

3

VOJENSKÝ
TOPOGRAFICKÝ
OBZOR



1955

VYDÁVÁ MINISTERSTVO NÁRODNÍ OBRANY

VOJENSKÝ TOPOGRAFICKÝ OBZOR

ČASOPIS MINISTERSTVA NÁRODNÍ OBRANY

ROČNÍK DRUHÝ

Číslo 3

1955

Ing. Vladimír Krátký, VTA AZ

Výškové vyhodnocení snímků diferencovanou metodou na topografickém stereometru STD-2

A. Princip metody

Topografický stereometr je základním přístrojem diferencované metody. Při této metodě se na rozdíl od metody universální rozdělují fotogrammetrické vyhodnocování na dvě oddělené etapy — na vyhodnocení výškové a situační. Každá z těchto etap se provádí na jiném přístroji. Výškově se snímky vyhodnocují obvykle na topografickém stereometru a to tak, že se přímo do snímkových kopií zakreslují horizontály s příslušnou ekvidistancí. Situaci získáváme klasifikací snímků a pozdějším převedením jejich středového průmětu na ortogonální grafickým překreslováním po vrstvách. K překreslování po vrstvách se může použít promítacích zařízení různého typu (překreslovač, projektor multiplexu a j.).

Poznámka. Pojem horizontála rozlišujeme od pojmu vrstevnice. Vrstevnici označujeme rovinnou křivkou vzniklou v určitém měřítku ortogonálním průmětem terénních bodů určité nadmořské výšky. Horizontála je pak centrálním průmětem vrstevnice (na př. v leteckém snímku).

Stereometry nám podobně jako stereokomparátory umožňují kromě pohybu snímků v ose X a posunu pozorovacího systému ve směru osy Y měnit paralaktickým šroubem rozestup snímků a tím nastavovat stereoskopicky záměrnou značku na libovolný bod v překrytu snímků a měřit horizontální paralaxy.

Pro zvláštní případ stereofotogrammetrie, kdy jsou osy záběru snímkové dvojice navzájem rovnoběžné a přitom kolmé k základně, platí přímá závislost mezi paralaxou (resp. rozdílem paralax) a vzdáleností bodu od zá-

kladny (resp. rozdílem vzdáleností). V letecké stereofotogrametrii to je případ dvojice přesně svislých snímků s horizontální fotogrammetrickou základnou. V takovém případě platí

$$\Delta h = \frac{h}{b' + \Delta p} \Delta p, \Delta p = \frac{b'}{h - \Delta h} \Delta h \quad (1)$$

kde Δh je převýšení dvou terénních bodů,

- Δp — rozdíl paralax naměřených na těchto bodech,
- h — relativní výška letu nad jedním z bodů,
- b' — fotogrammetrická základna v měřítku snímků.

Proměnnými hodnotami jsou v těchto rovnicích Δh a Δp ; h a b' jsou pro snímkovou dvojici konstantní veličiny. Určitému rozdílu paralax odpovídá tedy určité převýšení. Pro výškové vyhodnocení pak stačí nastavit na paralaktickém šroubu pevné čtení odpovídající určité nadmořské výšce a pohybem snímků v ose X a stereoskopu v ose Y vést záměrnou značku stereoskopicky po terénu v určité horizontále. Při tom je možné průběh horizontály tužkou zakreslovat do jednoho ze snímků.

Prakticky ovšem tento případ nenastane. Snímky nejsou přesně svislé a fotogrammetrická základna není přesně horizontální. Horizontální paralaxy takových snímků jsou vůči paralaxám přesně svislých snímků skresleny v závislosti na prvcích vnější orientace obou snímků a na snímkových souřadnicích měřených bodů. Konstantní horizontální paralaxe tedy neodpovídá v celém modelu konstantní výška. Popsaným způsobem výškového vyhodnocení bychom pak nedostali správné výsledky.

Topografické stereometry mají proto zvláštní mechanická zařízení, která při správném nastavení automaticky opravují měřené rozdíly horizontálních paralax, takže určitému paralaxovému rozdílu odpovídá stále stejné převýšení. Můžeme tedy zakreslovat do snímků ne přesně svislých správný poměr horizontál stejně jako u snímků přesně svislých.

Topografický stereometr STD-2, který je v ČSR, má takových opravných zařízení 6; mají označení podle hodnot, které se na nich nastavují. Jsou to:

1. konvergenční zařízení $\Delta\varphi'$, opravující vliv vzájemného podélného sklonu snímků ($\Delta\varphi$),
2. měřítkové zařízení Δz_0 , opravující vliv převýšení fotogrammetrických stanovišť (Δz) a vliv podélného sklonu levého snímku (φ_1),
3. opravné zařízení κ_1 , eliminující vliv příčného sklonu levého snímku (ω_1),

4. opravné zařízení ρ_0 , eliminující vliv vzájemného příčného sklonu snímků ($\Delta\omega$),

5. opravné zařízení γ_1 , odstraňující vliv převýšení terénu v závislosti na podélném sklonu φ_1 ,

6. opravné zařízení γ_2 , odstraňující vliv převýšení terénu v závislosti na příčném sklonu ω_1 .

Poslední dvě zařízení γ_1 a γ_2 se uplatňují jen v kopcovitém terénu s velkými výškovými rozdíly. Máme možnost vypojit je z jejich funkce a používat pouze čtyř mechanismů. Všechna zařízení opravují měřené paralaxové rozdíly ve snímcích s nadírovou distancí $\leq 3^\circ$.

B. Praktické provádění

Abychom mohli na stereometru výškově vyhodnocovat, je třeba vypočítat pro horizontály, které máme do snímku zakreslovat, odpovídající horizontální paralaxy a opravná zařízení přístroje nastavit do poloh, ve kterých jsou měřené paralaxové rozdíly správně opravovány. V tom případě budou pravítka opravných zařízení nastavena na hodnoty, které jsou jednoduchými funkcemi prvků vnější orientace snímků. Některé z těchto hodnot (rozdíl podélných a příčných sklonů měřické dvojice, t. j. prvky vzájemné orientace) se určují početně a nastavují se na opravná zařízení přímo, ostatní prvky dostáváme nepřímo postupným mechanicko-početním přibližováním tak, že porovnáváme horizontální paralaxy naměřené na snímcích s paralaxami předem vypočtenými a rozdíly odstraňujeme změnami v nastavení opravných zařízení. Tento postup nazýváme orientací snímkové dvojice.

