 % zkratk.

VI. M i m o r á m o v é ú d a j e

Americké mapy mají značné množství mimorámových údajů vyplývajících jednak z geodetických základů map, jednak z předpokládaných slabých znalostí uživatelů map. Jsou to tyto údaje:

1. Jméno státu a měřítko mapy: Údaje jsou uvedeny v levém horním rohu (viz obr. 9 ad 1, North Carolina 1:25 000).

2. Název listu mapy: list mapy se označuje jménem nejdůležitějšího zobrazeného terénního předmětu nebo tvaru (sídliště, hory, řeky atd.). Umísťuje se uprostřed horního okraje mapy (obr. 9, ad 2 — Fayetteville).

3. Vydání mapy: Mezi měřítkem a názvem mapy je udáno pořadové číslo vydání mapy (obr. 9, ad 3 — 3. vydání).

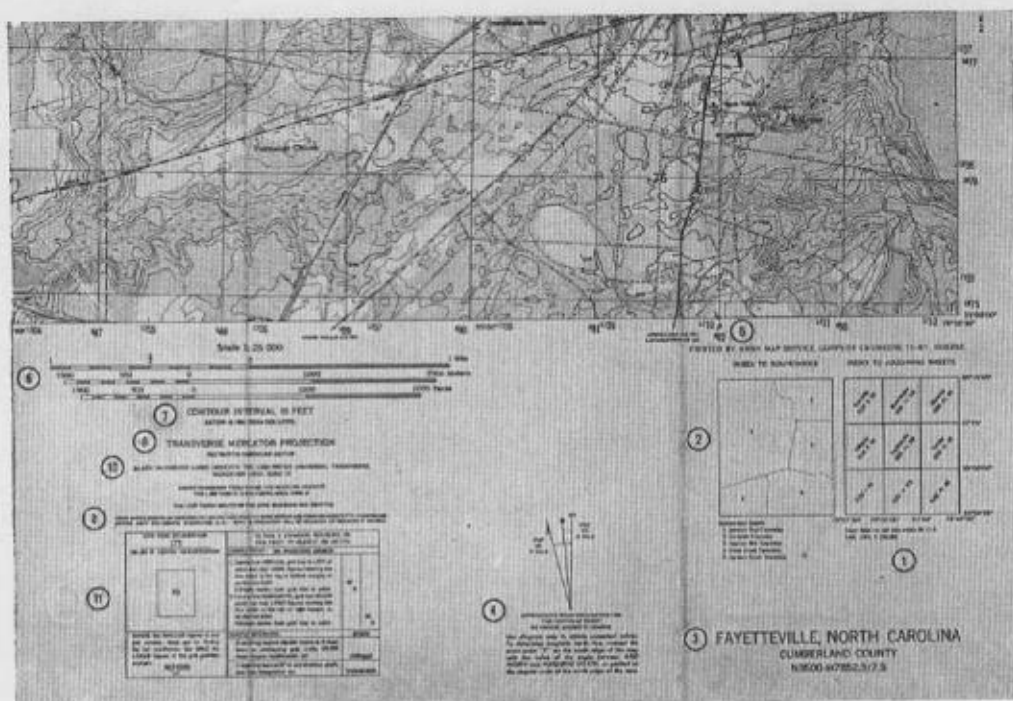
4. Číslo listu: čísla a písmena v pravém horním rohu udávají polohu listu a tím jeho zeměpisnou šířku a délku (obr. 10, ad 1).

5. Číslo serie určuje serii map stejného měřítka a označuje určité zeměpisné umístění, v daném případě Severní Karolinu. Je vtištěno v pravém horním rohu pod číslem listu (obr. 10, ad 2).

6. Přehled kladu listů udává název a označení listů spolu s názvy a označením osmi listů sousedních. Nebyla-li některá mapa z uvedeného pře-

hledu vydána, její obrys se vytečkuje. Zobrazený list mapy je uprostřed přehledu a liší se od ostatních silnějším rámečkem. Přehled je umístěn v pravém dolním rohu mapy (obr. 11, ad 1).

7. Náčrt správního rozdělení obsahuje hranice okresů, krajů a států. Kreslí se vlevo od přehledu kladu listů (obr. 11, ad 2).



Obr. 11.

8. Zeměpisný přehled se skládá z názvu listu, jména státu, někdy i jména kraje zobrazeného na mapě a zeměpisných souřadnic t. zv. indexového bodu. Indexový bod mapy je roh mapy, který je nejbliže k rovníku a základnímu poledníku; v daném případě je to pravý dolní (jihovýchodní) roh. Zeměpisné souřadnice udávají nejprve zeměpisnou šířku ve stupních, minutách a desetinách minut (N 3500 — sev. zem. šířka $33^{\circ} 00'$); pomlčkou jsou odděleny hodnoty zeměpisné délky (W 7852,5 — záp. zem. délka $78^{\circ} 52' 33''$). Rozloha mapy je udána zeměpisnými souřadnicemi v minutách a desetinách minut ($7,5 - 7' 30'' \times 7' 30''$). Kdyby zobrazované území bylo v rozloze $7' 30'' \times 15'$, označila by se část za závorkou: $7,5 \times 15$. Jde-li o oblast ohraničenou stupni,

pak 100 znamená 1° , 200 2° atd. (na př. 200×200). Zeměpisný přehled je v pravém dolním rohu pod kladem listů a náčrtem správného rozdělení (obr. 11 ad 3).

9. Deklinace a konvergence: Diagram vlevo od zeměpisného přehledu označuje sever zeměpisný, magnetický a sever pravouhlé souřadnicové sítě. Úhly mezi těmito směry se označují nejen ve stupních a minutách, ale i v dílcích. Dále je udána epocha, pro kterou byla deklinace vypočítána a roční úbytek deklinace (obr. 11, ad 4).



Obr. 12.

10. Ukazatel magnetické deklinace se skládá z indexového bodu označeného „P“ (u km 692 vpravo dole v rámu) a ze stupnice umístěné na horním okraji mapy (mezi názvem a číslem listu). Používá se k přesnému zjištění magnetické odchylky podle diagramu deklinace a konvergence (obr. 11, ad 5 a obr. 10, ad 5).

11. Měřítko se udává číselně i graficky; grafické měřítko je konstruováno pro míle, metry i yardy. Umisťuje se uprostřed dolního okraje mapy (obr. 11, ad 6).

12. Údaje o užitém zobrazení jsou vytištěny pod informací o vrstevnicích; v našem případě jde o příčné Merkatorovo zobrazení z r. 1927 (obr. 11, ad 9).

13. Výškopis: pod grafickým měřítkem je udána výška vrstvy, poněvadž terén je na mapě vyjádřen vrstevnicemi. V našem případě je výška vrstvy 10 stop (obr. 11, ad 7).

17. Nejdoleji je v rámečku uveden návod, jak vyjadřovat číselnou polohu libovolného bodu pravouhlými rovinnými souřadnicemi. Každá souřadnice se udává trojmístným číslem (první dvě číslice značí desítky a jednotky kilometrů, třetí stovky metrů); před číselný údaj se píše označení 100kilometrového čtverce (dvěma písmeny, v našem případě PJ; v některých případech třeba předsunout ještě označení pásma (zde 17 S). Oba údaje jsou uvedeny v levé části orámovaného textu (obr. 11, ad 11).

V nejlevějším sloupci jsou tyto údaje:

18. Pravděpodobně výrobní označení a pořadové číslo vydání mapy.

19. Organizace, která vytvořila mapový originál, v kterém roce, jakou metodou a kdy bylo vykonáno měření v poli, kdo provedl kontrolu situačního a výškového měření. V závěru je pak klausule o tom, že vyhotovená mapa vyhovuje požadavkům přesnosti národních standardních map. Byla-li provedena revize obsahu mapy, připojuje se ještě i tento údaj (obr. 13, ad 2).

20. Poslední je legenda obsahující výběr smluvených značek, převážně komunikací. Zajímavý je údaj o vročení, k němuž se vztahuje klasifikace dopravní sítě (obr. 13, ad 3).

VII. Zhodnocení severoamerického mapového díla

Mapové dílo USA až do r. 1946 vykazuje řadu nedostatků, typických pro kapitalistické státy. Volba používaných měřitek je nahodilá, přechod z jednoho měřítka do druhého postrádá souladu. Základní, t. zv. geologické mapování USA je nepřesné, zastaralé a často prosazuje terénní tvary na úkor terénních předmětů. Rovněž volbě vrstvy při znázornění terénu vrstevnicemi není věnována dostatečná péče, nezobrazují se strže, rokle, skály a j. Čtení terénu je ztíženo přílišnou hustotou vrstevnic a proměnlivými výškami vrstev, často i v jedné mapě; v mimorámových údajích se neuvádí sklonové měřítko.

Nedostatečný počet smluvených značek ztěžuje vyznačení hospodářsky důležitých podniků a ochuzuje mapu o možnost vyjádření podrobností sídliště, komunikací a vod. Nesoustavnost v označování listů mapy ztěžuje vyhledání mapy požadovaného území. Polykonická projekce znemožňuje slepení většího počtu map stejného měřítka v celek.

Změna projekce v r. 1946 a volba vědecky zdůvodněných měřitek naznačuje pokus USA vnést pořádek do nového mapového díla. Jde však opět jen o pokus, poněvadž rozdílná volba vrstvy pro znázornění terénu svědčí o nedůslednosti v započaté práci. Na východ od poledníku 103° jsou totiž

výšky vrstev 5, 10, 20, 40 a 100 stop (1,52, 3,05, 6, a 30,48 m); na západ 5, 25, 50 a 100 stop (t. j. 1,52, 7,62, 15,24 a 30,48 m).

Je jistě zajímavé, že vojenské kruhy USA při zavedení nových měřítek nepočítají s mapou 1:10 000 ani pro hospodářsky nebo vojensky významná území.

P r a m e n y :

G. N. Liodt: Nauka o mapách — Praha 1954.

M. K. Kudrjavcev: Standardisace základních topografických map po stránce jejich měřítek, projekcí, kladu listů a smluvených značek — Praha 1953 v publikaci Úspěchy sovětské geodesie a kartografie.

Ing. pplk. A. Šadrin: Sovětské topografické mapy — Vojenské vyměřování a mapování, sešit 4 — 1951.

Map and Aerial Photograph Reading (The Military Service Publishing Company, Harrisburg, Pennsylvania 1952).

Plane - Coordinate System (U. S. Department of Commerce — psáno 1948, vyd. 1952).

U. S. Coast and Geodetic Survey: Grid System for Progressive Maps (publikace č. 59, vydání 1919 a od té doby mnohokrát znovu vydaná).

Poznámky k současnému fotogrammetrickému mapování

V pojednání jsou uvedeny závěry z kontrolních měření mapy měřítka 1:25 000, pořízené universální metodou, dále je probírána možnost zpřesnění vrstevnic v lese a je doporučována domácí příprava klasifikace snímků s použitím odvozené státní mapy měřítka 1:5 000.

Přesnost mapy měřítka 1:25 000 na základě dosavadních kontrolních měření v terénu. Aby mohla být stanovena kvalita prací vyhodnocovacích, klasifikačních a kresličských na měřickém originálu, zpracovaném universální metodou, a odstraněny eventuální zjištěné nedostatky, provádí se v terénu t. zv. topografická revise. Musí být snahou všech pracovišť, aby veškeré práce na kartografické předloze byly provedeny do té míry správně a úplně, aby tato polní revise mohla být zkrácena na minimum a v budoucnu zcela odstraněna a nahrazena namátkovou, avšak zevrubnou kontrolou jen některých mapových listů.

