

# vojenský topografický obzor



vydává MNO

1

1961

## O B S A H

<b>Inž. plukovník doc. inž. dr. Bedřich Chrástil:</b> Odměřování zeměpisných souřadnic na československých vojenských topografických mapách . . . . .	1
<b>Inž. Jan Fixel:</b> Převod geodetických zeměpisných souřadnic z jednoho systému do druhého . . . . .	13
<b>Inž. major Bohumil Hanák:</b> Fotogrammetrické vyhodnocování širokoúhlých snímků metodou přetvořených paprskových trsů na stereoplanigrafu C-5 . . . . .	17
<b>Inž. major Arnošt Lapeš:</b> Zkušenosti z fotogrammetrického vyhodnocování map měřítka 1:1000 . . . . .	33
<b>Inž. Bohumír Kovářik:</b> Vyhodnocování mapy 1:10 000 na stereoprojektoru SPR-2 . . . . .	39
<b>Inž. podplukovník Boleslav Červinka:</b> Nový způsob získávání vřícovacích bodů při topograf. mapování . . . . .	45
<b>Inž. major Julius Hauser:</b> Údržba topografických map (překlad) . . . . .	54
<b>Tech. podplukovník Josef Vlastník, o. z. Zdeněk Pýcha:</b> Konstrukce, kresba a vyhotovení kartografického písma pro fotografickou sazbu . . . . .	63
Zprávy technické knihovny VZÚ	

Inženýr plukovník doc. inž. dr. Bedřich Chrastil, VA AZ

### Odměrování zeměpisných souřadnic na československých vojenských topografických mapách

#### I. Vlastností čs. vojenských topografických map z hlediska odměrování zeměpisných souřadnic

1. V roce 1958 bylo dokončeno vyhotovení původního mapového topografického díla v měřítku 1 : 25 000, zobrazujícího celé území ČSSR. Toto mapové dílo je vybudováno na stejných geodetických a kartografických základech jako obdobné dílo všech států světové socialistické soustavy. Také náplň těchto map je dána prakticky stejnými hledisky a vyjádřena stejnými prostředky.

Na podkladě map 1 : 25 000 jsou nyní postupně vyhotovovány mapy odvozené menších měřítek až do měřítka 1 : 1 000 000.

Přehled a popis celého nového topografického mapového díla ČSSR lze nalézt v četných publikacích, např. [5], [6].

Na topografických mapách měřítek 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 a 1 : 200 000 lze odměřovat Gaussovy pravoúhlé rovinné souřadnice a geodetické zeměpisné souřadnice bodů. Na mapách 1 : 500 000 a 1 : 1 000 000 lze odměřovat jen geodetické zeměpisné souřadnice bodů.

Význam pravoúhlé rovinné souřadnicové sítě na mapách uvedených měřítek z hlediska vojenské aplikace leží především v jejím užití při topografické přípravě dělostřeleckých paleb. Užití zeměpisné sítě (šířkových a délkových stupnic na rámech mapových listů) bylo zatím malé, obzvláště u map velkých měřítek (1 : 25 000, 1 : 50 000).

Soudobá vojenská technika vysoko vyzdvihuje význam topografických map velkých a středních měřítek a význam zeměpisných stupnic a sítí na nich [1]. Rychlé a spolehlivé odměrování zeměpisných souřadnic bodů zemského povrchu z topografických map je základní podmínkou úspěšného řešení řady významných palebných a lokačních úloh. Tato studie je proto věnována otázkám, které úzce souvisí s úkoly toho druhu.

2. V první řadě si zopakujme, jak po této stránce je naše nové mapové dílo vybaveno.

#### Mapa 1 : 25 000

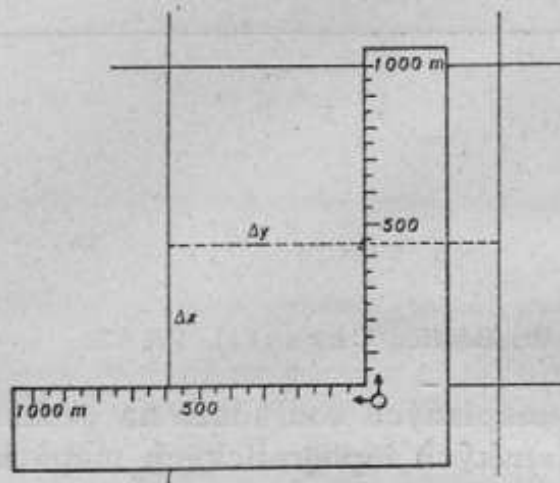
Zeměpisné rozměry:  $\Delta\lambda = 7'30''$ ,  $\Delta\varphi = 5'$ .

Pravoúhlá rovinná síť souřadnicová po čtvercích o straně 1 km.

Zeměpisná síť uvnitř mapy není. Podél rámu listů jsou šířkové a délkové stupnice s krokem  $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 1'$ .

K odměřování pravouhlých rovinných souřadnic lze použít buď odpichovátko ve spojení s lineárním měřítkem nakresleným mimo rám mapy nebo mapového ukazatele.

V prvním případě je třeba vyznačit tužkou úseky, které vymezují na nejbližších čarách kilometrové sítě rovnoběžky, vedené s těmito čarami uvažovaným bodem. V druhém případě určíme zbytkové souřadnice přímo odečtením na mapovém ukazateli (obr. 1).



Obr. 1

Odměřování zeměpisných souřadnic na mapách 1 : 25 000 s použitím zeměpisných (délkových a šířkových) stupnic podél rámu listu je bez dalších opatření (např. jejich poddělení na menší dílky) svízelné vzhledem k značné lineární hodnotě minutových dílků těchto stupnic. Návrhy na řešení této úlohy budou uvedeny v části III.

#### Mapa 1 : 50 000

Zeměpisné rozměry mapy:  $\Delta\lambda = 15'$ ,  $\Delta\varphi = 10'$ .

Pravouhlá rovinná síť souřadnicová po čtvercích o straně 1 km.

Zeměpisná síť uvnitř mapy není.

Podél rámu listů jsou zeměpisné stupnice s krokem  $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 1'$ .

Pro odměřování pravouhlých rovinných souřadnic platí totéž, co bylo uvedeno u map 1 : 25 000. Také pro odměřování zeměpisných souřadnic nelze dodat nic dalšího.

#### Mapa 1 : 100 000

Zeměpisné rozměry mapy:  $\Delta\lambda = 30'$ ,  $\Delta\varphi = 20'$ .

Pravouhlá rovinná síť souřadnicová po čtvercích o straně 2 km.

Zeměpisná síť uvnitř mapy není.

Podél rámu listů jsou zeměpisné stupnice s krokem  $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 1'$ .

Jestliže u předchozích měřítek map jsme mohli z grafického hlediska považovat obrazy poledníků a rovnoběžek ještě za přímky, není tomu tak již u map 1 : 100 000, u kterých se obrazy rovnoběžek již zobrazují jako křivky (viz další vývody).

#### Mapa 1 : 200 000

Zeměpisné rozměry mapy:  $\Delta\lambda = 1^\circ$ ,  $\Delta\varphi = 40'$ .

Pravouhlá rovinná síť souřadnicová po čtvercích o straně 10 km.

Zeměpisná síť uvnitř mapy není.

Podél rámu listů jsou zeměpisné stupnice s krokem  $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 1'$ .

#### Mapa 1 : 500 000

Zeměpisné rozměry mapy:  $\Delta\lambda = 3^\circ$ ,  $\Delta\varphi = 2^\circ$ .

Pravouhlá rovinná síť souřadnicová na mapě není.

Uvnitř mapy je zobrazena zeměpisná síť (obrazy poledníků a rovnoběžek) s kroky  $\Delta\lambda = 30'$ ,  $\Delta\varphi = 20'$ .

Podél rámců listů jsou zeměpisné stupnice s krokem  $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 5'$ .

Mapa 1 : 1 000 000

Zeměpisné rozměry mapy:  $\Delta\lambda = 6^\circ$ ,  $\Delta\varphi = 4^\circ$ .

Pravouhlá rovinná síť souřadnicová na mapě není.

Uvnitř mapy je zobrazena zeměpisná síť s kroky  $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 1^\circ$  a stupnicovým poddělením po  $10'$ .

Podél rámců listů jsou zeměpisné stupnice s krokem  $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 5'$ .

3. Ke grafickému, popřípadě grafickopočetnímu určování zeměpisných souřadnic libovolných bodů je třeba předem si ujasnit vlastnosti obrazu zeměpisné sítě na československých vojenských topografických mapách.

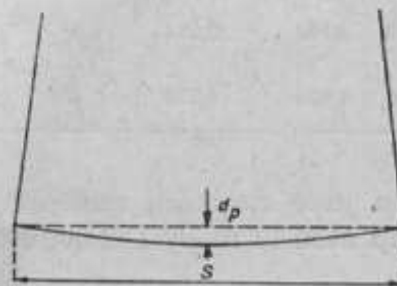
Tyto mapy jsou založeny na Gaussově příčném válcovém konformním zobrazení; obrazy poledníků a rovnoběžek tvoří proto pravouhlou soustavu křivek.

Obrazy zemských rovnoběžek jsou v Gaussově zobrazení paraboly. Všechny mapy uvažovaných měřítek jsou založeny na zobrazení Krasovského elipsoidu na šestistupňových poledníkových pásech. V jejich rozmezí lze paraboly rovnoběžek považovat za kružnice [2] o poloměru

$$\rho = N \cdot \cotg\varphi = R \cotg\varphi \quad (1)$$

je-li  $R = \sqrt{MN}$ .

Chceme-li posoudit, do jaké míry lze u jednotlivých map zanedbat grafickou křivost obrazu rovnoběžky, vyjádříme si maximální výšku oblouku rámcové rovnoběžky nad tětivou, tj. nad spojnicí rohů listu mapy (obr. 2):



Obr. 2

$$d_p = \frac{N \sin 2\varphi}{16} \left( \frac{\Delta\lambda}{\rho} \right)^2 \quad (2)$$

Pro střední zeměpisnou šířku ČSSR  $\varphi = 49^\circ 30'$  možno psát

$$d_p = 120 \text{ m} (\Delta\lambda^\circ)^2 = 0,0229 S^2 \quad (3)$$

Ve vzorci (3) vyjadřujeme  $S$  v kilometrech a  $d_p$  vychází v metrech.

Výpočet hodnot veličiny  $d_p$  pro jednotlivé typy topografických map je uveden v tabulce I. Z ní vyplývá, že při respektování běžné hranice grafické přesnosti (0,1 mm) nelze již u mapy 1:100 000 považovat obraz rovnoběžky za přímkový. Abychom se vyhnuli u těchto map a dalších map menších měřítek složitějšímu odměřování zbytkových souřadnic, můžeme konstruovat taková pole zeměpisné sítě uvnitř listu mapy, pro která je grafická lineárnost zaručena. Proto se jeví výhodné konstruovat zeměpisná pole s kroky  $\Delta\lambda = 15'$ ,  $\Delta\varphi = 10'$  u map 1:100 000 a s kroky  $\Delta\lambda = 30'$ ,  $\Delta\varphi = 20'$  u map 1:200 000. Na mapách 1:500 000 a 1:1 000 000 jsou vykreslena zeměpisná pole z tohoto hlediska plně vyhovující.

Obrazy zemských poledníků v Gaussově zobrazení jsou sinusoidy [2] s výjimkou dotykového poledníku v každém pásu, který se zobrazuje jako přímka. Pro výpočet největší výšky oblouku rámového poledníku nad přímkou spojnicí rohů listu mapy platí vzorec

$$d_m = R \Delta\lambda \cos\varphi_m \frac{(\Delta\varphi)^2}{8\rho^3}, \quad (4)$$

který pro střední zeměpisnou šířku ČSSR lze zjednodušit na tvar

$$d_m = 2,75 \text{ m } \Delta\lambda^\circ (\Delta\varphi^\circ)^2. \quad (5)$$

Ve vzorcích (4) a (5) značí  $\Delta\lambda = 3^\circ$  poloviční rozměr šestistupňového poledníkového pásu,  $\Delta\varphi$  zeměpisný rozměr mapy ve směru poledníku a  $\varphi_m$  zeměpisnou šířku bodu na poledníku, jehož největší vzepětí hledáme.

Hodnoty veličiny  $d_m$  pro jednotlivá měřítka topografických map (tabulka I) ukazují, že na těchto mapách lze bez újmy na grafické přesnosti považovat obrazy zemských poledníků za přímky.

Tabulka I

Měřítka mapy 1 : M	$S_{\text{km}}$	$S_{\text{km}}^2$	$d_p$ v m	$\frac{d_p}{M}$ v mm	$\Delta\varphi^\circ$	$(\Delta\varphi^\circ)^2$	$d_m$ v m	$\frac{d_m}{M}$ v mm
1 : 25 000	9	81	1,86	0,074	$5' = \frac{1^\circ}{12}$	$\frac{1}{144}$	0,06	0,002
1 : 50 000	18	324	7,42	0,148	$10' = \frac{1^\circ}{6}$	$\frac{1}{36}$	0,23	0,005
1 : 100 000	36	1 296	29,68	0,297	$20' = \frac{1^\circ}{3}$	$\frac{1}{9}$	0,92	0,010
1 : 200 000	74	5 476	125,4	0,627	$40' = \frac{2^\circ}{3}$	$\frac{4}{9}$	3,67	0,018
1 : 500 000	223	49 729	1139	2,278	$2^\circ$	4	33,00	0,066
1 : 1 000 000	447	199 809	4 576	4,576	$4^\circ$	16	132,00	0,132

Nyní je třeba povšimnout si ještě vlastností zeměpisných stupnic šířkových a délkových vykreslených podél rámu map nebo (u mapy 1 : 1 000 000) na čarách dílčích zeměpisných polí uvnitř mapových listů.

V rozmezí rámu mapy lze šířkové stupnice získat lineární interpolací. Stupnice délkové lze v rozmezí rámu mapy získat lineární interpolací až do měřítka 1 : 200 000. U map 1 : 500 000 a 1 : 1 000 000 je nutno vynést uzlové body (v polovině rámu listu) a pak opět možno provést interpolaci stupnic [2].

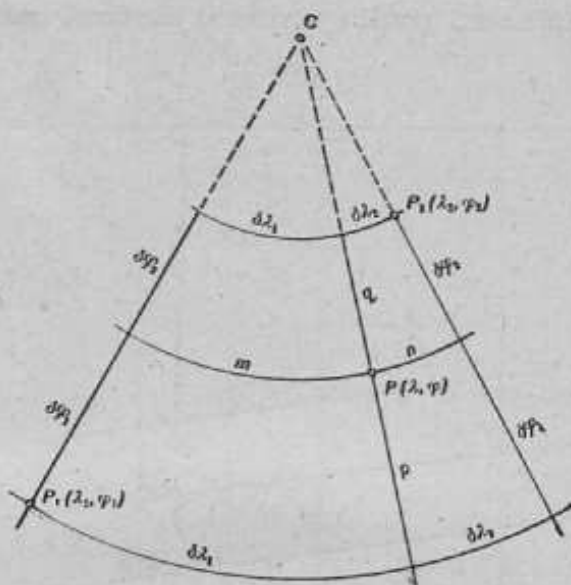
Přípustnost lineární interpolace stupnicových dílků na čarách zeměpisných polí uvnitř listů map je v důsledku předchozího výkladu samozřejmá.

Za uvedených předpokladů a omezení dostáváme konečné obrazce zeměpisného pole jako rovinné přímkové čtyřúhelníky, v nichž určujeme zeměpisné souřadnice bodů buď graficko-početní interpolací nebo způsoby, které budou dále uvedeny, popřípadě navržený.

## II. Určování zeměpisných souřadnic bodů na topografických mapách dosavadními známými způsoby

V každé učebnici kartometrie se dočteme o graficko-početní interpolaci, kterou stanovíme zbytkové zeměpisné souřadnice bodů vzhledem k nejbližším čarám zeměpisné sítě. Obecně je třeba určovaným bodem vést poledník a rovnoběžku. Libovolným délkovým měřítkem

změříme úseky na poledníku a na rovnoběžce mezi určeným bodem a nejbližšími čarami zeměpisné sítě [4]. Podle obr. 3 pak můžeme psát tyto vztahy:



Obr. 3

$$\begin{aligned} \lambda &= \lambda_1 + \delta\lambda_1 = \lambda_2 - \delta\lambda_2 \\ \varphi &= \varphi_1 + \delta\varphi_1 = \varphi_2 - \delta\varphi_2 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \delta\lambda_1 &= \frac{m}{m+n} (\delta\lambda_1 + \delta\lambda_2) = \frac{m}{m+n} \Delta\lambda \\ \delta\lambda_2 &= \frac{n}{m+n} (\delta\lambda_1 + \delta\lambda_2) = \frac{n}{m+n} \Delta\lambda \\ \delta\varphi_1 &= \frac{p}{p+q} (\delta\varphi_1 + \delta\varphi_2) = \frac{p}{p+q} \Delta\varphi \\ \delta\varphi_2 &= \frac{q}{p+q} (\delta\varphi_1 + \delta\varphi_2) = \frac{q}{p+q} \Delta\varphi \end{aligned} \quad (7)$$

Početní kontrola:

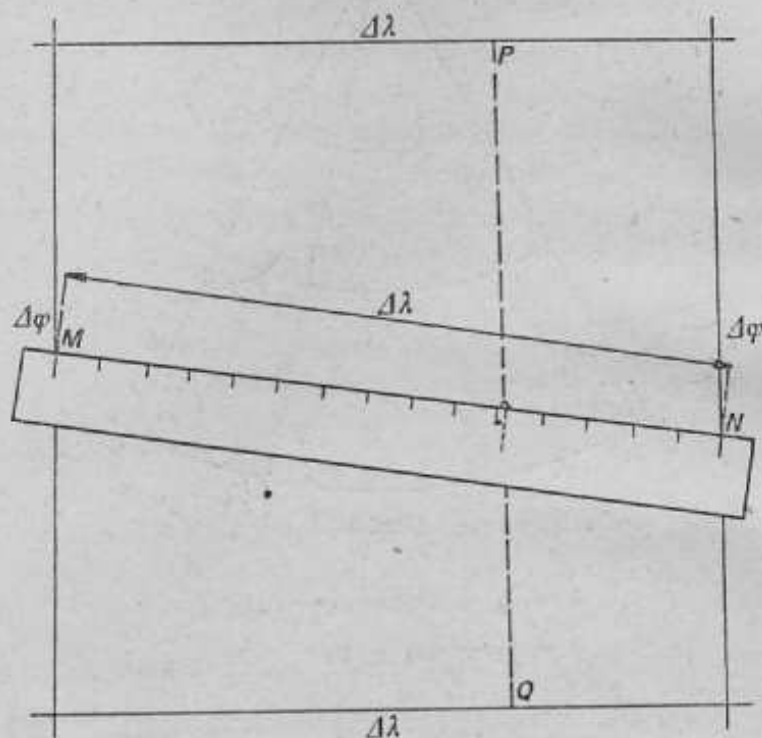
$$\begin{aligned} \delta\lambda_1 + \delta\lambda_2 &= \Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 \\ \delta\varphi_1 + \delta\varphi_2 &= \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 \end{aligned} \quad (8)$$

Konstrukce poledníku a rovnoběžky v určeném bodě nebude v obecném případě vždy snadná. V našem případě, tj. při určování zeměpisných souřadnic bodů na vojenských topografických mapách za přijatých podmínek a omezení (článek I) můžeme sice konstruovat přímkové obrazy poledníků a rovnoběžek za pomoci zeměpisných stupnic podél rámu mapy, není to však nutné a u map v dnešní jejich podobě by to vyžadovalo ještě doplňkové měření vzhledem k značné lineární hodnotě stupnicových dílků.

Jde-li totiž o rovinný přímkový čtyřúhelník v rozsahu dříve uvedených předpokladů a omezení, pak k uvedenému cíli stačí vést určeným bodem dvě přímky, které dosti přibližně jsou ve směru poledníku a rovnoběžky.

Nyní se nám nabízí dvoje řešení: buď odměříme opět libovolným měřítkem úseky  $m$ ,  $n$ ,  $p$ ,  $q$  a určíme hledané souřadnice podle vzorců (6), (7), (8); nebo použijeme vhodné dělených měřítek takové celkové délky, aby úsečka  $MN$  byla o něco delší než maximální lineární hodnota  $\Delta\lambda$  v uvažované oblasti a úsečka  $PQ$  o něco delší než maximální lineární hodnota  $\Delta\varphi$  v této oblasti (měřítko  $PQ$  bude použitelné prakticky pro všechny mapy téhož měřítko). Celým měřítkům přisoudíme příslušné úhlové (stupňové) hodnoty  $\Delta\lambda$ ,  $\Delta\varphi$  a jednotlivým dílkům měřítek pak korespondující zlomky.

Přiložíme-li nyní měřítko na mapu tak, aby jeho počátek a konec ležel na okrajových přímkách zeměpisného pole a měřítko procházelo určeným bodem přibližně rovnoběžně s bližším přímkovým obrazem poledníku nebo rovnoběžky, můžeme na stupnici tohoto měřítka odečíst přímo (za případného použití vernieru) zbytkové zeměpisné souřadnice [3].



Obr. 4

Z charakteru těchto způsobů vyplývá, že k určení zeměpisných souřadnic bodu potřebujeme znát jen zeměpisné souřadnice rohů listu, aniž jsme použili šířkových a délkových stupnic podél rámu mapy (jsou v druhém případě nahrazeny stupnicemi použitých měřítok).

Je žádoucí, abychom uvedenými způsoby určovali zeměpisné souřadnice v rozmezí malých zeměpisných polí. Mluví pro to hlavně tyto 3 důvody:

1. omezíme vliv srážky a deformace papíru, která u voj. topografických map je (zejména vzhledem k jakosti tiskového papíru) značná,
2. snížíme vliv nedokonalé linearitě pravítek (měřítok) a chyb v jejich dělení,
3. zvýšíme ovladatelnost měřicích pomůcek a urychlíme kartometrickou práci.

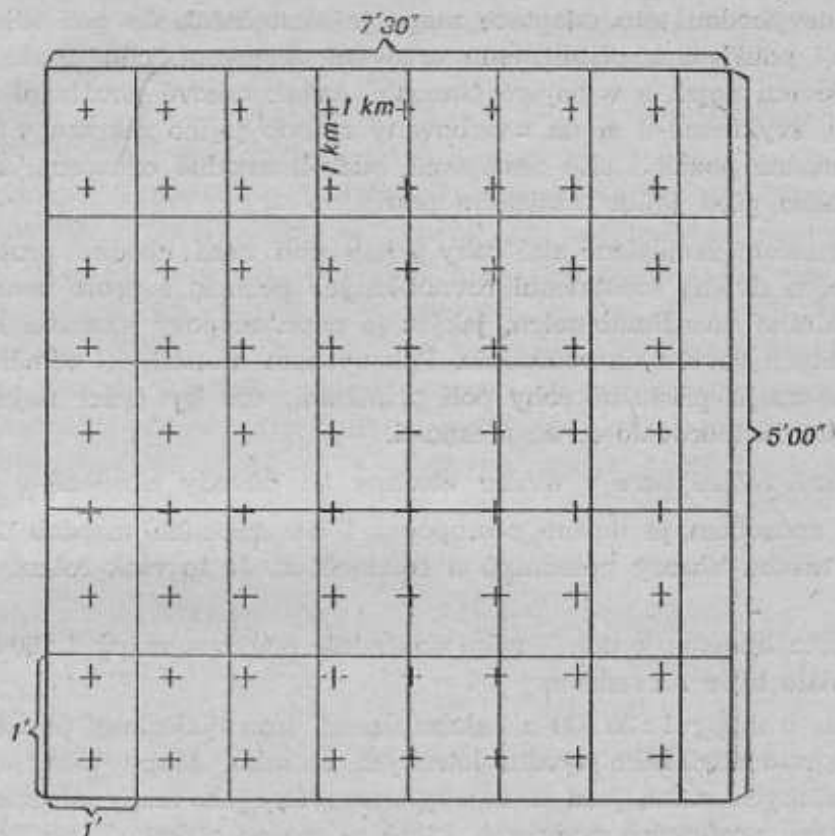
### III. Některé návrhy na určování zeměpisných souřadnic bodů na československých vojenských topografických mapách a na úpravu těchto map k danému účelu

1. Z hlediska přesnosti odměřování zeměpisných souřadnic z mapy a také z hlediska bohatosti a úplnosti topografické náplně mapy se zajisté jeví nejvýhodnější z uvažovaných map mapa 1 : 25 000. Otázku geodetické a kartografické přesnosti náplně mapy v této studii zkoumat nebudeme. Zabývá se jí např. práce [7] a [8]. Vycházíme zatím jen z grafické přesnosti ovlivněné srážkou a deformací tiskového papíru.

Z dřívějšího popisu mapy 1 : 25 000 z hlediska odměřování zeměpisných souřadnic (čl. I) a ze závěru v čl. II vyplývá, že nejvhodnější úpravou mapy 1 : 25 000 k odměřování zeměpisných souřadnic by bylo vyrýsování přímkových obrazů poledníků a rovnoběžek s krokem  $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 1'$ . Poddělení délkových a šířkových stupnic podél rámu mapy by nebylo

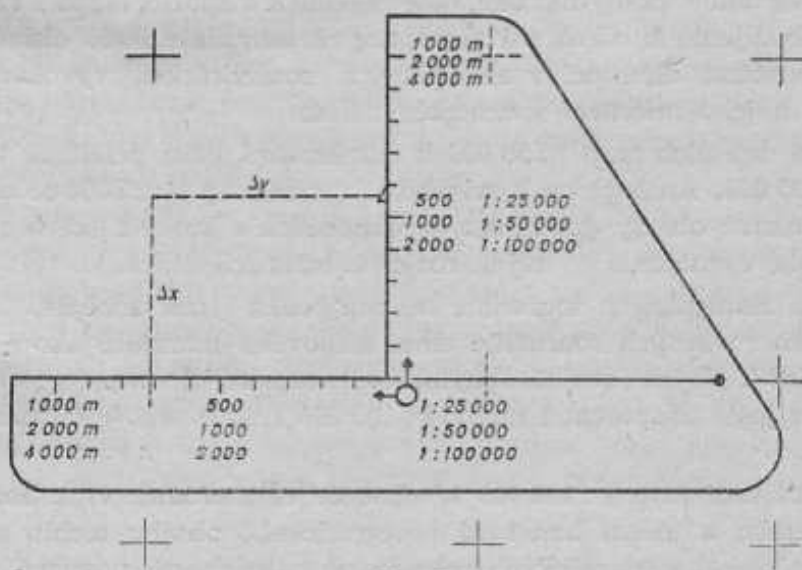


nutné za předpokladu, že zbytkové zeměpisné souřadnice budou v zeměpisných polích ( $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 1'$ ) určovány graficko-početní interpolací nebo použitím zeměpisných měřítek vhodných rozměrů.



Obr. 5

Čtvercová (kilometrová) síť na mapě 1 : 25 000 k odměřování Gaussových pravoúhlých rovinných souřadnic by mohla v tom případě být zakreslena jen svými vrcholy, tj. rohy jednotlivých čtverců. Ukázkou tohoto řešení vidíme na obr. 5. Mapový ukazatel bude třeba řešit tak, aby jedna jeho strana měla dvojnásobnou délku k přesnému přiložení k rohům čtverce kilometrové sítě; nebo je možné jiné jeho řešení, jako např. podle obr. 6.



Obr. 6

Budou-li obě sítě (kilometrová a zeměpisná) takto vyrýsovány již na originále mapy, omezí se další nepřesnosti vyvolané deformací papíru na jednotlivá pole těchto sítí a výsledky odměřování obojích souřadnic z mapy budou co do přesnosti ekvivalentní.

Proto by nebylo zcela správné spokojovat se jen vyrýsováním přímkových poledníků a rovnoběžek na mapě před jejím použitím k tomuto účelu.

Určitou nevýhodou této adaptace mapy je skutečnost, že polí kilometrové sítě bude možno svízelněji používat k přibližnému určování postavení, cílů apod., jak je to zvykem v taktickém výcviku vojsk a v bojové činnosti. Avšak takové používání kilometrové sítě je možné i nadále, zvykneme-li si na navrhovaný způsob jejího zákresu v mapě. Ke stejnému účelu je však možné použít i sítě zeměpisné, bude-li vhodně označena, a to buď přímo při výrobě mapy nebo před jejím taktickým použitím.

Řešit vyznačení zeměpisné sítě rohy jejích polí není vhodné proto, že tato síť (její obraz) není tvořen dvěma soustavami rovnoběžných přímek, a proto není možné použití nějakého univerzálního koordinátometru, jakým je např. mapový ukazatel k odměřování zbytkových pravoúhlých rovinných souřadnic. Pak bychom museli k odměřování zeměpisných souřadnic stejně spojit příslušné rohy polí přímkami, což by práci nejen zpomalovalo, ale i do jisté míry znehodnocovalo co do přesnosti.

Navrhované řešení bere v úvahu všechny tři důvody uvedené v závěru čl. II.

Stejným způsobem je možno postupovat i na dnešních mapách 1 : 25 000, vyrýsujeme-li na nich tužkou obrazy poledníků a rovnoběžek. Je to však řešení přechodné a zajisté méně přesné.

Velmi často budeme k odměřování souřadnic používat mapy 1 : 50 000, a to z několika důvodů, které dále blíže rozvedeme.

Pokud jde o mapy 1 : 25 000 z našeho území, jsou výsledkem přímého mapování v terénu nebo fotogrammetrického využití leteckých snímků. Mapy téhož měřítka, zobrazující území kapitalistických států, jsou u nás vyhotovovány jako mapy odvozené z kartografických materiálů a jiných grafických podkladů, které je možno získat. Z hlediska přesnosti a zejména také z hlediska úplnosti topografického obsahu nemají tyto mapy přirozeně tu hodnotu, jako naše původní mapy 1 : 25 000. Proto nám zpravidla postačí k nejrozmanitějším účelům taktickým, topografickým i kalkulačním mapa 1 : 50 000, jejíž obsah v uvedeném případě bude zhruba stejný a jejíž přesnost bude již více v souladu s přesností podkladů a měřítkem odvozené mapy. Pro některé palebné a lokační účely bude mapa 1 : 50 000 výhodnější svou větší přehledností v širším okolí uvažovaných bodů a cílů.

Mapa 1 : 50 000 bude nezbytná tam, kde nebude k dispozici mapa 1 : 25 000. Jen v nouzových případech použijeme k odměření zeměpisných souřadnic bodů cizích map, u kterých máme ověřenu přípustnost diferencí v zeměpisných souřadnicích, vyvolaných jiným referenčním elipsoidem a jeho orientací v zemském tělese.

O způsobnosti dnešních map 1 : 50 000 k odměřování platí přibližně totéž, co bylo řečeno o mapách 1 : 25 000. Analogicky k návrhu adaptace map 1 : 25 000 se zde nabízí možnost narýsovat opět přímkové obrazy poledníků a rovnoběžek s krokem  $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 2'$ , zatím co čtvercová síť by byla vyznačena ve svých rozích o stranách 2 km.

K odměřování zeměpisných souřadnic lze pak použít týchž zeměpisných měřítek a k odměřování Gaussových rovinných souřadnic téhož mapového ukazatele jako v mapách 1 : 25 000, ovšem s přihlédnutím k jiným (dvojnásobným) hodnotám dílků stupnic těchto zařízení. Zcela analogicky lze ještě adaptovat i mapy 1 : 100 000 ( $\Delta\lambda = \Delta\varphi = 4'$ , rohy čtverců pravoúhlé sítě po 4 km).

Praktické používání map 1 : 100 000 k odměřování souřadnic však bude již méně časté, a to zejména vzhledem k menší bohatosti topografického obsahu těchto map. Vyskytne se při některých operačních a strategických raketových palbách, při navigaci a lokaci v prostorech, kde nebudou jiné lepší mapy k dispozici.

Po takové adaptaci map 1 : 50 000 a 1 : 100 000 by nebylo patrně nutné dosavadní podělení délkových a šířkových stupnic po 1' podél rámu map, nýbrž jen v rozměrech uvedených zeměpisných polí.

Odměrování zeměpisných souřadnic na mapách 1 : 200 000 k účelům balistickým bude jen zcela výjimečným případem. Je tomu tak proto, že topografická náplň mapy a její přesnost nesou již silné stopy rozsáhlé generalizace, což neskýtá ani z hlediska strategických paleb velkou přesnost výpočtu topografických prvků a především jejich vytyčení.