Prvky vzájemné orientace se počítají na základě měření vertikálních paralax. Pro výpočet horizontálních paralax potřebných k orientaci a kresbě horizontál potřebujeme určit relativní výšku letu a fotogrammetrickou základnu. K provedení orientace jsou tedy nutné předběžné výpočty.

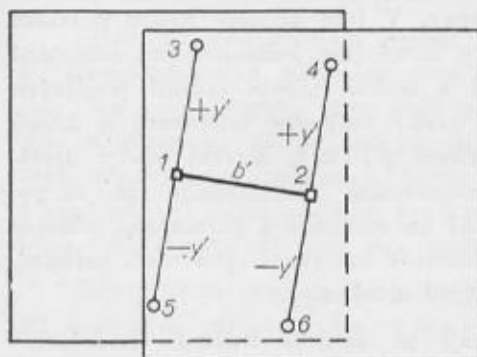
Celý postup výškového vyhodnocování na stereometru se skládá z těchto úkonů:

- z výpočtu prvků vzájemné orientace snímků,
- z výpočtu výšky letu,
- z výpočtu opravené základny,
- z výpočtu paralaxových rozdílů pro orientaci,
- z vlastní orientace,
- z výpočtu paralax pro kresbu horizontál,
- z kresby horizontál do snímku.

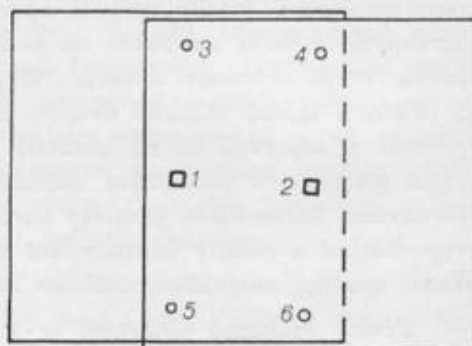
Všechny pomocné výpočty a kontrolní záznamy se zapisují do formulářů I až IV, na něž bude v dalším textu odkazováno a které jsou připojeny za článkem jako přílohy.

1. Výpočet prvků vzájemné orientace

Prvky vzájemné orientace počítáme z vertikálních paralax ($q = y' - y''$) měřených na bodech snímkového překrytu. Vertikální paralaxy jsou ve snímkové dvojici způsobeny sklony vzájemné orientace snímků ($\alpha_1, \alpha_2, \varphi_1, \varphi_2, \Delta\omega$), takže můžeme naopak analyticky vyjádřit tyto úhly jako funkce vertikálních paralax. Poněvadž pootočení snímků (α_1, α_2) můžeme odvodit již při měření paralax tím, že snímky orientujeme podle směru základny, stačilo by nám pro výpočet zbývajících hledaných hodnot $\varphi_1, \varphi_2, \Delta\omega$ změřit vertikální paralaxy na třech bodech. Pro kontrolu měření a jednodušší analytické vyjádření vztahu pro hledané úhly měříme vertikální paralaxy u nadbytečného počtu 4 bodů, které jsou v překrytu přesně rozmístěny, a to symetricky k fotogrammetrické základně. Za fotogrammetrickou základnu



Obr. 1.



Obr. 2.

bereme přibližně spojnicí hlavních bodů. Rovněž výpočet provádíme podle přibližných vzorců, ve kterých zanedbáváme členy 2. a vyšších řádů a vliv převýšení:

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \frac{\rho f}{2y' b'_s} (q_5 - q_3), \\ \varphi_2 &= \frac{\rho f}{2y' b'_s} (q_6 - q_4), \\ \Delta\varphi &= \varphi_2 - \varphi_1, \\ \Delta\omega &= \frac{\rho f}{4y'^2} (q_5 + q_3 + q_6 + q_4), \end{aligned} \quad (2)$$

kde ρ je radián,

$b'_s = \frac{1}{2} (b' + b'')$, aritmetický průměr ze základů měřených na levém a pravém snímku,

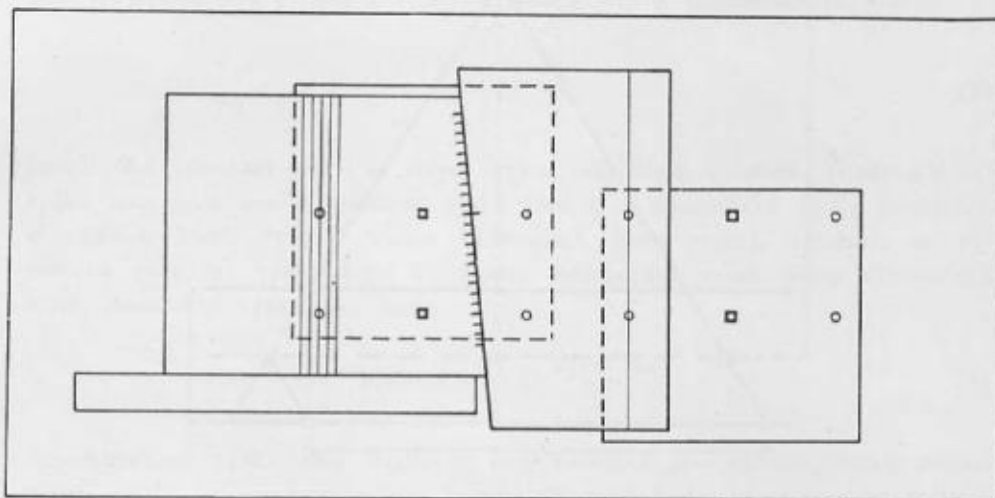
f — konstanta fotografické komory,

y' — snímková pořadnice proměřovaných bodů,

q — vertikální paralaxa bodů.

Vzorci jsou uvedeny ještě na formuláři I, ve kterém se výpočet provádí.