S hlediska stereofotogrammetrických prací je důležité, aby polní revise zjišťovaly i správnost výškového vyhodnocení (viz VTO, roč. 1954, str. 243), neboť znalost dosažené výškové přesnosti je směrodatná pro volbu měřítka snímků a pracovních postupů. Topografické revise v tomto ohledu nespĺnily zcela očekávání. I když byly při těchto revisích porůznu kontrolovány a často i opraveny fotogrammetrické vrstevnice a kóty, nebyly tyto výsledky souhrnně zpracovány. Nebylo proto možno dosud objektivně (číselně) formulovat, s jakou přesností je vyjádřen terén na našich mapách, zpracovaných universální metodou z jednotlivých měřítek snímků.

Z rozboru práce Ing. Z. Maršíka uveřejněné v čís. 2, roč. 1955 VTO vyplývají pro stereofotogrammetrické práce tato důležitá zjištění:

Přesnost výškového vyhodnocení ze snímků měřítka 1:26 000 v terénu neporostlém je na zkoumaném listě značně vyšší, než vyplývá z teorie stereofotogrammetrického měření. Střední výšková chyba kót je totiž o 39 % menší a chyba ve vrstevnicích je pouhou polovinou až jednou třetinou chyby odvozené theoreticky pro použité měřítko snímků.

Pro přesnost vrstevnic v nepokrytém terénu odvodil Ing. Maršík pro zkoumaný list Koppeho rovnici ve tvaru

$$\pm (0,7 + 1,8 \operatorname{tg} \alpha),$$

která potvrzuje, že požadovaná řesnost pro mapu 1:25 000 byla splněna i v terénu málo skloněném. Tato rovnice snese porovnání s přesností dosaženou v SSSR pro touž mapu, pořízenou universální metodou ze snímků měřítka 1:18 000 až 1:20 000. Rovnice Koppeho má tam totiž tvar (viz Skiridov: Stereofotogrammetrija, str. 177):

$$\pm (0,8 + 1,2 \operatorname{tg} \alpha).$$

Absolutní hodnota obou rovnic je prakticky stejná při sklonech terénu od 2 do 18 gradů.

Prvá kontrolní měření ukázala, že vyhodnocení i topografická úprava vrstevnic byly provedeny — se zřetelem k použitému měřítku snímků 1:26 000 — velmi kvalitně. Ze získaných výsledků je možno dále učinit závěr, že můžeme pro vyhodnocování používat takového měřítka snímků, jež pokryjí mapový list toliko ve třech řadách, t. j. měřítka kolem 1:24 000. Toto měřítko je velmi ekonomické, neboť podstatně (nejméně o jednu třetinu) snižuje dobu vyhodnocování a počet vřicovacích bodů oproti snímkům měřítka 1:18 000, používaného pro účely téže mapy v zahraničí.

Méně příznivě se však jeví výškové vyhodnocení v lese. Výsledky kontrolních měření potvrzují známou, dosud nevyřešenou skutečnost, že vyhodnocení vrstevnic v lese se provádí obtížně a značně nejistě. Ačkoliv vyhodnocení na zkoumaném listě bylo provedeno ze snímků měřítka 1:18 000, jsou střední chyby větší než při vyhodnocování nepokrytého terénu ze snímků 1:26 000 (u bodů o jednu pětinu, u vrstevnic jsou chyby v průměru více než dvojnásobné).

Empiricky odvozená rovnice Koppeho pro vrstevnice zalesněného terénu

$$\pm (2,1 + 0,36 \operatorname{tg} \alpha)$$

ukazuje, že požadavek na přesnost vrstevnic by nebyl při malých sklonech terénu splněn, kdyby byla požadovaná přesnost vrstevnic v lese táž, jako v terénu nepokrytém.

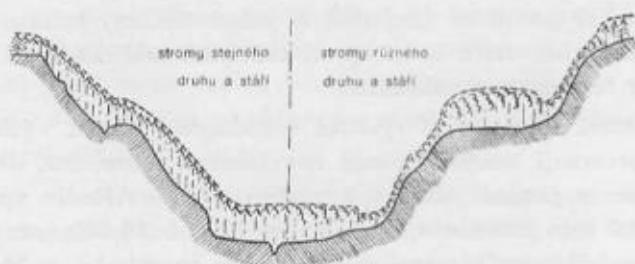
Chyby fotogrammetrických vrstevnic a kót často dosahují v málo kopcovitém a zalesněném území nepřijatelných hodnot. V takovém terénu je nutno při polních topografických revisích vrstevnice kontrolovat a někdy i klasicky doměřovat. S rozsáhlejšími plochami, určenými k doměřování, bude nutno počítat při pořizování mapy měřítka 1:10 000, protože nejistota výškového měření v lesích se podstatně nezmění ani při větším měřítku snímků.

Co se týká situační přesnosti, konstatuje Ing. Maršík střední chybu $\pm 0,53$ mm. Při vyhodnocení na stereoplanigrafu však lze očekávat chybu, blížíci se grafické přesnosti. To je nutno vysvětlit nejen nejistotou identifikace situač-

ních bodů v terénu, nýbrž i tím, že kontrolní měření nebyla porovnávána s tužkovým originálem vyhodnocení, ale již s vykreslenou předlohou. A jak je známo, každé překreslování vnáší do kresby — zejména v důsledku uvolňování — situační posuny.

V každém případě prokázala kontrolní měření svou opodstatněnost a bude prospěšné, bude-li také VTOPŮ provádět podobná měření za účelem kontroly kvality svých výrobků.

V souvislosti s předchozími úvahami vynořuje se otázka, jak zpřesnit kresbu vrstvenic v lese. Při kresbě vrstvenic a měření výšek ponořuje vyhodnocovatel měřickou značku pod hladinu korun stromů až na předpokládaný povrch země. Měřit výšku stromů na okraji lesa, připočítávat ji k výšce vrstvenice a pak vést značku po povrchu stromů, to se pro mapu měřítka 1:25 000 neosvědčilo,



Obr. 1.

protože výška stromů se značně mění místem. Chyba v odhadu průměrné výšky stromů, která je závislá na hustotě a výšce lesa, na počtu holých, neporostlých míst v lese, na členitosti terénu a jiných okolnostech projeví se pak v celém rozsahu na správnosti výšky vrstvenice.*)

Při pohledu shora na zalesněnou krajinu, jak se naskýtá vyhodnocovateli na stereoplanigrafu, je představa o terénních nerovnostech vyhodnocovateli na stereoplanigrafu, je představa o terénních nerovnostech skreslena, neboť les někdy výškové rozdíly terénu vyrovnává, jinde opět členitost zvětšuje. Prvý případ nastává nejčastěji vlivem nesterénně rychlého růstu stromů v údolích a na svazích, druhý při střídání lesa různého stáří a druhu stromů (viz obr. 1). Postihnout výšku stromů je pro vyhodnocovatele, kteří po-

*) Pro přibližnou informaci uvádím, že střední chyba v odhadu výšky lesa při kresbě vrstvenic ve vzrostlém jehličnatém lese a středně členitém terénu byla zjištěna na základě nepřímých četných měření u snímků měřítka 1:18 000 v hodnotě $\pm 2,0$ m.

strádají polní topografickou zkušenost, velmi obtížné, neboť i podmínky, jimiž se výška stromů řídí, jsou velmi rozmanité (bonita půdy, vlhkost, podnebí, stáří a druh stromů a j.).

Výsledkem uvedených příčin je, že fotogrammetricky vyhodnocené vrstevnice na mapě 1: 25 000 u zalesněných terénů nevystihují vždy dostatečně přesně vrcholové tvary, protisvahové kupky, spočinky, sedla, tvary údolí a někdy i zcela zanedbávají zářezy, rýhy, strže a úžlabí v lese.

Podle zkušeností topografů, revidujících fotogrammetrické listy v terénu, jsou největší chyby vrstevnic v úzkých lesních údolích, zářezech a úžlabích. Protože právě ty jsou důležitým činitelem při protiatomové ochraně vojsk, je nutno hledat prostředky, jak vyjádření takových tvarů zkvalitnit.

Jedna z vhodných pomůcek je: naznačit tvar dna, eventuálně hloubku vhloubeného tvaru, ojedinělou horizontálou, zakreslenou při klasifikaci snímků na charakteristickém místě v měřítku snímků.

Tato horizontála nejen že mnohdy upozorní vyhodnocovatele na vhloubený tvar, ale především pomůže vyhodnocovateli, po případě i kresličce kartografické předlohy, správně vyjádřit tento tvar vrstevnicemi. Tím není ovšem myšleno, aby byly zakreslovány horizontály u všech údolnic, nýbrž jen tam, kde při pohledu shora je tvar údolí a jeho dna skreslen výškou stromů, a tam, kde vyhodnocovatel nevidí ani na jednom místě údolí na holý terén. Časté zakreslování horizontál nebo dokonce záměrné procházení po údolnicích jen za tím účelem by bylo neekonomické, neboť tato jednoduchá pomůcka sice zlepší vyjádření vhloubených tvarů, ale nemůže odstranit zásadní nedostatky fotogrammetricky vyhodnocených vrstevnic v lese.

Další praktickou otázkou je, má-li se provádět polní či domácí klasifikace snímků. Dosavadní naší metodou pro klasifikaci leteckých snímků je klasifikace v terénu, jež záleží v porovnávání snímků se skutečností, v doplňování předmětů na snímku chybějících, v generalisaci terénních předmětů a v opatřování názvoslovných a popisných údajů. Klasifikace je prací obtížnou a pracnou, neboť si vyžádá největší procento celkových polních prací.

Jestliže však hledáme způsoby, jak polní práce nahrazovat, pokud možno, pracemi domácími, hospodárnějšími, naskýtají se určité možnosti v místnosti prováděné klasifikaci snímků.

Ze sovětské fotogrammetrické literatury je známo, že v místnosti se provádí klasifikace jen pro území málo důležitá. Jako pomůcky k této klasifikaci slouží stereoskopy, vzorkové snímky (klasifikované v typickém příslušném území v poli), alba typických objektů a ovšem i veškerý dřívější mapový materiál, zpravidla menšího měřítka, je-li k dispozici.

Pro tuto klasifikaci použijeme pokud možno týchž pomůcek s těmito doplňky:

Zrcadlový stereoskop je vhodné opatřit asi dvojnásobným zvětšením, které je pro topografické účely nejvhodnější;

pro klasifikaci použijeme všeho popisného materiálu pro příslušné území, z map pak zejména mapy měřítka 1:5 000 až 1:50 000, mapy komunikací, lesních porostů, plány měst a j.

Při domácí klasifikaci počínáme s identifikací předmětů na snímku nejméně rozpoznatelných, jako terénních stupňů, potoků, jednotlivých stromů a j. Kresbu situace na snímku velmi markantní, jako dvoučaré komunikace, provádíme až naposled, neboť jejím předčasným zákresem bychom si znesnadnili identifikaci méně nápadné blízké situace. U sídliště zakreslujeme pod stereoskopem ulice, okrajové a význačné budovy, potoky, ohraničení bloků a zahrad. Ostatní podrobnosti sídliště doplňujeme i bez stereoskopu porovnáváním s mapou 1:5 000. Polní cesty, louky, hranice kultur a porostů, pomístní názvosloví, zakreslené na mapě 1:5 000 příliš podrobně, vhodně generalisujeme. Praxe ukáže, zda takto klasifikovanou situační náplň bude možno kreslit přímo tuší nebo jen v tužce.