Pro tuto výjimečnost se nejeví zvláštní potřeba nějaké adaptace map 1 : 200 000 z hlediska odměrování zeměpisných souřadnic.

Topografické mapy 1 : 500 000 a 1 : 1 000 000 mají již významný charakter map přehledných. Nemají rovinné čtvercové sítě. K odměrování zeměpisných souřadnic pro účely navigační a lokační zcela postačuje jejich dnešní vybavení. Jejich zeměpisná pole lze považovat za přímková; odměrování zeměpisných souřadnic lze tedy provádět jako u map ostatních, tj. metodou grafickopočetní interpolace nebo s použitím zeměpisných měřítek.

2. Navrhované metody a úpravy nejsou ovšem jediným řešením. Beze změny vnitřní náplně listu mapy můžeme přesněji a pohodlněji než dosud určovat zeměpisné souřadnice na základě podrobnějšího rozdělení délkových a šířkových stupnic podél rámu mapy. Nejmenší délky stupnic by měly být takové, aby dostatečně umožňovaly přesný odhad svých zlomků.

Pro jednotlivá měřítka topografických map je možno navrhnout např. toto rozdělení zeměpisných stupnic (tabulka II):

Tabulka II

Měřítka mapy 1 : M	Zeměpisné stupnice podél rámu mapy			
	dnešní		navrhované	
	$\Delta\lambda$	$\Delta\varphi$	$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$
1 : 25 000	1'	1'	5''	5''
1 : 50 000	1'	1'	10''	10''
1 : 100 000	1'	1'	20''	20''
1 : 200 000	1'	1'	beze změny	
1 : 500 000	5'	5'	beze změny	
1 : 1 000 000	5'	5'	beze změny	

Jiné řešení by záleželo v tom, že na jednotlivých listech map 1 : 25 000, 1 : 50 000 a 1 : 100 000 by byla narýsována pod lineárním délkovým měřítkem ještě dvě měřítka zeměpisná. Celková délka každého z obou měřítek by byla např. rovná lineární velikosti intervalu příslušné zeměpisné stupnice podél rámu mapy.

V článku I jsme uvedli, že tyto zeměpisné stupnice lze v rozsahu jednotlivých listů map lineárně interpolovat. Vedli bychom tedy určeným bodem rovnoběžky se spojnicemi nejbližších korespondujících dílků zeměpisných stupnic, vyřezali úseky na rámu mapy a zlomky intervalů  $\Delta\lambda$ ,  $\Delta\varphi$  bychom odměřili na zeměpisných měřítkách. Vedením rovnoběžky s nejbližším přímkovým obrazem poledníku nebo rovnoběžky se nedopustíme v uvažovaných měřítkách map žádné znatelné chyby, budeme-li zvláště odměřovat úseky na bližším okraji mapy.

Způsoby vycházející z úpravy zeměpisných stupnic podél rámu mapy a z konstrukce zeměpisných měřítek mimo rám mapy nesplňují ovšem předpoklady uvedené v závěru čl. II.

#### IV. Závěrečné poznámky k přesnosti odměrování zeměpisných souřadnic z topografických map

V této závěrečné úvaze sledujeme jen přesnost, kterou nám skýtají měřítka jednotlivých druhů topografických map. Vycházíme přitom z grafické přesnosti odměrování a odečítání  $\pm 0,1$  mm. Zeměpisná hodnota této meze přesnosti bude vcelku konstantní, pokud jde

o zeměpisné šířky. Pokud jde o zeměpisné délky, bude se měnit s kosinem zeměpisné šířky.

V tabulce III jsou uvedeny lineární a úhlové hodnoty chybové tolerance  $\Delta D = \pm 0,1$  mm podle jednotlivých měřítek topografických map. Jsou počítány podle těchto vzorců:

$$\left. \begin{aligned} \delta D &= \pm \Delta D \cdot M \\ \delta \varphi'' &= \pm \frac{\delta D}{r} \rho'' \\ \delta \lambda'' &= \pm \delta \varphi'' \cdot \cos \varphi \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Tabulka III

Měřítko mapy 1 : M	Délková a úhlová hodnota grafické chyby $\Delta D = \pm 0,1$ mm		
	v pravouhlých rovinných souřadnicích a v délkách ( $\pm \delta D$ v metrech)	v zeměpisných souřadnicích	
		$\pm \delta \varphi''$	$\pm \delta \lambda''$ (pro $\varphi_s = 49^\circ 30'$ )
1 : 25 000	2,5	0,14	0,09
1 : 50 000	5,0	0,28	0,18
1 : 100 000	10,0	0,56	0,36
1 : 200 000	20,0	1,12	0,73
1 : 500 000	50,0	2,80	1,82
1 : 1 000 000	100,0	5,60	3,64

Nepřehlízíme-li k chybám z mapování, kartografického zpracování mapy a z rozmnožování tiskem, můžeme podle tabulky III posoudit přesnost kartometrického výkonu. Tyto chybové hodnoty jsou přirozeně minimální a mohou být dodrženy jen za zvláště příznivých podmínek a při krajně pečlivém výkonu.

Jejich celkovou správnost až do měřítka 1 : 100 000 potvrzuje tabulka IV. Pravouhlé rovinné souřadnice zvolených 4 bodů opsané ze seznamu souřadnic geodeticky určených byly transformovány na souřadnice zeměpisné. Ty pak byly porovnány se zeměpisnými souřadnicemi stejných bodů, odsunutými z map měřítek 1 : 25 000, 1 : 50 000 a 1 : 100 000. Rozdíly se řádově celkem neliší od řádu chyb v tabulce III uvedených. Jednotlivé větší rozdíly svědčí hlavně o rozdílné přesnosti kartografické práce a o vlivu reprodukce originálu mapy na její přesnost.

Uvedený rozbor slouží ovšem jen zcela povrchnímu a orientačnímu srovnání v rámci cíle této studie a nemůže být považován v žádném případě za směrodatné kritérium přesnosti uvažovaných topografických map.

Celkovou nejistotu v poloze bodů ovlivněnou pracemi mapovacími, kartografickými a reprodukcí originálu mapy můžeme na základě rozborů jiných autorů, např. [7], [8], a na základě porovnání souřadnic daných a odměřených zhruba charakterizovat čtyřnásobkem chyb uvedených ve 2. sloupci tabulky III.

V samostatné studii je ještě třeba posoudit vliv referenční plochy (elipsoidu) a její orientace v zemském tělese na přesnost zeměpisných souřadnic bodů vzhledem k jiné referenční ploše a její orientaci.

Protože se taková studie však již vymyká cíli této práce, zpracoval ji samostatně inž. J. Fixel a je uvedena také v tomto čísle Vojenského topografického obzoru.

Tabulka IV

B o d y		A		B		C		D	
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
Pravouhlé rovinné souřadnice (Gaussovy)	dané geodeticky	5 433 794,63	3 680 136 00	5 607 763,42	3 500 475,88	5 433 765,68	3 397 174,83	5 395 560,66	4 567 096,32
	odsunuté na mapě 1 : 25 000	5 433 792	3 680 132	5 607 764	3 500 467	5 433 778	3 397 178	5 395 558	4 567 104
Zeměpisné souřadnice	získané transformací daných pravouhlých rovinných souřadnic	$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$	$\lambda$
		49°00'37", <sup>17</sup>	17°27'44", <sup>63</sup>	50°36'02", <sup>40</sup>	15°00'24", <sup>20</sup>	49°01'40", <sup>02</sup>	13°35'38", <sup>23</sup>	48°41'21", <sup>13</sup>	21°54'40", <sup>60</sup>
		$\varphi'$	$\lambda'$	$\varphi'$	$\lambda'$	$\varphi'$	$\lambda'$	$\varphi'$	$\lambda'$
Rozdíly $\delta\varphi = \varphi - \varphi'$ $\delta\lambda = \lambda - \lambda'$	odsunuté z mapy měřítka	1 : 25 000	17°27'44", <sup>1</sup>	50°36'02", <sup>5</sup>	15°00'24", <sup>0</sup>	49°01'40", <sup>4</sup>	13°35'38", <sup>0</sup>	48°41'21", <sup>0</sup>	21°54'40", <sup>7</sup>
		1 : 50 000	17°27'45", <sup>2</sup>	50°36'02", <sup>6</sup>	15°00'24", <sup>3</sup>	49°01'39", <sup>7</sup>	13°35'37", <sup>0</sup>	48°41'20", <sup>8</sup>	21°54'40", <sup>5</sup>
		1 : 100 000	17°27'44", <sup>1</sup>	50°36'02", <sup>0</sup>	15°00'23", <sup>3</sup>	49°01'39", <sup>2</sup>	13°35'37", <sup>6</sup>	48°41'20", <sup>6</sup>	21°54'40", <sup>6</sup>
Rozdíly $\delta\varphi = \varphi - \varphi'$ $\delta\lambda = \lambda - \lambda'$	odsunuté z mapy měřítka	1 : 25 000	+ 0", <sup>03</sup>	+ 0", <sup>33</sup>	- 0", <sup>01</sup>	- 0", <sup>08</sup>	+ 0", <sup>23</sup>	+ 0", <sup>13</sup>	- 0", <sup>01</sup>
		1 : 50 000	- 0", <sup>03</sup>	- 0", <sup>57</sup>	- 0", <sup>11</sup>	- 0", <sup>10</sup>	+ 0", <sup>32</sup>	+ 0", <sup>33</sup>	+ 0", <sup>10</sup>
		1 : 100 000	+ 0", <sup>27</sup>	+ 0", <sup>53</sup>	- 0", <sup>41</sup>	+ 0", <sup>90</sup>	+ 0", <sup>82</sup>	+ 0", <sup>43</sup>	+ 0", <sup>53</sup>

#### Literatura:

- [1] Chrástil Bedřich: Příspěvek k otázce volby stupňové míry úhlové z hlediska soudobé vojenské aplikace. Sborník VAAZ, B/8 - 1960.
- [2] Böhm Josef: Matematická kartografie. Díl II. Brno 1951. Str. 63-67.
- [3] Sestavování a redakce map. Upravený překlad knihy K. A. Sališceva „Sostavlenie i redaktirovanie kart.“ Část I. MNO-GS/T0, Praha 1956. Str. 74-79.
- [4] Kuska František: Kartometria, SVTL, Bratislava 1956. Str. 80-83.
- [5] Klíma Jan: Mapování ČSR v měřítku 1:25 000 v letech 1952-1957. Vojenský topografický obzor 1958/1.
- [6] Klíma Jan: Prozatímní topografické mapy ČSR 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000. Vojenský topografický obzor 1957/3-4.
- [7] Srnka, Kočenda, Severa, Bátěk: Studium přesnosti topografických map 1:25 000. Závěrečná výzkumná zpráva VA AZ/1957.
- [8] Srnka Erhart: Přesnost délek a úhlů měřených na topografických mapách 1:25 000. Vojenský topografický obzor 1960/1.

Inž. Jan F i x e l, VA AZ

## **Převod geodetických zeměpisných souřadnic z jednoho systému do druhého**

V poslední době se ve vojenské topografické službě stále více vyskytuje potřeba řešit s potřebnou přesností zejména II. hlavní geodetickou úlohu, to je určení vzdáleností a jejich azimutů. Pro kratší vzdálenosti lze tuto úlohu nejjednodušeji řešit pomocí Gaussových rovinných souřadnic; pro střední a velké vzdálenosti je výhodnější počítat ze zeměpisných souřadnic koncových bodů, a to buď na kouli nebo tak zvanou tětíivovou metodou. Těmito otázkami se podrobně zabývá inž. plk. prof. dr. Vykutíl v práci [1]. Tabulky pro tětíivovou metodu sestavil inž. CSc. Cimbálník [2].

Počítáme-li se zeměpisnými souřadnicemi, nesmíme opomenout tu skutečnost, že jejich hodnoty závisí na

- rozměrech použitého elipsoidu;
- zeměpisných souřadnicích základního bodu;
- astronomickém azimutu jedné strany vycházející ze základního bodu;
- úhlovém a délkovém měření v triangulaci.

Tak se setkáváme na bodech se zeměpisnými souřadnicemi a azimuty geodetickými a jim odpovídajícími hodnotami určenými astronomicky. Geodetické souřadnice jsou přitom definovány polohou normály k povrchu elipsoidu, astronomické souřadnice jsou určeny vzhledem k tížnici. Její poloha je závislá na místních fyzikálních poměrech určovaného bodu. Normála k elipsoidu a tížnice svírají spolu malý úhel, tak zvanou tížnicovou odchylku.

Spočívá-li geodetická síť na astronomických údajích jediného základního bodu, je její poloha a orientace ovlivněna tížnicovou odchylkou v tomto bodě. Aby se zlepšila astronomická orientace celé sítě, provádějí se astronomická měření na řadě bodů rozložených po celé síti. Potom se síť orientuje na základě vyrovnání tížnicových odchylek získaných na všech těchto pozorovacích stanicích. Otočením a posunutím celé sítě dosáhneme toho, že součet čtverců zbylých tížnicových odchylek je minimální.

Těchto závislostí si musíme být vědomi při určování geodetických zeměpisných souřadnic bodů na cizích mapách (k určení zeměpisných souřadnic použijeme existující mapy největšího měřítka). Takto získané souřadnice jsou v jiném souřadnicovém systému, než je systém 1952. Podstatnou část rozdílů v souřadnicích tvoří složka vzniklá výslednou orientací cizí sítě. Tato orientace a poloha sítě je závislá, jak jsme již uvedli, na astronomických měřeních (tím také na soustavě tížnicových odchylek) a na rozložení astronomických bodů.

Převodem zeměpisných souřadnic z jednoho elipsoidu na druhý se zabývalo mnoho autorů. Použijeme-li vzorců, které stanovil F. R. Helmert [3], můžeme převést geodetické zeměpisné souřadnice jiných systémů na elipsoid Krasovského:

$$dB_i = -a_2 \frac{da}{a} - \left( -2b'' \cos^2 \frac{B_0 + B_i}{2} + a_2 \sin^2 \frac{B_0 + B_i}{2} \right) di$$

$$dL_i = -b_2 \frac{da}{a} - b_2 \sin^2 B_0 di$$
(1)

kde je:

$B_0, L_0$  souřadnice základního bodu,

$da$  rozdíl velkých poloos použitých elipsoidů (elipsoid Krasovského minus elipsoid Hayfordův = -143,000 m),

$a$  velká polosa elipsoidu Krasovského (6 378 245,000 m),

$di$  rozdíl zploštění elipsoidů ( $-1,46735 \cdot 10^{-5}$ ),

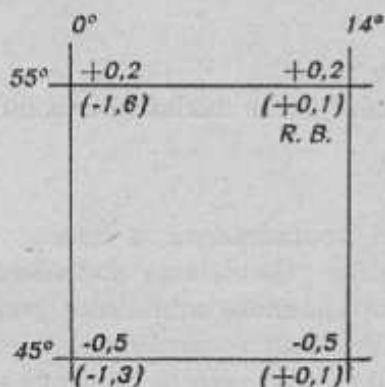
$b = B_i - B_0$  vyjádřené ve vteřinách,

$l = L_i - L_0$  vyjádřené ve vteřinách,

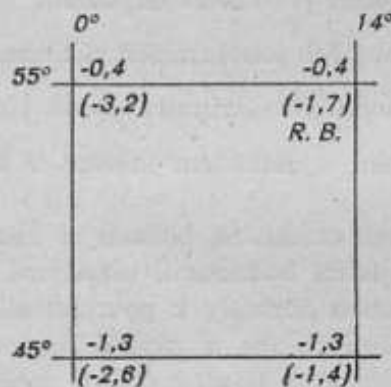
$$+ a_2 = b'' - \frac{l''^2}{4\rho''} \sin(B_0 + B_i), \quad + b_2 = \frac{\cos B_0}{\cos B_i} l''.$$

Pro převod zeměpisných souřadnic z jednoho elipsoidu na druhý je důležitá volba bodu, ve kterém oba elipsoidy ztotožníme. Ztotožníme-li obě plochy v referenčním bodě sítě, budou opravy malé. Je to způsobeno tím, že referenční bod bývá většinou volen přibližně v těžišti astronomických bodů.

Zeměpisnou síť nakreslenou na obr. 1 převedeme z Hayfordova elipsoidu na elipsoid Krasovského. Oba elipsoidy byly ztotožněny v referenčním bodě Potsdam. Pro rohy zvolené sítě jsou vypočteny opravy v šířce a délce (hodnoty pro délku jsou v závorce).



Obr. 1



Obr. 2

V druhém případě (viz obr. 2) jsme převedli tutéž síť, ale elipsoidy jsme ztotožnili v referenčním bodě Pulkovo. Pro referenční bod Potsdam jsme výpočtem získali opravy v šířce  $-0,6''$  a v délce  $-1,7''$ . Je jasné, že opravy budou tím větší, čím více budou od sebe vzdáleny oba referenční body.

Uvedeným postupem jsme ovšem nevyřešili posun a pootočení sítě jiného systému vzhledem k systému 1952 ani jsme neuvážili vliv triangulace na cizím území. Jde jen o převedení zeměpisné sítě z jednoho elipsoidu na druhý.

K převodu souřadnic z jednoho systému do druhého je vypracováno několik způsobů. Zásadně dělíme tyto transformace na konformní a nekonformní. Tak ku příkladu inž. Pick vyřešil konformní transformaci rovinných souřadnic [4]. Způsob Helmertův převádí země-



pisné souřadnice z jedné výpočetní plochy na druhou a není konformní. Tento způsob byl používán hlavně Němci během druhé světové války pro transformace menších sítí do DHG. Další způsoby transformací jsou uvedeny v práci [4].

Zmíníme se krátce o Helmertově způsobu. Helmertovy diferenciální vzorce určují změnu souřadnic v koncovém bodě geodetické křivky za předpokladu, že výchozí bod této křivky bude s osami paralelně posunut a pootočen.

Vypočteme rozdíly ze souřadnic

$$\Delta B_i = B_{K_i} - B_i, \Delta L_i = L_{K_i} - L_i,$$

kde

$B_{K_i}, L_{K_i}$  jsou zeměpisné souřadnice bodu  $P_i$  v systému 1952,

$B_i, L_i$  jsou zeměpisné souřadnice bodu  $P_i$  v druhém systému, ovšem převedené na elipsoid Krasovského (pomocí vzorců (1)).

Pomocí rovnic

$$\begin{aligned} -a_1 dB_0 + a_2 k - a_3 dA_0 - \Delta B_i &= u_i & \text{a)} \\ dL_0 - b_1 dB_0 + b_2 k - b_3 dA_0 - \Delta L_i &= v_i & \text{b)} \end{aligned} \quad (2)$$

určíme veličiny:

$dB_0$  = posun základního bodu v šířce,  
 $dL_0$  = posun základního bodu v délce,  
 $dA_0$  = pootočení sítě v základním bodě,  
 $k$  = změnu měřítka.

V rovnicích (2) jsou koeficienty:

$$\left. \begin{aligned} + a_1 &= -\frac{M_0}{M_1} \cos l; & + b_1 &= -\frac{M_0}{N_1} \operatorname{tg} B_1 \sin l \\ + a_2 &= + b'' - \frac{l''^2}{4\rho''} \sin(B_0 + B_1); & + b_2 &= + \frac{\cos B_0}{\cos B_1} l'' \\ + a_3 &= + \frac{N_0}{M_0} \cos B_0 \sin l; & + b_3 &= -\frac{a_2}{\rho'' \cos B_1} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Máme-li více identických bodů než dva, určíme hledané veličiny vyrovnáním podle metody nejmenších čtverců.

Jestliže  $B \neq 0$ , musíme při vyrovnání uvážit tu okolnost, že šířková rovnice (2a) má větší váhu než délková (2b). Zavedeme-li váhu pro délkové rovnice  $p_L = 1$ , musíme použít

pro šířkovou rovnici váhu  $p_B = \frac{1}{\cos^2 B}$ .

Protože difference souřadnic mezi identickými body v obou soustavách budou stejného řádu a přibližně stejné hodnoty, je výhodné opravit před vyrovnáním všechny souřadnice o střední hodnotu  $dB_0', dL_0'$  (rovnoběžné posunutí souřadnic ve zvoleném bodě). Rovnoběžný posun identických bodů vypočítáme podle rovnic

$$\begin{aligned} dB_0' &= -a_1 dB_0, \\ dL_0' &= dL_0 - b_1 dB_0. \end{aligned} \quad (4)$$

Koeficienty  $a_1, b_1$  určíme podle (3).

Rovnoběžné posunutí souřadnic identických bodů má tu výhodu, že můžeme počítat s menším počtem cifer (s menší přesností).

Řešením normálních rovnic obdržíme  $dB_0'', dL_0'', dA_0$  a  $k$ . K prvním dvěma opravám musíme přičíst rovnoběžné posuny  $dB_0', dL_0'$  a dostaneme výsledné hodnoty pro zvolený bod,

který má ležet přibližně v těžišti použitých identických bodů. Není-li zvolený bod současně referenčním bodem sítě, musíme tyto hodnoty převést na referenční bod. Pomocí hodnot  $dB_R$ ,  $dL_R$ ,  $dA_R$ ,  $k$  pro referenční bod můžeme převést cizí síť do systému 1952. Pro tento účel můžeme opět použít Helmertových vzorců. Mají však tu nevýhodu, že koeficienty  $a$  a  $b$  je třeba počítat pro každý transformovaný bod.

Za předpokladu, že známe opravy pro referenční bod sítě, navrhl dr. Hristov [5] vhodnější řešení. Za základ své metody použil rozvoje v řady pro geodetickou křivku. Koeficienty jsou konstantní pro celé transformované území, a stačí je tedy určit pouze jednou.

Abychom si uvědomili, že nejzávažnějším vlivem je poloha a orientace sítě, uvedeme opravy pro převod souřadnic základního bodu Potsdam do systému 1952 podle [8]: v šířce  $-1,13''$  a v délce  $+2,85''$ . Vidíme, že opravy jsou podstatně jiné než ty, které jsme získali převodem zeměpisných souřadnic referenčního bodu z elipsoidu Hayfordova na elipsoid Krasovského.

#### Literatura:

- [1] Vykutíl: Výpočet délky a směrníku (azimutu) pro topografickou přípravu střelby na větší vzdálenosti. Sborník velitelství dělostřelectva č. 3/1959.
- [2] Cimbálník: Řešení druhé hlavní geodetické úlohy pro střední vzdálenosti. Vojenský topografický obzor č. 2/1959.
- [3] Helmert: Lotabweichungen I. Veröffentlichungen des geodätischen Instituts in Potsdam.
- [4] Pick: Transformace čs. jednotné katastrální sítě s elipsoidu Besselova do systému 1952 na elipsoid Krasovského. Vojenský topografický obzor – zvláštní výtisk, 1956.
- [5] Hristov: Änderung der geographischen Koordinaten infolge Umorientierung eines geodätischen Netzes und Übergang zum anderen Referenzelipsoid. Zeitschrift für Vermessungswesen 1942.
- [6] Buchar: Tížnicové odchylky a geoid v ČSR. Praha 1951.
- [7] Hopfner: Grundlagen der höheren Geodäsie, Vídeň 1949.
- [8] Informacion-techničeskij sbornik vojenno-topografičeskoj služby.

Inženýr major inž. H a n á k, VTOPÚ

## Fotogrammetrické vyhodnocování širokoúhlých snímků metodou přetvořených paprskových trsů na stereoplanigrafu C-5

### Úvod

Mapa 1 : 25 000 a 1 : 10 000 je mapa topografická. Znamená to v podstatě, že polohopisný obsah mapy není a nemůže být zakreslen do všech důsledků půdorysně správně v daném měřítku. Většina orientačních předmětů je zakreslena „nad míru“ na úkor okolní situace, která je naopak zakreslena „pod míru“; dále nutné „odsunování“, „generalizování“ snižuje polohopisnou věrnost map ve prospěch větší srozumitelnosti a názornosti. Naproti tomu požadavky na výškopisné vyjádření terénu jsou vysoké, terén je vyjadřován v mapě 1 : 25 000 vrstevnicemi s ekvidistancí 5 m, v mapě 1 : 10 000 jsou vrstevnice po 2 metrech, výškové kóty jsou udávány s přesností na 0,1 m. Vyjádření terénu vrstevnicemi a kótami musí být věnována velká pozornost, výškové údaje musí být přesné, není možno zde hovořit o „generalizaci“, „odsunování“, kresbě „nad míru“ v tom smyslu jako u polohopisné náplně.

### Fotogrammetrické mapování – Výhodnost širokoúhlých komor

Většina map je zpracována fotogrammetrickou univerzální metodou, při které je polohopis a výškopis získán vyhodnocením fotogrammetrických snímků na univerzálních strojích. Polohopisná přesnost fotogrammetrického mapování univerzální metodou je charakterizována grafickou přesností  $\pm 0,1-0,2$  mm. Tato přesnost je plně vyhovující.

Výšková přesnost.

Teoretická střední výšková chyba  $m_H$  fotogrammetrického měření je dána vztahem

$$m_H = \pm \frac{H}{B} m_\sigma \cdot mp,$$

kde  $H$  = výška letu,  $B$  = fotogrammetrická základna,

$\frac{H}{B}$  je převrácená hodnota základnového poměru  $z$ ,  $\frac{1}{z} = \frac{H}{B}$ ,  $m_\sigma$  = měřítkové číslo snímku,

$$\frac{1}{m_\sigma} = M_\sigma;$$

$mp$  = rozdíl podélných paralax ještě vnímatelný při stereoskopickém pozorování, prakticky hodnota 0,02 mm.

Např. při mapování 1 : 10 000 ze snímků 1 : 13 000 normální komorou  $f = 210$  mm vypočítáme hodnotu

$$\begin{aligned} m_H &= \pm \frac{2700}{900} \cdot 13\,000 \cdot 0,000\,02 \text{ m} \\ &= \pm 0,78 \text{ m.} \end{aligned}$$

Stereofotogrammetrické mapování se provádí ze snímků s 60% podélným překrytem, poměr  $\frac{1}{z} = \frac{H}{B} = \frac{f}{b'}$ , kde  $f$  je konstanta komory,  $b'$  je základna měřená na snímku, je to hodnota stálá pro určitý typ komory. Základna  $b'$  měřená na snímku o formátu 180×180 mm má hodnotu 65–70 mm. Základnový poměr  $z$ , resp. jeho převrácená hodnota  $\frac{1}{z}$  vyskytující se ve výrazu pro střední výškovou chybu  $m_H$  je hodnota stálá pro určitý typ komory charakterizovaný formátem a hodnotou konstanty  $f$ . Převrácená hodnota základnového poměru  $\frac{1}{z}$  pro normální komoru formátu 180×180 mm o  $f = 210$  mm se rovná 3, pro širokoúhlou komoru stejného formátu o  $f = 114$  mm se rovná 1,6, pro nadširokoúhlou komoru o  $f = 70$  mm se rovná 1.

Chybová rovnice  $m_H = \frac{1}{z} \cdot m_o \cdot mp$  v podstatě vyjadřuje skutečnost, že stejně kvalitní snímky téhož měřítka vykazují různou výškovou střední chybu  $m_H$  přímo úměrnou  $\frac{1}{z} = \frac{H}{B} = \frac{f}{b'}$  převrácené hodnotě základnového poměru. Např. střední výšková chyba  $m_H$  snímků měřítka 1 : 13 000 pořízených širokoúhlou komorou o  $f = 114$  mm se rovná  $\approx 0,42$  m, snímky téhož měřítka pořízené komorou nadširokoúhlou  $f = 70$  mm představují střední výškovou chybu  $\approx 0,26$  m. To znamená, že při využití širokoúhlých komor dosáhneme stejné výškové přesnosti při menším měřítku snímků. Ve skutečnosti jsou výškové chyby u širokoúhlých a nadširokoúhlých komor asi o 15–20% nepříznivější. Snímky pořízené komorou se základnovým poměrem 0,3 měřítka  $M_o$  vykazují přibližně stejnou výškovou střední chybu jako snímky pořízené komorou se základnovým poměrem 0,6 avšak v měř.  $0,5 M_o$ . Plocha snímku měřítka  $0,5 M_o$  je čtyřnásobná proti ploše snímku měř.  $M_o$ , počet stereoskopických dvojic klesne na 25%, na stejnou hodnotu klesne počet vřícovacích bodů, čas k orientaci na univerzálních strojích klesne také. Vlastní vyhodnocení trvá zhruba stejnou dobu.

### Současný stav širokoúhlé fotogrammetrické optiky

Hodnota fotogrammetrického objektivu je dána vysokou světelností objektivu, malým zkreslením objektivu, vysokou rozlišovací schopností objektivu pro malý kontrast a rovnoměrným prosvětlením celé plochy snímku. Tyto vlastnosti měly již dříve objektivy  $f = 210$  mm, konstrukce širokoúhlých objektivů nebyla tak zdařilá. V období posledních 10 let byly však zkonstruovány velmi výkonné objektivy typu „Aviogon“ a „Russar - 33“. Komory RC5a vybavené širokoúhlým nástavcem s objektivem „Aviogon“ mají  $f = 114$  mm, kvalita obrazu je rovnocenná normálním snímkům o  $f = 210$  mm, rozlišovací schopnost je větší, zkreslení je menší než u normálních komor. Rozlišovací schopnost „Aviogonu“ je ve středu zorného pole 50–55 čárek/mm, na okraji 20–35 čárek/mm, zkreslení objektivu je v intervalu  $\pm 7\mu$ .

Snímky ze širokoúhlých komor mohou být využity na většině území ČSSR. Jejich vyhodnocení je možné na fotogrammetrických strojích mechanického typu např. A-5, A-6, A-7, A-8 a SPR-2, které mají široký rozsah možných nastavení konstant komor. Jiná je situace u strojů typu stereoplanigrafu, využívajícího optické projekce. Stereoplanigraf je nejrozsáhlejší stroj vysoké investiční hodnoty. Tyto stroje jsou vybaveny pouze normálními projekto-ry o  $f = 205$  mm, u kterých je možná velmi malá změna  $f$  řádu  $\pm 5$  mm. Nemohou být přímo využity k vyhodnocení hospodárných širokoúhlých snímků. Stereoplanigrafy jsou stroje s vysokou vnitřní přesností, jejich projekto-ry jsou vybaveny dokonalými objektivy typu „Geodar“ se zkreslením pod  $4\mu$ , prakticky tedy jsou bez zkreslení. Byla hledána cesta, jak využít vysoké přesnosti stereoplanigrafu, stroje určeného převážně k vyhodnocení normálních snímků, též k vyhodnocení snímků širokoúhlých a tím dosažení větší efektivnosti fotogrammetrických prací. Tato cesta byla nalezena v metodě přetvořených paprskových trsů.

Tato metoda byla široce rozvinuta v SSSR a znamená podstatné rozšíření problematiky fotogrammetrie. Teorie přetvořených paprskových trsů je dnes samostatným oborem fotogrammetrie, originální konstrukce vyhodnocovacího stroje SPR-2 a SD je potvrzením jejího rozvoje v SSSR.

### Teorie přetvořených paprskových trsů

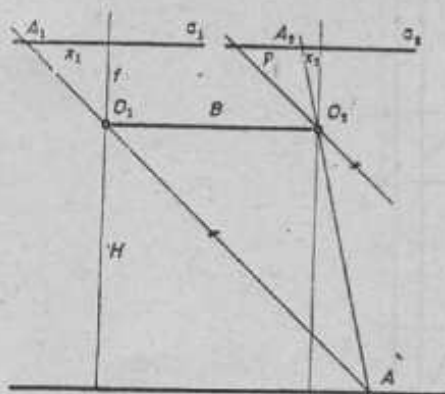
V této kapitole budou shrnuty pouze některé podstatné rysy teorie přetvořených paprskových trsů, nutné pro pochopení procesu přetvoření na stereoplanigrafu. Některé vztahy budou podány bez odvození, které je často velmi složité a přesahuje možnosti tohoto článku, kladoucím důraz na praktickou stránku problému.

Přetvořený paprskový trs je takový trs, kde konstanta promítací komory  $f'$  vyhodnocovacího stroje není rovna ani není ekvivalentní konstantě snímací komory  $f$ . Takový případ fotogrammetrického vyhodnocení klasická fotogrammetrie neřešila.