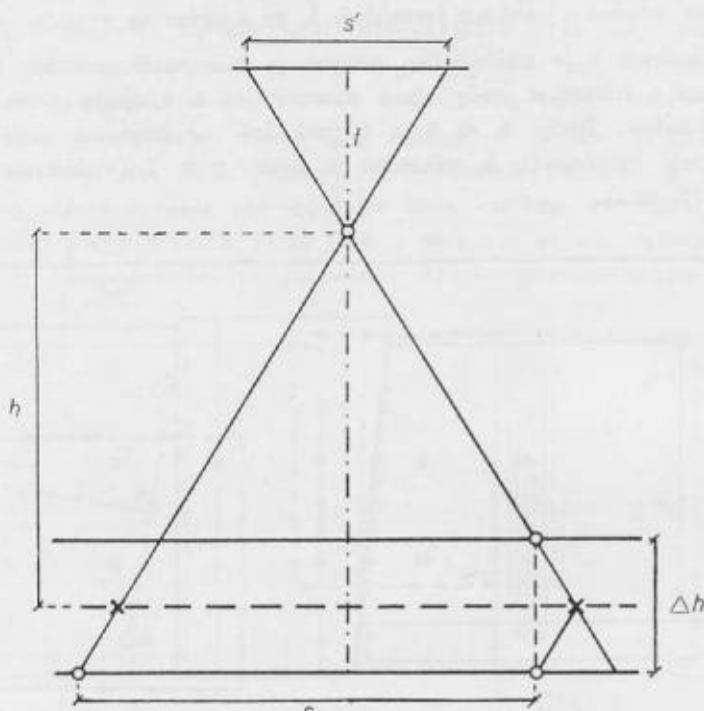
Na obrázku 1 je znázorněno schema proměřovaných bodů. Body 1 a 2 jsou totožné s hlavními body obou snímků, jejich spojnice tvoří tedy snímkovou základnu. Body 3, 4, 5, a 6 pak leží ve stejných vzdálenostech y' na kolmicích vztyčených k základně z bodů 1 a 2 (vzdálenost y' volíme 60 nebo 70 mm).



Obr. 3.

Vertikální paralaxy měříme stereomikrometrickým šroubem (na př. na stereopantomu) nebo Dobryševovými paralaktickými destičkami se stereoskopem. Pro měření jsou nejvhodnější kontaktní snímkové kopie zhotovené na fotografickém papíru s hliníkovou vložkou; vřícovací body do nich nezakresluje, protože by rušily pozorování. Hlavní body 1, 2 vyznačíme do nich vpíchem. Pro jejich přenesení do sousedních snímků použijeme stereoskopu. Body 3 až 6 vyznačíme vpíchem jen do levého snímku. Abychom mohli vertikální paralaxy měřit stereoskopicky, orientujeme snímky

pod stereoskopem v poloze otočené proti normální poloze o 90° . Spojnice $\overline{12}$ (snímkové základny) jsou pak vzájemně rovnoběžné a kolmé k základně stereoskopu a odpovídající si body leží přibližně na rovnoběžkách se základnou stereoskopu ve vzdálenosti rovné rozestupu jeho vnějších zrcadel. V této poloze snímky připevníme na podložku stereomikrometrického šroubu nebo paralaktických destiček tak, abychom pohybem stereomikrometru nebo destiček mohli nastavit záměrnou značku na libovolný bod snímkového překrytu.



Obr. 4.

Nyní nastavujeme stereoskopicky na body 1 až 6. Každé nastavení a odečtení provedeme třikrát. Ve formuláři I zapisujeme do rubrik pro tato jednotlivá čtení jen setiny milimetru, do rubriky pro průměr pak celou průměrnou hodnotu i v mm. Jestliže byly snímky správně orientovány, bude čtení o_1 (na bodě 1) shodné se čtením o_2 . Při měření stereomikrometrickým šroubem se nemají jednotlivá čtení navzájem lišit více než o 0,03 mm, při měření paralaktickými destičkami o 0,05 mm.

Pak odměříme ze snímků s přesností na 0,1 mm základny b' , b'' (vzdálenosti hlavních bodů) a utvoříme průměr b' .

Vertikální paralaxy q_3 — q_6 vypočteme ve formuláři jako rozdíly průměrných čtení o_5 — o_1 , o_3 — o_1 , o_6 — o_2 a o_4 — o_2 . Vytvoříme celkový součet vertikálních paralax $[q] = q_3 + q_4 + q_5 + q_6$ a všechny další úkony podle předtisku formuláře. Kontrolou měření jsou hodnoty $q_5 + q_3$ a $q_6 + q_4$, které se musí navzájem rovnat. Podle uvedených vzorců pak vypočteme všechny další potřebné hodnoty a výsledné úhly $\Delta\varphi$ a $\Delta\omega$, které zapíšeme s přesností na minuty.

2. Výpočet výšky letu

Výšku letu počítáme pro levý snímek stereoskopické dvojice ve formuláři II. Výpočet je založen na porovnání dvou odpovídajících si délek v rovině snímku a terénu. Známe-li terénní souřadnice dvou vřícovacích bodů zobrazených na snímku, změříme jejich vzdálenost s' ve snímku, vypočteme polohovou vzdálenost s v terénu a relativní výšku letu h dostaneme ze vzorce

$$h = f \frac{s}{s'}. \quad (3)$$

Leží-li oba vřícovací body ve stejné výšce, odvodíme absolutní (nadmořskou) výšku letu jako součet relativní výšky letu h a nadmořské výšky použitých vřícovacích bodů. Není-li výška vřícovacích bodů stejná, vztahuje se vypočtená relativní výška letu h k střední nadmořské výšce obou vřícovacích bodů. Absolutní výška pak bude

$$h_a = f \frac{s}{s'} + \frac{Z_1 + Z_2}{2}. \quad (4)$$

Abychom výšku letu určili co nejpřesněji i pro snímky, které nejsou přesně svíslé, volíme pro výpočet takové vřícovací body, které jsou ve snímku rozmístěny symetricky vůči hlavnímu bodu. To znamená, že spojnice těchto snímkových bodů prochází přibližně hlavním bodem a že oba body jsou od hlavního bodu přibližně stejně vzdáleny.

Pro kontrolu počítáme výšku letu ze dvou dvojic vřícovacích bodů a z výsledků utvoříme pro další práci aritmetický průměr. Měříme-li snímkové vzdálenosti na 0,1 mm a při obou podmínkách pro rozložení bodů dodržíme toleranci 4 mm, nebudou se výšky lišit více než o 10 m.