Po provedené klasifikaci budeme postrádat na snímku popisné údaje, ze situace pak zejména terénní stupně, spojovací a elektrická vedení a vyjádření různých terénních předmětů ve smluvených značkách. V místnosti prováděná klasifikace nemůže proto nahradit v našich poměrech ani při využití všeho kartografického a popisného materiálu klasifikaci polní. Může však polní klasifikaci v zákresu situace až do dvou třetin připravit (v zimním období příprav). Polní klasifikace pak bude záležet v kontrole provedeného zákresu a v doplňování chybějících popisných údajů a chybějící situační náplně.

Nový přesný universální stroj sovětské konstrukce SPR-2

Pro fotogrammetrické mapování se v poslední době používá stále více automatů, umožňujících bezprostřední pořízení situace i výskopisu mapy z leteckých snímků. Takové stroje nazýváme stroji universálními. Kartýrování situace a terénu ve vhodném měřítku se na nich provádí proměřováním optického modelu území zobrazeného na snímcích. Chceme-li dosáhnout vysoké přesnosti vyhodnocení, vyhovující náročným požadavkům, které jsou dnes na mapu kladeny, musí být vyhodnocovací stroj řešen tak, aby nejen theoreticky umožňoval dokonalé splnění příslušných komplikovaných prostorových vztahů, ale aby i svou mechanickou konstrukcí zaručoval přesnou práci. Vysoké požadavky na mechaniku i optiku universálních vyhodnocovacích strojů i složitost jejich funkce jsou pak příčinou toho, že jejich cena je značně vysoká. V dalším popíšeme novou sovětskou konstrukci universálního vyhodnocovacího stroje, stereoprojektoru Romanovského, která vtipným řešením umožňuje dalekosáhle zjednodušit provedení jeho mechanických i optických součástí a tím silně snížit jeho výrobní dobu, náklady, a tedy i cenu. Konstrukční zjednodušení přitom nejen naprosto nesnižuje přesnost vyhodnocení nebo možnosti jeho využití pro různé typy snímků, ale naopak tyto možnosti rozšiřuje natolik, že svou universálností v mnohém ohledu předčí dnes jinde vyráběné stroje.

Po vyzkoušení prototypu byla dokončena prva serie těchto strojů, označených zkráceně SPR-2. Výsledky pokusných prací i zkušeností z provozu, do kterého bylo několik strojů po celý rok zařazeno, potvrzují jeho vynikající vlastnosti.

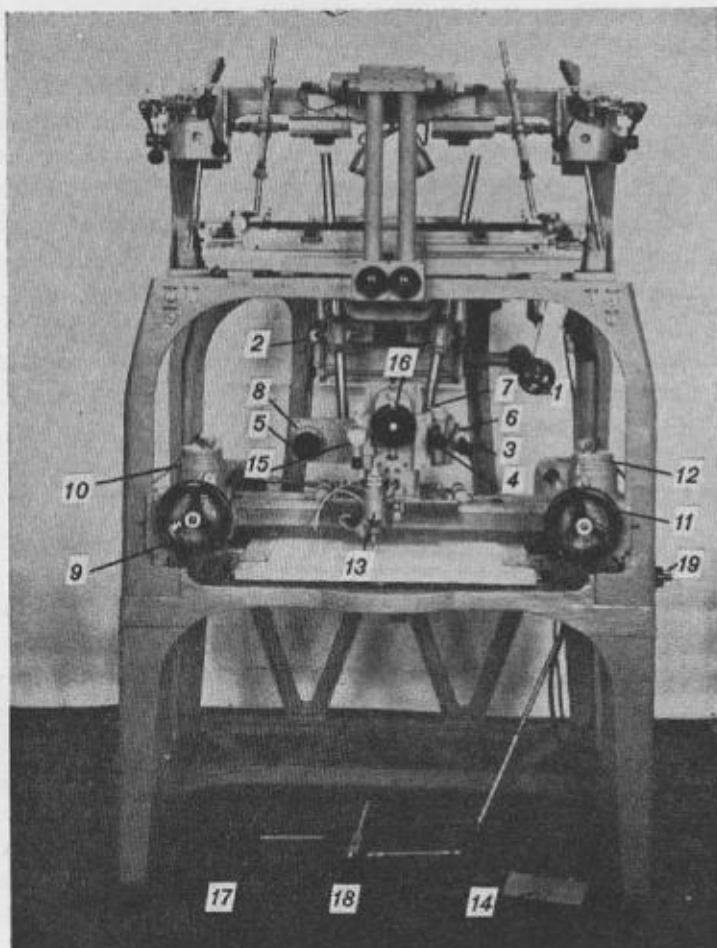
1. Základní charakteristika stroje

Jako všechny moderní vyhodnocovací stroje, je SPR-2 založen na principu obrácení fotografického procesu. Vložíme-li totiž vyvolaný snímek do projektoru odpovídajícího snímací komoře, kterou byl snímek pořízen, a osvítíme jej zezadu, vychází z objektivu projektoru („vyhodnocovací komory“) paprskový svazek, odpovídající svazku, který do objektivu vstoupil při fotografování a vytvořil obraz v jeho obrazové rovině. Podobně můžeme v druhé vyhodnocovací komoře rekonstruovat svazek paprsků odpovídajících sousednímu snímku, překrývajícím se s prvním. Obě vyhodnocovací komory můžeme v prostoru uvést do takové polohy, jakou měla snímací komora ve dvou sousedních místech expozice. Paprsky, vycházející u každé z nich z obrazů identických bodů se pak v prostoru párovitě protnou a jejich průsečíky vytvářejí optický model fotografovaného terénu. Model je zmenšen v poměru vzdálenosti obou vyhodno-

covacích komor (vyhodnocovací základna) k jí odpovídající skutečné vzdálenosti snímacích komor v okamžiku obou expozic (fotogrammetrická základna).

Z uvedeného plyne, že prostorový vyhodnocovací stroj má plnit v podstatě tři úlohy:

- obnovit paprskové svazky, které při expozici vešly do objektivu snímací komory;
- orientovat je v prostoru tak, aby odpovídaly poloze, kterou měly při fotografování, a vytvořit tak optický model terénu;
- odvodit ortogonální průmět terénních bodů a čar, čili kartýrovat situaci a výškopis terénu.



Obr. 1. Význam označení v dalším textu.

Podle konstrukčního řešení první úlohy — obnovy paprskových svazků — dělíme obvykle prostorové vyhodnocovací stroje na stroje pracující na principu

- a) mechanickém,
- b) optickém,
- c) opticko-mechanickém.

U strojů pracujících na mechanickém principu jsou obnovené paprsky zhmotněny jako prostorová vodidla, tyče nebo pravítka, v jejichž průsečiku je vyhodnocovací bod.

Při optické projekci pak jsou obnovené paprsky v celém svém průběhu představovány světelnými paprsky.

Při řešení opticko-mechanickém se paprskový trs obnoví optickou cestou ve vyhodnocovací komoře. Nastavený bod se pozoruje proměřováním theodolitem, jehož pohyby jsou dále přenášeny na vyhodnocovací systém mechanicky.

SPR-2 je konstruován na mechanickém principu. Výhodou mechanicky pracujících strojů oproti optickým je, že zde není nutno řešit problém ostrého zobrazení všech částí modelu, který je zdrojem nepřesností. Jeho nevýhodou naproti tomu je komplikované mechanické řešení, které pak nevyhnutelnými mrtvými chody snižuje přesnost vyhodnocení. Podstatným zjednodušením konstrukce oproti jiným strojům, pracujícím na mechanickém principu se u SPR-2 dosáhlo i snížení vlivů chyb funkce mechanismů.

Zároveň mechanická konstrukce rozšiřuje možnosti použití stroje. Vyhodnocovací komora musí totiž obnovit paprskové svazky tak, aby byly totožné s paprsky, vstupujícími do snímací komory při fotografování. Tato podmínka je splněna pouze v tom případě, když komora snímací i vyhodnocovací mají stejnou vnitřní orientaci, tedy především ohniskovou vzdálenost (konstantu komory). Kdežto u strojů s optickou projekcí se používá vyhodnocovacích komor s optikou, která odpovídá optice fotografické komory, je u strojů s mechanickou projekcí ohnisková vzdálenost dána vzdáleností průsečků os závěsů vodidla od roviny snímku. Přitom obraz nastaveného bodu je pozorován systémem, který neobnovuje paprskový trs, jímž byl obraz vytvořen. Lze tedy takového stroje použít pro vyhodnocování snímků pořízených komorami o různých ohniskových délkách.

Nejzávažnější okolností, která komplikuje konstrukci prostorových vyhodnocovacích strojů je, že musí řešit druhou z nahoře uvedených základních úloh, to jest, umožnit prostorovou orientaci obnovených paprskových svazků, což vyžaduje, aby vyhodnocovací komora bylo možno v prostoru libovolně naklonit. U strojů na mechanickém principu je nutno s komorou naklánět i příslušný pozorovací systém. Nároky na přesnost mechanického řešení těchto prostorových pohybů podstatně ztěžují výrobu a zvyšují její náklady.

Konstruktor SPR-2, profesor G. V. Romanovskij, vyloučil tuto funkci stroje tím, že celý vyhodnocovací systém je konstruován pro t. zv. normální případ snímků, to je pro případ, že oba snímky jsou přesně svislé. (Svislým snímkem rozumíme takový, jehož osa záběru je svislá). Takový případ se ovšem v praxi vyskytne s pravděpodobností nekonečně malou. Aby tedy bylo možno na stroji vyhodnocovat i snímky obecně skloněné, je pozorovací systém SPR-2 opatřen korekčním mechanismem, opravujícím polohu vyhodnocovaného bodu na skloněném snímku na polohu odpovídající snímku normálnímu. Můžeme proto při popisu vyhodnocovacího zařízení brát v úvahu pouze případ, kdy oba snímky jsou přesně svislé.

Konstrukční zjednodušení stroje zpracovávajícího snímky jen jako normální je značné. Kdežto v případě obecně skloněných snímků musí komory pro každou snímkovou dvojici zaujmout jinou vzájemnou polohu v prostoru, mohou zůstat v případě svislých snímků pevné.

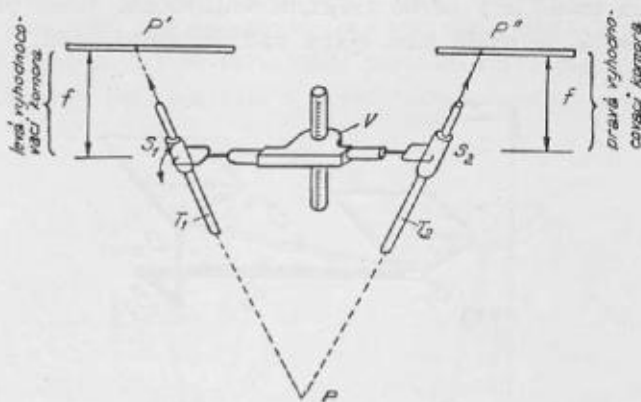
Normální poloha snímků má ještě další přednost; umožňuje totiž pohodlně přetváření paprskových svazků bez narušení modelu. Promítáme-li totiž snímek komorou, jejíž ohnisková délka je jiná než ohnisková délka komory, kterou byl snímek pořízen, není obnovený svazek paprsků totožný s původním svazkem, ale je vůči němu afinně přetvořen. Protínaly-li se původně svazky promítané dvěma skloněnými komorami v prostoru, jsou po přetvoření svazků odpovídající si paprsky obecně mimoběžné. I když by při malých sklonech snímků byly po opticko-mechanické orientaci zbytkové vertikální paralaxy malé a dovolily ještě vytvoření stereoskopického modelu, bude tento model ve všech směrech deformován. U snímků v normální poloze se naproti tomu i přetvořené svazky v prostoru stále protínají a vzniklý model je v horizontálních řezech nedefor-mován, pouze jeho vertikální měřítko se mění, a to v poměru ohniskových délek snímá-cí a vyhodnocovací komory. Takovým způsobem lze při vyhodnocování „vytáhnout“ model plochého území a „stlačit“ model území s velkými převýše-ními, což usnadní vyhodnocování.