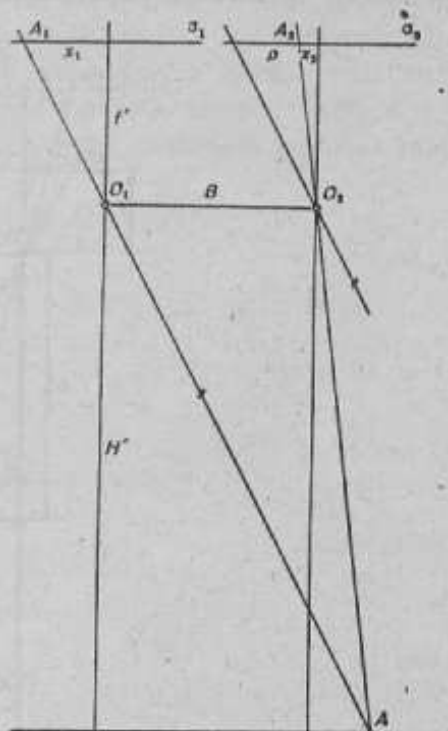
Model, který vznikl za podmínky  $f' \neq f$ , je model přetvořený. Jaké jsou jeho základní vlastnosti, dokážeme poměrně jednoduše na základních fotogrammetrických vztazích normálního případu fotogrammetrie a na vztazích členů 1. řádu mezi rovinným územím, snímkovými souřadnicemi, hodnotami vertikálních paralax a prvky vzájemné orientace platnými pro malé úhly podélného a příčného sklonu  $\varphi_0$  a  $\omega_0$ .

### Normální případ

Normální případ je charakterizován stejnou výškou letu  $H$  obou stanovišť  $S_1, S_2$  a úhly  $\varphi_0 = 0; \omega_0 = 0$ .



Obr. 1



Obr. 2

Jak plyne z nákresu, platí pro základní model:

$$H = \frac{B \cdot f}{p}, \text{ kde } p = x_1 - x_2 = \text{paralaxa}$$

$$X = \frac{x \cdot H}{f} = \frac{x \cdot B}{p}, \quad Y = \frac{y \cdot H}{f} = \frac{y \cdot B}{p}$$

Vložíme-li snímky pořízené komorou o konstantě  $f$  do projektorů o konstantě  $f'$  budou souřadnice  $X, Y, H'$  rovny

$$H' = \frac{B \cdot f'}{p}$$

Základna  $B$  se stejně jako paralaxa  $p$  nemění, jsou stejné jako u základního modelu v normálním případě.

$$X' = \frac{x \cdot H'}{f'} = \frac{x \cdot B}{p}, \quad Y' = \frac{y \cdot H'}{f'} = \frac{y \cdot B}{p}$$

Porovnáme-li obě hodnoty, vidíme, že

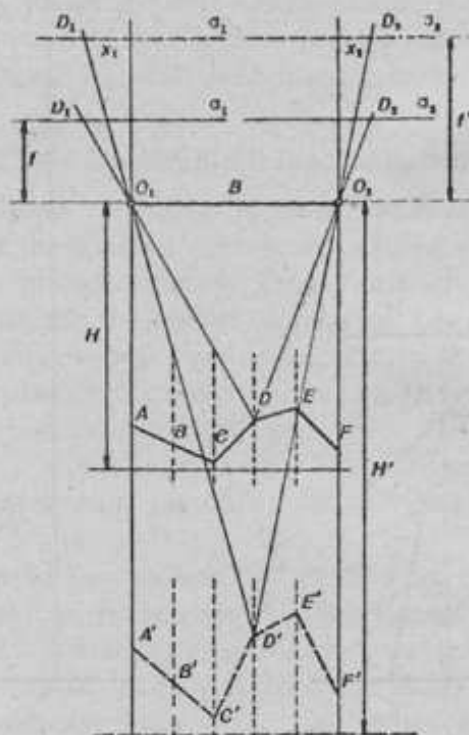
$$H = H', \quad X = X', \quad Y = Y'$$

souřadnice  $X, Y$  se po přetvoření modelu nemění, změnila se souřadnice  $H$  v  $H'$ .

$$\frac{H'}{H} = \frac{B \cdot f'}{p} / \frac{B \cdot f}{p} = \frac{f'}{f} = k$$

Poměr  $\frac{f'}{f}$  se nazývá koeficient přetvoření a znamená poměr měřítka přetvořeného modelu ve směru osy  $Z$  proti měřítku přetvořeného modelu v rovině  $X, Y$ . Měřítka v rovině  $X, Y$  zůstává zachováno.

Použijeme-li promítací konstanty  $f'$  větší než je konstanta komory  $f$  snímání komory, pak měřítko modelu v ose  $Z$  je větší, je-li  $f'$  menší, pak měřítko je menší. Tedy hlavní charakteristickou vlastností přetvořeného modelu je skutečnost, že přetvořený model má různé měřítko ve směru vertikálním a horizontálním. Tato měřítka jsou v poměru  $f'/f = k$ .



Obr. 3

Je nutno předem zdůraznit, že samotným přetvořením se nemůže získat vyšší výšková přesnost. Povrchní geometrická představa svádí k domněnce, že promítáním  $f' > f$  dochází k vytvoření „převýšeného“ modelu, tedy modelu více „plastického“, a tím je dána možnost i přesnějšího výškového měření.

Rozeberme chybové rovnice případu normálního a přetvořeného:

Jak již bylo uvedeno, platí

$$H = \frac{B \cdot f}{p}$$

diferencováním dostaneme

$$dH = - \frac{B \cdot f}{p^2} \cdot dp$$

dosazením z původní rovnice obdržíme vztah uvedený v úvodu

$$dH = \frac{H}{B} \cdot \frac{H}{f} \cdot dp, \text{ stačí dosadit } dH = mH$$

Pro přetvořený model platí

$$H' = \frac{B \cdot f'}{p}$$

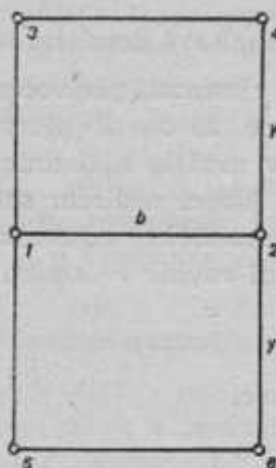
$$dH' = \frac{H'}{B} \cdot \frac{H'}{f'} \cdot dp.$$

Vyjádříme poměr  $dH'/dH$ :

$$\frac{dH'}{dH} = \frac{H'}{B} \cdot \frac{H'}{f'} \cdot dp / \frac{H}{B} \cdot \frac{H}{f} \cdot dp = \frac{H'}{H} = k.$$

Zvýší-li se měřítko přetvořeného modelu ve směru Z a tím i jeho fiktivní „převýšení“  $k$  - krát, zvětší se i jeho výšková chyba  $k$  - krát, relativní chyba  $dH/H = dH'/H'$  zůstane zachována, přesnost výškového vyhodnocení je stejná. Pozorovatel též nevidí „převýšený terén“.

Vztahy mezi prvky vzájemné orientace modelu základního a přetvořeného platné v oboru členů prvního řádu odvodíme nejjednodušeji ze známých rovnic vyjadřujících závislost hodnot vzájemné orientace při standardním rozložení orientačních bodů a z vertikálních paralax měřených na těchto bodech. Toto rozložení je základem mnoha analytických metod.



Obr. 4

Pro základní model platí:

$$\varphi_{0l} = \frac{f}{2y \cdot b} \cdot (q_6 - q_4), \varphi_{0p} = \frac{f}{2y \cdot b} \cdot (q_5 - q_3).$$

Pro přetvořený model platí:

$$\varphi'_l = \frac{f'}{2y \cdot b} \cdot (q_6 - q_4), \varphi'_p = \frac{f'}{2y \cdot b} \cdot (q_5 - q_3).$$

Porovnáním hodnot zjistíme, že

$$\varphi'_L / \varphi_{0L} = \frac{f}{2y \cdot b} \cdot (q_G - q_d) / \frac{f}{2y \cdot b} \cdot (q_G - q_d) = \frac{f'}{f} = k.$$

Analogicky  $\varphi'_p / \varphi_{0p} = k$

$$\varphi'_L = k \cdot \varphi_{0L}; \quad \varphi'_p = k \cdot \varphi_{0p}$$

Stejným způsobem se odvodí, že  $\Delta\omega' = k \cdot \Delta\omega_0$ .

Z rovnic plyne důležitý závěr, že hodnoty podélného a příčného sklonu jsou u přetvořeného modelu přetřansformovány a v oboru členů prvního řádu pro malé hodnoty úhlů  $\varphi_0$  a  $\omega_0$  platí vztahy

$$\begin{aligned} \varphi' &= k \cdot \varphi_0 \\ \omega' &= k \cdot \omega_0; \quad k = f'/f. \end{aligned}$$

Vztahy se členy vyššího řádu jsou uvedeny a odvozeny v (1)

$$\begin{aligned} \varphi' &= k \cdot \varphi_0 \left( 1 - \varphi_0^2 \frac{k^2 - 1}{2} \right) \\ \omega' &= k \cdot \omega_0 \left( 1 - \omega_0^2 \frac{k^2 - 1}{2} \right) \end{aligned}$$

Symbole  $\varphi_0, \omega_0$  platí pro model základní,  $\varphi', \omega'$  platí pro model přetvořený.

V praxi ovšem vždy vystačíme s výrazy prvního řádu. Hodnoty  $d\varphi, d\omega$ , které nejsou uvažovány v těchto výrazech, dosahují

$$d\varphi = d\omega = k \cdot \varphi_0^3 \cdot \frac{k^2 - 1}{2} = k \cdot \omega_0^3 \cdot \frac{k^2 - 1}{2}$$

Je známo, že při vzájemné orientaci leteckých snímků  $f = 114$  mm určíme prvky vzájemné orientace s přesností řádově  $\pm 2'$ , považujeme-li tuto hodnotu za  $d\varphi, d\omega$ , můžeme vypočítat, že výrazy se členy prvního řádu jsou prakticky použitelné u základního trsu do  $3,43^s$ , resp.  $6,17^s$  u trsu přetvořeného. Drtivá většina snímků vykazuje příznivější hodnoty.

### Snímková decentrace

Jak známo z literatury, hlavní vlastností přetvořeného modelu je jeho afinní zkreslení ve směru osy Z, přitom je samozřejmé, že osa Z' přetvořeného modelu musí svírat s rovinou X', Y' pravý úhel, stejně jako v modelu základním. Tato podmínka je splněna tehdy, když v přetvořeném modelu paprsek jdoucí nadírem snímku je po skončené orientaci zase vertikální, přesněji řečeno, když je rovnoběžný s osou „z“ vyhodnocovacího přístroje. Splníme ji tím, že posuneme snímek ve vlastní rovině ve směru hlavní spádnice o hodnotu  $dc$ .

Pro malé úhly platí:  $\varepsilon' = k \cdot \varepsilon$   
 $\varepsilon^2 = \varphi^2 + \omega^2$   
 $\varepsilon = \text{tg } \varepsilon = \sin \varepsilon,$

dále platí:  $f' = k \cdot f,$

decentrace  $dc = HH' = H'N' - HN = f' \cdot \text{tg } \varepsilon' - f \cdot \text{tg } \varepsilon$

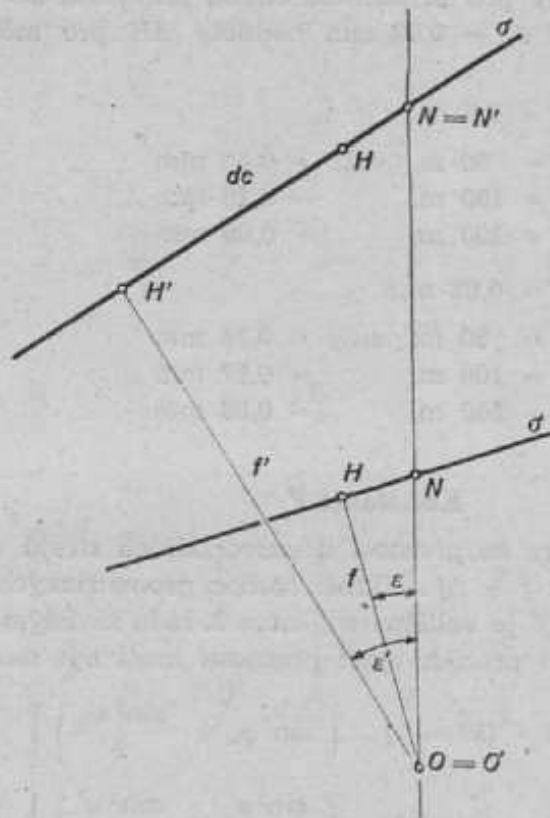
dosadíme za  $f = f'/k, \text{tg } \varepsilon = \text{tg } \varepsilon'/k$

$$\begin{aligned} dc &= f' \cdot \text{tg } \varepsilon' - \frac{f' \cdot \text{tg } \varepsilon'}{k} \\ &= f' \cdot \text{tg } \varepsilon' \left( 1 - \frac{1}{k} \right) \\ &= f' \cdot \varepsilon' \cdot \frac{k^2 - 1}{k^2} \end{aligned}$$



Složky decentrace ve směru X, Y jsou

$$dx = f' \cdot \varphi' \cdot \frac{k^2 - 1}{k^2}, \quad dy = f' \cdot \omega' \cdot \frac{k^2 - 1}{k^2}.$$



Obr. 5

U těchto výrazů na pravé straně rovnic se vyskytují transformované hodnoty  $\varphi'$ ,  $\omega'$  a  $f'$ . Hodnoty  $\varphi'$ ,  $\omega'$  odečítáme v procesu orientace na univerzálních strojích a předem je neznáme. Proto jsou tyto výrazy vhodné pro praktické vyhodnocení.

Jestliže známe předem hodnoty  $\varphi_0$ ,  $\omega_0$  např. při aplikaci analytických metod, pak je vhodné vyjádřit decentrace snímků pomocí hodnot  $f$ ,  $\varphi_0$ ,  $\omega_0$ . Rovnice přejdou v tvar

$$dx = f \cdot \varphi_0 \cdot (k^2 - 1), \quad dy = f \cdot \omega_0 \cdot (k^2 - 1).$$

Tento případ při praktickém vyhodnocení nenastává. Uvádím oba výrazy pro úplnost, tyto výrazy jsou ekvivalentní, nedorozumění v symbolice vede často k omylům a nedorozuměním.

### Přesnost decentrace

Je jasné, že decentraci snímků ve vlastní rovině není nutno zavádět s absolutní přesností, na přesnost zavedení decentrace (což je v podstatě centrace na snímkový nadir, jehož poloha není předem známa) jsou stejné nároky jako na centraci snímků v promítacích komorách vůbec. Tato problematika je řešena v (2). Ve vztazích zde uvedených je nutno mít na zřeteli, že přetvořený model je afinně zkreslen ve směru Z. Bude řečeno dále, že dodržení podmínek je poměrně snadné.

Jak bylo dokázáno ve (2), nedodržení centrace snímku má za následek výškovou deformaci modelu a vznik vertikálních paralax. Ostatní deformace jsou zanedbatelné.

$$dh = \frac{2 \cdot \Delta H \cdot m dx}{b'}$$

$$dq' = \frac{\Delta H}{H - \Delta H} \cdot 2 m dy$$

$H$  = výška letu,  $\Delta H$  = výškový rozdíl modelu,  $b'$  = snímková základna,  $dh$  = výšková deformace,  $dq'$  = vertikální paralaxa,  $mdx$  = chyba v decentraci ve směru podélném,  $mdy$  = chyba v decentraci ve směru příčném.

Jako příklad byly vypočteny pro přípustnou chybu převýšení  $dh = 0,5$  m a ještě přípustnou chybu vertikální paralaxy  $d_2' = 0,02$  mm hodnoty  $\Delta H$  pro měř. snímku  $1:17\ 000$   $f = 114$  mm.

$dh = 0,5$ m	
$\Delta H = 50$ m,	$mdx = 0,36$ mm
$= 100$ m,	$= 0,18$ mm
$= 200$ m,	$= 0,09$ mm
$dq' = 0,02$ mm	
$\Delta H = 50$ m,	$mdy = 0,34$ mm
$= 100$ m,	$= 0,17$ mm
$= 200$ m,	$= 0,08$ mm

### Konstanta $f'$

Při pracích s vyššími nároky na přesnost u univerzálních strojů vzniká nutnost zavádění opravy  $\Delta f$  konstanty  $f' = k \cdot f + \Delta f$ . Hlubší rozbor geometrických podmínek uvedený v (1) vede k výrazu, že konstanta  $f'$  je veličina s členem 2. řádu závislým na hodnotách podélného a příčného sklonu  $\varphi_0, \omega_0$ . Při pracích vyšší přesnosti musí být tento člen respektován.

$$\begin{aligned}
 f' &= f \cdot k \left[ 1 - (k^2 - 1) \cdot \left( \sin^2 \varphi_0 + \frac{\sin^2 \omega_0}{2} \right) \right] \\
 &= f' \left[ 1 - (k^2 - 1) \cdot \left( \frac{\sin^2 \varphi'}{k^2} + \frac{\sin^2 \omega'}{2k^2} \right) \right] \\
 &= f' \cdot \left[ 1 - \frac{k^2 - 1}{k^2} \left( \sin^2 \varphi' + \frac{\sin^2 \omega'}{2} \right) \right] \\
 &= k \cdot f + \Delta f
 \end{aligned}$$

Člen  $\Delta f$  je tabelován. Nutnost zavádění  $\Delta f$  se projevuje u poměrně značných převýšení stereomodelu  $\Delta H$ . V tabulce mohou být pro určitá převýšení určeny zóny, při kterých se oprava  $\Delta f$  neuplatní.

$f'$  je nutno o tabelovanou hodnotu zmenšit. Taktó upřesněná  $f'$  zaručuje vysokou přesnost odvození souřadnice  $X$  přetvořeného modelu a tím i výškového vyhodnocení, jak bude ukázáno na konkrétních numerických příkladech. Oprava  $\Delta f$  se zavádí v závěru vzájemné orientace snímků, její korekce ze srážky filmu jako veličina 3. řádu se neuvažuje.

Praktické vyhodnocení pomocí přetvořených paprskových trsů na stereoplanigrafu C-5.

K dispozici jsou širokouhlé snímky formátu  $18 \times 18$  cm, komory RC5a, objektiv „Avio-gon“  $f = 114$  mm. Tato okolnost je brzdou aplikace metody přetvořených paprskových trsů. Je nutno uvážit skutečnost, že stereoplanigraf má projekční komory v rozsahu  $f'$  (200 až 210 mm), střední  $f' = 205$  mm. Koeficient přetvoření se rovná  $205/114 = 1,8 = 9:5$ . Tato hodnota je nepříznivá, poněvadž nemůžeme bez adaptace stroje číst přímo výšky v metrech a tím se vyhnout používání tabulek, nomogramů, častých zdrojů chyb a omylů. Kdyby např. koeficient přetvoření byl roven přesně 2,00, pak výškové měřítko přetvořeného modelu se rovná jedné polovině měřítka situačního a můžeme při situačním měřítku modelu  $1:10\ 000$  číst výšky na počítadle  $1:5000$ , stejně při situačním měřítku  $1:2000$  odečítáme výšky na počítadle  $1:1000$  atd. bez jakýchkoli pomůcek. Na stereoplanigrafu je sice řada výškových počítadel, ale poměr  $9:5$  není možno uskutečnit.

Tabulka 1

		α'											
		400,0 0,0	399,5 0,5	399,0 1,0	398,5 1,5	398,0 2,0	397,5 2,5	397,0 3,0	396,5 3,5	396,0 4,0	395,5 4,5	395,0 5,0	
φ'	0,0 400,0	0,00	0,00	0,01	0,04	0,07	0,11	0,16	0,22	0,28	0,35	0,44	
	0,5 399,5	0,00	0,01	0,02	0,05	0,08	0,12	0,17	0,23	0,29	0,36	0,45	
	1,0 399,0	0,04	0,05	0,05	0,07	0,11	0,15	0,19	0,25	0,31	0,39	0,47	
	1,5 398,5	0,08	0,08	0,10	0,12	0,15	0,19	0,24	0,29	0,36	0,43	0,52	
	2,0 398,0	0,14	0,14	0,16	0,18	0,21	0,25	0,30	0,36	0,42	0,49	0,58	
	2,5 397,5	0,22	0,22	0,24	0,26	0,30	0,33	0,38	0,43	0,50	0,57	0,66	
	3,0 397,0	0,31	0,32	0,33	0,36	0,39	0,43	0,47	0,53	0,60	0,67	0,75	
	3,5 396,5	0,43	0,43	0,45	0,47	0,50	0,54	0,59	0,65	0,71	0,78	0,87	
	4,0 396,0	0,56	0,56	0,58	0,60	0,63	0,67	0,72	0,77	0,84	0,91	1,00	
	4,5 395,5	0,71	0,71	0,73	0,75	0,78	0,82	0,87	0,93	0,99	1,06	1,15	
	5,0 395,0	0,88	0,88	0,89	0,92	0,95	0,99	1,03	1,09	1,16	1,23	1,31 mm	

Koeficient přetvoření volíme přesně 1:1,800. Stroj musí být pro toto vyhodnocení účelně přizpůsoben tím, že se mezi počítadlo Z stroje a nožní náhon zařadí převod, který mechanicky zvýší rychlost počítadla v poměru 20/18 = 10/9 krát. Tím vznikne řada vhodných kombinací měřítek situačních a výškových v poměru 9:5. Tato adaptace je technicky nej-  
snadnější. Na příklad výškové měřítko 1:1000 výškového počítadla se zařazením převodu 20/18 změní na 1:1111 a je žádanou hodnotou 5/9 měřítka 1:2000, výškové měřítko 1:5000 se změní na 1:5555 a je 5/9 měřítka 1:10 000.

Změna výškových měřítek stereoplanigrafu Zeiss C-5 po zařazení převodu 20/18 je uvedena v přehledné tabulce 2.

**Tabulka 2**

Měř. situační	měř. výškové	použité výškové počítadlo
přetvořeného modelu		
1 : 2000	1 : 1111	1 : 1000
1 : 3000	1 : 1666	1 : 1500
1 : 4000	1 : 2222	1 : 2000
1 : 5000	1 : 2777	1 : 2500
1 : 6000	1 : 3333	1 : 3000
1 : 7500	1 : 4166	1 : 3750
1 : 8000	1 : 4444	1 : 4000
1 : 10 000	1 : 5555	1 : 5000
1 : 12 000	1 : 6666	1 : 6000
1 : 15 000	1 : 8333	1 : 7500

Tím bylo dosaženo stavu, že přepočítávání výšek odpadá, čteme přímo hodnoty výšek v metrech. Tak je odstraněn vážný pramen zdržení a omylů.

### Vložení snímků a určení srážky filmu

Je nutno výrazně vyznačit hlavní bod snímku  $H$  vrypem do emulze a snímek centricky založíme obvyklým způsobem. Srážka filmu se určí zase obvyklým způsobem s tím rozdílem, že ve výsledku je respektován vliv přetvoření.

$$f_{\text{po srážce}} = f_{\text{nominální}} \cdot \frac{a_{\text{nominální}}}{a_{\text{na snímku}}}$$

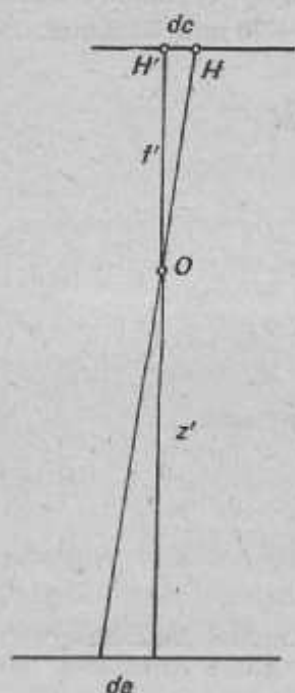
kde  $a$  je rozměr snímku daný vzdáleností rámových značek.

### Orientace snímků

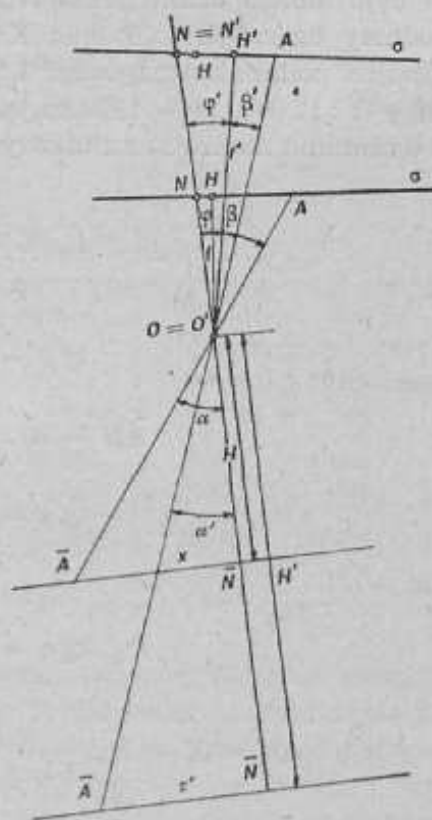
Vzájemnou orientaci provádíme podle obvyklého schématu. Je nutno mít na paměti, že koeficient překorekce u příčného sklonu  $\omega$  je stejný jako u normálních snímků (širokoúhlé snímky jsou založeny do normálních projektorů!). Po dokončení orientačního cyklu pohyby  $\kappa_1, \kappa_2, \varphi_1, \varphi_2, \omega$  je nutno zavést decentrace snímků ve vlastní rovině, pro každý snímek podle jeho hodnot podélného a příčného sklonu  $\varphi', \omega'$ . Decentrace zavádíme nepřímo tím, že pro určité  $Z$ , v blízkosti pracovní polohy, výrazně označené na sloupku  $Z$  stroje, máme předem vypočtené decentrace  $de_x, de_y$  promítnuté do roviny měřické značky. Tato

může být velmi přesně změřena pomocí souřadnicových počítadel X, Y u ovládacích kotoučů stroje

$$de = dc \cdot \frac{z}{f}$$



Obr. 6



Obr. 7

Vliv sklonů  $\varphi'$ ,  $\omega'$  na hodnotu  $de$  je zanedbatelný a nemusí být uvažován. Naopak při značných hodnotách  $b_z$  by bylo nutno uvažovat jeho vliv, v praxi tento případ nastane zřídka.

### Tabulka decentrací

Pracovní postup závisí v tom, že pracovník po skončeném orientačním cyklu pohybu  $x_1, x_2, \varphi_1, \varphi_2, \omega$  nastaví určené Z, nastaví měřickou značku na hlavní bod projekční komory, na počítadlech X, Y nastaví čtení  $X = 1000,00$  mm,  $Y = 1000,00$  mm při určeném smyslu daném v tabulce. Pak odečte na stroji hodnoty  $\varphi'$ ,  $\omega'$  a podle tabulek otáčením kotoučů X, Y změní čtení souřadnicových počítadel X, Y. Tím se měřická značka promítne mimo hlavní bod projekční komory H, na tuto promítnutou značku se dostředí hlavní bod snímku H. Snímek se musí uvolnit ve svém nosiči. Tento proces se provede u obou projektorů individuálně. Ve vzájemné orientaci se pokračuje do odstranění vertikálních paralax na všech bodech. Absolutní orientace se provádí obdobným způsobem jako u základního modelu – nepřetvořeného. Jako zvláštnost tu vystupuje, že není vhodné používat společného příčného sklonu  $\Omega$ , poněvadž by učinilo nepřehledným spolehlivé určení výsledného příčného sklonu  $\Omega'$  po dokončení absolutní decentrace a tím i určení nutné decentrace. Dále, je zvláštnost, že model je afinně výškově zkreslen a uplatňují se jiné vztahy mezi převýšeními a příslušnými  $\Delta\varphi'$ ,  $b'_z$ . Tyto hodnoty  $\Delta\varphi'$ ,  $b'_z$  je nutno zavádět pro každý projektor zvlášť. Jako zásada pro orientaci platí, že hodnotám sklonů  $\varphi'_L, \omega'_L$  a  $\varphi'_p, \omega'_p$  musí vždy odpovídat decentrace  $dex_1, dey_1$  a  $dex_p, dey_p$ . Pochopitelně i k absolutní orientaci užíváme přehledných tabulek.

### Dosažitelná přesnost a deformace přetvořeného modelu

Jak bylo řečeno v úvodu článku, hlavní zájem při zpracování topografických map máme na zachování výškové přesnosti. Výškové hodnoty  $H$  jsou v podstatě odvozeny z velikosti horizontálních paralax, tj. z rozdílu úseček  $x_1$  a  $x_p$  snímků.

Aby si bylo možno učinit představu o dosažitelné přesnosti přetvořeného modelu, byly porovnány hodnoty terénních souřadnic  $X$  modelu základního a přetvořeného. Byly zvoleny hodnoty vystihující podmínky mapování 1 : 10 000 širokoúhlou komorou 18×18 cm,  $f = 114$  mm,  $M = 1 : 17\,000$ ,  $H = 1900$  m,  $\varphi_0 = 1^\circ, 2^\circ, 3^\circ$ , byly vypočteny terénní souřadnice  $X$  vztažené k terénnímu nadíru ze snímkových souřadnic  $\xi' = 70$  mm; 52,5 mm; 35 mm; 17,5 mm.  $k = 1,8$

$$\xi = f \cdot \operatorname{tg} \varphi + f \cdot \operatorname{tg} \beta = \overline{AN}$$

$$\beta = \alpha - \varphi$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \varphi}{1 + \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi}$$

$$\overline{AN} = H \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad \alpha = \beta + \varphi$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \varphi}{1 + \operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \varphi}$$

z obr. 7 plyne

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x/f + \operatorname{tg} \varphi}{1 - x/f \cdot \operatorname{tg} \varphi}$$

$$AN = X = H \cdot \frac{x/f + \operatorname{tg} \varphi}{1 - x/f \cdot \operatorname{tg} \varphi} \quad \text{pro model základní}$$

$$AN = X' = H' \cdot \frac{x'/f' + \operatorname{tg} \varphi'}{1 + x'/f' \cdot \operatorname{tg} \varphi'} \quad \text{pro model přetvořený}$$

$$\operatorname{tg} \varphi' = k \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad f' = k \cdot f \left[ 1 - (k^2 - 1) \cdot \left( \sin^2 \varphi_0 + \frac{\sin^2 \omega_0}{2} \right) \right]$$

$$\sin \omega_0 = 0, \quad \sin^2 \omega_0 = 0.$$

Tabulka 3. Porovnání výsledných hodnot

		Snímkové souřadnice $\xi$			
		70,00 mm	52,50 mm	35,00 mm	17,50 mm
$\varphi_0 = 1^\circ$	základní $x$	1.177,73 m	881,15 m	586,01 m	292,30 m
	přetvoř. $x'$	,73	,15	,01	,30
$\varphi_0 = 2^\circ$	základní $x$	1.188,42	886,96	588,43	292,79
	přetvoř. $x'$	,42	,96	,43	,78
$\varphi_0 = 3^\circ$	základní $x$	1.198,71	892,40	590,57	293,14
	přetvoř. $x'$	,77	,43	,58	,14

Pozorujeme velmi dobrou shodu terénních souřadnic  $X$  odvozených ze základního a přetvořeného modelu, výsledky potvrzují užitečnost zavádění korekce  $\Delta f$  druhého řádu k hodnotě konstanty vyhodnocovací komory  $f'$ . Teprve pro  $\varphi_0 = 3^\circ$  je patrný rozdíl mezi  $X$  a  $X'$ , který se však stále projevuje v centimetrech, tedy v řádu neuplatňujícím se v praxi.