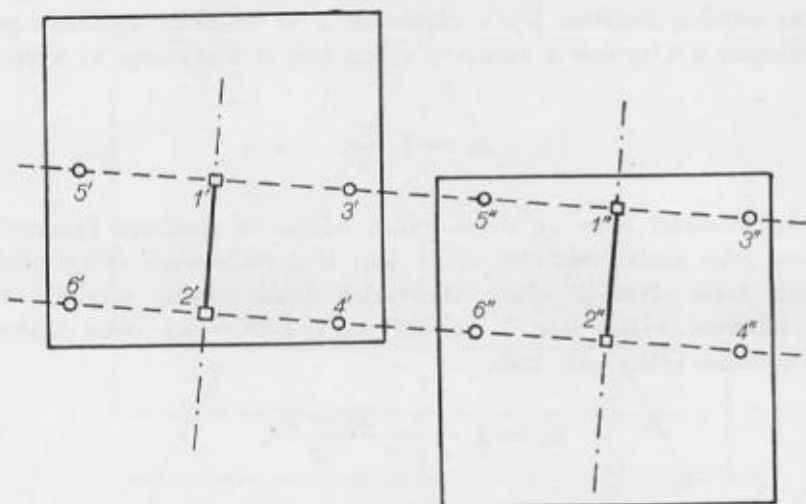
Všechny početní úkony zapisujeme podle předtisku do formuláře II. V jeho pravé části vyznačíme schematicky, kterých bodů bylo použito k výpočtu.

3. Výpočet opravené základny

Snímková základna, kterou jsme pro výpočet prvků vzájemné orientace vypočetli jako průměrnou hodnotu b'_s ze vzdáleností hlavních bodů na obou snímcích, platí jen přibližně, protože snímky nejsou přesně svislé. Protože pro další výpočet potřebujeme znát hodnotu základny přesněji, je třeba brát v úvahu vliv podélných sklonů snímků na odměřenou snímkovou vzdálenost a k hodnotě b'_s vypočítat opravu $\Delta b'$:

$$\Delta b' = - \frac{\Delta \varphi}{\varrho} f - \frac{\Delta \varphi}{\varrho} \frac{b_s^2}{2f}. \quad (5)$$

Opravu vypočteme podle předtisku v 1. části formuláře III ze známých hodnot b'_s , $\Delta \varphi$ a f .



Obr. 5.

4. Výpočet paralaxových rozdílů pro orientaci

Pro orientaci snímků na stereometru musíme znát výšky 6 bodů zobrazených v snímkovém překrytu podle obvyklého schématu (body 1, 2 v blízkosti hlavních bodů, body 3, 4 a 5, 6 přibližně symetricky k hlavním bodům na okraji snímků); viz obrázek 5.

Výpočty potřebné k orientaci provádíme ve formuláři III. Nejdříve zapíšeme do 2. oddílu tohoto formuláře všechny pomocné hodnoty a konstanty, které budeme potřebovat v dalších výpočtech. Jsou to:

- f — konstanta fotografické komory,
 $\Delta \varphi$ — vzájemný podélný sklon snímků,
 $\Delta \omega$ — vzájemný příčný sklon snímků,
 r — konstanta opravného zařízení, ϱ_0 ,
 r_2 — konstanta opravného zařízení, γ_2 ,
 h_a — absolutní výška letu.

Hodnoty f , $\Delta \varphi$, $\Delta \omega$, h_a přepíšeme z předchozích formulářů I a II. Hodnoty r a r_2 jsou určeny justáží přístroje a jsou zapsány v průvodní knížce přístroje nebo přímo na tabulce přístroje [1] (viz obrázek 6).

V dalších rubrikách vypočteme relativní výšku letu h_2 nad základním bodem, který volíme v bodě 2,

$$h_2 = h_a - Z_2, \quad (6)$$

dále opravenou snímkovou základnu

$$b_0' = b'_s + \Delta b'; \quad (7)$$

úhel $\Delta \varphi$ redukuje se s ohledem na použitou konstantu fotografické komory na hodnotu

$$\Delta \varphi' = \Delta \varphi \frac{100}{f} \quad (8)$$

a z úhlu $\Delta \omega$ vypočteme úhel

$$\varrho_0 = \Delta \omega \frac{r}{f}. \quad (9)$$

Hodnoty r a f dosazujeme do těchto vzorců v milimetrech.

Přejdeme k výpočtu paralaxových rozdílů podle vzorce (1):

$$\Delta p = \frac{b_0' \Delta h}{h_2 - \Delta h}.$$

Výpočet provedeme ve 3. oddíle formuláře III. Do prvních dvou sloupců zapíšeme čísla zadaných vřícovacích bodů a jejich výšky. Rubriky 7, 8 a 9 jsou určeny pro nadbytečné body a nemusí být vždy vyplňovány. V dalších sloupcích vypočteme pro všechny body převýšení Δh a rozdíly $h_2 - \Delta h$. Z těchto hodnot pak odvodíme podle uvedeného vzorce příslušné paralaxové rozdíly Δp . Poslední dva sloupce této části, označené „Pro hornaté území“ zatím nevyplňujeme.

5. Vlastní orientace

Protože topografický stereometr je určen k práci se snímkovými kopiemi, do kterých se přímo zakresluje výškové vyhodnocení, je třeba mít kopie zajištěny proti srážce působené změnou vlhkosti a teploty. Snímky pro vyhodnocování proto kopírujeme buďto na fotografický papír s vlisovanou kovovou vložkou, nebo na papír nalepený zvláštním lepidlem*) na skleněné desky. Vlíčovací body na tyto snímky nevyznačujeme, abychom jimi neřušili pozorování.

Přístroj, na němž budeme pracovat, musí být předem dobře zjustován, t. j. musí plnit všechny podmínky nutné pro jeho správnou funkci a musíme pro něj znát nulové hodnoty a konstanty všech stupnic a mechanismů. Všechny tyto hodnoty jsou zapsány v průvodní knížce každého přístroje a na tabulce upevněné na přístroji.

Před prací vyšroubujeme zajišťovací šrouby, které upevňují hlavní vozík a stereoskop přístroje. Dále zkontrolujeme, zda jsou správně napjaty hedvábné niti nebo vlasy, které zastupují u stereometrů záměrné značky. Na obě niti (vlasy) uvážeme z kratičkových kousků niti pomocné uzlíky tak, abychom jimi mohli po záměrných nitích posunovat.