Konečně pro konstrukci stroje přináší normální poloha snímků značnou výhodu v tom, že snímky leží vždy v jedné horizontální rovině. Pozorovací systém lze řešit proto jako nepohyblivý, což přináší další zjednodušení jeho optické a mechanické stavby. Objektív pozorovacího systému je vzdálen od neproměnné roviny snímků tak, že snímek leží v jeho ohniskové rovině. Nastavení vyhodnocovacího bodu lze pak jednoduše provést tak, že posunem snímku přivedeme pozorovaný bod do optické osy pozorovacího systému.

2. V y h o d n o c o v a c í s y s t é m

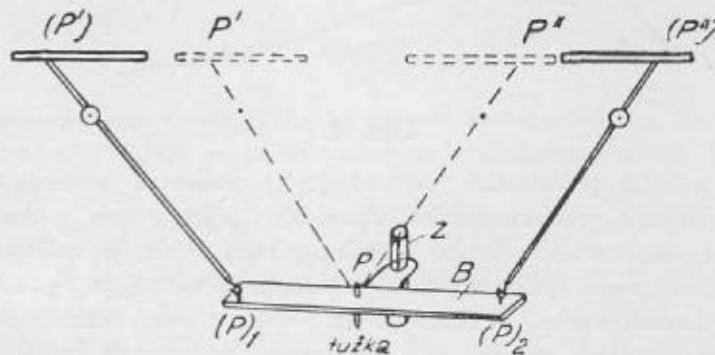
Ve shodě s mechanickým principem jsou obnovené svazky u SPR-2 nahrazeny prostorovými vodidly, provedenými jako přesně opracované tyče. Tyče jsou

uloženy v kardanových závěsech, umožňujících otáčení ve všech směrech v prostoru. Průsečík os kardanových závěsů realizuje střed promítání a musí být vzdálen o hodnotu ohniskové vzdálenosti komory od roviny snímku (obr. 2). Spolu se snímkovým rámem, do kterého vyhodnocovaný snímek vkládáme, tvoří „vyhodnocovací komoru“. Poněvadž — jak už bylo řečeno — lze u stroje měnit ohniskovou vzdálenost „vyhodnocovací komory“ ve značném rozsahu, jsou kardanové závěsy (střed promítání) posunovatelné. Jejich vzdálenost od snímkových rovin lze měnit posunem vozíku V (obr. 2), s kterým jsou spojeny, ve vertikálním směru. Pohyb uděluje vyhodnocovatel vozíku otáčením ručního kolečka, umístěného na pravé straně vozíku a pohodlně dostupného (1 na obr. 1).



Obr. 2.

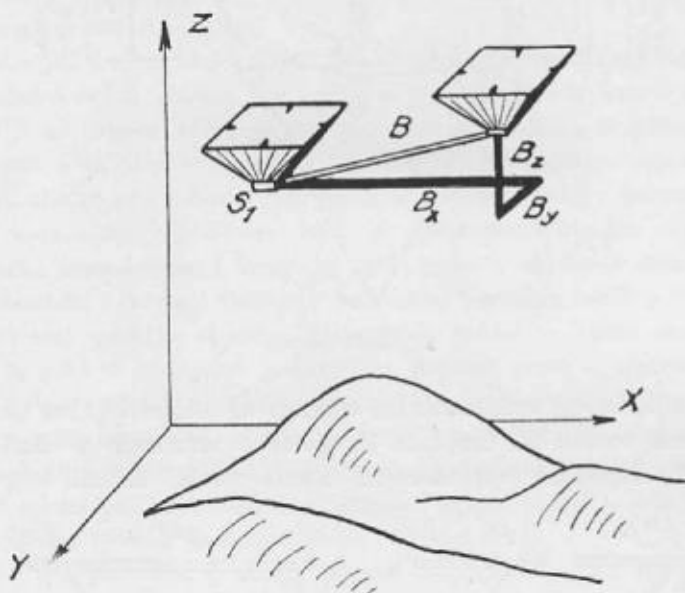
Nastavenou ohniskovou vzdálenost lze odečítat na stupnici (2 na obr. 1) umístěné na vedení vozíku V. Stupnice je opatřena vernierem a odečítací lupou. Lze ji osvětlit zapnutím vypínače na kostře stroje. Rozsah stupnice je od



Obr. 3.

$f = 140$ mm do $f = 280$ mm. Při větších nebo menších ohniskových délkách se pracuje s přetvořenými svazky, což u SPR-2 neovlivní ani pracovní postup, ani přesnost vyhodnocení.

Je pochopitelné, že průsečík obou tyčí, realisující nastavený modelový bod, je těžko mechanicky dosažitelný. Proto jsou obě promítací tyče vůči sobě rovnoběžně posunuty (obr. 3). Jejich průsečík P se pak rozdvojí na body $(P)_1$ a $(P)_2$, spojené základnovým mostem B. Ten popíšeme v dalším. Správnou polohu bodu P pak zastupuje kreslicí zařízení (tužka na obr. 3). Leží-li terénní body výše nebo níže, je úhel, který vodidla svírají, tupější nebo ostřejší a základnový vozík stoupá nebo klesá po vedení Z, poněvadž uchycení vozidel v bodech $(P)_1$ a $(P)_2$ na základnovém mostě je v pevné vzájemné vzdálenosti. Tento posun lze odečítat na stupnici Z přístroje jako výšku nastavovaného bodu.

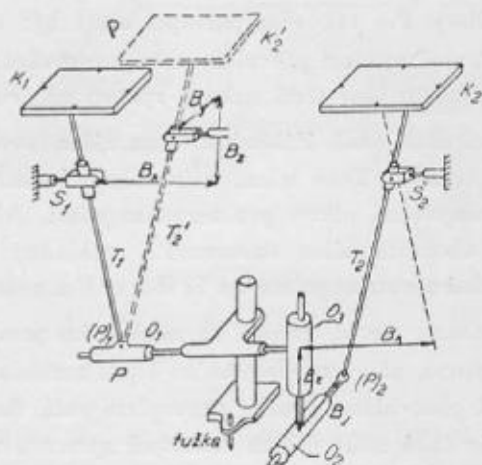


Obr. 4.

Má-li průsečík promítacích paprsků (tyčí) realisovat terénní bod, musí snímky zaujmout v prostoru polohu odpovídající jejich poloze v okamžiku expozice. Poněvadž bereme v úvahu snímky přesně svislé, je vzájemná poloha snímků určena pouze polohou obou středů promítání S_1 a S_2 , odpovídající v daném vyhodnocovacím měřítku jejich poloze v obou okamžicích expozice (obr. 4). Pravý snímek má být tedy vůči levému posunut na vzdálenost B, odpovídající fotogrammetrické základně v měřítku vyhodnocování. Vykonáme-li

tento posun ve směrech rovnoběžných s osami souřadnicového systému v terénu, rozloží se nám základna na složky B_x , B_y , B_z . Tyto složky pak jednoznačně určují polohu pravé komory vůči levé.

Poněvadž pro každou snímkovou dvojici jsou složky základny B různé, vyžaduje to měnit vzájemnou odlehlost komor. Této nutnosti se konstruktér SPR-2 vyhnul tím, že — jak je u universálních strojů pravidlem — řešil základnový most ve smyslu Zeissova prostorového paralelogramu. Při tomto řešení jsou obě vyhodnocovací komory umístěny v neměnné vzdálenosti a složky základny se nastaví na základnovém mostě (obr. 5). Promítací paprsek z pravé komory (vodidlo T_2) má pak v prostoru stejný sklon, jako měl paprsek T'_2 z komory správně vůči levé orientované (na obr. čárkována), je však vůči němu jen rovnoběžně posunut. Toto rovnoběžné posunutí rozduvojuje průsečík vodidel, realisující nastavený bod, jak bylo v předchozím uvedeno.



Obr. 5.

Na základnovém mostě SPR-2 se nastaví složka základny B_x , B_y , B_z vysunutím saní O_1 , O_2 , O_3 po jejich vedení na základnovém mostě. Takto nastavená základna mění při své pevné poloze obou komor K_1 , K_2 polohu p r a v é h o promítacího paprsku (tyče) tak, že je stále v prostoru rovnoběžný s promítacím paprskem, který by vycházel z komory K'_2 , jejíž prostorová orientace vůči levé komoře by odpovídala poloze obou komor v okamžiku fotografování.

Hodnoty všech posunů základnových saní lze odečítat na příslušných stupnicích (6, 7, 8 na obr. 1). Stupnice jsou prstencové, opatřené vernierem. Posuny nastavuje vyhodnocovatel otáčením koleček s vrubovanou hlavou, která ozube-

ným převodem otáčejí vřeteny nesoucími vozíky. Kolečka pro pohyby B_y a B_z jsou vysunuta na poddajných hřídelcích k pravé ruce vyhodnocovatele (3, 4 na obr. 1). Ve směru osy X lze vysunout saně O_1 o 190 mm a nastavit tak příslušnou složku základny B_x . Posuny sáněk O_2 a O_3 jsou možné na stroji v rozsahu ± 15 mm. Kolečko pro posun B_x má větší průměr a je pohodlně dosažitelné levou rukou (5 na obr. 1). Všechna kolečka lze snadno obsluhovat beze změny polohy těla při vyhodnocování.

Stupnice lze osvětlit zapnutím vypínače na kostře stroje.

Moderní vyhodnocovací stroje umožňují obvykle nastavení základny na obou stranách základnového mostu, což odpovídá orientaci buď pravého snímku vůči levému nebo levého vůči pravému. Této možnosti se pak využije při aerotriangulaci, kdy po orientaci prvního snímku dvojice necháme druhý, (pravý) snímek dvojice beze změny a přiřadíme k němu snímek třetí, vložený na místo snímku prvního (levého). Při takovém postupu musí být ovšem ještě pozorovací systém řešen tak, aby umožnil převrátit směr pozorování a tak novou dvojici pozorovat opět normálně, to jest třetí snímek vpravo od druhého.

U SPR-2 této možnosti není. Základna se na základnovém mostě nastavuje pouze pro p r a v ý snímek. Toto řešení odůvodňuje konstruktér tím, že stroj je určen pouze pro mapování, nikoli pro aerotriangulaci. Aby stroj byl co nejjednodušší, bylo od oboustranného nastavování základny upuštěno. Technologický postup případné aerotriangulace na SPR-2 se tím ovšem stává složitějším.