Byl vypočítán též případ obrácený, ze stálých terénních souřadnic vztažených k nadíru  $X = 1200 \text{ m}, 900 \text{ m}, 600 \text{ m}, 300 \text{ m}$  byly při stejných podmínkách jako v předcházejícím případě vypočítány snímkové souřadnice

$$\xi = f \left( \operatorname{tg} \varphi_0 + \frac{X/H - \operatorname{tg} \varphi_0}{1 + X/H \cdot \operatorname{tg} \varphi_0} \right)$$

$$\xi' = f' \left( \operatorname{tg} \varphi' + \frac{\frac{x}{H'} - \operatorname{tg} \varphi'}{1 + \frac{x}{H'} \operatorname{tg} \varphi'} \right)$$

Tabulka 4

		Terénní souřadnice X			
		1200 m	900 m	600 m	300 m
$\varphi_0 = 1^\circ$	základní $\xi$	71,310	53,614	35,831	17,960 mm
	přetvoř. $\xi'$	,310	,614	,831	,960
$\varphi_0 = 2^\circ$	základní $\xi$	70,668	53,260	35,681	17,929
	přetvoř. $\xi'$	,669	,261	,681	,929
$\varphi_0 = 3^\circ$	základní $\xi$	70,073	52,937	35,550	17,907
	přetvoř. $\xi'$	,070	,936	,550	,907

Výsledky shrnuté v této tabulce dokazují velmi názorně přesnost metody přetvořených paprskových trsů v podélném směru X. Odchytky mezi modelem základním a přetvořeným přepočítány do roviny obrazu jsou řádu  $1 \cdot 10^{-3}$  a jsou zcela pod mezí pozorovacích a měřicích možností univerzálních, fotogrammetrických strojů typu stereoplanigrafu. Výškové chyby ve směru X způsobené zanedbaným zkreslením fotogrammetrických objektivů nebo rozdílným zkreslením objektivu snímacího a promítacího, např. „Aviator“ a „Geodar“, jsou větší.

### Deformace přetvořeného modelu

Jak je dokázáno v (1), nutným důsledkem metody přetvoření je deformace modelu. Tato deformace se neprojeví ve směru X ani výškově, ani situačně, jak bylo ověřeno výpočtem v předcházející kapitole. Deformace přetvořeného modelu se projeví

- růzností měřítka v ose  $X'$  proti měřítku v ose  $Y'$ ,
- souřadnicový systém  $X', Y'$  přetvořeného modelu není pravoúhlý, nýbrž kosouhlý.

Přetvořený model nebude zkreslen výškově (např. prohnut, zborcen atd.), bude změněn jeho půdorys. Přetvořený model má různé měřítko v ose  $X'$  proti  $Y'$  a tyto osy  $X', Y'$  přetvořeného modelu nebudou obecně pravoúhlé - čili čtvercová síť X, Y se v přetvořeném modelu změní na síť kosodélníkovou. Tato deformace připomíná ve svých důsledcích vliv různé srážky ve směru X a Y filmu.

- Různost měřítka v ose  $X'$  a  $Y'$  přetvořeného modelu.

Rozdíl v Y pořadnicích modelu přetvořeného proti základnímu je dán vztahem odvozeným v (1)

$$Y_0 - Y' = Y_0 (k^2 - 1) \cdot \frac{\sin^2 \varphi_0 - \sin^2 \omega_0}{2}$$

Pro případ mapování 1 : 10 000 ze snímků  $M = 1 : 17 000$ ,  $f = 114 \text{ mm}$ ,  $k = 1,8$  jsou hodnoty shrnuty v tabulce 5.

$Y_0 = 1300 \text{ m}$

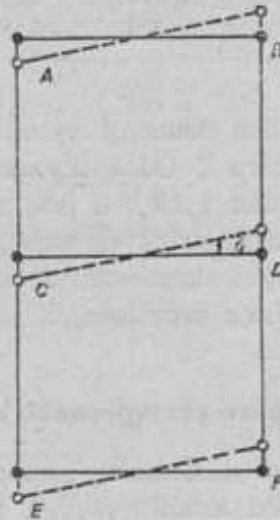
Tabulka 5

		$\omega_0$						
		0,0‰	0,5‰	1,0‰	1,5‰	2,0‰	2,5‰	3,0‰
$\varphi_0$	3,0‰	—	-0,09	-0,36	-0,81	-1,47	-2,24	-3,23 m
	2,5‰	+0,09	—	-0,27	-0,72	-1,35	-2,15	-3,14
	2,0‰	+0,36	+0,27	—	-0,45	-1,08	-1,88	-2,87
	1,5‰	+0,81	+0,72	+0,45	—	-0,63	-1,44	-2,42
	1,0‰	+1,47	+1,35	+1,08	+0,63	—	-0,81	-1,79
	0,5‰	+2,24	+2,15	+1,88	+1,44	+0,81	—	-0,99
	0,0‰	+3,23	+3,14	+2,87	+2,42	+1,79	+0,99	—

b) Kosůhlost souřadnicových os  $X' Y'$ .

V přetvořeném modelu jsou souřadnicové osy  $X', Y'$  odkloněny od pravého úhlu o hodnotu  $\delta$ .

$$\sin \delta = \sin \varphi_0 \cdot \sin \omega_0 (k^2 - 1)$$



Obr. 8

V tabulce 6 jsou tabelovány hodnoty  $B \cdot \sin \delta$  pro  $B = 1100 \text{ m}$ ,  $k = 1,8$

Tabulka 6

		$\omega_0$						
		0,0‰	0,5‰	1,0‰	1,5‰	2,0‰	2,5‰	3,0‰
$\varphi_0$	0,0‰	—	—	—	—	—	—	—
	0,5‰	—	0,15	0,30	0,45	0,60	0,76	0,91 m
	1,0‰	—	0,30	0,60	0,91	1,21	1,52	1,83
	1,5‰	—	0,45	0,91	1,35	1,83	2,28	2,74
	2,0‰	—	0,60	1,21	1,83	2,43	3,04	3,64
	2,5‰	—	0,76	1,52	2,28	3,04	3,80	4,55
	3,0‰	—	0,91	1,83	2,74	3,64	4,55	5,47



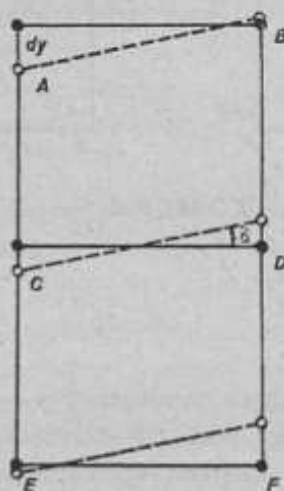
Deformace modelu vzniklého metodou přetvořených paprskových trsů působí současně. Ujasněme si jejich vliv.

Změna měřítka  $Y'$  proti  $X'$  obecně roste se zvyšujícími se absolutními hodnotami podélného a příčného sklonu  $\varphi_0$ ,  $\omega_0$ . Je zajímavé, že při stejných absolutních hodnotách  $\varphi_0$  a  $\omega_0$  se tato deformace neprojevuje.

Naopak, kosouhlost soustavy  $X' Y'$  také roste s hodnotami  $\varphi_0$ ,  $\omega_0$ , ale vliv této deformace působí do jisté míry obráceně než vliv různého měřítka v  $X'$  a  $Y'$ . Jsou-li hodnoty  $\varphi_0$ ,  $\omega_0$  stejné, pak tato deformace dosahuje maxima; je-li některá z nich rovna nule, přetvořený model vykazuje pravoúhlou soustavu  $X', Y'$ , kosouhlost neexistuje.

Uvědomíme-li si, že obě deformace působí společně, zjistíme, že obě deformace se nemohou setkat v maximu. Uplatní-li se jedna z deformací maximální hodnotou, druhá je rovna nule a naopak. Tato okolnost je při aplikaci metody ve středních měřítkách velmi významná a přispívá k uplatnění této metody.

Společný vliv obou deformací se projeví v tom, že při překročení určité hodnoty podélného a příčného sklonu  $\varphi_0$ ,  $\omega_0$  dosáhne odchylka  $dY$  hodnoty, při které není možno ztotožnit fotogrammetricky půdorys obrazce vličovacích bodů s obrazcem těchto bodů vynesným ze souřadnic.



Obr. 9

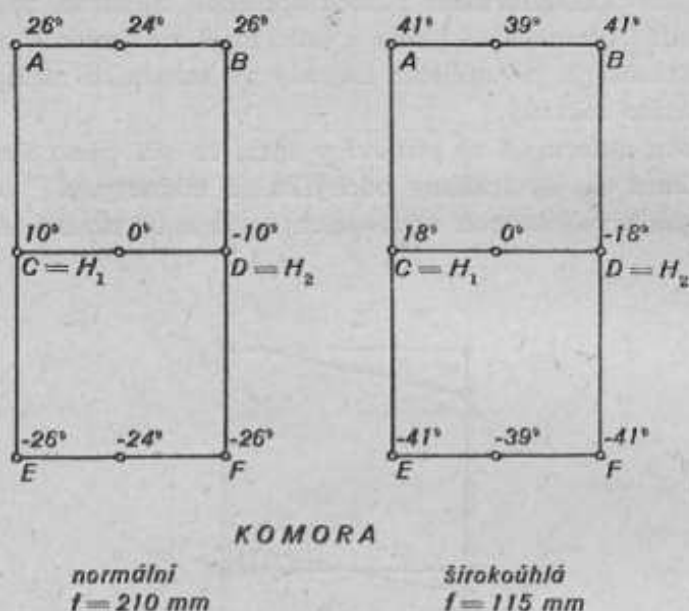
Nepřesáhne-li odchylka  $dY$  hodnotu 0,3 mm ve zpracované mapě (v mapě 1 : 10 000 = 3 m), nenastávají prakticky žádné potíže. Této odchylce  $dY$  při zpracování mapy 1 : 10 000 odpovídají mezní hodnoty podélného a příčného sklonu  $\varphi_0 : \omega_0 : 2,5^{\circ}$ .

### Závěr

V článku byla popsána metoda přetvořených paprskových trsů s důrazem na praxi při topografickém mapování v měř. 1 : 10 000 v podmínkách našeho státu s nejnútnejším teoretickým doprovodem. Bylo též poukázáno na vliv deformací přetvořeného modelu při mapování.

Většina leteckých snímků vykazuje příznivější podélné a příčné sklony než ještě příputné  $2,5^{\circ}$  pro aplikaci metody přetvořených paprskových trsů na stereoplanigrafu při snímcích komorou  $f = 114$  mm. Též většina našeho území je vhodná pro použití širokouhlých snímků. Bylo dokázáno, že metodou přetvoření se neztrácí situační a výšková přesnost, a do správného světla byla uvedena otázka „převýšeného“ modelu v poměru k jeho výškové přesnosti. Použití přetvořených paprskových trsů je výhodné. Orientace stereomodelu se o něco prodlužuje a komplikuje, avšak tato nevýhoda je časově kompenzována menším počtem stereoskopických dvojic v důsledku použití širokouhlých snímků menšího měřítka s lepším základnovým poměrem. Podstatně klesá potřeba vličovacích bodů a zpřesňuje se výškové vyhodnocení.

Jako další pozitivní důsledek metody přetvoření pro práci na stroji typu stereoplanigrafu je omezení „naklání modelu“. Stereoplanigraf nemá frontální pozorování stereoskopického modelu, nýbrž oba dílčí obrazy výsledného stereoskopického modelu terénu jsou pozorovány přes objektivu projekčních komor ve směru zobrazovacích paprsků. Tento způsob má za následek, že se změnou místa pozorování  $X, Y$  modelu se model „naklání“ o úhel sklonu symetrály obou zobrazovacích paprsků právě pozorovaného bodu, na němž je nastavena měřická značka. Tato konstrukce je vhodná pro dlouhofokální a je ještě únosná pro normální komory, selhává při širokoúhlých komorách, u kterých „naklání“ modelu dosahuje hodnoty až  $37^\circ$ .



Obr. 10

Byl-li by stereoplanigraf vybaven projektory  $f = 114 \text{ mm}$ , pak by se v daleko větší míře vyskytovaly nepřírozené případy jako na „odvrácené“ části stereomodelu ve skutečnosti „přivracené“ svah k pozorovateli a naopak. Aplikace přetvořených paprskových trsů snižuje toto nenormální „naklání“ modelu u širokoúhlých snímků na hodnotu stejnou jako u normálních komor.

Přetvořené paprskové trsy nemohou mít uplatnění při mapování ve velkých měřítkách právě proto, že deformace modelu se vždy projeví zkreslením půdorysu. Při topografickém mapování je možno určité situační deformace tolerovat. Při mapování ve velkých měřítkách je nutno přesně zachytit oba prvky mapy – polohopis i výškopis.

Tento článek je nutno chápat v tom smyslu, že jeho závěry platí pro aplikaci přetvořených paprskových trsů na strojích typu stereoplanigrafu. Stroje stavěné speciálně k využití metody přetvořených paprskových trsů, jako např. SPR-2, využívají ve své konstrukci mechanicky realizovaných analytických vztahů mezi snímkem v obecné poloze  $\varphi_0 \neq 0$ ;  $\omega_0 \neq 0$  a jemu odpovídajícím normálním případem  $\varphi_0 = \omega_0 = 0$  pomocí korekčních mechanismů. Vzpomenuté deformace optického modelu nemohou vůbec vzniknout a stroj uskutečňuje přesný analytický vztah mezi snímkovými souřadnicemi a odpovídajícími terénními souřadnicemi při jakémkoli koeficientu přetvoření. Tyto otázky nesmějí být zaměňovány.

#### Literatura:

- [1] Návod pro rozvinutí prostorových sítí na stereoplanigrafu a multiplexu s přetvořenými svazky promítacích paprsků. Překlad, Praha 1956.
- [2] Ing. V. Krátký: Příspěvek k teorii chyb vnitřní orientace. Geodetický a kartografický sborník, Praha 1958.

Inž. major Arnošt Lapeš, VTOPÚ

### **Zkušenosti z fotogrammetrického vyhodnocování map měřítka 1:1000**

Budování socialismu je provázeno mohutným rozvojem vědecké i technické práce na všech úsecích národního hospodářství. Investiční výstavba každého druhu — ať již územní plánování, technické úpravy pozemků, geologický průzkum, energetika — potřebuje dokonalé mapové podklady zobrazující situačně a výškově stav zemského povrchu, vyhotovené s odpovídající přesností.

Potřeba uceleného mapového díla se projevila také u ČSD, a proto se přistoupilo k vyhotovení jednotného železničního plánu (JŽP), který nahradí dosavadní traťové, staniční a jiné situační železniční plány a bude vyhovovat požadavkům všech služebních odvětví ČSD.

Jednotný železniční plán má v podstatě stejný základ jako nové katastrální měření, je však doplněn o speciální železniční údaje. Rozsáhlost úkolu však brzy ukázala, že nebude možno JŽP vyhotovit v krátkém časovém rozpětí klasickým měřením — metodou polygonální, a hledaly se proto cesty, které by zhotovení JŽP urychlily. Uvažovalo se o možnosti zhotovení železničního plánu leteckou fotogrammetrií a v roce 1956 byly stanoveny podmínky vzájemné spolupráce ministerstva národní obrany a ministerstva dopravy na vyhotovení JŽP leteckou fotogrammetrií a přistoupilo se k pokusnému snímkování.

Dohoda obsahovala tyto body:

1. měřítko vyhodnocení 1:1000,
2. měřítko snímků 1:4300,
3. vyhodnocení situace provést podle směrnic pro JŽP (předpis S-120),
4. Vyhodnocení výškopisu o ekvidistanci vrstevnic 1 m, po případě 0,5 m,
5. střední chyba v situaci  $\pm 25$  cm,
6. střední chyba ve výškopisu  $\pm 30 - 35$  cm,
7. šířka vyhodnocovaného území 200 m od osy železničního tělesa,
8. geodetický podklad a důležitá situace, která by na snímcích mohla být špatně identifikována, budou signalizovány.

V roce 1957 bylo započato s vlastním fotogrammetrickým vyhodnocováním. Úsek tratě, který byl vyhodnocován, byl první prací tohoto druhu v ČSR. V roce 1958 a v letech dalších se u VTOPÚ pokračovalo ve vyhodnocovacích pracích na mapách měřítka 1:1000. Všimněme si několika poznatků, které z této práce vyplynuly.

## Práce přípravné

Přípravné práce provádějí měřicko-dokumentační střediska ČSD.

- Obsahují a) zaměření potřebného geodetického podkladu,  
b) signalizaci bodů geodetického podkladu,  
c) signalizaci situačních předmětů,  
d) klasifikaci mapovaného úseku.

a) Geodetickým podkladem fotogrammetrického mapování JŽP jsou vřícovací body a body železničního osového polygonu.

Body železničního osového polygonu jsou určeny polohově i výškově svými souřadnicemi XYZ a jsou výchozím podkladem jak pro fotogrammetrické vyhodnocení JŽP, tak i pro měřické práce kontrolní, doměřovací a dále práce související s rekonstrukcí železničních oblouků. Délky stran železničního osového polygonu jsou 120–140 m.

Vřícovací body jsou voleny 150–200 m vpravo i vlevo od osy železnice s intervalem 240–280 m. Za předpokladu, že se nebude vyhodnocovat dále než 150 m od železničního tělesa, jsou vřícovací body zaměřeny pouze výškově.

Geodetické body jsou určeny s přesností

$$m_x = \pm 3,0 \text{ cm}, \quad m_y = \pm 3,0 \text{ cm}, \quad m_z = \pm 4,5 \text{ cm}.$$

(Hodnoty středních chyb byly vzaty z kontrolních měření provedených u ČSD a uveřejněných v publikaci Ing. Vyhnálek: Základy let. fotogrammetrie a její využití u ČSD).

Požadovaná výšková přesnost vřícovacích bodů:  $m_z = \pm 10 \text{ cm}$ .

Výpočty byly provedeny v systému Jednotné katastrální sítě (JKS). Rozměr mapových listů je 50×70 cm, přičemž klad listů je volen podle průběhu trati, tj. neztotožňuje se se státním dělením map 1:1000. Je nutno dodat, že tento klad vyměřovacích listů je pouze pracovním kladem. Výsledným dílem je soukupie traťových úseků délky několika kilometrů.

b) Pro vyhodnocování map velkých měřítek je nezbytně nutné provést signalizaci geodetického podkladu, aby nebyla ohrožena situační přesnost.

Vřícovací body byly signalizovány bílé natřenými plechovými terčí čtvercového formátu 30×30 cm. Podle zvoleného měřítka snímků (asi 1:4300) a rozlišovací schopnosti emulze leteckého filmu ( $e = 0,05 \text{ mm}$ ) by teoreticky stačily signály rozměru 20×20 cm. Praxe dokonce ukázala, že na výhodném tmavém podkladu stačí signály rozměru 10×10 cm, poněvadž iradiace fotografovaných signálů proti kontrastnímu pozadí „zvětší“ viditelnost signálu přibližně dvojnásobně.

Vrcholy železničního osového polygonu byly signalizovány kříži o délce ramen 50 cm a šířce 20 cm. Tyto signály byly nastříkány přímo na železničním tělese směsí vápna a vodního skla. Signály ve tvaru kříže jsou pro fotogrammetrické vyhodnocování nejvhodnější, poněvadž na ně lze nastavit měřickou značku ve vyhodnocovacím stroji velmi přesně. Také jejich identifikace je velmi snadná.

c) Aby bylo možno na snímcích přesně identifikovat železniční předměty a zařízení, je třeba provést před fotografováním jejich signalizaci. Signalizují se rovněž nastříkáním směsí vápna a vodního skla. Těmito signály se označují například: hektometrové kameny, zajišťovací bloky hlavních bodů oblouků, sloupky drátovodů, návěstidla a upozorňovací, začátky a konce výhybek, čisticí jámy a podobně. Předměty na kolejišti (např. výhybky) se signalizují na pražcích mezi kolejemi. Předměty vertikálních rozměrů (návěstidla a jiné) se označují vápennými kříži na betonových základech příslušných předmětů.

Všeobecně k bodům b) a c): Časový interval mezi provedením signalizace a fotogrammetrickým náletem nesmí být delší čtrnácti nedešitých dnů. Nebylo-li možno v tomto intervalu provést snímání, je nutná obnova provedené signalizace. To přirozeně vyžaduje úzký styk s leteckou základnou.

d) Ze snímků zájmového úseku se zhotoví zvětšeniny v přibližném měřítku 1:1000. Na těchto zvětšeninách se v terénu provádí klasifikace předmětů důležitých pro náplň JŽP.

Tyto objekty se zakreslují do zvětšenin při pochůzce v terénu smluvenými značkami podle předpisu S-120 červenou tuší bez jakýchkoli měřických pomůcek. Klasifikace musí být provedena velmi svědomitě, neboť její neúplné provedení znehodnocuje náplň možného vyhodnocení JŽP a nutí polní složku k nákladnému a zdlouhavému doměření v terénu. Doporučuje se proto provést klasifikaci na zvětšeninách s překrytem.

### Letecké fotografování

Letecké fotografování provádí zvláštní skupina vojenského letectva svými letouny, jejichž pracovní rychlost je asi 230 km/hod. Ke snímkování je použita letecká fotografická komora Wild RC-5a o  $f=210$  mm, formát snímků  $18 \times 18$  cm. Snímky byly provedeny z výšky letu asi 990 m, což odpovídá měřítku snímků asi 1 : 4300. Podélný překryt je 60%.

Fotografuje se, jako obvykle, za jasného slunečního počasí kolem poledne, kdy vržené stíny vertikálních předmětů jsou nejkratší. Snímky, které byly takto pořizeny pro JŽP, jsou dostatečně ostré a kontrastní, i když se již projevuje na signalizovaných bodech hodnota smazu 0,05 mm. Projevuje se nepatrnou deformací signalizovaných křížů.

Všeobecně je výhodné provádět letecké fotografování pro velká měřítka v jarních nebo podzimních měsících, kdy ještě není, nebo už není na vyhodnocovaném pruhu území vysoký porost, který způsobuje nepřesnost ve vyhodnocovaném výškopise a ztěžuje geodetické určení vřícovacích bodů.

Při stanovení měřítka snímků je nutno brát v úvahu, že chyba v poloze vyhodnocovaných bodů nemá přesáhnout hodnotu 0,2 mm, což odpovídá hodnotě grafické chyby. Pro polohové vyhodnocení by bylo možno teoreticky použít snímků měřítka 1 : 10 000 a byla by při předpokládané přesnosti vyhodnocovacího stroje 0,1 mm dodržena požadovaná přesnost v poloze bodů. Ovšem ze snímků tohoto měřítka by nebyla dosažena žádaná výšková přesnost  $m_z = \pm 30-35$  cm. Mimo to praxe v používání filmového negativního materiálu ukázala, že snímky jsou zatíženy dosti značnou diferenční srážkou (0,1–0,2 mm). Proto byly pořizovány snímky v měřítku 1 : 4000–1 : 4300.

Svého času prováděl Výzkumný ústav ÚSGK zkušební snímkování pro velká měřítka v prostoru Telče. Výsledky provedených kontrolních měření ukázaly, že měřítko snímků zvolené pro mapu 1 : 1000 (1 : 4300) odpovídá měřítku snímků stanovenému Výzkumným ústavem pro mapu 1 : 2000 (1 : 9000). V zahraničí se běžně používá pro mapu 1 : 1000 měřítko snímků 1 : 6000.

Poměr  $c = \frac{M_z}{M_h}$  = (koeficient hospodárnosti) byl zvolen, mimo důvod uvedený nahoře, též proto, že JŽP byla první prací tohoto druhu, a bylo proto nutno bezpečně zajistit požadovanou přesnost fotogrammetrického vyhodnocování. Tím samozřejmě byly také potlačeny na dovolenou míru strojové chyby a srážka filmového negativního materiálu.

Důležitou roli hraje při fotogrammetrickém snímkování strojové vybavení fotografické letecké skupiny, zkušenost osádky letounu a možnost bezprostředního a rychlého styku mezi zadatelem, VTOPÚ a fotografickou leteckou skupinou.

### Negativní materiál

Pro snímkování byl použit letecký film FOMA. U každého filmového negativního materiálu dochází po provedeném mokřím procesu ke změně rozměrů snímků a tím k deformaci paprskového trsu obnovovaného ve vyhodnocovacím stroji. Podle charakteru rozlišujeme deformace snímků na pravidelné a nepravidelné. Pravidelné deformace lze odstranit změnou vnitřní orientace komory. Nepravidelné deformace nelze pro jejich nahodilost vyloučit.

Vyhodnocování nejvíce zatěžoval rozdíl srážky filmu v podélném a příčném směru, který činil při formátu snímků  $18 \times 18$  cm 0,12 mm (ve směru podélného překrytu byla srážka větší). Vezme-li se v úvahu, že při 60% podélném a 25% příčném překrytu se projeví diferenční srážka v rozmezí 40–75% své hodnoty a že na volné trati, která tvoří téměř 90%

celého náletu, využíváme snímky pouze v šířce asi 4 cm od hlavních bodů, pak se vliv diferenciální srážky sníží více než o jednu polovinu.

Při vlastním vyhodnocování bylo stanoveno měřítko modelu na body osového železničního polygonu. To značí, že na železničním tělese se diferenciální srážka neprojeví vůbec. Body vzdálené od osy kolejí 200 m byly situačně posunuty o hodnotu 0,025 mm, což odpovídá v terénu hodnotě 11 cm. To je nejnejpříznivější hodnota pro volnou trať. Ve skutečnosti se vyhodnocovalo ponejvíce do vzdálenosti 150 m od osy kolejí. Tím klesla hodnota diferenciální srážky asi na 8 cm.

Polohopis v bezprostřední blízkosti železnice, na kterém mají ČSD největší zájem, tj. asi 30 m od železničního tělesa, je prakticky bezvadný a hodnota diferenciální srážky je zanedbatelná.

### Orientace modelu

Vzájemná a absolutní orientace byly prováděny podle zásad orientace pro topografická měřítka a plně se osvědčily.

Pro vzájemnou orientaci stereoskopických dvojic nebylo použito analytické metody, poněvadž

1. snímky vykazovaly dosti značné deformace uvnitř zachycené plochy (0,01–0,02 mm),
2. metoda je složitá,
3. není možné spolehlivě nastavit doplňkové hodnoty  $\Delta\varphi$ ,  $\Delta\omega$  na strojích typu Stereoplanigraf C-5,
4. vyhodnocovatelské kádry VTOPŮ mají dobrou úroveň.

Analytická metoda má teoretické výhody v tom, že na základě měření vertikálních paralax a příslušných snímkových souřadnic  $x_1$ ,  $y_1$  určí současně doplňkové opravy prvků vzájemné orientace. Výhoda této metody se v praxi nepotvrdila. Je obtížné a zdlouhavé přechít a zapsat příslušné hodnoty strojových souřadnic a vertikálních paralax a provést výpočet oprav prvků vzájemné orientace  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\Delta\omega$ . Tento proces je časově náročnější než několikeré opakování Gruberova postupu.

Opravy prvků vzájemné orientace musí být vždy velmi malé. Při velkých opravách nepatří jednoduché analytické vztahy pro členy 1. řádu; vztahy mezi opravami prvků při vzájemné orientaci jsou složité a obsahují výrazy vyšších řádů, proto je nutné celou operaci opakovat. Výsledné hodnoty se pak nedají spolehlivě nastavit pro malou přesnost odečítacích vernierů a pro mechanické nedokonalosti Stereoplanigrafu C-5.

Absolutní orientace byla prováděna obvyklým způsobem. Rozdíl byl pouze v tom, že geodetickými souřadnicemi XYZ byly dány minimálně tři signalizované vrcholy železničního osového polygonu, které ležely přibližně na spojnici hlavních bodů. Vlivovací body v okrajích stereoskopické dvojice byly dány pouze výškově. Vlivem rozdílné podélné a příčné srážky filmu není možno přesně obnovit geometricky nezakreslený půdorys sedmi vlivovacích bodů (čtyři v rozích stereoskopické dvojice a tři na spojnici hlavních bodů). Výsledné měřítko stereomodelu bylo určeno srovnáním geodeticky dané a vynesené vzdálenosti signalizovaných bodů osového polygonu. Měřítko modelu je bezvadné v podélném směru stereoskopické dvojice. Tento směr je shodný se směrem železniční tratě, na které jsou všechny objekty, důležité pro železniční provoz, vyjádřeny průběžnou signalizací. Body v rozích stereoskopické dvojice, určené pouze výškově, sloužily k určení společného podélného a příčného sklonu.

Při tomto způsobu absolutní orientace je dostatečná vzájemná kontrola geodetických i fotogrammetrických měření.

### Vyhodnocování

Vyhodnocováno bylo v pracovním měřítku 1:2000 na stereoplanigrafu Zeiss C-5 a autografu Wild A-5.

Strojové chyby u justovaných strojů jsou zanedbatelné. Patrných hodnot dosahují pouze chyby v kardanickém spojení stroj-stůl. Tyto chyby dosahují hodnot až 0,2 mm. Proto

k vyloučení těchto mrtvých chodů byly kartirované body nastavovány zásadně z jednoho směru.

Vrstevnice s ekvidistancí 1 m byly vykreslovány plně hnědě, vrstevnice pomocné, 0,5 m, čárkovane hnědě. Polohopis, který bylo možno přesně kartirovat (osa kolejí, návěstidla, výhybky, drátovky apod.), byl bodován a vykreslen černou tužkou. Polohopis, který bylo nutno přeměřit (strážní domky, nádražní budovy apod., poněvadž u nich není možno kartirovat půdorys), byl vykreslen modře.

U nových stereoplanigrafů se příliš neosvědčuje svítící měřická značka, která měla být zlepšením starších stereoplanigrafů. Při vyhodnocování je totiž značka, ostře svítící, promítána na části snímků různé hustoty. Je sice možno intenzitu svitu značky regulovat reostatem, ovšem nelze to dělat automaticky a plynule. Proto někde značka přezaruje a někde není dobře vidět. Tato okolnost má za následek zhoršení výsledků fotogrammetrického měření a způsobuje únavu oka. Tyto nevýhody nemá autograf Wild A-5, který má černou měřickou značku.

### Kresba

Po vyhodnocení jsou fotogrammetrické originály předány měřickému dokumentačnímu středisku k doměření. V poli se doměří na vhodně volené měřické přímky chybějící situace nebo situace vyhodnocená modře (objekty, u nichž nebylo možno přesně kartirovat půdorys [viz kapitolu vyhodnocování]). Po provedení této operace se provede vykreslení originálu podle předpisu S-120. Kresba polohopisu se provede černou tuší na originálu fotogrammetrického vyhodnocení. Výškopis je vykreslen černou tuší na průsvitné nesrážlivé podložce (nejčastěji astralon). Tato fólie slouží současně jako matrice.

### Měřické výsledky

Vyhodnocené originály byly podrobeny měřické kontrole polohopisu i výškopisu. Byly porovnávány hodnoty skutečně měřené s hodnotami odsunutými z originálu JŽP. (Zaměření a rozbor přesnosti byly provedeny u ČSD a publikovány v brožuře: Ing. Vyhnálek: Základy letecké fotogrammetrie a její využití u ČSD).

Pro prováděnou kontrolu byl polohopis rozdělen do tří skupin:

- a) na pevné body (hranečníky, výhybky, drátovody apod.),
- b) terénní čáry (hrany náspů, příkopů apod.),
- c) osově vzdálenosti.

Ad a) Z 94 případů vyskytly se situační chyby do 20 cm v 92% případů a nad 20 cm v 8% případů. Průměrná chyba první skupiny  $s = \pm 10$  cm, střední chyba  $m = \pm 13$  cm.

Ad b) U druhé skupiny byly výsledky méně příznivé. Ze 156 případů byly chyby do 20 cm v 66% případů a nad 20 cm v 34% případů. Průměrná chyba druhé skupiny  $s = \pm 20$  cm, střední chyba  $m = \pm 26$  cm.

U této skupiny ovlivnila nepříznivé výsledky jednak nejistota ve stanovení hran svahů, zejména porostlých travinami, jednak stanovení hran zastíněných svahů. Zajímavý je poznatek, že vyhodnocovatelé zpravidla vyhodnotí terénní lom u nejistého zaoblení v části, která již přechází do roviny. Měřiči v terénu naopak zaměřují počátek zaoblení z opačné strany lomu. Tato okolnost rovněž ovlivnila výsledky druhé skupiny.

Průměrná chyba první a druhé skupiny  $s = \pm 16$  cm, střední chyba  $m = \pm 22$  cm.

Kontrolní body byly měřeny až do vzdálenosti 150 m od osy železničního tělesa.

Ad c) V této skupině, v níž byly kontrolovány osově vzdálenosti, se dosáhlo nejlepších výsledků. Z 380 případů bylo 54% odchylek do 5 cm, 40% odchylek do 20 cm a pouze 6% případů mělo odchylky větší než 20 cm.

Průměrná chyba této skupiny  $s = \pm 7$  cm, střední chyba  $m = \pm 10$  cm.

Kontrola vyhodnoceného výškopisu byla provedena pomocí příčných profilů. Z 257 případů vyskytla se odchylka do 20 cm výšky v 64% případů, přes 20 cm výšky ve 34% případů. Průměrná chyba  $s = \pm 16$  cm, střední chyba  $m = \pm 20$  cm.