Na stupnice přístroje nyní nastavíme jejich nulová čtení. Jsou to stupnice pro Δz_0 , κ_0 , γ_1 , γ_2 . Na stupnici $\Delta\varphi'$ a ϱ_0 nastavíme s ohledem na jejich nulová čtení hodnoty vypočtené v 2. části formuláře III. Stupnice pro κ_1 , κ_2 a q (stupnice šroubu pro odstranění rušivých vertikálních paralax) nastavíme na nuly. Nastavení stupnic můžeme provádět pomocí jemných ustanovek po uvolnění hlavních ustanovek. Na obrázku 6 jsou všechny stupnice i jejich ustanovky označeny příslušným symbolem.

Hlavní vozík přístroje se posunuje s oběma snímky pomocí pastorku X, stereoskop pastorkem Y a levý snímek vůči pravému paralaktickým šroubem p. Paralaktickým šroubem nesmíme pohybovat, dokud neodpojíme oprav-

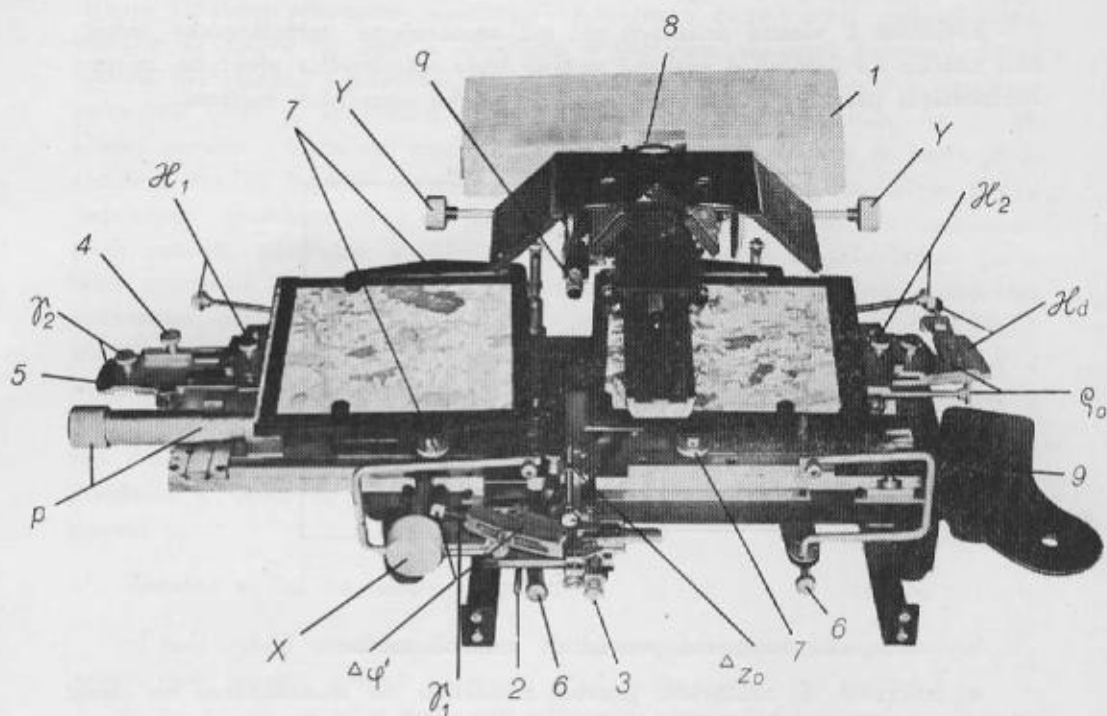
*) F. V. Drobyshev uvádí ve své knize *Fotogrammetričeskije pribori* lepidlo tohoto složení:

- roztok A: 200 g vody,
10 g želatiny;
- roztok B: 200 g vody,
20 g škrobu.

Želatinu i škrob nasypeme do studené vody a rozpouštíme postupným zahříváním. Pro nalepování používáme zchladlých roztoků smíšených v poměru 1:1.

ná zařízení γ_1 a γ_2 od paralaktického vozíku. U zařízení γ_1 uvolníme páčku [2] a pravítko γ_1 a zajistíme západkou [3], kterou otočením uvolníme a zasuneme do otvoru v pravítku. Podobně u zařízení γ_2 uvolníme šroub [4] a západku [5] zasuneme do otvoru v hlavním vozíku.

Před vložením snímků do snímkových rámu povolíme šroubky [6] a vysuneme držadlo záměrných nití co nejvýše. Pohybem X a posunem uzlíku po levé niti nastavíme uzlík na střed levého snímkového rámu. Nyní vlo-



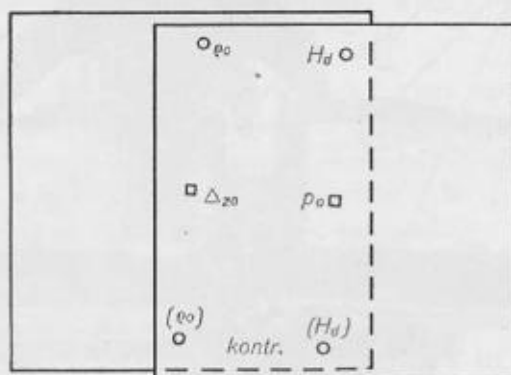
Obr. 6.

žíme do rámu snímek tak, aby se uzlík promítal na hlavní bod, který je na snímku vyznačen. Snímek přichytíme pružinami,*) které jsou v příslušenství přístroje, a snímkový rám pevně přitiskneme šrouby [7]. Obdobně upevníme pravý snímek. Držadla nití pak snížíme tak, aby niti byly co nejblíže snímkům, avšak při tom se nedotýkaly snímkových rámu. Pomocné uzlíky stáhneme na okraj nití, aby nerušily další práci.

*) Lépe se osvědčují kovové rámy formátu 18×18 cm, které je vidět na obr. 6.

Pootočení snímků κ upravíme tak, aby spojnice hlavních bodů na snímcích byly rovnoběžné se směrem osy X. Nastavíme nit na hlavní bod pravého snímku, otáčením paralaktického šroubu odstraníme horizontální paralaxu a pootočením κ_1 vertikální paralaxu. Při tom si upravíme vzdálenost vnitřních zrcadel stereoskopu páčkou [8] na potřebný oční rozestup. Oční rozestup se nesmí během další práce již měnit, protože změna jeho nastavení má vliv na měřené horizontální paralaxy. Obdobně při nastavení na levý hlavní bod upravíme pootočení κ_2 .