Pro vysokou přesnost stroje, kterou ve zkušebním provozu osvědčil, požadují pracovníci z provozu, aby stroj byl určen i pro aerotriangulaci, pro kterou bylo původně v SSSR předvídáno použití stereoplanigrafů. Snaha používat stroje pro aerotriangulaci je také odůvodněna možností zpracovávat snímky pořízené komorami o různé ohniskové vzdálenosti, kterou SPR-2 dává. Poněvadž potřebná konstrukční úprava základnového mostu a pozorovacího systému je jednoduchá a naprosto nekomplikuje celkovou stavbu a pojetí stroje, budou další serie stroje pravděpodobně v tom smyslu upraveny.

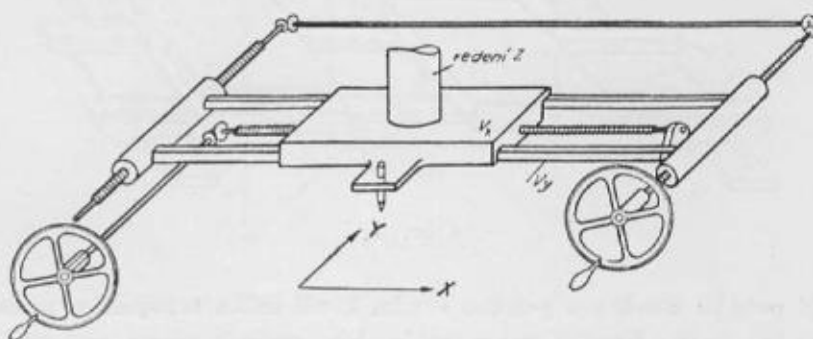
3. Kreslicí systém

Tužka představující vyhodnocený bod je spolu se základnovým mostem pevně spojena s x -ovým vozíkem V_x (obr. 6). Vozík se pohybuje ve směru osy X po kolejnicích V_y , představujících y -ový vozík, na kterém je unášen vřetenovou tyčí. Tuto tyč obsluhuje ruční kolečko po levé ruce vyhodnocovatele (9 na obr. 1). Otáčení ručního kolečka se zároveň přenáší na bubínkovou otáčecí stupnici,

umístěnou nad ručním kolečkem (10 na obr. 1). Odečítací zařízení je tvořeno dvěma prstenci, opatřenými stupnicemi, udávajícími velikost pohybu v mm. Horní prsteneček, spojený s hřídelem převodem 1:10 se otáčí 10krát rychleji a ukazuje tedy desetiny dílků spodní stupnice.

Prstence jsou pro různá vyhodnocovací měřítka vyměnitelné. Pomocí vrubovaného knoflíku lze je natočit do libovolné základní polohy. Stupnice lze osvětlit zapnutím vypínače na kostře stroje.

Vozíkem y-ovým lze posunovat otáčením pravého ručního kolečka (11 na obr. 1), spojeného s vřetenovou tyčí, která unáší pravou objímku, nesoucí kolejnice y-ového vozíku. Aby se zamezilo zkroucení vozíku excentricky naháněného, je otáčení pravé vřetenové tyče přenášeno tyčovým převodem i na shodné otáčení levé vřetenové tyče, nesoucí levou objímku vozíku. Odečítací stupnice



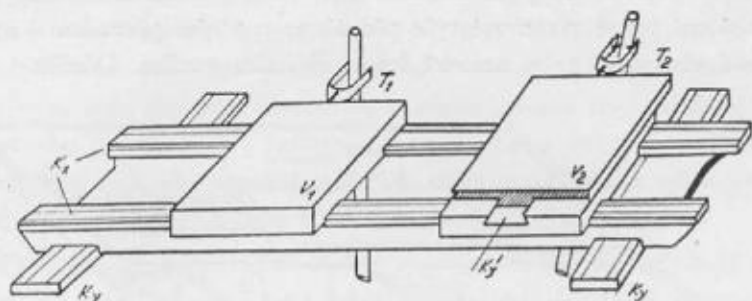
Obr. 6.

y-ového pohybu (12 na obr. 1) jsou řešeny stejně, jako u levého kolečka. Otáčení koleček se nepřenáší na příslušnou vřetenovou tyč přímo, nýbrž prostřednictvím převodu. Převod je řešen tak, že umožňuje dvě rychlosti pohybu. Při pomalejším pohybu, kterého se užívá při vyhodnocování, posune se vozík na jednu otáčku příslušného kočelka o 2,5 mm. Po zařazení rychlejšího převodu se rychlost pohybu vozíku 4krát zvýší a vozík vykoná na jednu otáčku kolečka dráhu 10 mm. Této rychlosti pohybu se užívá při orientování snímků. Převod umožňuje mimo to ještě obrácení smyslu pohybu, což je účelné vzhledem k zvyku vyhodnocovatle. Konečně lze také spojení kolečka s naháněcími vřeteny vypnout.

Vlastní kreslicí zařízení tvoří tužka (13 na obr. 1), spojená pevně s x-ovým vozíkem. Je provedena jako válcové těleso, v kterém je centricky umístěna tuha, posunovatelná ve vertikálním směru po uvolnění čelistových držáků. Na horní

část tělesa tužky lze nasouvat kroužky, sloužící jako závaží, a tak měnit tlak na hrot tužky. Spodní část tužky nese konsolku s osvětlovacím zařízením, osvětlujícím prostor kolem hrotu tužky po zapnutí příslušného vypínače na kostře stroje.

Držák tužky je konstruován posuvně a tužka je zvedána do horní polohy elektromagnetem, uloženým v tělese kreslicího zařízení. Po vypnutí proudu klesne tužka hrotem na stůl. Hloubku klesnutí lze regulovat vložením vhodného kroužku na horní část tužky. Přepínač proudu je umístěn u pravé nohy vyhodnocovatele (14 na obr. 1). Proud se přepíná sešlápnutím. Tužku v držáku lze nahradit pikýrkou.

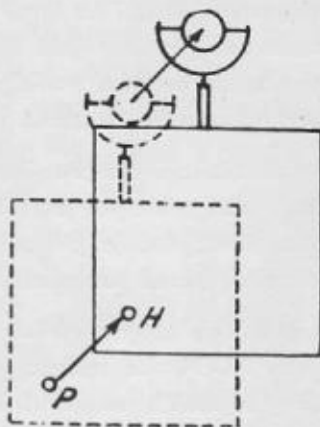


Obr. 7.

Při pohybu x-ového a y-ového vozíku kreslí tužka ortogonální průmět nastavovaných bodů. Kreslicí papír může být umístěn přímo pod tužkou na kreslicím stole, uloženém v spodní části kostry stroje. Tužka obsáhne formát 32×42 cm. Stůl možno v jeho rovině vhodně pootáčet (až o $\pm 20^\circ$) a posouvat ve směru osy Y o 250 mm. Mimo to je otáčení vřetenových tyčí pro pohyby ve směru os X a Y převáděno na otáčivé čepy, vyvedené na pravé části kostry stroje (19 na obr. 1). Ty lze spojit s koordinátografem tak, že se připojí na vřetenové tyče, nesoucí vozík s tužkou koordinátografu. Koordinátograf lze umístit stejně dobře na levou jako na pravou stranu stroje.

Mají-li vyhodnocované body různé nadmořské výšky, posouvá se odpovídajícím způsobem celý základnový most po vedení Z, jak bylo ukázáno ve druhém oddíle (srovnej obr. 5). Tento posun lze odečíst na stupnici spojené se sloupem vedení Z, opatřené odečítací lupou a vhodným osvětlením (15 na obr. 1). Posun Z lze mimo to odečíst na počítadle terénních výšek, umístěném čelně na z-ovém sloupu (16 na obr. 1). Počítadlo je prstencové, vnitřní prstence slouží jako vernier. Je řízeno ozubeným převodovým soukolím s dvěma vý-

měnnými kolečky tak, že vhodnou volbou koleček lze dosáhnout otáčení počítadla odpovídajícího různým vertikálním měřítkům modelu. Odečítací prstence jsou ve dvou různě dělených provedeních. Jejich záměnou lze dále zvýšit počet možných nastavení vertikálního měřítka na 46 (od 1:10 000 do 1.92 858). Dělení bubínku odpovídá 0,05 mm posunu vozíku Z, setiny milimetru lze lehce odhadnout. Také pro odečítání na tomto bubínku je na stroji vhodné osvětlení.



Obr. 8.

Pohyb ve směru Z se základovému mostu uděluje soustavou tyčí, ovládanou nožním kotoučem při levé noze vyhodnocovatele (17 na obr. 1). Ustanovka umístěná poblíž nožního kotouče umožňuje přerušit spojení tyčí a tím zajistit neproměnné nastavení výšky, na př. při kresbě vrstevnic (18 na obr. 1).

4. Uložení snímků

Snímky jsou uloženy ve snímkových rámech, spočívajících na vozících V_1, V_2 (obr. 7) vedených v křížových saních. Oba vozíky mohou vykonávat pohyb ve směru os X a Y po kolejnicích K_x, K_y . Z toho pohyb ve směru Y je oběma vozíkům společný. Pravý snímek může mimo to vykonat ještě svůj dílčí pohyb ve směru Y po vedení K'_y . Těmito pohyby lze nastavit libovolný snímkový bod do optické osy pevného pozorovacího systému.

Na snímkových vozících jsou upevněny kardanové závěsy prostorových vodidel, zastupujících promítací paprsky. V základní poloze stojí tato vodidla svisle

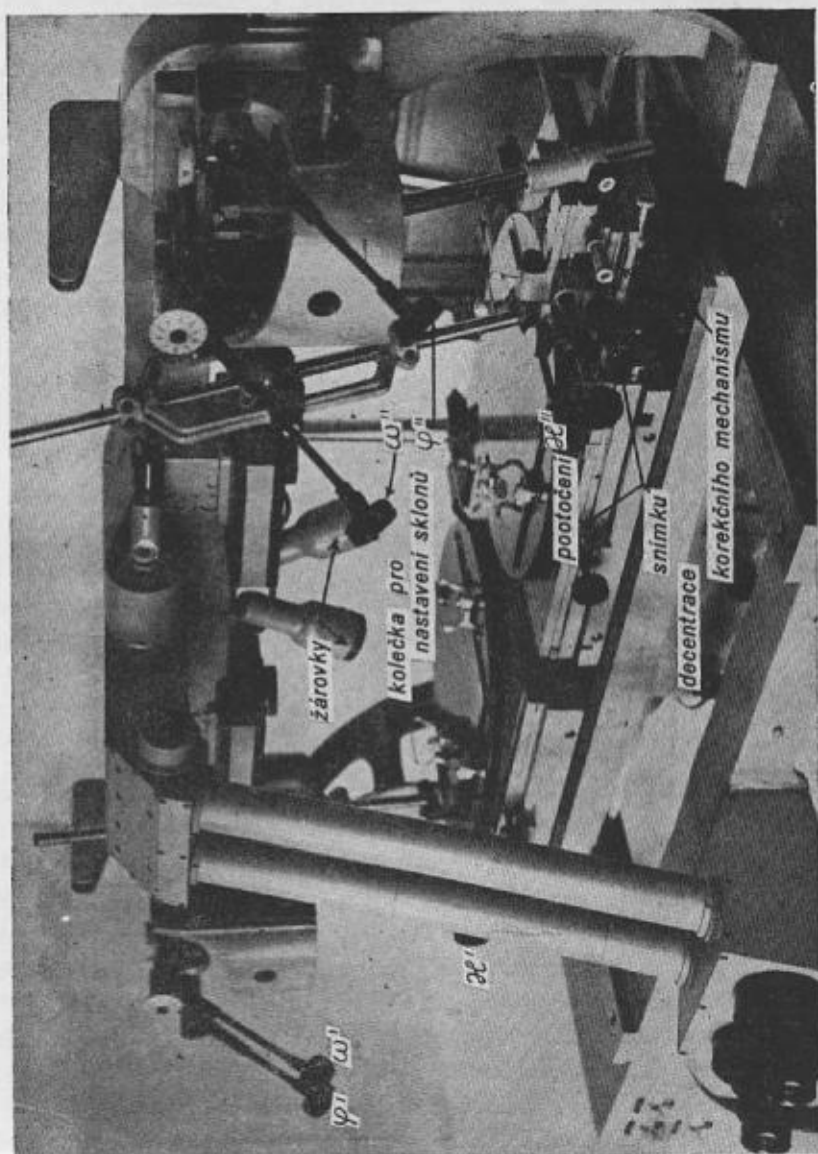
a v optické ose pozorovacího dalekohledu je nastaven hlavní bod snímku H, který je u svislého snímku zároveň nadírem (čárkovaná poloha snímku a závěsu na obr. 8). Tato poloha odpovídá svislému promítacímu paprsku, jdoucímu hlavním bodem snímku. Chceme-li nyní nastavit na pevnou měřicí značku pozorovacího dalekohledu (splývá s bodem H na obr. 8) libovolný snímkový bod P, musíme snímek vůči dalekohledu posunout ve směru šipky na obr. 8. Snímek dostane polohu vytaženou plnou čarou. Vidíme, že stejný posun vykonal i závěs vodidla. Prostorová poloha vodidla, daná spojnicí pevného středu jeho otáčení, zastupujícího střed promítání (srovnej obr. 2) a nové polohy závěsu bude odpovídat prostorové poloze promítacího paprsku bodu P. Snímky jsou nyní ovšem vůči promítacím paprskům, představovaným vodidly, vysunuty kupředu, což pochopitelně nijak princip vyhodnocování nenaruší.