Sám autor zkoušek uvádí: „Skutečnost je asi lepší, neboť tento výsledek je pravděpodobně zkreslen hrubými chybami při kontrolním měření nebo při vyhodnocování samotném. Skutečnost, že 25% vrstevnic je s chybou do 5 cm a 43% s chybou do 10 cm, tuto domněnku potvrzují.“

Podrobné údaje jsou uvedeny v této tabulce:

s (cm)	Pevné body		Svahy		Společně		Osa		Výškopis	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
0 – 5	45	48	44	28	89	36	204	54	63	25
6 – 10	18	19	20	13	38	15	95	25	47	18
11 – 15	13	14	12	8	25	10	35	9	23	9
16 – 20	10	11	26	17	36	14	23	6	31	12
21 – 30	6	6	21	13	27	11	15	4	61	24
31 – 50	2	2	25	16	27	11	8	2	31	12
nad 50	—	—	8	5	8	3	—	—	1	—
$\Sigma$	94	100	156	100	250	100	380	100	257	100
0 – 20	86	92	102	66	178	75	357	94	154	64
20 a víc	8	8	54	34	62	25	23	6	93	36
Prům. a střed. chyby	$s = \pm 10$ cm $m = \pm 13$ cm		$s = \pm 20$ cm $m = \pm 26$ cm		$s = \pm 16$ cm $m = \pm 22$ cm		$s = \pm 7$ cm $m = \pm 10$ cm		$s = \pm 16$ cm $m = \pm 20$ cm	

### Závěr

Po stránce ekonomické je fotogrammetrické mapování JŽP proti klasickému měření asi o 20% levnější a časová úspora je přibližně 40%.

Při celkovém zhodnocení výsledků dosažených fotogrammetrickou metodou se ukázalo, že podmínky stanovené ministerstvem dopravy byly nejen dodrženy, ale dokonce bylo dosaženo lepších výsledků. Přesto je stále možnost dalšího zlepšení podmínek vyhodnocování. Je například nutné uvažovat o možnosti použití nedeformující se filmové podložky dovezené ze zahraničí nebo vyrobené u nás. Tato podložka by vyloučila chyby zaviněné rozdílem podélné a příčné srážky. Tyto nedeformující se podložky existují a jejich dodání je pouze komerční otázkou, ať již jde o podložku polystyrénovou nebo polycarbonovou.

Je nutné vyzkoušet i možnost leteckého fotografování při vysoké oblačnosti. Letecké fotografování za těchto podmínek by snížilo vysoký kontrast mezi osvětlenými a zastíněnými plochami.

Dále by bylo výhodné, kdyby se vykreslení originálu tuší provádělo u měřického dokumentačního střediska. Provádění kresby u VTOPÚ je často zdržováno tím, že není možná okamžitá domluva s orgánem střediska o různých nejasnostech klasifikace.

Celkové závěry pro posuzování fotogrammetrického vyhodnocení JŽP jsou kladné a je možno říci, že použitá fotogrammetrická metoda je vhodná, účelná a ekonomicky správná, zejména pro vyhotovení plánů železničních stanic.



Inž. Bohumír Kovářík, VTOPÚ

## Vyhodnocování mapy 1:10 000 na stereoprojektoru SPR-2

(Pracovní postup a výsledky)

Sovětský vyhodnocovací stroj stereoprojektor SPR-2 je mezi ostatními typy vyhodnocovacích strojů pro svou originální konstrukci velkým překvapením. Vyhodnocovací systém je konstruován pro tzv. normální případ, to je pro případ, že oba snímky jsou přesně svislé (jejich osa záběru je svislá). Aby bylo možno vyhodnocovat na stroji i snímky obecně skloněné, je pozorovací systém stereoprojektoru SPR-2 opatřen korekčním mechanismem opravujícím polohu vyhodnocovaného bodu na skloněném snímku na polohu odpovídající snímku normálnímu. Po této stránce byl stereoprojektor popsán ve Vojenském topografickém obzoru v ročníku 1956, č. 1.

### I. Příprava stroje pro vyhodnocování

Poněvadž tento stroj je u nás dosud málo znám, uvedu v tomto článku postup práce, zkušenosti a přesnost dosahovanou na tomto stroji při mapování 1:10 000.

Před vlastní prací na vyhodnocovacím stroji je třeba vypočítat ohniskovou vyhodnocovací vzdálenost, koeficient přetvoření, vyhledat poměr převodových koleček výškového počítadla a nastavit základní polohy všech stupnic přístroje.

Postup přípravy je tento:

1. Zjistíme  $f$  snímku (přesně na 0,01mm), měřítko snímku  $M_s$  (na stovky měřítkového čísla) a zvolíme měřítko vyhodnocované mapy  $M_m$ . Poměr mezi měřítkovým číslem snímku a měřítkovým číslem mapy může být maximálně 1:2,5.

2. Poněvadž na stroji nelze vzhledem ke konstrukčním vlastnostem stroje nastavit přímo  $f$  fotografické komory, je nutné vypočítat takovou optimální vyhodnocovací ohniskovou vzdálenost  $f'$ , která by umožňovala využít celého výškového sloupu  $Z$ . Pro výpočet této hodnoty platí: Měřítka modelu má se k měřítku snímku přibližně jako vzdálenost kloubu představujícího střed promítání po kloub představující modelový bod, (tj.  $L-f'$ ) ku vzdálenosti kloubu představujícího střed promítání po kloub představující snímkový bod (tj.  $f$ ).

$$n = \frac{L - f'}{f}. \text{ Odtud pak: } f' = \frac{L}{n + 1},$$

kde:  $f'$  - optimální ohnisková vyhodnocovací vzdálenost,

$L$  - daná konstanta stroje (470 mm). Je to vzdálenost středů horního a dolního kardanového kloubu svislé projekční tyče při nastavení základnového mostu na střední hodnotu stupnice  $Z$ ,

$n$  - poměr měřítkového čísla snímku k měřítkovému číslu vyhodnocované mapy

$$\left( n = \frac{m_s}{m_m} \right).$$

3. Tomuto optimálnímu  $f'$  odpovídá koeficient přetvoření

$$k = \frac{f'}{f},$$

pro který nelze zpravidla najít odpovídající převody výškového počítadla na sloupu Z. Proto k tomuto vypočtenému  $k$  najdeme nejbližší odpovídající poměr  $k'$  v tabulce převodů a vedle něho odpovídající převodová kolečka výškového počítadla. Tato převodová kolečka vložíme do výškového počítadla stroje. Nutno uvážit, jde-li o zrychlení nebo zpomalení obrátek počítadla.

4. Nyní vypočteme přetvořenou ohniskovou vzdálenost  $f''$ , která odpovídá koeficientu  $k'$ , ke kterému jsme vyhledali poměr převodových koleček:

$$f'' = f \cdot k'$$

Vypočtené  $f''$  opravíme o srážku filmu a nastavíme na příslušné stupnici stroje.

5. Vyhodnocovací základna se rovná vzdušné základně dělené měřítkovým číslem vyhodnocované mapy.

$$b_x = \frac{B}{m_m}$$

Vypočtené  $b_x$  nastavíme na příslušné stupnici stroje.

Koeficient přetvoření nemá vliv na velikost vyhodnocovací základny.

6. Konečně nastavíme do základní polohy stupnice:

$\alpha_L, \alpha_P$	0,00
$\varphi_L, \varphi_P$	30,00
$\omega_L, \omega_P$	30,00
$b_y, b_z$	15,00
decentrace snímků	15,00
decentrace korekčních mechanismů	15,00

Zavedením vypočtených a základních hodnot je stroj připraven k vyhodnocování.

Příklad:

$$f = 114,72 \text{ mm}, \quad M_s = 1 : 17200, \quad M_m = 1 : 10000$$

$$n = \frac{m_s}{m_m} = \frac{17200}{10000} = 1,72$$

$$f' = \frac{L}{n + 1} = \frac{470}{1,72 + 1} = 172,79$$

$$k = \frac{f'}{f} = \frac{172,79}{114,72} = 1,506$$

Tabulka převodů

1 : k	Poměr ozub. koleček výškového počítadla
1 : 1	80 : 80
⋮	⋮
1 : 1,35	92 : 68
1 : 1,50	96 : 64
1 : 1,66	100 : 60
⋮	⋮

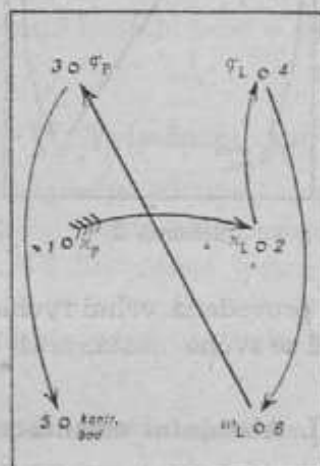
Vypočtenému  $k$  je v tabulce převodů nejbližší poměr  $k'$  1 : 1,50. Tomuto poměru  $k'$  odpovídá poměr ozubených koleček výškového počítadla 96 : 64.

$$f'' = f \cdot k' = 114,72 \cdot 1,50 = 172,08$$

## II. Vzájemná orientace

Do nosičů snímků vložíme ve správném sledu negativy emulzí dolů. Ve stroji je možno vyhodnocovat i diapozitivы nebo kopie leteckých snímků; ty pak vkládáme emulzí nahoru.

Vzájemná orientace se provádí postupným odstraňováním vertikálních paralax na pěti bodech (šestý bod je kontrolní) podle tohoto schématu:



Schema 1

V prvním cyklu odstraníme vertikální paralaxy podle naznačeného schématu. Po provedení cyklu zůstane pravděpodobně na kontrolním bodě č. 5 ještě vertikální paralaxa. Aby byl celý prostor stereoskopické dvojice bez vertikálních paralax, je nutné zavést decentrace snímků a korekčních mechanismů podle decentračních tabulek sestavených pro příslušné  $f$  snímků.

Odečteme tedy na příslušných stupnicích hodnoty:

$\varphi_L$ ,  $\omega_L$ ,  $\varphi_P$ ,  $\omega_P$ . K těmto hodnotám vyhledáme v tabulkách decentrací odpovídající hodnoty decentrací. Vyhledanou hodnotu decentrace pro  $\varphi$  nastavíme na stupnici decentrace snímků pro směr X a tutéž hodnotu na stupnici decentrace korekčního mechanismu pro směr X, poněvadž modul této stupnice je poloviční než modul stupnice decentrace snímku. Hodnotu decentrace pro  $\omega$  nastavíme na stupnici decentrace snímku pro směr Y a tutéž hodnotu na stupnici korekčního mechanismu pro směr Y. Hodnoty decentrací zjišťujeme a nastavujeme přirozeně na obou projektorech.

Tabulka decentrací  
pro  $f=114,72$ ,  $M_s=1:17000$

Čtení	Decentrace
30,0	15,0
30,1	15,0
30,2	14,9
30,3	14,9
30,4	14,8
30,5	14,8

Po zavedení decentrací se znovu provede celý orientační cyklus podle schématu. Zpravidla stačí provést dvakrát až třikrát orientační cyklus, aby byl model orientován. Správnost vzájemné orientace kontrolujeme vždy na bodě č. 5.



Jde-li o větší opravy sklonů, je nutné opět zavádět decentrace snímků a korekčních mechanismů. Eventuálně vzniklé paralaxy se odstraní obvyklým orientačním postupem.

Prakticky se provádí horizontování stereomodelu tak, že se model horizontuje asi do odchylky 2 m obvyklými pohyby  $\varphi$ ,  $\omega$ ,  $b_z$ . Pak teprve se zavedou příslušné decentrace snímků a korekčních mechanismů podle čtení  $\varphi$ ,  $\omega$  u obou projektorů a model se přesně horizontuje. Zpravidla už není potom třeba zavádět decentrace. Použijeme opět tabulek decentrací vypočtených pro dané  $f$  komory a měřítko snímků.

Nejsou-li závady ve vličovacích bodech nebo v kvalitě snímků, je absolutní orientace skončena po dvou až třech cyklech.

#### IV. Vyhodnocování

Výškopis i polohopis se vyhodnocuje stejným způsobem jako u jiných vyhodnocovacích strojů. Stereoprojektor má široké zorné pole pozorovacího systému, měnitelnou velikost i barvu měřické značky a pohyby XY dostatečně jemné, takže situační čáry i vrstevnice se kreslí velmi dobře. Určitou výhodou je i to, že vyhodnocovatel pracuje na listě, který má přímo před sebou. Stroj je tedy konstruován pro jednoho pracovníka.

#### V. Možnosti stroje

Stereoprojektor SPR-2 je zřejmě postaven pro účely topografického mapování. Poměr mezi měřítkem snímků a měřítkem vyhodnocované mapy může být maximálně 1 : 2,5. Tožto zvětšení by stačilo i pro vyhodnocování velkých měřítek, tím spíše kdyby byl ke stroji připojen koordinátograf, jehož převody by umožnily ještě další zvětšení měřítka vyhodnocované mapy. Pravděpodobně se s touto možností pro budoucnost počítá, poněvadž stroj má vývody pro připojení koordinátografu. Zatím se však koordinátograf nedodává. Je to škoda, poněvadž, jak ukazují získané zkušenosti, je práce na tomto stroji nejrychlejší ze všech používaných typů. Přesností se vyrovná takřka i autografu Wild A-7. Stereoprojektor je zvláště výhodný pro vyhodnocování širokouhlých snímků.

#### VI. Přesnost při mapování 1 : 10 000

Polohová přesnost je stejná jako u ostatních typů vyhodnocovacích strojů.

Pro posouzení výškové přesnosti bylo proměřeno několik stereoskopických dvojic pořízených fotografickou leteckou komorou o  $f = 114,72$  mm v měřítku 1 : 13 000. V těchto stereoskopických dvojicích bylo signalizováno před náletem 69 bodů bílými terčí. Jejich nadmořské výšky byly určeny technickou nivelací.

Po pečlivém urovnání stereoskopických dvojic ve stroji byly na těchto signalizovaných bodech změřeny nadmořské výšky fotogrammetricky.

Z daných a naměřených hodnot byly vypočteny odchylky, jejich čtverce a střední chyba v měření výšek:

$$m_z = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n}} = \pm \sqrt{\frac{9,43}{69}} = \pm \sqrt{0,137}$$

$$m_z = \pm 0,37 \text{ m}$$

Očekávaná přesnost v měření výšek pro daný případ je

$$m_h = \pm \frac{H^2}{B \cdot f} \cdot \delta p = \pm 0,39 \text{ m}$$

$H$  = výška letu,  $B$  = základna,  $f$  = ohnisková vzdálenost komory,  $\delta p = \pm 0,02$  mm.  
Pro posouzení přesnosti v odečítání výšek uvádím tabulku:

Odchylka v m	Počet případů
0,0	17
0,1	14
0,2	12
0,3	5
0,4	4
0,5	7
0,6	3
0,7	2
0,8	3
1,0	2
	<u>69</u>

### Závěr

Po dlouhodobém používání bylo konstatováno, že stereoprojektor SPR-2 je typem vyhodnocovacího stroje, který výborně vyhovuje všem požadavkům pro fotogrammetrické zpracování map, je-li poměr mezi měřítkem snímků a měřítkem vyhodnocované mapy menší než 1:2,5. Obsluha stroje je pro vyhodnocovatele pohodlná, pozorování stereomodelu je velmi příjemné, rychlost práce je velká a požadovaná přesnost je dodržena.

Dalším obohacením použití stroje by byla možnost zkříženého pozorování, aby bylo možno provádět postupně připojování stereoskopických dvojic hlavně pro aeriotriangulaci a doplnění stroje koordinátografem. Tím by se zvýšila použitelnost stroje pro nejrůznější druhy mapovacích prací.

### Literatura:

Prameny: Rukovodstvo po rabotě na stereoprojektore SPR-2.

Inž. kpt. inž. Kudělásek Radim: Nový přesný universální stroj sovětské konstrukce SPR-2.

Inž. pplk. Boleslav Červinka, VTOPÚ

## Nový způsob získávání vřícovacích bodů při topografickém mapování

(Zkrácené znění závěrečné zprávy k výzk. úkolu č. 3 F/1956, skončenému v r. 1956)

Článek obsahuje jednak návrh na fotogrammetrickou signalizaci bodů geodetického podkladu, která při topografickém mapování v měř. 1:25 000 a 1:10 000 může značnou měrou nahradit dosavadní zaměřování vřícovacích bodů, jednak návrh na vyrovnání aerotriangulačních sítí na všechny body geodetického podkladu, které podstatně zpřesní vyrovnání.

Území našeho státu se vyznačuje, v porovnání s jinými státy, poměrně velmi hustým geodetickým podkladem. Tak jen pokud jde o trigonometrické a zhušťovací body — tj. body 1. až 6. řádu, připadá v celostátním průměru 1 bod na 2,2 km<sup>2</sup>, tj. na 1 km<sup>2</sup> připadá průměrně 0,45 bodu. Skutečná hustota je ovšem v jednotlivých oblastech ČSSR značně rozdílná. V prostoru Čech a Moravy můžeme odhadnout hustotu bodů 1. až 6. řádu na 0,5 bodu, ve větší části Slovenska na 0,4 bodu, v severovýchodním Slovensku na 0,2 bodu na 1 km<sup>2</sup>.

Vezmeme-li do počtu geodetických bodů i body 7. a 8. řádu a jiné druhy bodů využitelné pro topografické mapování v měřítku 1:25 000 a 1:10 000, jako body topografické, dělostřelecké, body nivelační, body vřícovací předchozího vyměřování, na Slovensku i body tzv. stereografické, pak hustota geodetického podkladu vzroste v celostátním průměru zhruba na dvojnásobek. To znamená, že 1 geodetický bod připadne v průměru na 1 km<sup>2</sup>. Výkyvy od tohoto průměru jsou opět značné. Tak např. na jedné čtvrtině území Čech a Moravy dosahuje hustota geodetického podkladu 2 až 3 body na 1 km<sup>2</sup>, a to i za předpokladu, že 25 % bodů 7. a 8. řádu je zničeno nebo ztraceno.

Přepočteme hustotu geodetického podkladu na plochu jedné stereoskopické dvojice, která představuje plošný element při stereofotogrammetrickém mapování! Při velikosti snímku 18×18 cm a při 60% podélném překrytu činí využitelná plocha stereoskopické dvojice bez 1 cm okrajů 9×16 cm. Při použitím měřítku snímků 1:13 000 měří užitečná plocha stereoskopické dvojice 2,3 km<sup>2</sup>, která bude obsahovat 2,3 bodu v celostátním průměru (v územích s hustým geodetickým podkladem 4 až 7 bodů, v územích s velmi řídkým podkladem 1 bod).

U snímků měřítku 1:18 000 s užitečnou plochou 4,6 km<sup>2</sup> obsahuje stereoskopická dvojice v průměru 4,6 bodu, v území s velmi řídkým podkladem 2 body, v území s hustým podkladem 8 až 14 bodů.

Každá stereoskopická dvojice obsahuje tedy již před měřením vřícovacích bodů značný počet hodnotných geodetických bodů, které však z hlediska fotogrammetrického mají dva základní nedostatky: na ploše stereoskopické dvojice jsou nahodile rozptýleny a na snímku nejsou viditelné.

V dosavadním fotogrammetrickém mapování se bodů geodetického podkladu jako vřícovacího podkladu nepoužívá; vřícovací body se předepisují a zaměřují v počtu 4 až 5 na

stereoskopickou dvojicí, aniž by se přihlíželo k dané hustotě geodetického podkladu. Některých bodů geodetického podkladu se částečně využívá při fotogrammetrickém vyhodnocení, a to ke kontrole absolutní orientace stereoskopické dvojice a výškopisného vyhodnocení. Avšak tato kontrola je jen hrubá z těchto důvodů:

Na snímku jsou body geodetického podkladu – vyjma body s věžovitými stavbami – neviditelné. I když na orientovaném stereoskopickém modelu může být na ně vyhodnocovatel přiveden podle jejich polohy na vyměřovacím listě, není situační nastavení na stereoskopickém modelu přesné a v případě terénních nerovností v blízkém okolí bodu je fotogrammetrické výškové měření chybné;

i v případě, že vyhodnocovateli bude přesné umístění bodu na snímku známo, např. podle vpichu na snímku nebo podle topografie, není fotogrammetrické výškové měření ani zde dostatečně spolehlivé, protože geodetický bod se zpravidla neztotožňuje s výraznou snímkovou situací. A jak je známo, je přesné výškové a situační nastavení měřické značky na bod podmíněno právě jeho výrazným zobrazením na snímku.

Z uvedených důvodů vyplývá, že body geodetického podkladu, i když jejich měřická hodnota je výborná, představují body s malou hodnotou fotogrammetrickou a zdaleka nedosahují hodnoty vřícovacích bodů zaměřených pro daný snímek.

Dokonalejší využití bodů geodetického podkladu pro fotogrammetrické mapování tedy v prvé řadě předpokládá, aby tyto body byly na snímku viditelné. To je možno uskutečnit buď připojením geodetických bodů na nejbližší výraznou snímkovou situaci nebo fotogrammetrickou signalizací. Nahodilé rozložení těchto bodů na ploše stereoskopické dvojice aspoň částečně vyvážíme zaměřením dalších, jen výškově určených bodů, jejichž počet je závislý na použité fotogrammetrické metodě pro vyhodnocení a na hustotě dosavadního geodetického podkladu.

*Připojování* geodetického podkladu znamená, že dané geodetické body „přeneseme“ na nejbližší výraznou snímkovou situaci, která je ve vzdálenosti až 100 m a je vhodná pro fotogrammetrické měření. Výškově připojujeme pokud možno všechny body. Polohopisné připojení všech bodů není pro fotogrammetrické účely nutné a provádíme je pouze u těch bodů, na nichž je možno orientovat se směrově na jiné body geodetického podkladu, nebo na nichž je možno použít ke směrové orientaci – s ohledem na krátkou připojovací vzdálenost – busolních přístrojů.

Připojování geodetického podkladu na snímkovou situaci provádíme zpravidla až po snímkovém náletu.

*Fotogrammetrická signalizace* geodetického podkladu znamená, že geodetický bod (výjimečně excentricky položený náhradní bod) vyznačíme terčem (signálem) vhodné barvy a velikosti, který se pak zobrazí na snímku. Signalizace musí být provedena před fotografickým letem.

Hlavní zásady fotogrammetrické signalizace bodů geodetického podkladu pro účely topografického mapování:

terče musí být svým tvarem a odstínem co nejvíce odlišné od svého okolí;

při černobílé fotografii volíme barvu terčů matně bílou nebo světle žlutou; nejdokonalější přirozený kontrastní podklad tvoří na panchromatickém negativním materiálu barva zelená, tj. nízký, hustý a svěží travnatý porost;

na světlém podkladu – jako je např. písčité terén nebo zorané pole – měl by být volen signál černé nebo modré barvy. Protože však se rozměry tmavého terče na snímku zmenšují vlivem iradiace (přesvětlení) bílého okolí a terč normální velikosti a šířky by se na snímku často vůbec nezobrazil, je vhodnější volit i zde barvu terče bílou a jeho okolí ztemnit jemným černým (uhelným) prachem;

tvary terčů nevolíme zpravidla plošný, ale pro úsporu materiálu obrysový ve tvaru čtverců, křížů, mezikruží apod. (obr. 1);



velikost terčů volíme tak, aby na snímku byl terč viditelný pouhým okem nebo při malém zvětšení. Velikost terče je závislá na kvalitě a zbarvení blízkého okolí; zpravidla bude činit  $\frac{1}{6000}$  až  $\frac{1}{12000}$ \*) měřítkového čísla snímku v metrech, šířka ramen — asi  $\frac{1}{8}$  až  $\frac{1}{10}$  velikosti terče;



Obr. 1. Některé typy signalizačních terčů.

vhodné jsou terče, které lpí pevně na terénu, neboť nepodléhají tak snadno zničení nebo přemístění;

signalizační materiál musí zajišťovat trvanlivost signálu v terénu nejméně po dobu 3 měsíců, a to i při deštích;

signál nesmí zarůstat travou;

při signalizaci je nutno mít na paměti, že na snímku se nezobrazí ani výrazný terč, jestliže v okamžiku fotografování bude terč zastíněn, skryt větvemi stromů nebo jinými objekty.

Body geodetického podkladu, které nevyhovují podmínkám přímé signalizace, signalizujeme na excentrickém bodě, který výškově zaměříme. Takový případ bude pravidlem u geodetických bodů zastíněných nebo skrytých stromy, u bodů s výškovou stavbou (např. u kostelů, továrních kominů, křížků, pomníků), u nivelačních bodů s výškovou značkou na zdech, dále u bodů, u nichž signalizace je vystavena poškození nebo ohrožována ztrátou (např. body v těsné blízkosti vozovky, body v polích s předpokládanými brzkými zemědělskými pracemi).

*Volba fotogrammetrické metody.* Byly-li body geodetického podkladu připojeny na snímkovou situaci nebo před fotografováním signalizovány, pak volba fotogrammetrické metody pro zhuštění a vyhodnocování bude v prvé řadě závislá na hustotě geodetického podkladu v daném mapovém listě. V našem území můžeme předpokládat zhruba tyto způsoby využívání geodetického podkladu:

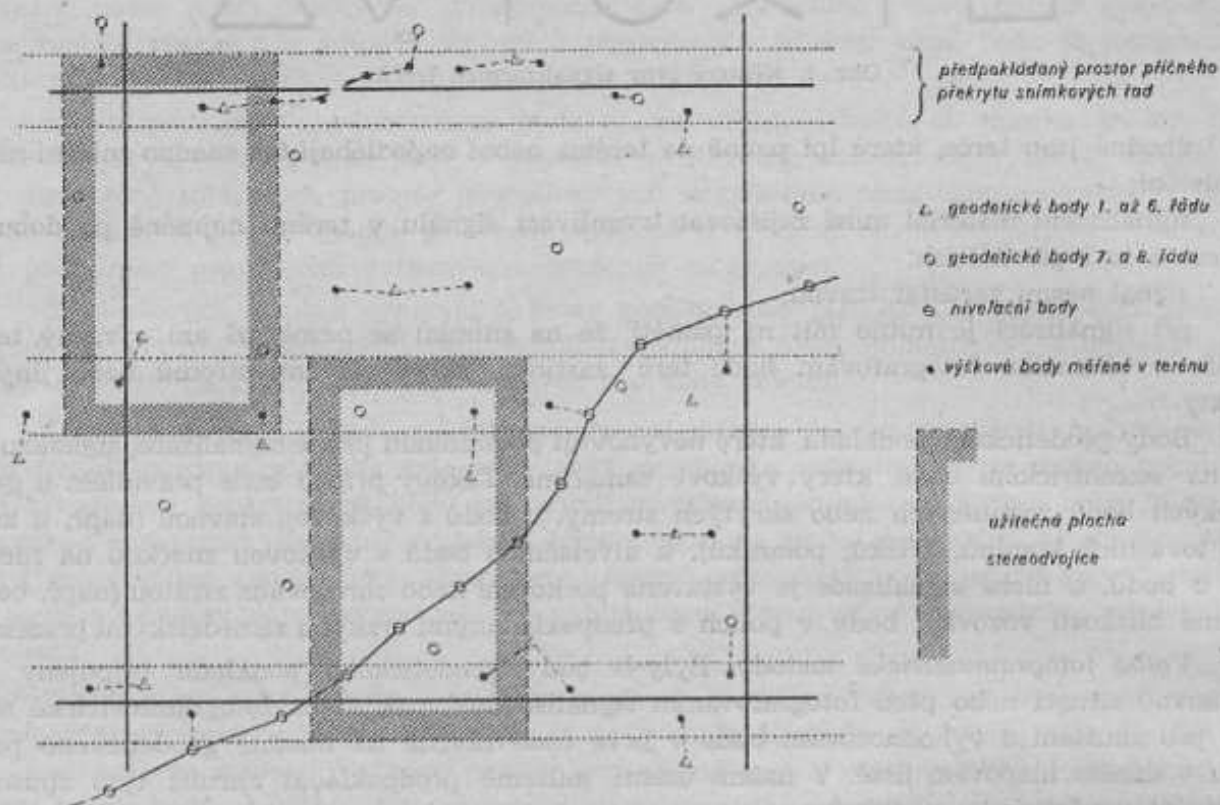
A) Území s velkou hustotou geodetického podkladu, v němž případně na plochu stereoskopické dvojice více než 8 bodů. Tento počet bodů — i při jejich nahodilém rozložení — zcela postačí pro dokonalou absolutní orientaci jednotlivých dvojic a v terénu nebude třeba doměřovat žádné vřícovací body. Takové podmínky se vyskytnou při použití měřítka snímku 1 : 18 000 asi na  $\frac{1}{10}$  území ČSSR.

B) Území se střední hustotou geodetického podkladu, v němž případně na 1 stereoskopickou dvojici průměrně 4–7 bodů. Na takových mapových listech zvolíme vhodné pořadí pro jednotlivé snímkové dvojice. Nejprve zpracujeme ty dvojice, u nichž jsou geodetické body příznivě rozloženy v rozích stereoskopické dvojice. Z těchto dvojic odvodíme pak fotogrammetricky vřícovací body i pro sousední dvojice. Jen v řídkých případech bude nutno překlenout prostor 2 až 3 stereoskopických dvojic s nepříznivě rozloženými body krátkou aerotriangulací. Podmínky pro takový vyhodnocovací postup se vyskytnou na území ČSSR u snímku měř. 1 : 18 000 asi na  $\frac{1}{3}$  území, u snímku měř. 1 : 13 000 asi na  $\frac{1}{5}$  území.

C) Území s malou hustotou geodetického podkladu, v němž na 1 stereoskopickou dvojici případnou průměrně 1 až 3 body. V tomto území bude získáván vřícovací podklad v hor-

\*) Podstatně menších terčů, a to  $\frac{1}{25\,000}$  až  $\frac{1}{50\,000}$  (v metrech) měřítkového čísla snímku, se používá při tzv. katastrální signalizaci. Zatím co v topografickém mapování má každý terč význam opěrného vřícovacího bodu, jehož ztráta či nemožnost identifikace znamená při řídkém geodetickém podkladu snížení přesnosti fotogrammetrického zhuštění, pak katastrální signalizace má tyto odlišné vlastnosti: terče vyznačují zpravidla jen majetkové či jiné hranice; na poměrně malém území je vykládán velký počet terčů; terče jsou udržovány v dobrém stavu nebo vykládány těsně před náletem; se ztrátou či nemožností identifikace malého počtu terčů se předem počítá; terče bývají plošné — nejčastěji čtvercové.

natém nebo zalesněném terénu aerotriangulací. Opěrné vřícovací body budou zaměřovány jen na počátku a na konci aerotriangulované řady, jejíž délka může obsáhnout 2 až 4 mapové listy. Pro vyrovnání aerotriangulační sítě budou použity všechny body geodetického podkladu. Podmínky pro tento způsob využití geodetického podkladu se vyskytnou při mapování v měřítku 1 : 10 000 u snímků měř. 1 : 18 000 asi na  $\frac{1}{4}$  území, u snímků měř. 1 : 13 000 asi na  $\frac{1}{3}$  území ČSSR.



Obr. 2. Schéma volby výškových bodů na mapovém listě 1 : 10 000 se střední hustotou geodetického podkladu.