Přejdeme k vlastní orientaci, při níž nastavujeme stereoskopicky záměrnou značku na jednotlivé výškově zadané body snímkového překrytu, měříme horizontální paralaxy a postupně měníme polohu opravných zařízení.



Obr. 7.

Stereoskopické nastavení provádíme zásadně takto:

- a) pohybem X nastavíme pravou záměrnou nit monokulárně na obraz bodu v pravém snímku;
- b) pohybem paralaktického šroubu dostaneme při binokulárním (stereoskopickém) pozorování nit nad povrch terénu u nastavovaného bodu;
- c) pomalým otáčením paralaktického šroubu snižujeme prostorově záměrnou nit tak, aby splynula výškově se zaměřovaným bodem (zvykneme si nastavovat vždy seshora).

Průběh celé orientace zapisujeme ve 4. části formuláře III. S měřením začneme u základního bodu 2 (viz obrázek 7). Nastavení provádíme několikrát a ze čtení paralaktického šroubu, která mají být shodná v rozmezí 0,03 mm, utvoříme průměr a zapíšeme ve 4. části formuláře III do 1. řádku. Přejdeme k bodu 1, kde obdobně získáme čtení, které zapíšeme do dalšího

řádku. Poněvadž z předchozích výpočtů známe správné paralaxové rozdíly mezi vřícovacími body, přičteme hodnotu Δ_p pro bod 1 ze 3. části formule k paralaxě naměřené na bodě 2 a tento součet zapíšeme do rubriky „má být“ v řádku pro bod 1. Vytvoříme rozdíl mezi rubrikou „čtení“ a „má být“, který rovněž zapíšeme. Je-li tento rozdíl větší než 0,1 mm, musíme změnit polohu opravného zařízení Δ_{z_0} , což zapíšeme do rubriky „poznámka“. Správnou paralaxu „má být“ nastavíme na paralaktickém šroubu a jemným pohybem Δ_{z_0} nastavíme záměrnou nit prostorově znovu na bod 1. Paralaktickým šroubem provedeme kontrolní nastavení a dostaneme-li správné čtení, vracíme se znovu na bod 2. Přčteme a zapíšeme základní paralaxu, která nemusí být totožná s původně naměřenou. Opět přejdeme k bodu 1, zapíšeme průměrné čtení a vytvoříme opět správnou paralaxu přičtením Δ_p k základní paralaxě. Vyčíslený rozdíl správné a naměřené paralaxy je proti předchozímu rozdílu značně menší. Přesahuje-li ještě 0,1 mm, opravíme znovu popsáním způsobem Δ_{z_0} a postup opakujeme. Je-li rozdíl v požadovaných mezích, přejdeme k dalšímu bodu 4. Naměřenou průměrnou paralaxu srovnáme s vypočtenou a rozdíl nyní opravujeme změnou nastavení opravného zařízení κ_0 . Do rubriky „poznámka“ zapíšeme κ_0 . Po kontrolním čtení se vracíme na základní bod 2 a dále na bod 1. Na bod 4 přejdeme jen v tom případě, že u bodu 1 je rozdíl mezi naměřenou a vypočtenou paralaxou menší než 0,1 mm. Jinak musíme znovu opravit Δ_{z_0} , vrátit se na základní bod 2 a pak na 1 a 4. Teprve potom přejdeme k bodu 3, u kterého odstraňujeme případný rozdíl změnou nastavení ρ_0 .

Zásadně se řídíme těmito pravidly:

- a) je-li rozdíl mezi vypočtenou a naměřenou paralaxou větší než přípustná mez, musíme změnit nastavení příslušného opravného zařízení;
- b) po každé změně v nastavení některého opravného zařízení musíme se s měřením vrátit na základní bod 2;
- c) je-li rozdíl paralax menší než přípustná mez, přejdeme k dalšímu bodu přesně podle pořadí 2-1-4-3; nesmíme žádný z těchto bodů přeskočit.

Dostaneme-li u všech 4 bodů souhlas s přesností na 0,1 mm, opakujeme postup v druhém přiblížení s maximálním přípustným rozdílem 0,03 mm. Souhlasí-li naměřené a vypočtené paralaxy 4 bodů i nyní, provedeme kontrolu orientace u bodů 6 a 5.

Je-li vyhodnocované území rovinné a orientace byla správně provedena, budou změřené paralaxy u bodů 5 a 6 souhlasit s vypočtenými s maxi-

málním rozdílem 0,03 mm. Vyskytne-li se rozdíl do 0,05 mm, můžeme jej snížit změnou ϱ_0 , nebo \varkappa_d tak, že rozložíme odchylku stejnoměrně na body 3 a 5 nebo 4 a 6.

Jsou-li v zobrazeném terénu značnější převýšení, dostaneme u kontrolních bodů 5 a 6 větší odchylky, poněvadž použitá 4 opravná zařízení neeliminují vliv převýšení. V tomto případě je nutno zapojit na paralaktický vozík mechanismy pro γ_1 a γ_2 a nastavit na ně hodnoty

$$\begin{aligned}\gamma_1 &= \frac{\Delta z_0}{b_0'} \varrho, \\ \gamma_2 &= \frac{r_2}{b_0'} \varkappa_d,\end{aligned}\tag{10}$$

kde Δz_0 a \varkappa_d jsou hodnoty odečtené na odpovídajících stupnicích s ohledem na jejich nulová čtení,

- b_0' — opravená snímková základna,
- r_2 — konstanta opravného zařízení γ_2 ,
- ϱ — radián.

Dále je třeba k paralaxovým rozdílům Δp vypočítat doplňkové opravy

$$\delta p = - \frac{\Delta z_0}{f} \Delta p\tag{11}$$

a celou orientaci provést stejným způsobem znovu.