Toto řešení podstatně zjednodušuje optickou stavbu přístroje. U jiných strojů, pracujících na mechanickém principu, je totiž pozorovací dalekohled spojen s prostorovým vodidlem, které sleduje jednotlivé body pevného snímku. U SPR-2 umožňuje popsané řešení pevné umístění dalekohledu.

Se snímkovými vozíky jsou dále spojeny držáky korekčních mechanismů (srovnej schema obr. 15 a obr. 1). Nosiče snímkových rámu jsou na každém snímku uloženy opět v křížových saních, umožňujících decentrace snímku ve směru os X a Y, nutné pro správnou funkci korekčních mechanismů.

Snímkový rám tvoří kruhová deska, uložená na nosiči, na kterém se může otáčet ve vlastní rovině. Po obvodu je deska opatřena šroubovým ozubením, do kterého zasahuje šnek, vytvořený na hřídelíku ovládaném vrubovaným ručním kolečkem při vnější přední stěně snímkového rámu. Tak se uděluje v průběhu orientace snímku potřebné pootočení. Snímek se klade na podkladné sklo, odpovídající snímkovému formátu 18×18 cm, umístěné v kruhové desce snímkového rámu. Na snímek vložený a centrováný v rámu se klade skleněná deska, která zaručuje jeho vyrovnání. Pozorovací paprsek dopadá na ni stále kolmo. Vyhodnocuje-li se negativ nebo diapositiv, je osvětlen zespodu mléčnou žárovkou, vrhající světlo do stopníku optické osy pozorovacího dalekohledu. Na stroji lze však vyhodnocovat i pozitivní kopie snímku na papíře. Ty pak osvětlují žárovky, umístěné nad snímky mezi objektivy pozorovacích dalekohledů (obr. 9). Také v tom směru je tedy SPR-2 univerzálnější než kterýkoliv jiný stroj.

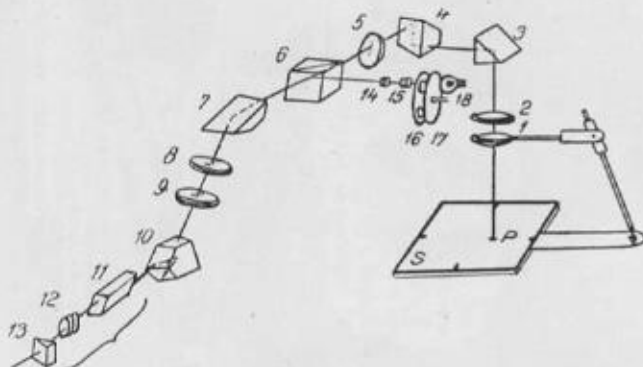
Při vkládání a centrování snímku do rámu se rámy ze stroje vyzvednou. K pohodlnému vynětí snímkových rámu slouží dvě držadla, umístěná diametrálně na krajích rámu.



Obr. 9.

5. Pozorovací systém

Optická soustava pozorovacího systému je poměrně velmi jednoduchá a zůstává při všech pracích na stroji nepohyblivá s výjimkou svého prvního členu — objektivu 1. Snímek S (obr. 10) leží v ohniskové rovině objektivu 1, jehož ohnisková vzdálenost je 18 cm. Paprsky svazku zobrazujícího snímkový bod P vycházejí z čočky 1 jako rovnoběžné a po průchodu spojnou čočkou 2 se sbíhají v její ohniskové rovině, ležící ve středu dvojitého pravouhlého hranolu 6 kolmo k optické ose. Cestou jsou paprsky zalomeny do pravého úhlu pravouhlym hranolem 3 směrem k vertikální osové rovině stroje rovnoběžně s osou X a znovu zalomeny a stranově převráceny hranolem 4. Hranoly 4 levého i pravého pozorovacího systému leží vedle sebe v horní části kostry stroje a v dalším průběhu jdou již paprskové svazky obou systémů rovnoběžně.



Obr. 10.

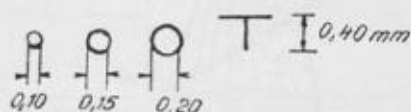
Podle publikace „Naučno-informacionnyj sbornik Vojenno-topografičeskoj služby SSSR“.

Spojná čočka 5 slouží jen pro zvýšení sbíhavosti paprskového svazku. Paprsky se sbíhají do obrazu nastaveného bodu P, který se vytvoří v průsečíku optické osy svazku s přeponovou stěnou pravouhlych hranolů 6, splených spolu v kostku. V tomto místě se také obraz spojuje s obrazem měřicí značky, která je sem promítána žárovkou 18. Značka je vyryta na kotouči 17, za kterým je zařazen kotouč s barevnými filtry 16, umožňující dát značce různé barvy. Obraz promítnuté značky se vytvoří v ohniskové rovině optického systému 14, 15, tvořícího promítací zařízení, a to v bodě na jeho optické ose, totožné z bodem, v kterém se vytváří obraz pozorovaného snímkového bodu. Přeponová stěna pravouhlého hranolu tvořícího kostku 6 je postříbřena, takže odráží 10 % paprsků, promítajících značku. Odražené paprsky se ztotožní s paprsky jdoucími

od snímku těchto paprsků kostka propustí 90 %. Je tedy v chodu paprsků za čočkou obraz snímkového bodu značky již ztotožněn. Rozdílnou intenzitu obrazu snímkového bodu a značky lze vyrovnat zvýšením napětí promítací žárovky 18, které lze regulovat reostatem.

Na kotouči 17 jsou vyryty značky různé velikosti a typu (obr. 11), které lze zařadit pootočením kotouče. Podobně pootočením kotouče, nesoucího filtry (bílý, žlutý, zelený) lze dát měřické značce různou barvu. Otáčení kotouče, nesoucího značky, filtrového kotouče, jakož i měnění intenzity světla se dosahuje pootáčením knoflíků na horní části stroje, pohodlně dostupných s místa pozorovatele.

Další část optického systému je umístěna v trubici směřující do výšky očí vyhodnocovatele (srovnej obr. 9). Nad horní částí trubice je umístěn Wollastonův hranol, mající zde pouze tu funkci, že zalamuje optickou osu paprskového



Obr. 11.

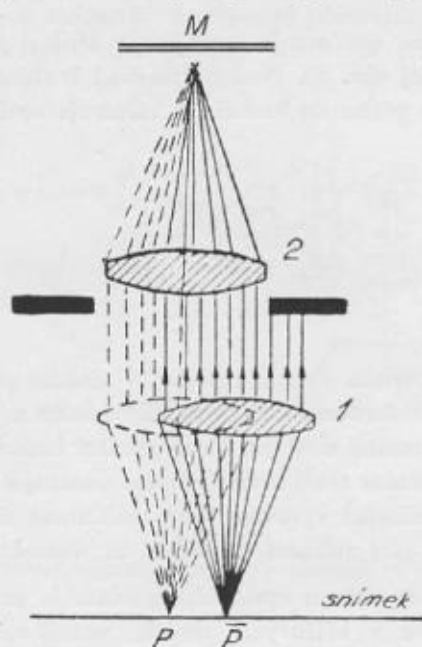
svazku tak, aby se ztotožnila s osou trubice. V dalším průběhu paprsků čočka 8 dá paprskům opět chod rovnoběžný s optickou osou a čočka 9 spojí paprsky do obrazu v ohniskové rovině okuláru. Pentagonální hranol 10 zalamuje paprsky do okulárové trubice. Okulár tvoří hranol očního rozestupu 11, pozorovací lupa 12 a ptický klín 13, umožňující vyrovnat nerovnoběžnost očních os pozorovatele. Okuláry jsou výměnné pro zvětšení 4násobné až 6násobné.

Jediným pohyblivým členem optického systému je první čočka objektivu 1, jejíž objímka je uložena v křížových saních, umožňujících libovolný pohyb v rovině objektivu. Tyto pohyby odpovídají posunu obrazu nastavovaného bodu vůči značce, jak je vidět z obr. 12. Byla-li v základní poloze čočka 1 v poloze na obr. 12 čárkované, ztotožnil se s měřickou značkou \bar{M} , ležící v ohnisku objektivu, obraz bodu \bar{P} v optické ose přední čočky. Vysuneme-li čočku 1 (plně vytažená poloha na obr. 12), ocitne se v její optické ose jiný snímkový bod \bar{P} . Paprsky z něho vycházející jdou proto po průchodu přední čočkou opět rovnoběžně s optickou osou. Poněvadž tento směr je rovnoběžný také s optickou osou čočky 2, spojí je tato do svého ohniska, kde s měřickou značkou splyne takto vytvořený obraz bodu \bar{P} . Při vyhodnocování se pohybem snímku přivádějí jeho jednotlivé body do osy celého pozorovacího systému, totožné s optickou osou čočky 2. Pohyb přední čočky pak umožňuje ztotožnit měřící značku s jiným

bodem, než který byl nastaven snímkem, a tak zavést potřebnou korekci, odpovídající změně polohy bodu na svislém a daném skloněném snímku. Vozík nesoucí čočku 1 je řízen korekčními mechanismy, které automaticky určují potřebnou velikost jeho posunu pro každý snímkový bod.