V typech území ad B) a C) je účelné vylepšovat podmínky pro absolutní orientaci snímkových dvojic nebo pro aerotriangulaci doměřením dalších, jen výškově určených bodů v blízkém okolí trigonometrických, nivelačních a event. i jiných zcela spolehlivých bodů geodetického podkladu. Výškové body jsou zaměřovány současně při fotogrammetrické signalizaci nebo při připojování podle těchto zásad:

výškový bod musí umožňovat velmi dobré fotogrammetrické měření výšek;

výškové body volíme v odlehlosti 20 až 1000 m od geodetického bodu a na místech příhodných pro snadné a rychlé jejich výškové zaměření. Protože tyto body budeme zpravidla volit ve směru nejmenších terénních nerovností, bude vhodnou metodou pro jejich zaměření výškový nebo nivelační pořad, který není nutno — s ohledem na malou délku — uzavírat;

pokud terénní poměry dovoluji, zaměřujeme výškové body u geodetických bodů ležících poblíže předpokládaného překrytu sousedních snímkových řad v prostoru tohoto příčného překrytu; takový výškový bod bude moci být využit i v sousední snímkové řadě;

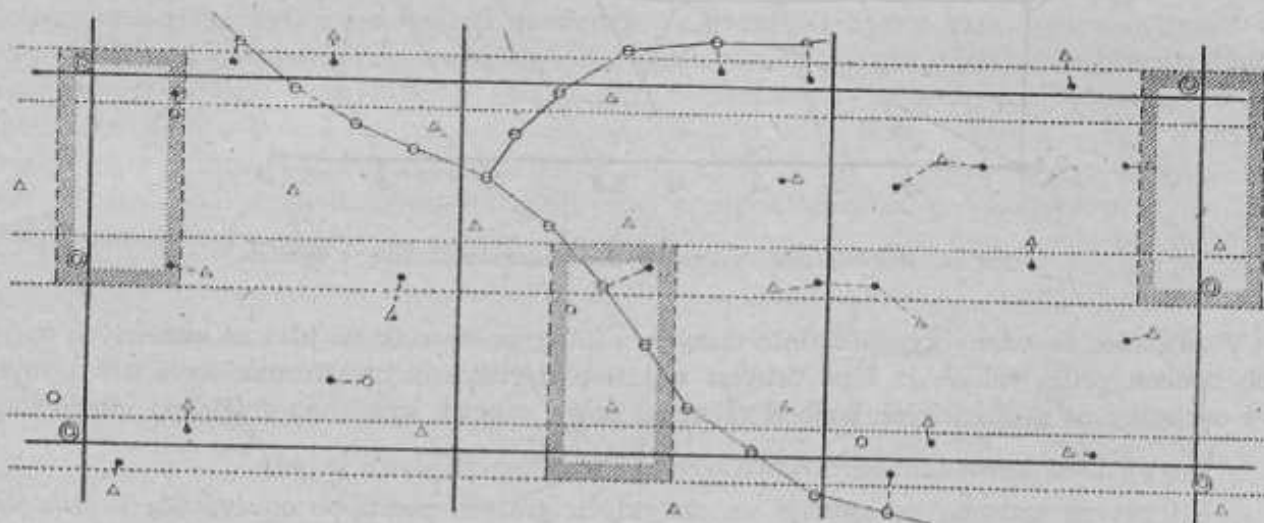
u ostatních geodetických bodů zaměřujeme výškové body přednostně ve směru snímkové řady, tj. přibližně na západ nebo východ od geodetického bodu;

za výškové body volíme přednostně výraznou snímkovou situaci, jako jsou odbočky cest, křižovatky cest, můstky a rohy kultur. Není-li takových přirozeně signalizovaných bodů, signalizujeme výškový bod uměle.

Ideální volba výškových bodů pro mapu měř. 1 : 10 000 a snímky měř. 1 : 18 000 je schematicky znázorněna na obr. 2 a 3. Na obrázku 2 připadá na list mapy se střední hustotou geo-

detického podkladu (typ terénu ad B) 20 bodů geodetického podkladu, tj. na plochu stereoskopické dvojice připadá v průměru 4,6 bodu. Mapovým listem prochází dále nivelační pořad. Při zpracování listu budou nejdříve vyhodnoceny dvojice s větším počtem a s výhodně rozloženými body. Při absolutní orientaci snímků je nutno přihlížet k rozdílné spolehlivosti bodů geodetického podkladu; proto v prvním přiblížení bude snímek orientován na body 1. až 6. řádu a na body nivelační. Teprve po ověření ostatních bodů použije vyhodnocovatel ke konečné přesné orientaci všech bodů v prostoru stereoskopické dvojice.

Na obr. 3 v typu terénu ad C) připadá na 1 mapový list po 8 bodech geodetického podkladu, tj. na 1 stereoskopickou dvojici průměrně 1,8 bodu. Mapovým územím prochází 1 nivelační pořad. Vličovací podklad pro vyhodnocení bude získán aerotriangulací. Pro její bezpečné připojení jsou zaměřeny na západním a východním okraji snímkových řad dvojice opěrných bodů.



⊙ opěrné vličovací body pro aerotriangulaci

Obr. 3. Schéma volby výškových a opěrných vličovacích bodů pro aerotriangulaci na 3 mapových listech.

*Vyrovnání aerotriangulací na všechny body geodetického podkladu.* Dosavadní metody pro vyrovnání aerotriangulačních sítí používají k vyrovnání pouze 5 až 6 opěrných vličovacích bodů, rozložených ve standardní poloze na počátku, na konci a uprostřed snímkové řady. Při polohopisném vyrovnání se odstraňují odchylky zpravidla konformní transformací tak, aby součet čtverců odchylek na daných bodech byl nejmenší. Výškové vyrovnání má odstranit chyby způsobené deformací modelu snímkové řady do tvaru hyperbolického paraboloidu, a to nejčastěji podle této rovnice pro výškové opravy  $dh$

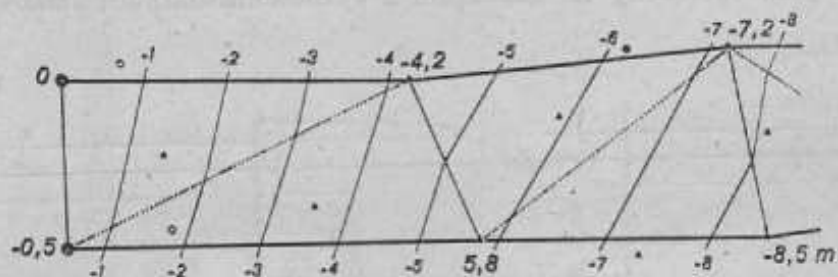
$$dh = ax + by + cxy + dy^2.$$

Avšak ve skutečnosti vznikají v aerotriangulační síti vlivem nepravidelného růstu chyb systematických a nahodilých četné místní deformace modelu snímkové řady, které vyrovnání na pouhých 5 až 6 bodů nemůže dobře postihnout. Chyby určených bodů rostou se vzrůstající délkou řady; aby bylo dosaženo potřebné přesnosti, musí být rozsah aerotriangulace pro účely topografického mapování omezen na šířku 1 až 1,5 mapového listu. Opěrné vličovací body jsou tedy u mapy měř. 1:10 000 zaměřovány v odlehlostech 2 až 3 km. Počet zaměřovaných vličovacích bodů zůstává poměrně velký a z toho důvodu nepřineslo zavedení aerotriangulace očekávané výrazné zvýšení efektivity vůči polnímu zaměřování všech vličovacích bodů. Příznivého obrátu dosáhneme, jestliže daný geodetický podklad fotogrammetricky signalizujeme a zapojíme do vyrovnání aerotriangulační sítě. Výsledkem bude, že délku aerotriangulací budeme moci v důsledku přesnějšího vyrovnání prodloužit na 2 až 4 mapové

listy. Protože opěrné vřícovací body uprostřed snímkové řady jsou v navrhovaném způsobu vyrovnání zcela nahrazeny geodetickými body, pak vřícovací body zaměřujeme např. u mapy měř. 1 : 10 000 v odlehlostech 8 až 16 km.

Vyrovnání aerotriangulace na body geodetického podkladu provádíme graficko-analytickými metodami.\*)

Při *polohopisném vyrovnání* je rozdělena aerotriangulovaná řada na několik čtyřúhelníkových sekcí, jejichž vrcholy tvoří spolehlivě geodetické body. Rozdíly jejich souřadnic daných a fotogrammetrických lineárně interpolujeme podél spojnic opěrných bodů a sestrojíme rovnoběžkovou síť oprav jednak pro souřadnice X — jak je znázorněno na obr. 4 —, jednak pro souřadnice Y. Každou sekci vyrovnáme samostatně.

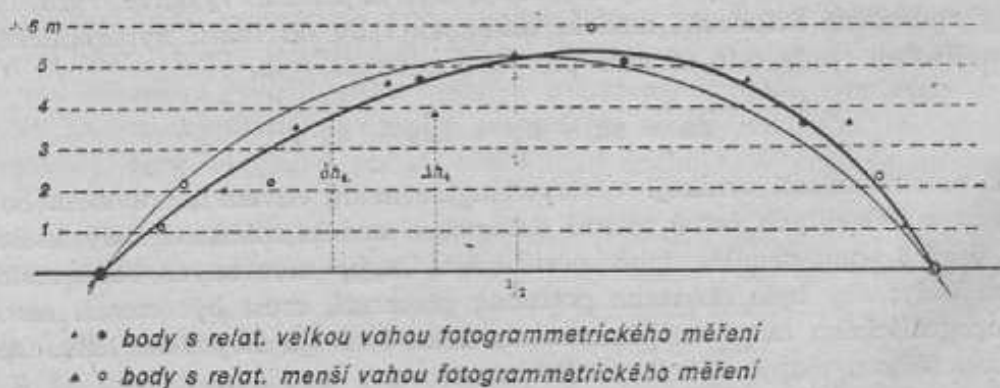


Obr. 4. Polohopisné vyrovnání aerotriangulační sítě v sekcích.

V případě, že odchylky souřadnic daných a fotogrammetrických jsou na konečných opěrných bodech příliš velké, je lépe provést nejdříve měřítkovou transformaci celé sítě a zbytkové odchylky na geodetických bodech vyrovnat pak v sekcích zmíněnou grafickou interpolací.

Pro *výškové vyrovnání* aerotriangulace byl vypracován dvojí postup.

Při prvním způsobu se zjišťuje na obvyklých grafech postupně oprava  $\delta h_1$  z příčného sklonu,  $\delta h_2$  z podélného sklonu,  $\delta h_3$  ze zkroucení modelu. Avšak oprava  $\delta h_1$  pro určované body není stanovována jen na základě zbytkové odchylky  $\Delta h_1$  na středovém opěrném bodě a za předpokladu, že prohnutí má tvar parabolického nebo kruhového válce. Zbytkové odchylky  $\Delta h_1$  jsou zjišťovány na všech bodech geodetického podkladu, jež jsou v prostoru spojnice opěrných bodů; odchylky jsou vynášeny do grafu ve vhodném měřítku jako pořadnice Y. Body představující odchylky  $\Delta h_1$  je vedena vyrovnávací křivka, přičemž je uvažována i rozdílná váha výškového fotogrammetrického měření (váhu měření stanoví relativním odhadem zpravidla vyhodnocovatel při provádění aerotriangulace).



Obr. 5. Křivka průtnutí modelu snímkové řady.

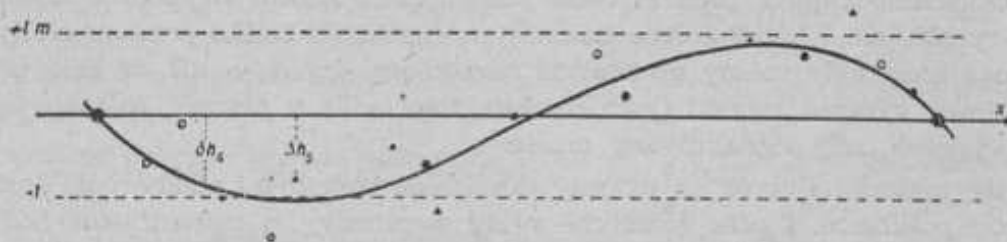
\*) Přesnější polohopisné vyrovnání na všechny body aerotriangulační sítě umožňuje i nově zaváděná metoda prof. Jerieho vyrovnání v blocích mechanicko-analytickým způsobem. V současné době je zkoušena na K 248 ve VA AZ.

Na obr. 5 je zakresleno teoretické prohnutí modelu snímkové řady do tvaru parabolického či kruhového válce slabou čarou. Skutečný tvar prohnutí, zakreslený silnou čarou, byl poměrně nejčastějším způsobem prohnutí modelu řady. Je charakterizován těmito vlastnostmi:

křivka prohnutí modelu je v první polovině plošší než v sestupné části oblouku. To svědčí o tom, že chyby aerotriangulace rostly na počátku řady poměrně pomalu, v druhé polovině řady naopak rychleji, než předpokládá používané vyrovnání podle paraboly nebo kružnice;

nejvyšší bod křivky nebývá nad středem úseku mezi opěrnými body, ale je posunut do druhé poloviny.

Při druhém způsobu výškového vyrovnání na body geodetického podkladu se používá obvyklý způsob vyrovnání i pro stanovení opravy  $\delta h_s$  z prohnutí modelu s použitím 1 až 2 středových bodů a za předpokladu prohnutí modelu do tvaru paraboly (kružnice). Vyrovnané fotogrammetrické výšky na bodech geodetického podkladu budou však vykazovat vůči výškám správným (geodetickým) odchylky  $\Delta h_s$ , mající v určitých prostorech sítě převážně stejné znaménko — důkaz vyskytujících se místních deformací. Tyto odchylky vynášíme na milimetrovém papíru kolmo od spojnice opěrných bodů a odchylkami vedeme — opět s přihlédnutím na rozdílnou váhu fotogrammetricky měřených výšek — vyrovnávací křivku, která vlastně znamená profil deformace modelu vůči předpokládanému parabolickému (kružnicovému) prohnutí a současně velikost doplňkové výškové opravy  $\delta h_s$  pro určované body (viz obr. 6).



Obr. 6. Profil deformace modelu snímkové řady vůči parabolickému prohnutí.

Profil prohnutí (obr. 5) nebo profil deformace (obr. 6) modelu snímkové řady sestrojeme zpravidla dvakrát: jednak na spojnici horních opěrných bodů a k jeho konstrukci použijeme výškových odchylek na geodetických bodech v horní polovině snímkové řady, jednak na spojnici spodních opěrných bodů — podle odchylek na bodech ve spodní polovině řady.

Výsledky provozních pokusů potvrdily vhodnost navrhovaného přímého využití geodetického podkladu pro fotogrammetrické mapování z hlediska přesnosti i úspory polního měření.

V r. 1956 bylo zkušebně provedeno připojení bodů geodetického podkladu na blízkou snímkovou situaci na 3 mapových listech měř. 1 : 25 000 v prostoru slovenských Javorníků. Snímky byly nalétnuty v měř. 1 : 23 000 komorou  $f = 21$  cm. Opěrné vřícovací body pro aerotriangulaci byly zaměřeny v r. 1955 v obvyklém standardním rozložení, tj. pro každou snímkovou řadu — o délce rovnající se šířce listu — byly zaměřeny 4 body na počátku\*), 1 uprostřed a 2 na konci řady. V roce 1956 bylo v mapovaném prostoru výškově připojeno\*\*)

\*) Tyto 4 body na počátku řady slouží k dokonalé absolutní orientaci první snímkové dvojice. Pro vlastní vyrovnání aerotriangulace bylo využito jen dvou bodů na pravém okraji stereoskopické dvojice.

\*\*\*) Výškové připojení bylo provedeno nivelací pomocí libelového nebo závěsného sklonoměru. Tyto jednoduché nivelacní přístroje opěně o tyč výšky asi 160 cm dovolují odečítat vodorovnou záměru na zavěšeném tachymetrickém pásmu nebo na lehké skládací nivelacní lati až do vzdálenosti 15 m. Při několika přestávách a měření způsobem nivelace „ze středu“ je možno určit výšku připojovaného bodu do vzdálenosti 100 m a s převýšením několika desítek metrů s přesností 5 až 10 cm. Podrobnější popis a rozbor nivelací jednoduchými pomůckami viz v práci [2].

na blízkou snímkovou situaci asi 70% trigonometrických bodů. Aerotriangulace snímkových řad byly vyrovnány jednak na 5 standardních opěrných bodů, jednak na všechny body geodetického podkladu. Při druhém způsobu vyrovnání bylo konstatováno zvýšení výškové přesnosti určených bodů o 20 až 35% v závislosti na počtu a fotogrammetrické kvalitě geodetických bodů.

Pokus s fotogrammetrickou signalizací geodetického podkladu byl uskutečněn v r. 1959 na 8 listech mapy měř. 1 : 10 000 v oblasti Dražanské vysočiny. Prostor se vyznačuje souvislým zalesněním a velmi nízkou hustotou geodetického podkladu: na 1 km<sup>2</sup> připadlo 0,5 bodu 1. až 8. řádu, z nichž 25% bylo buď ztraceno nebo nemohlo být z důvodu hustého lesního porostu pro signalizaci využito. V průběhu fotogrammetrické signalizace byly zaměřeny v okolí geodetických bodů výškové body zhruba podle schématu na obr. 3 pomocí nivelačního přístroje Meopta N 30x. Opěrné vřícovací body pro aerotriangulační zhuštění byly zaměřeny v počtu 16 jen na západním a východním okraji mapovaného prostoru širokého 12 až 15 km.

K fotogrammetrické signalizaci bylo použito těchto typů terčů a materiálů:

u trigonometrických bodů, na kterých byl zřizován ochranný čtvercový příkop, byla vykopaná zemina na vnějším okraji příkopu postříkána vápennou vodou v pruhu širokém asi 30 cm;

ostatní body geodetického podkladu byly signalizovány třiramennými nebo čtyřramennými kříži;

terče byly sestavovány buď z kamenů natíraných vápnem nebo z pruhu odpadového dehtového izolačního papíru, předem obilných vápnem. Zhotovení terčů z tohoto materiálu bylo nejen rychlé, ale i levné (věcné náklady na signalizaci celého prostoru činily 30.— Kčs);

výškové body byly voleny přednostně na terénní situaci, o níž se dalo předpokládat, že se na snímku výrazně zobrazí (jako rozcestí, rohy polí); v případě, že takových bodů nebylo, byly výškové body signalizovány uměle.

Použitý materiál i terče se ukázaly dostatečně trvanlivé i odolné vůči dešti, zarůstání travou i proti poškození. I přes všeobecně velmi nepříznivý a nekонтрастní podklad, který byl nejčastěji tvořen suchou lesní travou nebo spadáním listím, byly terče v terénu dostatečně výrazné.

Pro fotografování prostoru byla v plánu leteckých fotografických prací určena komora  $f = 21$  cm a měřítko snímků 1 : 13 000. Nově byl vyžádán pro účely aerotriangulace nálet ještě v měř. 1 : 18 000, a to pokud možno též den jako nálet v měř. 1 : 13 000 a s použitím komory  $f = 10$  cm. Od posledního požadavku ( $f = 10$  cm) muselo být však upuštěno, protože jeho splnění nemohla fotografická letecká skupina zaručit pro jiné neodkladné úkoly.

Nálet komorou  $f = 21$  cm byl uskutečněn v obou měřítkách v témže dni, a to v průměru 7 týdnů po skončení signalizaci. Na snímcích — fotograficky velmi dobré kvality — byly všechny signalizované body identifikovány bez potíží. Ztráta signálu — a to úmyslným zničením — byla konstatována jen v jediném případě. Způsob signalizace i použitý materiál, s nímž nebylo žádných předchozích zkušeností, se v zalesněném terénu tedy dobře osvědčil.

Aerotriangulace mapovaného prostoru byla provedena ze snímků měř. 1 : 18 000 a při ní byly určovány vřícovací body i pro měř. snímků 1 : 13 000. Samotné vyhodnocení může být pak uskutečněno z kteréhokoli z obou měřítek snímků. Aerotriangulace byly vyrovnány polohopisně v sekcích na spolehlivé trigonometrické body, výškově na všechny body geodetického podkladu. Střední výšková chyba nejdelší souvislé aerotriangulované řady o délce 11 km činila  $m_h = \pm 1,00$  m. Protože většina určených bodů je v překrytu sousedních aerotriangulovaných řad, je možno předpokládat, že jejich přesnost se zvýší  $\sqrt{2}$  krát, tj. na  $\pm 0,75$  cm, která v hornatém nebo zalesněném terénu zcela vyhoví požadavkům přesnosti mapy 1 : 10 000.

Přesnější výsledky a zejména možnost aerotriangulace v rozsahu až 4 mapových listů umožní v příštích pokusech snímky širokoúhlé, u nichž se relativní přiorientování i výškové měření provádí s chybou podstatně menší než u snímků normálních.

## Závěr

Navržený technologický postup využívá účinněji našeho poměrně hustého geodetického podkladu pro získávání vřícovacího podkladu než metody dosavadní.

Z obou způsobů fotogrammetrického zvýraznění geodetického podkladu je výhodnější fotogrammetrická signalizace, která zachycuje na snímku věrnou polohu bodů. Připojování geodetických bodů ke snímkové situaci je účelné jen tam, kde před fotografickým náletem nemohla být uskutečněna fotogrammetrická signalizace.

Přesnou polohu dosavadních vřícovacích bodů, jimiž bývají nejčastěji rohy kultur, není možno jednoznačně určit. Chyba vyplývající z rozdílné identifikace vřícovacího bodu měřičem v terénu a vyhodnocovatelem na stereoskopickém modelu značně znehodnocuje i velmi dobrá geodetická měření. Tyto nedostatky nemá bod signalizovaný, umožňující jednak jednoznačnou identifikaci bodu, jednak přesnější polohopisné i výškové nastavení měřické značky na model terénu.

Signalizované body geodetického podkladu vytvoří na našem území dostatečný a velmi spolehlivý podklad nejen pro aerotriangulaci, ale často i pro absolutní orientaci jednotlivých snímků.

Při fotogrammetrické signalizaci bude odstraněno z velké části dosavadní zaměřování vřícovacích bodů; měření v terénu bude omezeno na zaměření poměrně malého počtu výškových bodů v blízkém okolí geodetických bodů. Prostor pro výškové body není přesně určen, nýbrž je volen s ohledem na jejich snadné a rychlé zaměření.

Vyrovnaní aerotriangulací na všechny body geodetického podkladu umožní přesnější vyrovnaní a prodloužení rozsahu snímkových řad i vzdálenosti mezi opěrnými vřícovacími body na šířku 2 až 4 mapových listů; opěrné vřícovací body uprostřed snímkových řad nebude nutno zaměřovat.

V mapovaném prostoru nebude nutno obnovovat na trigonometrických bodech měřické věže a signály.

Fotogrammetrická signalizace zlepší mapovací práce.

Realizace navrženého postupu je možná bez dalších investic, neboť se bude využívat dosavadních přístrojů a zařízení.

### Literatura:

- [1] Skiridov: Stereofotogrammetrija. Moskva 1951.
- [2] Červinka: Využití geodetických bodů při fotogrammetrickém mapování. VTOPÚ 1956, výzk. úkol č. 3F.
- [3] Červinka: Aerotriangulace na autografu (stereoplanigrafu) a její graficko-analytické vyrovnaní. VTOPÚ 1956.
- [4] Červinka-Kánský: Situační určování vřícovacích bodů na multiplexu a autografu. VTOPÚ 1957, výzk. úkol 21 F.
- [5] Časopisy: Österr. Z. f. Vermessungswesen, č. 2/1958;  
Zeitschrift f. Vermessungswesen, č. 11/1959;  
Geodezija i kartografija, č. 9/1958.

## Údržba topografických map

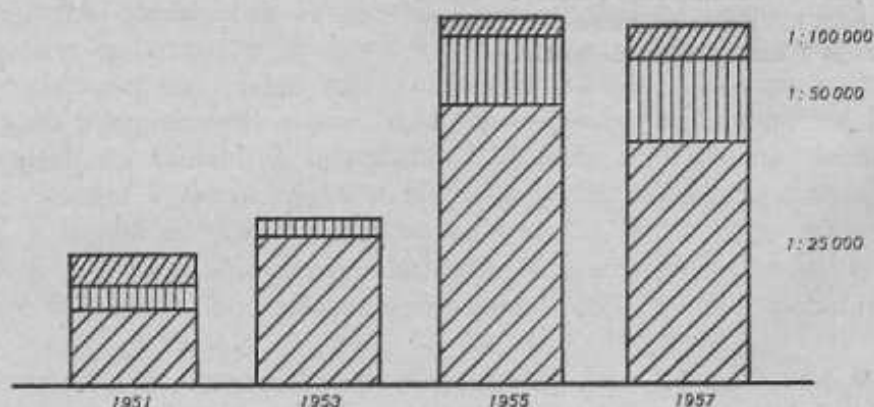
Autor přeložil článek „Údržba topografických map“ ze sovětského „Informačního technického sborníku vojenské topografické služby“ z roku 1958, aby tak částečně přispěl k zpracování směrnic a provádění vlastní údržby topografických map v ČSSR.

Zahájení údržby topografických map se jeví akutním vzhledem k tomu, že od zpracování prvních topografických originálů uplynulo bezmála 9 let. Za tuto dobu došlo v našem státě k závažným politickým a hospodářským změnám směřujícím k dovršení socialismu a zabezpečení přechodu ke komunismu. Rozsáhlá investiční a bytová výstavba, budování energetických děl, sítě komunikací a socializace vesnice podstatně změnilly tvářnost povrchu naší země. To vše působí na rychlé stárnutí mapy a snižuje její spolehlivost a použitelnost. Proto je nutné vzniklé změny v terénu zjišťovat, zpracovat a připravit opravené vydání map měřítek 1 : 25 000 a dalších.

Problém údržby topografických map se bude v nejbližší době řešit a bude třeba stanovit jednoduché, rychlé a hospodárné metody zaručující kvalitní provedení těchto prací.

Článek ze sovětského sborníku má ukázat, jak k řešení této otázky přistupovala vojenská topografická služba v SSSR, jaké metody a jakou organizaci práce volila a podle jakých zásad postupovala. I když lze předpokládat, že údržba topografických map se vzhledem k jiným podmínkám u nás (máme např. mapu 1 : 10 000) může ubírat poněkud jinou cestou, jsou sovětské zkušenosti cenným příspěvkem k řešení tohoto problému u nás a bude třeba jich dokonale využít. Budou nám jako již mnohokrát v minulosti cenným pomocníkem.

Důležitým úkolem vojenské topografické služby je provádění údržby dříve vydaných map periodickým obnovováním jejich obsahu. Objem těchto prací prováděných vojenskou topografickou službou neustále roste, což je patrné z diagramu:



Obr. 1



V budoucnu musí práce na údržbě map dosáhnout dalšího rozmachu. Stačí uvést, že množství listů, které je třeba obnovit jednak v důsledku situačních změn a jednak ve spojitosti s přechodem na nový systém souřadnic a výšek, převyšuje počet listů obnovených v letech 1950–1957 takto: u map měřítka 1 : 50 000 dvakrát, u map měřítka 1 : 100 000 sedmáctkrát. Velký objem prací si rovněž vyžaduje periodická údržba map měřítek 1 : 25 000 a větších.

Pro úspěšné splnění těchto úkolů je zapotřebí dále zdokonalovat organizaci a technologii prací tak, aby s co nejmenšími náklady a silami byla zabezpečena včasná a kvalitní obnova map. Přitom technologie a organizace prací musí vyhovovat nejen mírovým podmínkám, ale též podmínkám bojové situace.

Jednotky VTS se řídily při obnovování map až do roku 1957 tzv. „Instrukcí pro re-kognoskaci map“, vydanou již v roce 1941. Od jejího vydání došlo v organizaci a technologii topografických prací k podstatným změnám. Rychle se rozrostlo technické vybavení jednotek, zvýšila se kvalifikace pracovníků, byly podstatně zdokonaleny metody jednotlivých prací — fotogrammetrické metody se staly hlavním způsobem mapování. Zvýšily se též požadavky na kvalitu obnovování map. Tak na příklad, jestliže se do roku 1956 u obnovovaných map připouštěly odchylky v zobrazení polohopisu a výškopisu jednouapůlkrát větší než při novém zpracování map, potom podle „Základních směrnic pro vydání map měřítek 1 : 10 000, 1 : 25 000, 1 : 50 000 a 1 : 100 000“, vydaných v roce 1956 je při obnovování map nutno zachovávat stejné požadavky co do přesnosti, obsahu a úpravy, jako u map nově vydávaných.

Vzhledem k těmto požadavkům byl místo výše uvedené Instrukce zpracován a v roce 1957 vydán návrh „Směrnic pro údržbu topografických map měřítek 1 : 25 000, 1 : 50 000 a 1 : 100 000 (NT-2)“, podle něhož se od roku 1957 řídí jednotky VTS při své práci. V současné době (tj. v roce 1958–1959, kdy byl článek zveřejněn — pozn. překl.) se provádí tisk nově schválených Směrnic pro údržbu topografických map, jež byly zpracovány na základě návrhu z roku 1957 a připomínek od jednotlivých jednotek VTS a topografických oddělení štábů jednotlivých okruhů. Dále jsou v článku uvedena základní ustanovení o organizaci a metodice prací při údržbě map vyplývající z těchto nových směrnic.

### Způsoby údržby topografických map

Pod pojmem obnova map se rozumí opravení a uvedení obsahu map do souladu se skutečným stavem v terénu, převod jejich geodetického podkladu (v případě nutnosti) do souřadnicového systému roku 1942 a na výškový systém Baltický a dále pak jejich vykreslení v novém značkovém klíči.

Při obnově se opravují jen ty mapy, jejichž situační a výškový podklad odpovídá stanoveným požadavkům. V opačném případě se mapy neopravují, ale vydávají se znovu na podkladě nového situačního a výškového měření.

Periodičnost obnovování map závisí na množství a charakteru změn v terénu a na významu mapovaného území. Zpravidla se nejdříve obnovují mapy velkých měřítek, jejichž originály se využívají jako podkladové materiály při provádění obnovy map menších měřítek. Přitom se neobnovují jednotlivé listy, ale celé skupiny listů, zobrazujících větší části území podle předem stanoveného plánu.

Zkušenost ukazuje, že mapy obydlených území je nutno obnovovat průměrně každých 10 let, avšak v těch územích, kde v důsledku velké výstavby došlo k rozsáhlým změnám v terénu, ukazuje se nutnost provádět údržbu v daleko kratších lhůtách. V málo obydlených územích je nutno obnovu map provádět průměrně za 15–20 let.

Uvedená periodičnost obnovy map odpovídá periodickému provádění revize bodů státní geodetické sítě, jež se provádí podle Instrukce (směrnic) o ochraně geodetických bodů v obydlených územích každých 10 let, v málo obydlených územích za 10–15 let. To umožňuje

provádět práce na obnovování map společně s revizí trigonometrických bodů, která má velký význam pro udržování stavu geodetického zabezpečení území státu na žádoucí úrovni.

Základním a nejefektivnějším způsobem obnovování map je provádění oprav map v kanceláři na podkladě leteckých snímků a jiných kartografických materiálů, s následující částečnou nebo úplnou revizí obnovované mapy v terénu. Opravování map jen v kanceláři bez následující polní revize se provádí jen ve zvláštních případech, jako na příklad v územích těžce přístupných k provádění polních prací apod. Nezbytnost provádění polní revize map, opravených podle leteckých snímků vyplývá z toho, že z leteckých snímků není dosud možné kancelářsky vyhodnotit dostatečně úplně a přesně všechny objekty zobrazované na topografických mapách.

Ve výjimečných případech, kdy není možno provádět letecké snímkování daného území, nebo není-li účelné je provádět z hlediska ekonomického, směrnice připouští obnovování mapy stolovou metodou; ta však je mnohem pracnější než opravování map na podkladě leteckých snímků.

Podle obnovených map velkých měřítek se opravují postupně i mapy menších měřítek, čímž se dosahuje u zpracovávaného území plného souhlasu obsahu map všech měřítek.

Při úplné revizi mapy v terénu, jež byla kancelářsky opravena podle leteckých snímků, se na celé ploše každého mapového listu zjišťuje přesnost a správnost prvků náplně na něm zobrazených. Při částečné polní revizi se přesnost mapy ověřuje namátkově v celém listě, avšak jednotlivé prvky náplně mapy pouze v některých nejdůležitějších prostorech. U map měřítka 1 : 10 000 a 1 : 25 000 je nutno provádět úplnou polní revizi ve všech prostorech, u map měřítek 1 : 50 000 a 1 : 100 000 jen v obydlených územích a jiných důležitých oblastech (na příklad v místech nalezišť užitkových nerostů, podél státní hranice, ve cvičných prostorech apod.). V málo obydlených a těžce přístupných územích (zalesněných, horských, tundrách a písečných pustinách a pod.) je povoleno při obnovování map měřítek 1 : 50 000 a 1 : 100 000 provádět jen částečnou polní revizi. V těch případech, kdy se v prostoru obnovovaného listu stýká území obydlené s územím málo obydleným a těžce přístupným, revidují se odpovídající části listu jednak úplně, jednak neúplně. Avšak ve všech případech je nutno v terénu ověřovat sídliště, hlavní silnice, geodetické body a jiné důležité objekty.

Kancelářské opravování map podle směrnic NT-2 se doporučuje provádět podle charakteru území, podle množství změn v terénu a rovněž s ohledem na přesnost zobrazení polohopisu a výskopisu v mapě buď na fotoplánech nebo kopiích mapy a to novým vyhodnocením buď jednotlivých částí mapy nebo celých listů — fotogrammetrickou metodou. Fotoplány se sestavují z leteckých snímků zhotovených pro účely obnovování map.