Odečteme tedy s ohledem na indexové chyby čtení stupnic ϱ_0 , Δz_0 a \varkappa_d , запиšeme je do příslušných rubrik v 5. části formuláře III a podle uvedených vzorců vypočteme z nich úhly γ_1 a γ_2 i doplňkové opravy δp pro všechny vřicovací body. Hodnoty γ_1 a γ_2 запиšeme do rubrik v 6. části hodnoty δp do příslušného sloupce ve 3. části formuláře III. Hodnoty γ_1 a γ_2 nastavíme na příslušné mechanismy, které připojíme k paralaktickému vozíku (utáhneme šrouby 2 a 4 a vysuneme západky 3 a 5).

Pak provádíme znovu orientaci snímků, při čemž paralaxy v rubrice „má být“ tvoříme přičítáním hodnot ($\Delta p + \delta p$) k paralaxám odečteným na základním bodě 2. Po této orientaci musíme obdržet souhlas i na bodech 5 a 6 a případně na všech dalších nadbytečných bodech. Nakonec odečteme ještě stupnice ϱ_0 , Δz_0 a \varkappa_d a tyto konečné hodnoty orientace opět s ohledem na indexovou chybu stupnic запиšeme do 7. oddílu formuláře III.

6. Výpočet paralax pro kresbu horizontál

Snímková dvojice je nyní připravena k vyhodnocování. Zbývá nám jen pro jednotlivé horizontály vypočítat jejich paralaxy. Výpočet provádíme podle vzorce (1):

$$\Delta p = \frac{b_0'}{h_2 - \Delta h} \Delta h,$$

kde b_0' — opravená snímková základna,

h_2 — výška letu nad základním bodem 2,

Δh — převýšení horizontál nad základním bodem 2,

Δp — paralaxový rozdíl vztahený k paralaxe naměřené na bodě 2.

Do formuláře IV vypíšeme nejdříve z předchozích zápisníků hodnoty b_0' , f , Δz_0 (konečná hodnota) a h_2 . V prvním řádku vyplníme výšku základního bodu 2 a odpovídající čtení paralaktického šroubu, v dalších řádcích výšky všech horizontál, které se ve snímku mohou vyskytnout.

Pak pro každou pátou horizontálu vypočteme její převýšení Δh vzhledem k základnímu bodu, dále $h_2 - \Delta h$, Δp , δp a $\Delta p + \delta p$. V dalším sloupci vypočteme z hodnot $(\Delta p + \delta p)$ rozdíly, které interpolujeme v následujícím sloupci na přírůstky pro jednotlivé horizontály. Postupným přičítáním přírůstků k základní paralaxe dostaneme výsledné paralaxy, s nimiž provádíme vyhodnocování.

7. Kresba horizontál

Před vlastním vyhodnocením si prohlédneme pod stereoskopem pozorně celý prostor překrytu, abychom poznali a zapamatovali si základní stavbu terénu (hydrografické poměry, hřbetnice, údolnice a pod.). V případě, že není možno terén dobře ohodnotit z jedné dvojice, je nutno prohlédnout i sousední stereoskopické dvojice.

K zakreslování horizontál se nejdříve nastaví na paralaktický šroub příslušná paralaxa z formuláře IV. Při stereoskopickém pozorování se záměrná nit protíná s prostorovým modelem terénu v jednom nebo více bodech. Při posunu hlavního vozíku se tento průsečík pohybuje podél niti. Jestliže ostrou tužkou na pravém snímku sledujeme tento pohyblivý průsečík, zakreslujeme tím plynule průběh horizontály. Pravou ruku při tom opíráme o opěrnou desíčku [9] (viz obrázek 6). Dostaneme-li se tužkou až na horní či dolní okraj zorného pole, posuneme stereoskop v tomo směru tak, abychom tužku měli stále zhruba uprostřed zorného pole. V terénu málo vý-

razném, kde není možné horizontálu táhnout plynule, můžeme po malých změnách X-ového pohybu vyznačovat průsečíky niti s terénem jednotlivými body, které dodatečně spojujeme v plynulou čáru.

Jsou-li horizontály v kopcovitém terénu rozmístěny příliš hustě, nemusíme je ve stereometru všechny vyhodnocovat. Některé můžeme zakreslovat mezi vyhodnocené horizontály grafickou interpolací (na př. horizontály s ekvidistancí 5 m interpolujeme mezi horizontály s výškovým rozdílem 10 m, které jsou vyhodnoceny na stereometru). Grafické interpolace však nesmíme použít pro horizontály, které budou v mapě vyznačeny silnější čarou (na př. horizontály o výšce 25 a 75 m).

Po vykreslení všech horizontál provádíme kontrolu kresby tím, že nastavujeme výškově na libovolné výrazné body, z odečtených paralax počítáme výšky a srovnáváme je s výškami interpolovanými ze zakreslených horizontál.

Nakonec změříme horizontální paralaxy na výrazných situačních a terénních bodech (křížovatky, rozcestí, vrcholy kup, sedla a pod.) a vypočteme z nich výšky, které budou na těchto místech v mapě vyznačeny jako kóty.

Nyní můžeme snímky vyjmout z přístroje. Tužkou vyznačené horizontály vytáhneme hnědou nebo červenou tuší, abychom je rozlišili od situační kresby, která bude vytažena černě. Tím je výškové vyhodnocování skončené. Snímky s vykreslenou situací a horizontálami pak převádíme do ortogonálního průmětu, což je druhá pracovní etapa diferencované metody.

Literatura:

- Skiridov — Stereofotogrammetrija, Moskva 1950.
- Konšin — Aerofototopografija, Moskva 1952.
- Drobyšev — Fotogrammetričeskije pribori, Moskva 1951.

Aerotriangulace na přesných vyhodnocovacích strojích

Ú v o d

Moderní fotogrammetrické mapování nesmírně urychlilo a z hospodárnilo pracovní proces mapování. Dnes není zmapování našeho státu otázkou mnoha desítiletí, nýbrž je při využití fotogrammetrie lze provést v několika letech. Vidíme to na příkladu SSSR, který široce rozvinul fotogrammetrické metody mapování a dokázal zmapovat celé své obrovské území v určitém měřítku ve velmi krátké době.

Pro běžné mapovací práce ztratila na svém významu pozemní fotogrammetrie. Přesto však pro mapování zvláštních území (prostory údolních přehrad a pod.) ve velkých měřítkách nebo pro speciální řešení fotogrammetrických úloh je dosud velmi přesnou metodou.