6. Korekční mechanismus

V měřické praxi se nevyskytuje případ přesně svislých snímků. Výsledkem leteckého fotografivání jsou snímky obecně v prostoru skloněné. Polohy bodů zobrazených na takových snímcích jsou pochopitelně jiné, než by byly polohy

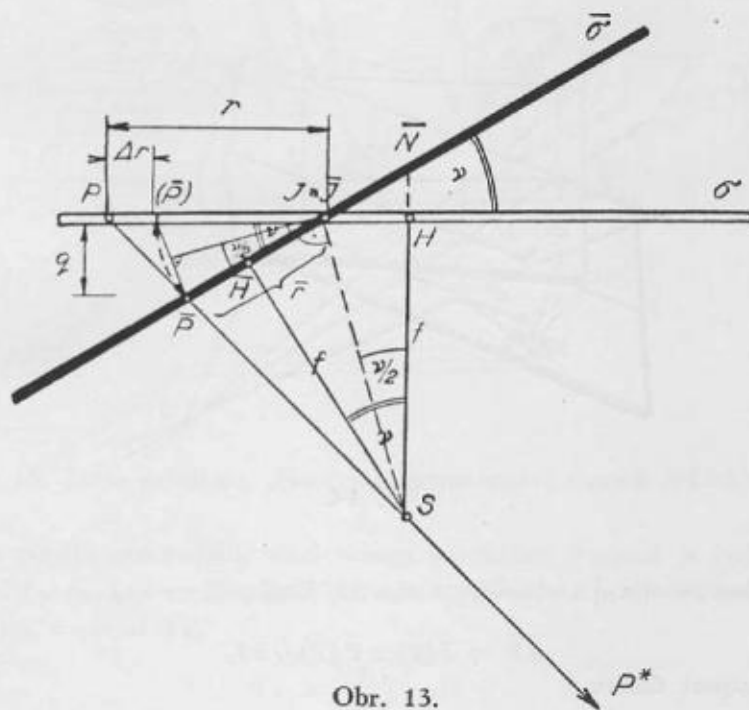


Obr. 12.

týchž bodů na snímku svislém, pořízeném se stejného místa fotografování. Jak bylo ukázáno v předchozích kapitolách, je vyhodnocovací zařízení stroje řešeno pouze pro případ snímků přesně svislých. Pro vyhodnocení je třeba opravit polohu bodů na daném skloněném snímku tak, aby odpovídala poloze, ve které by se tento bod zobrazil, kdyby byl snímek přesně svislý. U SPR-2 se místo posunu bodu zavádí posun objektivu pozorovacího systému. Korekční mechanismus posune v závislosti na poloze nastaveného bodu spodní čočku objektivu vyhodnocovacího systému, a tak se dosáhne toho, že zatímco pohyby snímku a prostorového vodidla je nastavena poloha vyhodnocovaného bodu na snímku

svislém, splyne v pozorovacím systému s měřicí značkou obraz jinde ležícího bodu, který nastavené poloze svislého snímku odpovídá na daném snímku skloněném.

V dalším odvodíme potřebnou velikost tohoto posunu. Na obr. 13 je znázorněn svislý snímek $\bar{\sigma}$, pořízený komorou s ohniskovou vzdáleností f z bodu S (střed promítání). Obraz terénního bodu P^* se vytvoří na snímku σ v bodě P . V témže obrázku je nakreslena poloha snímku $\bar{\sigma}$, pořízeného touže komorou z téhož bodu, který je skloněn o úhel ν v rovině nárysu vůči snímku svislému σ .

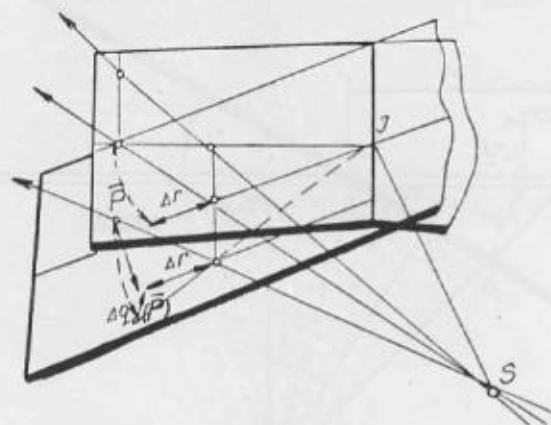


Obr. 13.

Na tomto snímku je obrazem terénního bodu P^* bod \bar{P} . Obě snímkové roviny se protínají v průsečnici kolmé k nárysně obrázku, jejímž obrazem je bod J . Vzdálenost bodu P na svislém snímku od průsečnice obou rovin je označena r . Obdobně na skloněném snímku je vzdálenost bodu \bar{P} od průsečnice označena \bar{r} . Z obrazu je patrné, že

$$r = \bar{r} + \Delta r.$$

Zde Δr je posun, který vykoná obraz bodu P^* na skloněném snímku vůči poloze tohoto obrazu na snímku svislém ve směru kolmém k průsečnici obou snímků. Body ležící mimo vertikální rovinu, obsahující osu záběru, kterou představuje řez na obr. 13, jsou vůči odpovídajícím bodům svislého snímku posunuty také ve směru rovnoběžném s průsečnicí obou snímků o Δq (obr. 14). Výsledný posun je pak takový, že jde pro každou dvojici bodů po paprsku, jdoucím fokálním bodem J . Tento bod je bodem, ve kterém vertikální rovina, proložená osou záběru, protíná průsečnici obou snímků. Úhly měřené z fokálního bodu zůstávají totiž nezměněny na jakkoliv skloněných snímcích.



Obr. 14.

Velikost posunu Δr odvodíme z obr. 13. Poněvadž

$$\overline{JP} = J(\overline{P}) \text{ a } \overline{P}(\overline{P}) \parallel SJ,$$

můžeme napsat úměru

$$\Delta r : q = r : f.$$

Z obrázku je dále zřejmé, že

$$q = \overline{r} \cdot \sin \nu,$$

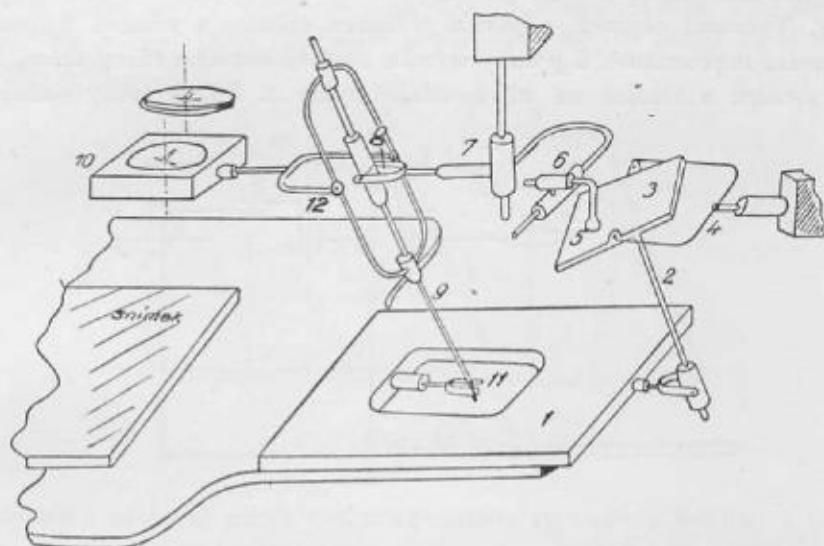
a proto po dosazení dostaneme pro posun Δr vztah

$$\Delta r = \frac{\overline{r} \cdot \overline{r}}{f} \sin \nu$$

Představuje-li řez na obr. 13 vertikální rovinu osou X svislého snímku, jsou vypočtené posuny Δr rozdíly x-ových souřadnic bodů, příslušejících svislému a skloněnému snímku. Můžeme tedy předchozí vztah přepsat na:

$$\Delta x = \frac{\bar{x} \cdot x}{f} \sin \varphi, \quad (1)$$

platící pro snímek, který má proti svislému snímku podélný sklon v rovině XZ.



Obr. 15. Podle publikace „Naučno-informacionnyj sborník VTS-SSSR“.

Zde jsme použili pro podélný úhel sklonu obvyklého symbolu φ . Podobně lze pro posun Δy odvodit vztah, platící pro snímek, který má proti svislému snímku příčný sklon v rovině YZ.

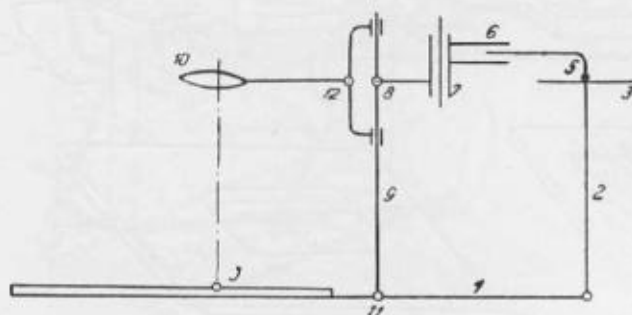
$$\Delta y = \frac{\bar{y} \cdot y}{f} \sin \omega \quad (2)$$

zde ω je příčný úhel sklonu snímku.

U snímku majícího podélný i příčný sklon se oba tyto vztahy kombinují tak, že výsledný posun jde vždy po paprsku, procházejícím fokálním bodem. Posun obstarává korekční mechanismus automaticky.

Stavba korekčního mechanismu není složitá a je schematicky zachycena na obr. 15. Se snímkovým vozíkem je spojena základna korekčního mechanismu 1, na níž je v kardanovém závěsu držena spodní část tyče 2, nesoucí korekční

destičku 3. Destička tvořící jádro korekčního mechanismu je velmi přesně opracována a dokonale rovinná. Je s tyčí 2 pevně spojena tak, že tyč je stále kolmá k její rovině. Má formát čtverce o straně rovné 60 mm, což umožňuje korigovat sklony snímků do $10,3^\circ$ při ohniskové vzdálenosti 200 mm, případně $2,9^\circ$ při ohniskové vzdálenosti 55 mm. Deska je uchycena v kardanovém závěsu 4, jehož osy se nad ní protínají ve výšce rovné poloměru kulovitého zakončení tyčky 5, která na desku stále dosedá. Objímku 6 lze vysouvat ve směru os X a Y přístroje a tím nastavit v počáteční poloze tyčku 5 do libovolné odlehlosti od středu destičky. Vysunutí objímek odpovídá sklonům snímku a zůstává během vyhodnocování neproměnné. S posuny snímku dostává destička různý sklon, který působí zvedání a klesání na ni dosedající tyčky 5. Pohyb tyčky sleduje ob-



Obr. 16 a.

jímka 7 nesoucí kardanový závěs 8 táhla 9, kterému tak uděluje doplňující výchylku přenášenou na vozík spodní čočky objektivu 10, korigující podle předchozího výkladu polohu nastavovaného bodu. Zůstává-li tyčka 5 při vyhodnocování nepohyblivá (což nastane, když je v počáteční poloze nastavena přesně do středu destičky, tedy při jejích libovolných sklonech zůstává v pevné poloze dané středem kardanového závěsu 4), sleduje spodní závěs 11 táhla 9 pohyby snímku. Táhlo se naklání kolem středu kardanového závěsu 12, který spolu se spodní čočkou objektivu 10 zůstává nehybný.

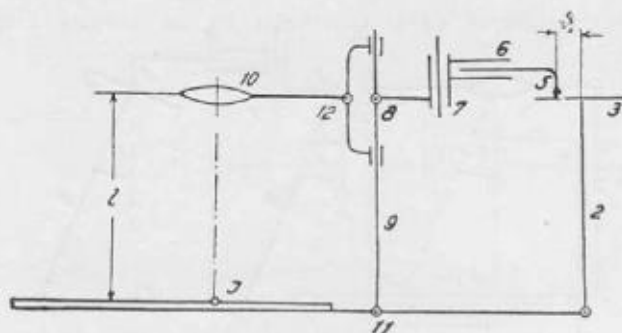
Jak je patrné, je korekční pohyb objektivu působen pouze posunem objímky nesoucí závěs 8, který odpovídá pohybu tyčky 5 ve vertikálním směru.