Zkušenosti z prací jednotek VTS ukazují, že fotoplány je nejúčelnější používat při obnovování map rovinnatých území s hustou situační náplní a velkými terénními změnami, nebo v těch případech, kdy v polohopisu obnovované mapy jsou nepřijatelné chyby a špatná generalizace. Při použití fotoplánu je polohopisná část mapy podle leteckých snímků nově zpracovávána, což podstatně zvyšuje kvalitu obnovované mapy.

Mapové kopie je možno používat při obnovování map pro jakýkoli rovinnatý nebo horský terén. Práce se mohou provádět jak na hnědých kopiích map vyhotovených na kreslicím papíře, tak i na černých kopiích (na fotografickém papíře). Při použití jakéhokoli druhu kopie se hnědý nebo černý obraz v místě opravy pomocí speciálního roztoku zamodří a vykreslí se pouze opravované prostory. Části, které není třeba opravovat, se nepřekreslují. V tom je výhoda hnědých kopií (nebo fotokopií) před modrými kopiemi, na kterých je zapotřebí vykreslovat všechny prvky obsahu mapy, to znamená i ty, které nepodléhají změnám.

Obnovování map úplným a novým fotogrammetrickým vyhodnocením je účelné provádět v těch případech, kdy vzniklé změny v náplni mapy jsou tak veliké, že opravovat dosavadní mapu není ekonomické. Nutnou podmínkou pro použití tohoto způsobu při obnovování map je, aby převýšení terénu umožňovalo použití dvousnímkové fotogrammetrie.

## Výchozí materiály pro obnovování map

Základní materiály kartografické, geodetické, letecké snímky a materiály literárně popisné musí být pro jednotky, které provádějí práce na obnovování mapy, zajišťovány podle směrnic centrálně. Kromě toho náčelníci topografických oddělení štábů vojenských okruhů a náčelníci oddělení a skupin VTS jsou povinni učinit všechna opatření k získání materiálů doplňkových, které by mohly být využity při provádění kancelářských i polních prací při obnovování map. Čím úplněji budou využity výchozí materiály při obnovování map, tím méně bude třeba drahých revizních prací venku. Proto shromažďování, vyhodnocování a správnému využití výše uvedených materiálů musí být věnována zvláštní pozornost.

Ve směrnicích je uveden přehled a krátká charakteristika výchozích materiálů používaných při obnovování map. Zvláštnosti jejich praktického využívání, vyplývající ze zkušeností získaných při provádění těchto prací v posledních letech, jsou uvedeny dále.

Kartografické originály nebo polní originály (předlohy) staré mapy se používají jako předlohy pro zhotovení kopií (fotokopií nebo světlokopii) a k určení (odměření) souřadnic situačních bodů v případě, že těchto bodů bude použito jako pevných bodů pro geodetickou orientaci fotogrammetrických sítí. Jestliže se uvedené originály mapy nezachovaly, mohou být místo nich využity pro reprodukování tiskové podklady (tisky základních mapových prvků na křídovém papíře) a v bojových podmínkách barevné výtisky map. V případě, že mapa byla již obnovována, odměřují se souřadnice pevných bodů z originálů původního mapování, aby nedocházelo k chybám z odměřování souřadnic.

Katalogy (seznamy) souřadnic a výšek geodetických bodů a bodů zhušťovacích (popřípadě vřícovacích bodů) slouží ke kontrole správné polohy těchto bodů na obnovované mapě a k vynesení doplňujících bodů určených po vydání mapy. K doplnění geodetických bodů uvedených v seznamech je třeba využít také geodetické body zaměřené v prostoru obnovované mapy různými organizacemi po vydání katalogů.

Letecké snímky: Letecké snímkování prostorů, v nichž se počítá s obnovou map, je nutno provádět v soulase se směrnicemi NAF-56 s přihlédnutím k těmto zvláštnostem:

Letecké snímkování se nesmí provádět dříve než jeden rok před zahájením prací na obnově map, aby letecké snímky nezastaraly. Je to zvláště důležité pro ty prostory, kde se nepředpokládá žádná anebo jen částečná polní revize mapy.

Jestliže je na mapě třeba opravovat pouze polohopis, potom se pro letecké snímkování používají fotografické komory s ohniskovou vzdáleností  $f = 100$  mm a větší s formátem snímků  $18 \times 18$  cm nebo s  $f = 200$  mm a formátem snímků  $30 \times 30$  cm. Provádění oprav pomocí takovýchto snímků je snazší a kvalita obrazu na nich je lepší než na leteckých snímcích zhotovených komorami s malými ohniskovými vzdálenostmi. Při leteckém snímkování takovýchto území, kde je zapotřebí na mapě podstatným způsobem opravit i výškopis, je nutné používat fotografické komory o ohniskové vzdálenosti 100 a 70 mm, při formátu snímků  $18 \times 18$  cm, protože fotogrammetrickým vyhodnocením snímků pořízených těmito komorami se dosahuje větší přesnosti, neboť tvary terénu se na nich vyhodnocují lépe než na snímcích zhotovených komorami s velkou ohniskovou vzdáleností.

Letecké snímkování pro obnovování map bez následující polní revize nebo jen s částečnou polní revizí je nutno provádět současně základní fotogrammetrickou fotografickou komorou a jednou nebo několika pomocnými leteckými komorami (s velkými ohniskovými vzdálenostmi). Snímky pořízené základní fotografickou komorou se používají pro fotogrammetrické vyhodnocování a snímky pořízené pomocnými komorami pro kancelářskou klasifikaci, neboť jejich měřítko je větší. Pomocnými leteckými snímky musí být souvisle pokryto celé území obnovované mapy; mohou být jak svislé, tak i šikmé.

Kde se předpokládá při obnovování mapy provádění úplné revize v terénu, přípouští se letecké fotografování pouze jednou základní fotografickou komorou, neboť terénní předměty, které nelze v kanceláři spolehlivě na snímcích určit, se na mapu zakreslují při revizi v terénu.

Při obnovování map měřítek 1 : 50 000 a 1 : 100 000 v málo obydlených a těžce dostupných územích s řídkou geodetickou sítí je účelné plošné snímkování prokládat opěrnými snímkovými řadami (karkasy) s použitím radiogeodeticky určených bodů fotografování (poloh letadla v době expozice), údajů rádiového výškoměru a statoskopu. V tomto případě radiogeodetickým měřením získané rovinné souřadnice a výšky určené z údajů výškoměru a statoskopu jsou výchozími hodnotami pro fotogrammetrické zpracování snímků, čímž se zvyšuje přesnost těchto prací.

Výtisky obnovované mapy se využívají při kancelářské klasifikaci leteckých snímků.

Topografické mapy velkých měřítek a plány měst se využívají k opravě (při malých změnách) nebo k novému sestavení příslušné části mapy (jsou-li změny velké).

Při obnovování topografických map je třeba co nejdůkladněji využívat z příslušného území speciální mapy, plány, fotoplány a písemné materiály vydané různými institucemi a organizacemi. Speciální mapy a plány se přitom využívají k přenesení jednotlivých objektů bezprostředně na originály obnovované mapy jako pomocné informační materiály při kancelářské klasifikaci leteckých snímků. Na příklad s námořními navigačními a lodními mapami musí souhlasit na obnovované mapě prvky vodstva apod. Při obnovování map bez provádění polní revize nebo s částečnou revizí v terénu se podle map izogon upřesňují hodnoty magnetické deklinace s ohledem na průměrnou roční změnu.

Literárně popisné materiály se využívají především k upřesnění zeměpisných názvů, doplňujících údajů a číselných hodnot uváděných na obnovované mapě a také ke studiu mapovaného území.

### **Organizace a metodika prací:**

Při obnovování map podle leteckých snímků s následující polní revizí je účelné, aby všechny práce, tj. práce přípravné, kancelářské a polní prováděly polní topografické jednotky, neboť důstojníci topografové vzhledem ke své kvalifikaci jsou nejlépe připraveni k provádění kancelářské klasifikace leteckých snímků a správnému přenesení vzniklých změn z terénu do mapy. Kromě toho během přípravných a kancelářských prací důstojníci topografové mohou důkladně prostudovat území obnovovaných map, což potom podstatně ulehčuje provádění polní revize mapy. V těch případech, kdy kancelářské práce musí provádět topografická jednotka v době polních prací, je třeba k provádění těchto prací ve štábu jednotky nebo oddělení účelně vytvářet z nejlepších pracovníků speciální jednotky vybavené nejnepotřebnějšími fotogrammetrickými přístroji.

*Přípravné práce:* V průběhu přípravných prací se studuje a zhodnocuje jakost výchozích materiálů, určuje se přesnost obnovované mapy, stupeň zastarání jejího obsahu a na základě toho se potom stanoví nejvhodnější organizace a metodika prací.

Pro zhodnocení geodetického podkladu mapy se používá katalogů souřadnic geodetických bodů, přesnost mapy se zjišťuje pomocí zápisů v průvodních zapisnicích, podle průsvitek výškových bodů a technických údajů o dříve provedených pracích při sestavování mapy. Je-li třeba (ve sporných případech), ověřuje se přesnost mapy pomocí fotogrammetrických sítí. Do fotogrammetrických sítí se podle možnosti zahrnují všechny geodeticky určené body, které lze spolehlivě identifikovat na snímcích a v mapě (geodetické, vřícovací a zhušťovací body) a z orientačních předmětů se vybírají výrazné obrysy a charakteristické body terénu. K identifikaci bodů se využívá leteckých snímků s vyznačenými vřícovacími body (použitých při sestavování mapy), pokud se zachovaly, dále pak průsvitky výškových bodů a topografie geodetických bodů. Nejspolehlivěji určené a identifikované geodetické body (především vřícovací body vyznačené na snímcích) se využívají ke geodetické orientaci fotogrammetrických sítí a ostatních bodů se používá k určení přesnosti mapy. Přesnost mapy se stanoví ze situačních a výškových rozdílů bodů fotogrammetrické sítě a odpovídajících jim bodů mapy. Velikost rozdílů nesmí překročit přípustnou mez stanovenou v základních směrnících.

V těch případech, kdy počet bodů s nepřijatelnými rozdíly nepřesahuje 10% všech bodů zahrnutých do fotogrammetrické sítě, je možné tyto body ze sítě vypustit. Pro opravu mapy se využije všech zbývajících bodů sítě. Jestliže počet bodů s nepřijatelnými rozdíly převyšuje 10%, sestavují se pro obnovu mapy v rovinných územích fotoplány a v kopcovitém a horském území se obnova mapy provádí novým vyhodnocením fotogrammetrickou metodou. Pro spolehlivou geodetickou orientaci fotogrammetrických sítí musí být ve všech případech na snímcích identifikován dostačující počet geodetických a zhušťovacích bodů (vlíčovacích bodů).

Podle směrnic je nutno po ukončení studia a zhodnocení jakosti výchozích materiálů, avšak před začátkem kancelářských prací, zpracovat redakční plán (jestliže práce na rozsáhlém území bude provádět několik jednotek), nebo redakční pokyny (bude-li práce provádět jedna jednotka). Práce prováděné podle jednoho redakčního plánu zajišťují vysokou kvalitu obnovované mapy, neboť všechny jednotky provádějí úkol, přistupují k provádění prací, jednotným způsobem. Před zpracováním redakčního plánu je účelné k ověření a upřesnění stanovené technologie kancelářských prací předběžně zpracovat vzorové listy mapy nebo i jednotlivé úseky mapy z charakteristických částí terénu.

Redakční plán nebo redakční pokyny jsou základním řídicím dokumentem pro provádění kancelářských prací.

\* *Kancelářské práce* se skládají z identifikace bodů na mapě a na snímcích, z kancelářské klasifikace leteckých snímků, opravování (sestavování) originálů mapy, konečné úpravy originálů mapy, zpracování dokumentace a z přípravy mapy k vydání.

Jako výchozí body pro přenesení oprav ze snímků do mapy nebo pro nové sestavení mapy se používají na snímcích identifikované geodetické, vlíčovací a zhušťovací body. Kromě toho je možné využívat na mapě spolehlivě určené výrazné kontury, situační předměty, kóty a v nutném případě body získané dodatečně sestavením fotogrammetrické sítě. Při sestavení fotogrammetrické sítě pro kopcovitý nebo horský terén se určují také výšky bodů, které je třeba do mapy dodatečně doplnit.

Fotogrammetrické sítě se sestavují podle požadavků směrnic RT-1 a RT-2 s tím rozdílem, že pro geodetickou orientaci sítě je možno využít spolehlivě určené a identifikované, na snímku a v mapě výrazné obrysy, situační předměty a body mající na mapě výškový údaj. Směrnice doporučují využívat k orientaci sítí tak zvaná „těžiště skupin“ těchto bodů. Poloha těžiště se situačně a výškově určuje značně přesněji než poloha jednotlivých bodů, Jestliže střední kvadratická chyba jednotlivého bodu na mapě v poloze nebo ve výšce je dána výrazem  $m_1$ , pak střední kvadratická chyba těžiště bude  $m_0 = \frac{m_1}{n}$  ( $n$  je počet bodů,

z nichž je určena poloha těžiště) za podmínky, že chyby bodů mají stejný charakter a stejnou váhu. Na přesnost těžiště mají vliv doplňkové chyby z geodetické konstrukce a proto počet bodů  $n$  ve skupině obvykle nepřesahuje 6, ale není menší než 4.

Protože kancelářsky není možno všechny body z mapy spolehlivě určit a identifikovat na snímcích, provádí se geodetická orientace fotogrammetrických sítí zpravidla ve dvou etapách:

Nejprve se provede předběžná orientace s využitím všech bodů a těžišť (přičemž se vypouštějí body, na nichž jsou zřejmé hrubé chyby) a potom se provede konečná orientace pomocí zbývajících spolehlivě určených bodů.

Jednou z nejodpovědnějších kancelářských prací při obnovování map je klasifikace leteckých snímků. Na kvalitě klasifikace leteckých snímků závisí kvalita kancelářsky prováděných oprav mapy a rozsah následujících revizních prací v terénu.

Proto je nutno tuto práci dávat nejlépe připraveným pracovníkům, kteří znají fyzicko-geografické zvláštnosti mapovaného území. Kancelářská klasifikace leteckých snímků se může provádět předem nebo bezprostředně při opravování map. V prvním případě se výsledky klasifikace nejdříve vykreslují na snímcích, z nichž se později přenášejí na originál opravované

mapy. Ve druhém případě, při práci na fotoplánech nebo při provádění oprav map ve stereofotogrammetrických přístrojích s dobrými pozorovacími podmínkami (na příklad na stereoprojektoru SPR-2), se výsledky klasifikace současně s jejich vyhodnocováním vykreslují na originály opravované mapy.

Při klasifikaci leteckých snímků se doporučuje nejdříve ověřit úplnost a správnost situačních a terénních prvků zobrazených na mapě, jejich vzájemné umístění a potom ověřit a upřesnit jejich charakteristiky. Přitom se na leteckých snímcích vykreslují pouze ty změny a doplňky, které je třeba zakreslovat do obnovované mapy. Aby byl čas ekonomicky využit, doporučuje se provádět kresbu zjednodušeně a neúplně. Na příklad místo tečkování se provádí zákres čarami a smluvená značka pro druh porostu se nahradí popisem (na příklad les, bažina apod.). V případě nutnosti, na příklad při obnovování map z těžce přístupných území, kde se nebude provádět revize v poli, nebo bude provedena jen částečně, se určují z leteckých snímků číselné údaje terénních předmětů, které je zapotřebí dodatečně doplnit v mapě. Na příklad podle leteckých snímků měřítka 1 : 30 000 a větších je pomocí měřicí lupy možné s dostatečnou přesností určit šířku řek, roklin apod., z odměřených rozdílů paralax výšku stromů, hloubku roklí, rýh apod. Podle počtu korun stromů na jednotku plochy je možno určit střední vzdálenost stromů od sebe.

Opravování map podle leteckých snímků v rovinnatých územích je nejučelnější provádět využitím optických projekčních přístrojů a v horských územích pak pomocí stereofotogrammetrických přístrojů. Nejvhodnější z optických projekčních přístrojů jsou topografické projektory a ze stereofotogrammetrických přístrojů multiplex se stereoskopickým měřicím stolcem.

Při opravách originálů mapy (kopie) pomocí optických projekčních přístrojů se nejdříve překresluje každý letecký snímek pomocí situace na mapě; potom se přenáší z leteckého snímku na mapu žádoucí opravy, které se vykreslují podle promítnutého obrazu leteckého snímku na mapu. Před tím se zákresy objektů, které se budou opravovat, na kopii vyškrábnou nebo zamodří. Při opravách map pomocí stereofotogrammetrických přístrojů se stereomodel orientuje pomocí bodů identifikovaných v mapě i na leteckých snímcích a potom se stereoskopická měřicí značka nastaví na body modelu a na originále mapy se ověřuje poloha situačních terénních předmětů a vrstevnic a provádějí se nutné opravy. Jestliže se pro obnovu mapy používá fotoplánů, jejich sestavení probíhá obvyklým způsobem, pouze s tím rozdílem, že v nutném případě se jako překreslovacích bodů využívá situačních bodů mapy s výraznými obrysy. Zobrazení složitějšího terénu je účelné přenést do fotoplánu ze staré mapy dotiskem.

Zkušenost ukazuje, že na opravovaných originálech se mají vykreslovat pouze ty prvky, o jejichž správnosti zobrazení nejsou pochyby. Ostatní prvky je účelné nechat vykreslené pouze v tužce až do upřesnění při polní revizi.

Aby byla zabezpečena vysoká kvalita obnovované mapy, je nutno přísně zachovávat ustanovení o tom, že se kancelářsky opravené originály mapy po každé etapě prací mají pečlivě revidovat. To je zvláště nutné u fotogrammetrických a kartografických jednotek, připravujících originály pro topografické jednotky provádějí revizi v terénu.

*Polní práce* při obnovování mapy se skládají z revize geodetických sítí a z revize opraveného originálu mapy a provádějí se vcelku podle týchž požadavků jako u normálního topografického mapování. Během polní revize musí být provedena revize všech geodetických a zhušťovacích bodů, stabilizovaných v terénu. Přitom se obnovuje vrchní stabilizace a okopy kolem bodů a sestavují se celkové zprávy o výsledcích revize. Nalezené stabilizované body v terénu, které nejsou uvedeny v seznamech souřadnic, se vynesou na originály mapy a zabezpečí se určení jejich souřadnic a výšek. Na každém listě obnovované mapy měřítka 1 : 10 000 a 1 : 25 000 musí být podle požadavků základních směrnic nejméně 3—4 body určené situačně a výškově, stabilizované v terénu a rovnoměrně rozmístěné po celé ploše. Je-li bodů méně, pak musí být doměřeny a stabilizovány v terénu jako body zhušťovací.

Současně s revizí geodetické sítě je třeba prověřovat přesnost polohopisu a výškopisu mapy a v případě nutnosti zaměřovat dodatečně ty body sítě (vlíčovací body), které jsou nutné k opravení mapy nebo novému sestavení jednotlivých jejích částí. Přesnost mapy se zjišťuje pomocí geodetických bodů a ze spolehlivě v terénu identifikovaných zhušťovacích bodů zobrazených na mapě. Přitom se na každém měřickém stanovišti zjišťuje magnetická deklinace. V terénu nepokrytém nebo jen částečně pokrytém se zjištění přesnosti provádí grafickým způsobem, v terénu pokrytém pomocí teodolitových pořadů.

Je-li třeba ověřovat jen výšky, provádějí se výškové pořady. Rozsah prací, souvisejících s ověřováním přesnosti mapy, závisí na její kvalitě a stanoví se pro každé území v technickém projektu polních prací. V první řadě se musí ověřovat úseky s řídkou sítí a rovněž ty úseky, kde podle výsledků oprav prováděných v kanceláři jsou pochybnosti o přesnosti zobrazení polohopisu a výškopisu. Na závěr kontroly každého listu mapy se vyčíslí střední hodnoty rozdílů v poloze i ve výšce u všech ověřovaných bodů. Vyčíslené rozdíly nesmějí překročit přípustné meze stanovené základními ustanoveními. V opačném případě se provádí nové mapování.

Zkušenost ukazuje, že současně s revizí geodetické sítě a s ověřováním přesnosti mapy je účelné provádět i opravy mapy, aby nebylo třeba několikrát procházet stejnými místy. Přitom se na originálech mapy ověřuje přesnost a správnost zobrazení polohopisu, výškopisu a jiných prvků, správnost jejich charakteristik, doplňujících popisů, geografických názvů a určují se výšky bodů, které je třeba dodatečně do mapy doplnit, a shromažďují se údaje k sestavení vojensko-topografického popisu. Topograf, který postupuje podle předem stanoveného směru, pečlivě porovnává originál mapy s terémem, a když zjistí nesrovnalosti a vynechávky, opravuje je pomocí přístroje nebo pouze zrakem (na příklad je-li nesprávně vyjádřena situace). Při větších situačních změnách se doporučuje nejdříve vyznačovat tyto změny na leteckých snímcích a potom je přenést na originál mapy způsoby používanými při kancelářských opravách mapy. Při určování výšek stanoviště je směrnice povoleno používat jako výchozích bodů kromě bodů geodetických a zhušťovacích výškové kóty a výšky dříve určených stanovišť.

Zvláštní pozornost při provádění revize je nutno věnovat zjišťování charakteristik a ověřování správnosti zobrazení prvků mapy, které se podle starého značkového klíče na ní nezobrazovaly, a taktéž ověření správnosti zobrazení těch prvků obsahu (na příklad roklí, výmolů, řečišť apod.), jejichž tvary a rozměry se od doby mapování mohly podstatně změnit.

Po skončení polních prací se zrevidované originály mapy a dokumentace k nim zpracovávají podle stejných zásad jako při mapování. Přitom se dovoluje využívat staré průsvitky výškových bodů, na níž se nově určené body znázorňují odpovídajícími smluvenými značkami, což se vyznačí v poznámce na okrajích průsvitky.

### **Některé otázky dalšího zdokonalování organizace a metodiky prací**

Množství práce doposud vynakládané na obnovování map je pouze poloviční proti množství práce vynakládané na sestavování nových map metodou fotogrammetrického mapování. Na podkladě zkušeností z polních měřických prací vykazovala řada topografických jednotek, provádějících v roce 1957 práce v evropské části SSSR, tyto střední měsíční výkonové normy na jednoho topografa:

na obnovování map měřítko 1 : 25 000 — 78 km<sup>2</sup>,

na mapování v měřítku 1 : 25 000 s využitím fotogrammetrických metod — 43 km<sup>2</sup>.

Snížení nákladů a zvýšení kvality obnovovaných map lze dosáhnout dalším zdokonalováním metodiky a organizace těchto prací. K dosažení tohoto cíle je zapotřebí u jednotek VTS a v topografických odděleních štábů vojenských okruhů učinit tato opatření:

1. Před zahájením prací na obnově map provést pečlivý rozbor výchozích materiálů a v případě nutnosti namátkovou kontrolu kvality mapy v terénu, aby bylo možno správně stanovit nejučelnější organizaci a pracovní postupy na její obnově a taktéž upřesnit požadavky na letecké snímkování, pokud nebylo ještě provedeno.

V těch případech, kdy výsledky rozboru výchozích materiálů a namátkové kontroly mapy v terénu ukazují, že pro obnovení mapy bude nutno sestavovat fotogrammetrickou síť, ale na snímcích nelze spolehlivě určit vřícovací body, musí kancelářským pracím předcházet polní práce. V tom případě se v průběhu polních prací zaměřují vřícovací body a provádí se klasifikace leteckých snímků; v rovinatém území se ověřuje správnost zobrazení výškopisu na mapě. Potom se provádějí kancelářské opravy mapy, přičemž se využívají materiály z polních prací.

2. Při provádění polních topografických prací jednotkami VTS je třeba v každém případě na leteckých snímcích vyznačit geodetické body, nebo připojit je k dobře rozpoznatelným a v terénu se dlouho zachovávajícím situačním bodům a taktéž sestavovat vzory klasifikace různých částí terénu. Po zakončení prací je nutno letecké snímky s vyznačenými body, průsvitky výškových bodů a vzory klasifikace uschovávat s topografickými originály k využití při obnovování map. Uschovávání těchto materiálů se v současné době věnuje málo pozornosti a mnohé z nich se po vydání mapy ničí.

Kromě toho je třeba dodat, že je nutné, aby všechny odborné organizace provádějící topografické práce na vytvoření speciálních map (plánů) shromažďovaly při mapování vedle svých údajů také všechny údaje o terénu, které jsou potřebné při obnově celostátních topografických map.

3. Místo dosud používaných hnědých kopií nebo různých jiných kopií (fotokopií) je třeba používat dvouvrstvou hnědou a modrou kopii, jež má mnoho důležitých výhod.

4. Jestliže se při obnovování map využívají fotoplány, potom dotisk výškopisu ze starých map je třeba provádět negativním kopírováním (hnědou barvou). Při tomto způsobu není třeba vykreslovat výškopis na fotoplánech a po ukončení prací je možno vybělením odstranit fotografický obraz.

5. Při obnovování map v rovinatých územích, kde převýšení bodů terénu umožňuje překreslování leteckých snímků do jedné roviny, je účelnější místo modrých kopií na papíře používat pozitivní kopie na průsvitném, málo se deformujícím podkladě (viniprosu). V tomto případě se nejprve provede překreslení leteckých snímků do měřítka mapy a zhotoví se kopie na film. Na tyto kopie se provádějí opravy pomocí stereoskopického vyhodnocování, přičemž je na filmovou kopii překresleného leteckého snímku současně přiložen pozitiv obnovované mapy. Vyhodnocování se provádí použitím stereoskopu SZS (pro formáty snímků 30×30 cm) průsvitem překreslených leteckých snímků a pozitivů mapy na montážním stole. Při stereoskopickém vyhodnocování lze snadno postřehnout nesrovnalosti v zobrazení polohopisu a terénních tvarů na pozitivu ve srovnání se stereomodelem. Nutné opravy se na pozitivu zakreslují tužkou a potom vykreslují, nepotřebné údaje se vyškrabávají. Pozitivy na průzračném podkladě se potom využívají při polní revizi.

6. Při přípravě obnovovaných map k vydání je třeba místo jejich nového vykreslování využívat kartografické originály staré mapy, jestliže byly vyhotoveny v systému souřadnic 1942 a vykresleny smluvenými značkami z r. 1951 a 1956. Za tím účelem se starý kartografický originál reprodukuje a vyhotoví se pozitiv na průzračném, málo se deformujícím podkladě. Tento pozitiv se přiloží na obnovený originál mapy a vyškrabují se na něm prvky, které je potřeba odstranit, a vykreslují se nové nebo změněné. Při tomto způsobu přípravy mapy k vydání se ušetří pracovní síly a sníží náklady.

7. Důležitou úlohu při dalším zvyšování produktivity práce musí sehrát vybavení jednotek VTS jednoduššími fotogrammetrickými přístroji pro obnovování map podle leteckých snímků, které se v současné době vyrábějí sériově. K těmto přístrojům patří zejména topografické projektory, stereoskop s pantografem, soubor pro klasifikaci leteckých snímků a multiplex se stereoskopickým měřicím stolcem. Rychlé ovládnutí těchto přístrojů jednotkami VTS přispěje k zrychlení tempa i k zvýšení kvality prací na obnovování map a povede také k snížení nákladů.

(Ze sovětského „Informačního technického sborníku vojenské topografické služby“ přeložil inženýr major Julius Hauser)



Tech. pplk. Josef Vlastník, o. z. Zdeněk Pýcha

## Konstrukce, kresba a vyhotovení kartografického písma pro fotografickou sazbu

### Úvod

Je známo, že kartografické písmo patří k nejcitlivějším prvkům kresebné náplně každé mapy. Vždyť není jen mapovou značkou nebo jiným vyjadřovacím prostředkem, nýbrž velmi důležitou estetickou hodnotou, která může, není-li správně volena, podstatně narušit i jinak graficky vhodně řešené a zpracované mapové dílo. Tento nedostatek je možno vidět zejména u značné části geografických, topografických a speciálních map cizích i našich, vydaných po druhé světové válce. V tomto období téměř všechna vytvořená mapová díla trpěla chvatem. K urychlení kartografických prací bylo používáno pro názvosloví v mapách většinou tiskového písma a to zejména takového, které bylo dosažitelné. Typografické písmo naše i cizí, o němž bude také pojednáno, je z převážné části nevhodné pro popis názvů v mapách. Protože se musí používat k tomu účelu většinou více typů písma, jsou často voleny ty druhy písma, které sice mají potřebný počet velikostí, ale jsou svým charakterem v mapě cizím, a proto rušivým elementem.

S tímto nedostatkem při tvorbě názvosloví se setkáváme i v současné době, proto cílem článku je seznámit čtenáře, kterak vhodně používat tiskového písma, jak konstruovat, vykreslovat a vyhotovovat písmo pro fotografickou sazbu, jež má ve srovnání s otisky z kovových liter určité výhody, a dále, jak provádět titulní názvy zejména u nástěnných map. Je nutno poznamenat, že v důsledku maximálního používání otisků ze sazby ve všech fázích tvorby názvosloví a písma v mapách vůbec zájem o ruční kresbu písma značně poklesl, a proto bude prospěšné uvést některé údaje o zákonitosti tvarů, logické plynulosti, čitelnosti i o technickém provedení některých druhů kartografického písma.

### Krátký přehled vývoje a tvorby písma v mapách

Není úmyslem zacházet do dávné minulosti, ale uvést hlavně vývoj kartografického písma na mapách našich zemí. Nejstarší mapa Čech – mapa Klaudyánova z roku 1518 má názvosloví provedeno dřevořezem, typem písma, který je kombinací *švabachu a gotické textury*. Kresba a písmo byly vyřezány do tlustší desky z houževnatého a tvrdého hruškového dřeva, uříznutého kolmo na směr vláken. (Později se pro dřevořez a dřevoryt používalo tvrdšího materiálu – desek z dřeva zimostrázového, sklížených z více dílů.) Kresba byla vyvýšená, stranově obrácená; černé otisky map na pergamenu nebo na papíru byly pak ručně kolorovány.

Vlivem rozkvětu ryteckého umění v 16. století, které dosahuje mědirytinou dosud nebývalé jemnosti a výrazového bohatství, vznikala i kartografická písma tzv. ryteckého stylu. Tato písma vytvořená z *antikvy a antikvové kurzívy* byla použita např. při rytí Komenského mapy Moravy a Müllerovy mapy Čech, kde jsou typově zvláště výrazná.

Tvorba mapového písma mědirytem byla v naší vojenské kartografii používána vedle ruční kresby písma až do roku 1946 a v některých zemích se do jisté míry používá dosud. Otisky geografických map ze starých mědirytin a ocelorytin byly rovněž ručně kolorovány (např. Perthesův závod v Gothě měl ještě roku 1880 třicet měditiskových listů a na vybarvování map 90 koloristek).

Pronikavý zásah do technologie kartografické tvorby map způsobil vznik litografie. První katastrální mapy vyryté do litografického kamene byly vytištěny již v roce 1826. Názvosloví těchto map, z nichž mnohé jsou ještě dnes v užívání, bylo ryto *antikvou a kurzívou empirického období*. Zkušenost, za kterou vděčíme rytcům písma z té doby, je zásada pevného postavení jednotlivých liter na základnu, čili jejich optické vyvážení.