Pro správnou funkci korekčního mechanismu je nutno, aby v základní poloze byl do osy pozorovacího systému centrován fokální bod snímku. Vodidla snímku a obě táhla korekčního mechanismu 2 a 9 stojí v základní poloze přesně svisle. Tyčka 5 dosedá do středu destičky 3 (obr. 16a). Taková poloha

Stupnice udávající výchylky tyčky 5 je dělena tak, že vysunutí ϑ_x ve směru osy X jsou úměrná sinům úhlů podélného sklonu φ a podobně vysunutí ve směru osy Y, sinům úhlů příčného sklonu ω :

$$\begin{aligned}\vartheta_x &= c \cdot \sin \varphi \\ \vartheta_y &= c \cdot \sin \omega\end{aligned}\quad (8)$$

Konstanta c je pak volena tak, že odpovídá poměru l^2/f . (Volíme-li pro vyhodnocování jiné f , je zřejmé, že se jen úměrně změní hodnota dílků stupnice.)



Obr. 17 a.

Dosadíme-li za c a ϑ_x do vztahu (7) dostaneme:

$$\Delta x = \frac{\overline{xx}}{f} \sin \varphi \quad (9)$$

podobně lze pro posun ve směru Y odvodit

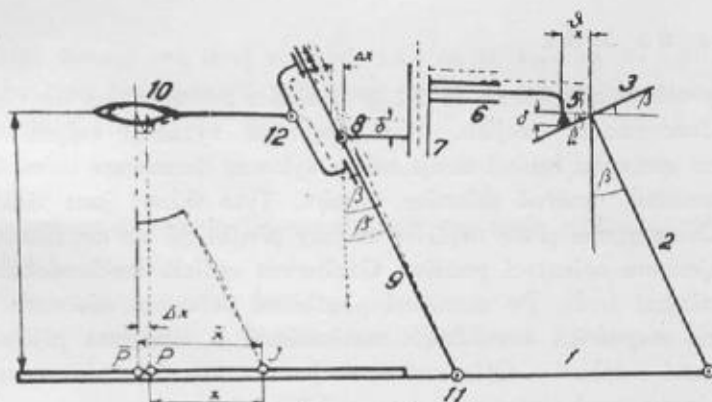
$$\Delta y = \frac{\overline{yy}}{f} \sin \omega \quad (10)$$

Vztahy (9) a (10) jsou totožné se vztahy (1) a (2), které jsme theoreticky odvodili pro posun obrazu bodu na skloněném snímku vůči jeho obrazu na snímku svislém. Je tedy zřejmé, že korekční mechanismus plní tyto vztahy přesně.

Výchylky tyčky 5 se nastavují otáčením vrubovaných koleček na horní části korekčních mechanismů, nasazených na hřídelích, vychýlených směrem k místu vyhodnocovatele tak, že jsou pohodlně dostupny (srovnej obr. 9). Hodnoty posunu lze odečítat na počítadlech provedených jako konické prstence a dělených tak, že se na nich odečítají přímo úhly sklonu φ a ω .

Pro správnou funkci korekčních mechanismů je ovšem nutné, aby v nulové poloze korekčních mechanismů — to jest, když obě táhla 2 a 9 stojí svisle — byl do optické osy pozorovacího systému centrován fokální bod snímku J. Průsečík optické osy pozorovacího systému s rovinou snímku je pro nulovou polohu fixován na skle podkladového rámu ryskami, odpovídajícími rámovým značkám snímku, jako hlavní bod snímkového rámu H.

Při nastavení fokálního bodu J vykoná snímkový rám i s nosičem korekčních mechanismů posun o hodnotu JH. Aby táhla byla v této poloze snímku svislá, je nutno posunout nosičem táhel vůči snímkovému rámu o hodnotu vzdálenosti fokálního bodu do bodu hlavního rovnou (z obr. 13) $JH = f \cdot \operatorname{tg} \nu / 2$. Tento posun se nazývá decentrace korekčního zařízení. Jeho složky ve směru



Obr. 17 b.

souřadných os X a Y jsou úměrné podélnému a příčnému úhlu sklonu snímku φ a ω , ke kterým jsou ve zvláštní tabulce, patřící k příslušenství stroje, tabulkovány. Nastavují se posunem nosiče závěsů táhel (1 na obr. 15) mikrometrickými šrouby, umístěnými na spodní části korekčních mechanismů. Velikost posunů se odečítá na stupnicích dělených v mm, opatřených vernierem. Maximální nastavitelná hodnota decentrace je ± 10 mm.

Další úpravy vyžaduje poloha snímku vůči prostorovým vodídlům, představujícím promítací paprsky. Ta totiž, jak bylo ukázáno, zaujmou svislou polohu při nastavení hlavního bodu snímkového rámu.

Na skloněném snímku však svislému promítacímu paprsku neodpovídá hlavní bod H, nýbrž snímkový nadír N (obr. 13). Proto při vyhodnocování takového snímku musíme jej vůči hlavnímu bodu snímkového rámu posunout o hodnotu vzdálenosti snímkového nadíru od hlavního bodu $\bar{N} \bar{H} = f \cdot \operatorname{tg} \nu$. Tento

posun se vykoná decentrací celého snímkového rámu (i s korekčním mechanismem vůči ostatnímu vyhodnocovacímu systému. Vzájemná poloha snímkového rámu a korekčního mechanismu decentrovaného podle předešlého výkladu, se tím nezmění. Decentraci udělujeme snímkovému rámu opět ve směru obou souřadnicových os mikrometrickými šrouby při jeho přední a vnější boční stěně (srovnej obr. 9). Z výrazu pro decentraci snímku $\bar{H} \bar{N} = f \cdot \operatorname{tg} \nu$ vidíme, že je pro malé úhly dvojnásobná než decentrace korekčního mechanismu $HJ = f \cdot \operatorname{tg} \nu/2$. Jsou proto dílky stupnic určujících decentraci snímku dvojnásobné velikosti proti stupnicím decentrace korekčního mechanismu. Pro určení velikosti snímkové decentrace lze pak použít téže tabulky jako k určení decentrace korekčních mechanismů. Maximální nastavitelná hodnota decentrace je ± 20 mm.

7. Práce na SPR-2

Postup vyhodnocování na SPR-2 je shodný s postupem na jiných universálních vyhodnocovacích strojích. Malé doplnění vyžaduje vzájemná orientace snímků. Pro správnou funkci stroje nutno vykonat decentrace snímků i korekčních mechanismů, úměrné sklonům snímků. Tyto sklony jsou však obvykle neznámy. Orientujeme proto nejdříve snímky předběžně bez decentrací. V praxi se pro vzájemnou orientaci používá Gruberova opticko-mechanického postupu s 6 orientačními body. Po skončené předběžné orientaci odečteme sklony na prstencových stupnicích korekčních mechanismů a zavedeme příslušné decentrace, odečtené z tabulky. Orientaci opakujeme znovu. Změní-li se nyní sklony o větší hodnotu, opakujeme celý postup ještě jednou.

V dalším se postup absolutní orientace a vyhodnocování neliší od postupů používaných na jiných strojích.

Při absolutní orientaci se příslušné sklony udělují celému modelu současným otáčením koleček podélného nebo příčného sklonu korekčního mechanismu u obou komor s případnou následující úpravou decentrací.

Při aerotriangulaci na SPR-2 je nutno po vyhodnocení prvé dvojice vyjmout snímky; pravý umístit na levý nosič snímkového rámu, nastavit na levém snímku všechny hodnoty původního vyhodnocení snímku, odečtené na příslušných stupnicích a do pravého rámu vložit snímek třetí.

Zařazení několika exemplářů stroje do provozu ve fotogrammetrickém ústavu Vojenské topografické služby SSSR ukázalo, že stroj zaručuje vysokou přesnost vyhodnocování, rovnocennou universálním strojům jiných značek. Přitom svými možnostmi tyto stroje v mnohém ohledu předčí. Zároveň jeho nízké pořizovací a výrobní náklady umožňují vybavit provoz v krátké době dostatečným

počtem těchto strojů. Výhodou stroje je dále prostá justáž, ovlivněná jednoduchostí konstrukce, která dovoluje rychle instalovat stroj na případném novém pracovišti.

Stroj je určen pro přesné práce ve velkých a středních měřítkách. Zvláště v měřítku 1:10 000 a 1:25 000.

Autor měl možnost na stroji pracovat během své stáže v SSSR v roce 1955. Při té příležitosti byly porovnávány výsledky, jichž bylo dosaženo na SPR-2 při vyhodnocování mapy 1:25 000, s výsledky dosaženými na stereoplanigrafu Zeissově C 5. Ukázalo se, že SPR-2 dosahuje stejné přesnosti. Předností byla také pohodlná obsluha stroje a velké zorné pole pozorovacího optického systému.

Případný dovoz těchto strojů do Československa by proto bylo možno jen uvítat.

V dnešní úpravě má stroj rozměry 1,10 m × 1,20 m × 1,90 m a váhu 600 kg. Jeho cena je podstatně nižší než cena jiných universálních vyhodnocovacích strojů.

Literatura:

Naučno-informacionnyj sbornik Vojenno topografičeskoj služby SSSR, roč. 1954.

K O N K U R S

Náčelník Vojenské technické akademie Antonína Zápotockého v Brně vyhlašuje konkurs na místo

profesora fotografické technologie

Písemnou žádost zašlete do 30. dubna 1956 na adresu: Vojenská technická akademie Antonína Zápotockého, složka ŠO, Brno.

K žádosti připojte krátký osobní popis (formulář obdržíte u místní vojenské správy) se životopisem, ověřený opis diplomu (vysvědčení) o ukončeném vysokoškolském vzdělání, ověřený opis dokladu o udělení akademických nebo vědeckých hodností a doklady o vědecké nebo výzkumné, odborné a pedagogické činnosti s uvedením základních vědeckých prací, jež byly publikovány.

Vojenský topografický obzor. Vychází čtyřikrát do roka. Vydává MNO. Redakční rada: Ing. Dr. Jan Klíma (předseda), doc. Ing. Dr. Adolf Fiker, doc. Ing. Dr. Bedřich Chrastil, Ing. Josef Jeník, Vladimír Kop, Ing. Dr. Jiří Kousal, Karel Oktábec, Bohuslav Svoboda, Ing. Tomáš Šesták, prof. Ing. Dr. Josef Vykutíl (členové). Redaktor Ing. Otakar Skoupý, Předplatné 4 Kčs ročně. Časopis si mohou předplácet jen vojenské osoby z povolání a žáci vojenských učilišť. Tiskne 1. VKÚ Praha. VC - 103512

O B S A H

Ing. Ivo Jakubka, VTA-AZ, Brno: Ohyb záměrného paprsku při nivelaci	303
Technik major Roman Skopalík, 1.VKÚ: Vojenské mapy Spojených států amerických	321
Inženýr major Ing. Boleslav Červinka: Poznámky k současnému fotogrammetrickému mapování	340
Inženýr kapitán Ing. Radim Kudělásek: Nový přesný universální stroj sovětské konstrukce SPR-2	345