Litografická rytina měla pro kartografii nesmírný význam. Do litografického kamene byla vyryta překrásná mapová díla, např. italské, německé, rakouské a jiné zeměpisné atlasy. Některé typy písma užitá pro rytí názvosloví tehdejších atlasových a topografických map se užívají i na současných kartografických dílech. Je možno uvést, že kromě jiných byla např. převážná většina map Atlasu republiky Československé, zpracovaného ve Vojenském zeměpisném ústavu v Praze v letech 1930 až 1937, vyhotovena kamenorytinou. Pro úplnost a vzhledem k současnému rozšíření technologie rytí map na plastické hmoty, bude stručně popsán i tento způsob rytí názvosloví. Litografický kámen má rozdílnou tvrdost; okrově žluté kameny jsou měkčí a hodí se hlavně pro kresbu perem nebo křídou, temně šedé kameny jsou tvrdší a používalo se jich pro rytí zvláště jemných atlasových map. Pracovní postup: rovná kamenná deska tloušťky asi 7 až 10 cm, hladce obroušená pemzovou cihlou se leští za mokra tampónem opatřeným plstěným potahem posypaným krystalky kyseliny šfavelové. Ruční leštění je sice namáhavé, ale získá se zrcadlový lesk kamene. Na vyleštěný kámen se pak nanese plochým štětcem slabá vrstva arabské klovatiny obarvené sazemi, takže je povrch matně černý. Pomocná kresba nebo písmo se přenese pomocí průsvítky nebo želatinové fólie a pro lepší viditelnost se přetře práškovou rumělkou. Písmo i ostatní kresebné prvky mapy se pak ryjí ocelovou ryjkou nebo diamantem (upevněným jako hrot ryjky) stranově obráceně. Zkušenosti kartolitografové ryjí názvosloví stranově i hlavou obráceně, protože tak bylo možno provést tahy písma rychleji a kvalitněji. Vryp je světle šedý, takže je dosti dobře viditelný. Uvážíme-li, že tyto jemné atlasové mapy byly ryty ze značné části při petrolejovém nebo acetylenovém světle za podmínek, kdy opravy chyb byly prakticky neproveditelné, je nutno zvláště ocenit práce starých mědirytců, ocelorytců a kartolitografů.

Názvosloví na mapách Atlasu Československé republiky nebylo však ryto ručně, nýbrž pantograficky, tj. pomocí kovových šablon po jednotlivých literách; pouze středy písmen bylo nutno ručně vyrýt.

Velký přínos pro kartografii mělo zavedení fotoreprodukčního přístroje. Tehdy již bylo možno názvosloví vepisovat do kartografických originálů, fotografovat je a přenést fotomechanicky na litografický kámen nebo později na tiskové desky hliníkové či zinkové. Technologie reprodukce jemné kresby kartografických originálů všech starších československých topografických map, výjma měřítek 1 : 20 000 a 25 000, vyžadovala, aby všechny kresebné prvky (polohopis, výškopis a vodstvo) byly uschovávány na měděných deskách. Protože ofotografovaná kresba na negativech byla přenášena na měděné desky heliogravurou, bylo nutno kreslit mapové písmo ve stínech (duktus) asi o  $\frac{1}{3}$  silnější a naopak vlasové čáry podstatně slabší.

Ruční popisování map bylo však i přes značnou zručnost kartografů, kartolitografů a mědirytců velmi pomalé (5 až 12 názvů denně). Přikročilo se proto k vylepování názvosloví získaného ze sazby tiskového písma. Topografické písmo běžně tehdy v tisku používané nemělo potřebné typy shodné s mapovým klíčem, a proto byly vykresleny originály kartografického písma (*kartografická kurzíva, rotundově stojatá a ležatá, batardové*) a podle nich byly pak vyryty matrice a odlito písmo, kterého se používá dodnes. Uvedené disproporce v anatomii

vykreslených písmen provedené záměrně pro reprodukci cestou heliogravury činí však stále potíže při zhotovování a fotoreprodukci černotisků.

Pro názvosloví map speciálních se však používalo běžného tiskového písma. Tento rychlý způsob zhotovování názvosloví u nás zcela odstranil v roce 1949 ruční kresbu písma v kartografických originálech všech topografických i jiných map. Protože sortiment tiskového písma, jak již bylo uvedeno, má prakticky jiný účel, je pro kartografické použití značně omezený, bylo v jednotlivých mapových dílech použito i některých ne právě vhodných typů písem např.: *moravia*, *empiriána*, některé *grotesky* apod. Přestože byly později získány některé druhy tiskového písma, jež podstatně zlepšily soulad názvosloví s ostatní náplní mapy, bylo zapotřebí hledat způsob, jak rozšířit množství druhů vhodného estetického písma. Tato potřeba byla tím naléhavější, když se počalo uvažovat o zpracování a vydání Československého vojenského atlasu.

### Typografické písmo a jeho použití pro názvosloví v mapách

Instruktivní a zcela vyčerpávající pokyny pro tvorbu a seznámení s výrobou tiskového písma najde čtenář kromě jiných autorů hlavně v knize Oldřicha Menharta, nositele Řádu republiky a laureáta státní ceny: „Tvorba typografického písma“ a „Nauka o písmu“. V článku budou uvedeny a popsány pouze vhodné druhy a použitelnost typografického písma, dále jaké jsou výhody i nedostatky tohoto písma pro názvosloví v topografických, geografických a speciálních mapách.

Při výběru druhů tiskového písma pro mapové názvosloví je nutno sledovat tyto hlavní zásady: čitelnost, úspornost a účelnost. Proto je nutno pominout veškeré prvky okrasné, které mnohdy velmi obohatí knižní nebo akcidenční tvorbu, ale v mapovém díle jsou nepřijatelnou zátěží. Tím však není řečeno, že by měl být zcela odmítán půvab přísně ukázněného kartografického písma.

Výhody a nedostatky typografického písma pro názvosloví v mapách:

Velkou výhodou je rychlost zhotovení názvů, která nebyla dosud známými způsoby překonána. Je-li písmo kvalitně odlito a neomačkáno, není problémem získat dobré otisky na biblový nebo jakostní křídový papír pro nalepování do kartografických originálů. Rovněž je možno zhotovit vyhovující otisky na průsvitné fólie (celofán). Od přímého vtiskování názvů do kartografických originálů pomocí přístroje „WULKOW“ bylo upuštěno, protože otisky liter byly nestejně syté a nekvalitní.

Nedostatkem tiskového písma je omezený počet velikostí podle typografických měr, což činí značné potíže zejména při zhotovování kartografických originálů v pracovním měřítku. V tomto případě je nutno otisky ze sazby většího typu fotograficky zmenšit do potřebné velikosti, zhotovit fotokopie a ty teprve vylepovat do kartografických originálů.

Nemalým nedostatkem je také to, že pomocí knihtisku jako tisku z výšky se získají otisky liter, které i při velmi dobré přípravě k tisku na hladký papír jsou na okrajích rozmáčknuté. Hustá fermežová barva se vytlačí na okraje litery, jež jsou pak neostré a ve vlnových čarách mnohdy naopak potrhane.

Další nevýhodu lze spatřovat v tom, že malé typy písma, počínaje petítem, jsou provedeny v širším obrazu v porovnání s většími typy a v síle kresby jsou tlustší, což je pro čtenáře typografického písma účelné. V mapách, kde se tyto velikosti písma však převážně používají, příliš začernují zrcadlo mapy a při méně zdařilé reprodukci a tisku podstatně narušují grafickou hodnotu a celkovou čitelnost mapového díla.

Kromě uvedených nedostatků je třeba dodat, že výroba typografického písma je velmi zdoluhavá a nákladná. Písmo je váhově těžké a také se při častém používání poměrně brzy opotřebuje (omačká), čímž ztrácí použitelnost zvláště pro velmi náročné kartografické práce.

Vzhledem k nutné zásobě početného sortimentu písma při zpracování názvosloví v mapách různých druhů a měřítek vzniká zvláště citelně potřeba zavést způsob, který by v nejvyšší míře vylučoval uvedené nedostatky tiskového písma a tak mohla být zvýšena kvalita

a zlevněna výroba map. Nebylo by však hospodárné zásadně odmítat typografické písmo pro kartografickou tvorbu. Je určité množství druhů tiskového písma, zejména grotesků, jež lze velmi výhodně užívat jak pro doprovodné texty, tak i pro názvosloví v mapách (např. *vídeňský grotesk půltučný* (Berthold & Stempel), *reformní grotesk slabý a půltučný s kurzívou*, *venus úzký*, *augustea*, *Bücher tučný*, *meteor grotesk*).

### Fotografická sazba v kartografické praxi

O současné technice fotografické sazby užívané jak v polygrafii, tak v kartografické tvorbě, bylo již vydáno dostatečné množství cizí i naší odborné literatury, není proto nutné ji znovu popisovat.

Ve vojenské topografické službě je dosud používán přístroj, který byl vyroben s určitými změnami podle sovětského přístroje „Fotonabornaja ustanovka“. Přestože jde o velmi jednoduché zařízení, jehož vývoj je vlastně v počátcích, bylo možno jím odstranit řadu obtíží, jež byly trvalým zjevem při používání tiskového písma pro názvosloví v mapách. Uvedené zařízení je v kartografii známo. Je to vlastně malý horizontální reprodukcí fotografický přístroj, kde stativ tvoří trubkové tyče, na nichž se kamera s kazetou na listový film nebo fotografický papír posunuje podle vyznačené stupnice. Stojan je se stativem pevně spojen a tvoří jej čtyři zářivky 60 cm dlouhé, upevněné v pouzdře postaveném kolmo na stativ, a prostor na zasouvání sazítka. Sazítka má dvě drážky na vysazení dvou řádků textu z písmen, jež jsou zhotovena z bílého astralonu tloušťky 1 mm a jsou v sazítce upevněna pomocí přitažných per. Protože písmena jsou bílá na černé půdě, získají se tak při fotografování na fotografický papír nebo film po vyvolání pozitivní kopie.

### Konstrukce a kresba kartografického písma

Mapové písmo užívané pro názvosloví je možno zhruba rozdělit na písmo: hůlkové (grotesky), rotundové (římské) a písmo kurzívní.

Grotesková písmena jsou sice vzhledově chudší, jednoduchá, avšak každý nedostatek je na nich snadno zjistitelný. Je proto mylné se domnívat, že hůlkové písmo je pro konstrukci i kresbu zvláště snadné. Pro kartografickou tvorbu je však nutné, aby nebyly v abecedě slučovány litery široké a úzké. Shodné rozměry všech písmen je nutno dodržet — přirozeně s ohledem na mezery mezi písmeny, které činí při justáži písma značné obtíže, jako jsou L, J, T, V, Y aj. Při kresbě originálu abecedy, zvláště minusek, je třeba mít na zřeteli jednak jejich budoucí užití, jednak minimální velikost. Je známo, že malé typy písma (petit, nonpareille, perl, diamant) jsou ve srovnání s velkými typy (tercie, střední atd.) podstatně širší. Při stanovení šíře jednotlivých písmen je třeba postupovat s ohledem k jeho druhu. Stává se např., že se k tučnému, ale užšímu druhu písma (Bücher tučný) volí širší mezery. Tato snaha uvolnit písmo přináší často neuspokojivé výsledky; i když mezery jsou rozšířeny jen nepatrně, je písmo příliš děravé. U širokých písem je však tento stav přijatelný při speciálním použití (pomístné názvy apod.)

Důležité je také neopomenout, že šikmé a vodorovné tahy a oblouky jsou kresleny slaběji. Jsou-li nakresleny ve stejné síle čar jako dukty čili kolmé tahy písmové, budí dojem tahů silnějších, ruší a jsou nepřijatelné. Pro groteskové (hůlkové) písmo je u verzálek udávatelem vzájemných poměrů písmeno „H“. Příčné tahy písmen „E“ „F“ je třeba umísťovat jako u „H“, a to poněkud nad polovinu výšky písmene, jinak by vznikl optický dojem, že dolní polovina je menší a písmeno je deformováno. Tři horizontální verzálky „E“ nejsou nikdy stejně dlouhé; nejdelší je vždy dolní příčka na základní čáře osnovy, nejkratší je příčka prostřední. Hořejší horizontála má střední délku a je ukončena mezi dvěma dolejšími. Verzálka „M“ je po obou stranách většinou uzavřena svislými tahy. Je to nejhustší písmeno abecedy a spolu s „W“ činí v mapách jisté potíže větším začerněním plošky. Mírné zesílení obou okrajových tahů je jediným způsobem, jak zlepšit celkový vzhled, protože

zkrácení vnitřních tahů deformuje písmeno. Ostré úhly musí být také dostatečně prosvětleny, aby se při reprodukci a tisku nezanášely barvou (*videňský grotesk, venus úzký, longina apod.*)

Ze zkušenosti je známo, že malá písmena (minusky) jsou častěji užívána pro názvosloví v mapách, proto je třeba při konstrukci písma vycházet od malých písmen a to nikoli v abecedním sledu, ale vždy od tvarů nejjednodušších k složitějším. Výhodné je např. začínat malým „n“, které je vzorem pro základní poměry celé abecedy. Není ovšem možné z této zásady vždy vycházet; např. minusky „e“ a „c“, které se sice podobají písmenu „o“, ale jsou otevřeny, působí dojmem větší bílé plochy a proto musí být nepatrně zúženy.

Značnou pozornost je nutno také věnovat písmovým akcentům. U typografického písma, vyrobeného zejména v cizině, jsou diakritická znaménka provedena nedbale (*verzálky reformní grotesk půltučný apod.*) a znehodnocují jinak dobře vyhovující typ písma, nehledě k časovým ztrátám věnovaným na opravu akcentů jen proto, že jsou malé nebo jsou příliš blízko posazeny na litéře. Knižní tvorba vyžaduje, aby akcenty a interpunkční znaménka byly jen tlumeným doprovodem písma, jež nesmí rušit plynulost základních písmových tvarů. V kartografii je nutno tuto zásadu odmítnout, protože zde musí být písmové akcenty jasně viditelné (dostí veliké), což by v knižním písmu působilo rušivým dojmem. Je nutno také upozornit na chyby, které se dosti často vyskytují dokreslováním akcentů na černotiscích z tiskového písma, jež typově k použitému písmu vůbec nepatří (*např. ke grotesku antikvové akcenty, egyptské ke kurzivní antikvě apod.*).

Písmo *rotundové* je konstruováno na podkladě *antikvy*. Podobné typy užívané v kartografii jsou např. *egyptské a augustea*. Pro konstrukci těchto písem platí v podstatě tytéž zásady jako pro písmo *hůlkové*. U oblých stínových písem (B, C, D, G, O, P, R, S, b, c, d, e, o, p, q) je třeba v místě nejvyššího vypjetí oblouku mírně zesílit duktus, aby byl vyrovnán dojem nestejně intenzity stínů u těchto tvarů. Někdy je zapotřebí naopak duktus zeslabit (g), aby písmeno nepůsobilo příliš černě. Poloha oblouků musí být v každém písmě důsledná.

Při konstrukci kurzivního písma, tj. pravé nebo levé kurzivy, je nutno přijmout rovněž stejné zásady, jako u písem předcházejících. Důležitou zásadou je zachování stejného úhlu sklonu (obvykle 72°) u všech písmen. Horní a dolní přetažnice neboli dominanty malých písmen jsou v tomto směru zvláště citlivé i na nepatrný odklon ze směru. Konstrukce kartografických kurzivních písem vyžaduje dobrou znalost písmařskou, protože justáž některých liter (ri, rj, rn, rm, fě, fi, fá atd.) činí velké potíže.

### **Vyhotovení kartografického písma pro fotografickou sazbu, sazba a reprodukce astralonového písma**

#### **a) Montáž vykresleného písma**

Montáž vykresleného písma je náročná na preciznost, zejména v rozřezávání a ad-justování jednotlivých liter do řádků.

Pro přesné smontování jednotlivých písmen se používá zinkových nebo hliníkových desek polepených kladívkovým papírem. Na takto připravenou montážní desku se vynesou v koordinatografu rysky, do kterých se vykreslené písmo (velikosti 4 cm) nalepuje — montuje.

Vynesené rysky jsou:

- a) řezací — horní,
- b) montážní,
- c) řezací — na jednotlivé litery,
- d) značnice, která slouží k rozpoznávání paty a hlavy písma, kupř. I, N, H, Z, O, S, X a rychlejšímu sázení a ke kontrole, zda vysázená řádka je v účaří,
- e) řezací spodní ryska.

Rozměry mezi jednotlivými písmeny se proměrují a přepočítávají do poměru zmenšení. Z takto připravené montáže se zhotoví negativ na skle. Po retuši se z tohoto negativu zhotoví pozitivní kopie (v potřebném množství), na bílý fotografický papír, pak následuje montáž písma, aby se mohla vyřezat ta písmena, která se více používají, např.: a, e, i, l, m, n atp. Zároveň s nimi se montují k sobě různé varianty písmen, která se často užívají. Rovněž při montáži písma se vytvářejí takové varianty písmen, které jsou častěji používány, např. koncovky ice, ova, berg, jez., ryb., apod., a též ty, které tvoří neúměrné vzdálenosti (hlavně u verzálek: AVA, TA, ATA, AT, OVA, VA, LT, PA WA apod.) Takto montované písmo se znovu přesně proměří (hlavně výšky), neboť fotografický papír se vlivem máčení nebo lepení deformuje. Vzniknou-li některé odchylky v rozměrech nebo případné nerovnosti, opraví se. Pak se montážní deska fotograficky zmenší na výšku písma 1 cm a znovu se vyhotoví pozitivní kopie (v potřebném množství).

Takto připravené pozitivní kopie na fotografickém papíru jsou způsobily pro konečnou montáž v počtu cca 20krát. Montáž se provádí znovu na upravené desky. Zde se již nemusí dbát té přesnosti jako u předešlé montáže, neboť jde o pouhé nalepování fotokopii (tabulek), kde jsou všechny rysky spolu s písmem fotograficky přeneseny z první montáže. Mezi jednotlivými nalepenými kopiemi není průřez, ale výřez. Je však třeba předem znát, pro jaké popisy se bude písmo používat, a podle toho volit potřebný počet tabulek.

Z montáže písma se zhotoví negativ na skle, který se znovu vyretušuje. Tímto způsobem se tak připraví více montáží různých písem, které se fotograficky zmenší na konstantní velikost 8 mm. Tento způsob se volí z toho důvodu, že písmo získáme stejné. Z negativu se vyhotoví hnědá kopie a z ní potom pozitivní černá kopie na astralon (průsvitem).

Na astralonu se odstraní začerněním část akcentovaných písmen, kterých není zapotřebí v takovém množství.

Na bílou umělou fólii opatřenou světlocitlivou emulzí se nakopíruje negativní písmo a to se po vyvolání začerní ultralakem, čímž se i částečně zaleptá. Takto získáme stranově obrácený negativ písma. Zprvu se vyskytovaly potíže způsobené nedostatečným zaleptáním černého laku, který špinil při sázení prsty sazeče a zároveň obraz písma. Dnes se před rozřezáním písma nanosený lak omývá lihem.

### b) Řezání písma na jednotlivé pásy

Před rozřezáním písma na jednotlivé pásy je nutné řezací rysku prorýt ostrou jehlou. To se provádělo zpočátku na koordinátografu, který bylo po skončení třeba adjustovat. Vzhledem k tomu, že řezací ryska je přesně upravena, stačí na prorývání řezací rysky ostrá jehla a k rysce přesně přiložené kovové pravítka. Dobře proryté rysky umožňují, že nůž řezačky dosedne do rýh, ve kterých se pásek uřízne. Takto provedený řez je přesnější než podle vykopírované rysky. Aby nedocházelo k lámání a praskání umělé fólie při řezání, je zapotřebí obrousit pásy a proměřit je podle předem zhotoveného vzoru. Tato pracovní operace má jisté obtíže. Z tohoto důvodu byly navštíveny podniky LOGAREX, pismolijna v Modřanech, výrobní dřevěného písma v Brně a razítkářské družstvo ZNAK, zda by u nich nebyla k dispozici řezačka aneb vhodný přístroj, kterým by se vyřešil jmenovaný obtížný úkol. Zůstali jsme však odkázáni na vlastní prostředky a pomocí nich prováděli řezání písma. Nože řezačky byly zbrušeny do vyhovujícího profilu. Zbrušování nožů je nutno častěji opakovat, aby byla zajištěna potřebná přesnost.

### c) Řezání na jednotlivé litery

Mezi jednotlivými písmeny jsou vyneseny rysky, které určují sklon a řez. Rozřezání se provádí na řezačce přisazením spodní hrany pásky (která je přesně zbrušena) na hranu posuvného úhelníku. Tento způsob je rychlý, je však zapotřebí neustále sledovat řezné

rysky, aby vzdálenosti při sázení byly stejnoměrné a odpovídaly charakteru písma. Rozřezaná písmena mají na levé straně řez mírně vytažený — zdeformovaný, který je nutno zbrousit tak, aby k sobě při sesazení přiléhala. Obroušení se provádělo ručně na jemném brousku. Zbroušení však bylo nepřesné a kvalita hran se ještě zhoršila. Podle těchto zkušeností byl zhotoven jednoduchý brousící přístroj. Přístroj se skládá z elektrického motoru, na jehož hřídeli je připevněn brusný kotouč v horizontální poloze. Vše je upevněno na kovovém podstavci s pohyblivým sedlem a seřizovacími šrouby při přisunování k brusnému kotouči. Jednotlivé písmeno se vkládá do zářezu zhotoveného z mosazné linky. Projetím se nerovná hrana zbrousí, takže písmena k sobě řezem velmi dobře přiléhají.

Tento způsob se osvědčil a zároveň se odstranilo začernování hran na pravé straně písmene. Levá strana jednotlivých liter se začernuje lakem, který se zaleptá do umělé hmoty.

Negativní obraz písma je možno po zašpinění umývat benzinem nebo mýdlovou vodou.

#### d) Roztřídění písma a sazba

Písmo se třídí podle českého naložení do normálních typografických písmovnic. Pro sazeče je výhodné, že může bez zácviku přejít k sázení fotografického písma. Obraz písma je rovněž stranově obrácený. Mezernice jsou přizpůsobeny typografickým mírám a grafickému vzhledu charakteru písma.

Při sázení není zapotřebí vyplňování na formát, neboť všechna písmena jsou stejně velká. Způsobem fotografické sazby bylo dosaženo kvalitních výsledků a dobrých pracovních výkonů.

Například byl zkrácen čas u jednoho rozpisu názvosloví při hromadném vyvolávání (cca 100 kopií) o 5 hodin a docílilo se rovněž stejné vyvolávací doby plněním kazet roličkami fotografického papíru, který se po expozici přetácel.

Sazbu je možno zlepšit vysázením názvů, které se opakují v celém díle, kupř.: názvy řek, moří, ostrovů apod. tím, že by se zhotovily štítky s příslušnými názvy seřazené v abecedním pořádku a jejich vyhledáváním by se odstranilo sázení a rozmítání mnoha názvů.

Fotografickou sazbu je ovšem možno dále zlepšovat a nacházet nové a produktivnější způsoby práce.

#### Zhotovení titulních názvů map

Prohlédneme-li si důkladněji titulní názvy převážně většiny vydaných našich i cizích nástěnných map, musíme konstatovat, že mají mnohé závady a že svým charakterem a rytmem (rozdělením) mnohdy nedostihují běžné oznamovací nápisy; jako např. názvy obchodů, veřejných institucí, reklamní nápisy aj., s kterými se denně setkáváme. Někdy je použito v jednom titulním názvu mapy i více druhů písma, jež si vzájemně odporují. Tento skutečný nedostatek je možno odstranit jen dobrou znalostí písmových druhů a typů, což je možné nejen získáním dostatečné praxe, ale i důkladným studiem odborné literatury. Je nutno poznamenat, že těchto pomůcek je u nás postačující množství. Praxe ukázala, že i když titulní názvy map vyžadují typy ukázněné, je možno použít pro delší nápisy i moderních písem, které ovšem musí být přísně stylové.

Nyní informativně k vlastnímu provádění titulních názvů. Po pečlivém výběru typu písma ze vzorníku, případném náčrtu dvou-tří liter určité šíře a tloušťky duktu, se přistoupí k rozvržení potřebné plochy, v níž má být nápis umístěn. Jestliže má tato plocha omezený rozsah, je výběr písma obtížnější. Ve většině případů tomu však nebývá. Vždy je ovšem nutno nejdříve si celý nápis načrtnout stojatým hůlkovým písmem, aby bylo možno zjistit nejširší potřebnou mezeru mezi dvěma literami, např. u verzálek: LA, AJ, TY, u minusek rj, fi, kt, ovd apod., podle níž bude pak třeba upravit naopak mezery nejužší, např.: MIH, INL, u minusek: min, li apod. Potom je možno nakreslit tužkou celý nápis, vyvážit mezery,

pokud je to reálné, stejným obsahem bílé plochy, přičemž je někdy nutné některé litery zúžit, např.: L nebo J před písmenem A nebo za ním apod. Po konstrukci nápisu, jež se provádí zásadně do osnovy, se přistoupí k vykreslení písmen tuší.

Zkušeni kreslíči kartografického písma nedoporučují tvořit nápis tak, že se nejdříve nakreslí kontury duktů, pak kontury oblouků, dále vodorovné čáry a nakonec se jednotlivá písmena vyplní. Výhodnější je nakreslit kompletně první písmeno, k němuž přidružit úplně druhé a tak postupně zhotovit celý nápis. Předností tohoto způsobu je dobrý postupný přehled o správném rytmu všech písmen v titulním nápisu.

### Fotografický sázecí přístroj „TYPOPHOT“

Je uspořádán jako normální pracovní stůl.

Hlavní součásti jsou:

- fotografický přístroj s nastavovací stupnicí a kazetou;
- tabulka s negativním písmem (abecedou určitého typu) s nastavovacími značkami a příslušnými doplňkovými značkami (číslice, znaménka interpunkce apod.);
- posunovač s projekčním otvorem a pohyblivou značkou;
- světelný zdroj;
- zatemňovací skříňka.

Fotografický přístroj je vybaven širokouhlým objektivem s clonou; ohnisková vzdálenost je asi 9 cm, světelnost 1 : 4,5, maximální zmenšení je čtyřnásobné.

Údaje pro libovolné nastavení v mezích zobrazovací schopnosti objektivu se zjistí z grafu nebo z tabulky. Uzávěrka se automaticky natahuje. Kazeta s upevněným posunovačem je posouvateľná o výšku řádky písma. Dále je zde matnice pro kontrolní zaostření při seřizování a skleněná deska k uložení osvětlovaného materiálu (film, fotografický papír).

Tabulka obsahuje abecední písmena s příslušnými akcenty, číslice a diakritická znaménka. Vše je negativní, rozděleno do konstantních vzdáleností a označeno nastavovacími ryskami. Tabulka se v přístroji pohybuje pomocí paralelního vedení. Je zhotovena jako kopie na průhledném astralonu z montáže písmen provedené, jak již bylo uvedeno ve stati „Vyhotovení kartografického písma pro fotografickou sazbu“.

Posunovač se pohybuje v řádkách pomocí ozubeného kolečka nebo vřetene; má otvor, kterým se při sazbě promítá negativní obraz písmen nebo číslic. Pohyblivá nastavovací značka, umístěná na posunovači, umožňuje správnou polohu písmene nad projekčním otvorem. Za zdroj světla slouží zářivka, která je po dobu fotografické sazby rozsvícena. Promítáním světla do malého prostoru se jeho intenzita soustřeďuje a tím zesiluje.

Příslušníci Vojenského kartografického ústavu v NDR zhotovili na tomto principu podstatně vylepšený prototyp fotografického sázecího přístroje. Posun písmové tabulky se děje v poloze šikmé, nikoli horizontální, což je značně výhodné pro sedícího pracovníka. Zlepšení záleží také v tom, že vydatný světelný zdroj pro expozici se sdruží s pohyby posunovače a je synchronizován s činností uzávěrky. Spoušť pro expozici je upravena ve formě pedálu na pravou nohu. Jako fotografického materiálu používá se hlavně technického filmu vysoké gradace, nebo fotografického papíru.

Obou přístrojů lze využít zejména při zhotovování mapového názvosloví, rámových i mimorámových údajů. Filmové pozitivy se nalepují na astralon a slouží jako tiskový podklad a papírové fotokopie názvů se vlepují do kartografických originálů. Místo písmen a číslic může se tabulka opatřit negativními mapovými značkami.

### Závěr

V článku zajisté nemohou být postiženy veškeré detaily výrobního cyklu tvorby kartografického písma pro fotografickou sazbu, jak by bylo možno uskutečnit v odborné učebnici. Cílem je upozornit alespoň částečně instruktivně na důležité zásady při těchto pracích, které nejsou všeobecně známé.



Jak již bylo uvedeno, konstrukce a kresba nového typu písma není jednoduchou otázkou a vyžaduje hlubšího studia všech hlavních druhů písma, anatomie jednotlivých písmen a technickou znalost grafického zpracování. Nelze pominout ovšem ani stránku estetickou, protože bez ní by nebylo možno reagovat na jemné závady, jež se vždy při konstrukci a kresbě písma vyskytují.

Literatura:

Menhart Oldřich: Tvorba typografického písma.

---

## Zprávy technické knihovny VZÚ

### Některé význačnější přírůstky knižních publikací v roce 1961

- Cimbálník M.  
Tabulky základních geodetických veličin. Elipsoid Krasovského 47°30'–51°30'.
- Daniš M.  
Tabulky pre výpočty vo vyššej geodézii a matematickej kartografii.
- Daniš M.  
Príklady z vyššej geodézie.
- Usnesení z vědecké konference vysokých škol o otázkách budování geodetických sítí pevných bodů.
- Böhm Jos. a Svoboda Jar.  
Geometrická nivelace.
- Ryšavý J., Cach F. a kol.  
Geodetická příručka.
- Krumphanzl V. a kol.  
Geodézie.
- Usnesení z červnového plenárního zasedání ÚV KSSS — bojový program boje za technický pokrok v geodeticko-topografické a kartografické výrobě.
- Šiškin V. N.  
Vynálezcké hnutí a racionalizace v nové etapě.
- Instrukce B pro udržování služebních map velkých měřítek.
- Kitov A. J.  
Elektronické číselové počítače.
- Hlavsa V.  
Typografická písma latinková. 2. dopln. vyd.
- Pípal R.  
Písmo a jeho konstrukce. 3. přeprac. vyd.
- Kulhánek J.  
Fotografie v praxi.
- Jiráček M.  
Fotografická optika.
- Kapesní atlas světa.
- Häufler V.  
Zeměpis Československa.
- Kunský J.  
Všeobecný zeměpis. Díl 1. Úvod do studia. Bibliografie.
- Kolupajev A. P. a j.  
Geodezija. Část 2.
- Pankin I. A. a Sedun A. V.  
Praktičeskije raboty po geodezii (Praktické práce z geodezie.)
- Sališčev K. A.  
Osnovy kartoveděnija. Obščaja časť. 3. izd. (Základy kartografie. Obecná část.)
- Sbornik statěj po kartografii. Vyp. 11. (Sborník článků z kartografie. Sv. 11.)
- Voprosy elektrografii. Sbornik perevodov iz inostrannoj periodičeskoj literatury. (Otázky elektrografie. Sborník překladů z cizí periodické literatury.)
- Železnye dorogi mira. (Železnice světa.)
- Michajlov V. Ja.  
Aerofotografija i obščije osnovy fotografii. 2. izd. (Letecká fotografie a obecné základy fotografie.)
- Sovetskaja geografija. Itogi i zadači. (Sovětská geografie. Stav a úkoly.)
- Arnold K.  
Numerische Beispiele zur strengén Theorie der Figur der Erde. (Číselné příklady k přísné teorii tvaru Země.)

Arnold K.

Strenge Theorie der absoluten Lotabweichungen als Funktionen der Freiluftanomalien der Schwere. (Přísňá teorie absolutních odchylek tížnicových jako funkcí anomálií tíže redukovaných na volný vzduch.)

Schoeps D.

Formeln und Tafeln zur Lösung der 1. geodätischen Hauptaufgabe auf dem Elipsoid von Krassowski. (Vzorce a tabulky k řešení 1. hlavní geodetické úlohy na elipsoidu Krasovského.)

Rathjens C.

Geomorphologie für Kartographen und Vermessungsingenieure. (Geomorfologie pro kartografy a a zeměměřické inženýry.)

Strauss V.

The lithographers manual. A compendium of lithography in 2 volumens. (Příručka litografa. Compendium litografie ve 2 dílech.)

Schwidefsky K.

An outline of photogrammetry. (Nástin fotogrammetrie.)

Bowen E. G.

Radar. Grundlagen und Anwendung. (Radar. Základy a použití.)

Kneissi M.

Schlussbericht zur Ausgleichung der europäischen Nivellementsnetze 1958/59 (Réseau Européen Unifié de Nivellement-REUN) der Rechenstelle München. (Závěrečná zpráva výpočetní stanice Mnichov o vyrovnání evropské nivelační sítě 1958/59 (Sjednocená evropská nivelační síť-REUN).)

Koitzsch R. a j.

Vermessungskunde für Kartographen sowie alle ingenieurtechnischen Mitarbeiter des Karten- und Vermessungswesens. II. (Geodesie pro kartografy a inženýrsko-technické spolupracovníky v kartografii a zeměměřictví. Díl 2.)