Velikého rozvoje dosáhla letecká fotogrammetrie. Její použití pro mapování je dostatečně známo. Používá se jednosnímkové metody pro konstrukci fotoplánů v metodě kombinované a samozřejmě i stereofotogrammetrie v metodě universální a diferencované.

Velikou výhodou fotogrammetrie vůbec je, že značnou část polních měřických prací převádí na práce kancelářské. Při dnešním způsobu mapování se provádí dosud v poli zaměření vlíčovacích bodů, klasifikace leteckých snímků a revise kartografické předlohy. Pro naše území je nezbytně nutné provádět klasifikaci leteckých snímků v poli, poněvadž u nás není prakticky území, kde by se dala provádět klasifikace kancelářská podle vybraných vzorových typů klasifikovaných leteckých snímků, jak se děje na př. v SSSR v některých málo obydlených prostorech. Polní revise kartografické předlohy by se dala zkrátit na minimum za předpokladu, že klasifikace leteckých snímků je bezvadná a že se nevyskytnou na vyměřovacím listě prostory, které nemohly být buď vůbec vyhodnoceny, nebo byly vlivem různých okolností (plochý terén, vadné negativy, chybné vlíčovací body a pod.) vyhodnoceny méně přesně.

Pokud se týče měření vřícovacích bodů, je účelné měřit je v poli tehdy, je-li trigonometrická síť dostatečně hustá a zaměření bodů v poli nečiní zvláštních obtíží. Je samozřejmé, že tento způsob získání souřadnic vřícovacích bodů je nejlepší a dává fotogrammetrickému mapování pevnou geodetickou kostru bodů.

Jinak je tomu v terénu, kde výběr vhodných vřícovacích bodů je velmi omezen chudou situací, na př. v horském a zalesněném terénu, kde i samo měření těchto bodů je velmi obtížné a v horách i fyzicky velmi namáhavé.

V tomto případě je vhodné získat souřadnice vřícovacích bodů jiným způsobem.

Všeobecně lze v prostorech, kde trigonometrická síť není ještě vybudována, nebo je velmi řídká, provést t. zv. přemostění prostoru. Řešení této úlohy má velký význam i pro válečné vyměřování.

Úkol získat souřadnice vřícovacích bodů bez měření v poli lze rozdělit na dvě skupiny:

- a) je nutno získat pouze polohové souřadnice vřícovacích bodů,
- b) je nutno získat prostorové souřadnice vřícovacích bodů.

Ad a). Polohové souřadnice vřícovacích bodů lze získat řešením různých grafických úloh jednosnímkové fotogrammetrie. Všechny těchto metod lze výhodně použít tehdy, jde-li o získání souřadnic jednotlivých bodů a nejsou-li požadavky na přesnost příliš vysoké. Nevýhodou je, že tyto metod lze použít pouze v plochem terénu.

Máme-li však získat polohové souřadnice vřícovacích bodů ve velkém prostoru, je třeba použít metod plošných sítí radiální triangulace (početní, průsvitkové, šterbinové). Tyto metody jsou podrobně propracovány a dávají dobré výsledky. Bylo jich použito pro získání geodetického podkladu pro mapování na př. v SSSR a v Polsku. Nejsou omezeny na rovinný terén a je pravděpodobné, že by se jich ve velké míře použilo ve válečném vyměřování, poněvadž jsou velmi rychlé, výkonné a pro tyto účely dostatečně přesné.

Ad b). Prostorové souřadnice vřícovacích bodů lze získat ze stereoskopických leteckých snímků. V SSSR byly propracovány různé metody prostorového určování souřadnic vřícovacích bodů a byly také v praxi úspěšně

ověřeny. Jsou to na př. metody: přímková, nezborčeného modelu, zhuštění výšek na stereometrech atd. Největší uplatnění však má aerotriangulace, která dává nejlepší výsledky a je při tom velmi hospodárná.

Aerotriangulace se provádí na přesných vyhodnocovacích strojích typu stereoplanigraf Zeiss, autograf Wild. Metoda sama byla již častokrát vyzkoušena ve všech státech, kde našla svoje uplatnění letecká fotogrammetrie. Pracovní postup i způsoby vyrovnání byly již mnohokrát publikovány. Zejména v SSSR je dnes takřka výlučně používanou metodou pro zhuštění geodetického podkladu.

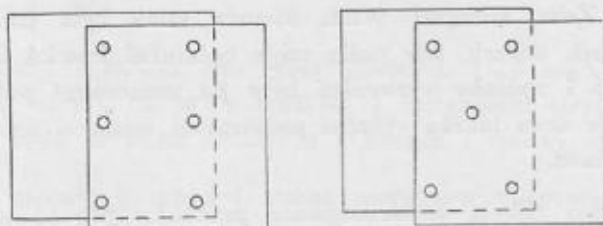
U nás zatím nebyla aerotriangulace prakticky prováděna. Byla pouze zkoušena, o čemž pojednává tato práce, a výsledky jsou uvedeny v další kapitole.

Je nutno se ještě zmínit o tom, že výsledky aerotriangulace lze upřesnit použitím statoskopu a horizontálních fotografických komor. Z údajů těchto pomocných přístrojů, které jsou synchronně spojeny s leteckou fotografickou komorou, lze určit přibližně některé prvky vnější orientace snímků. Tím je usnadněna relativní i absolutní orientace stereoskopických dvojic a jsou zpřesněny výsledky celé aerotriangulace. Naše zkoušky byly vykonány bez údajů těchto pomocných přístrojů.

Princip metody

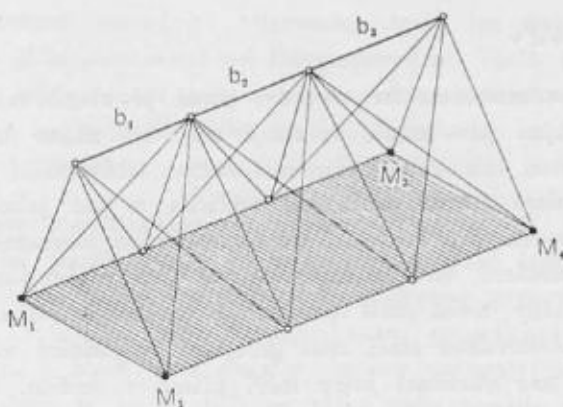
Jednotlivé fotogrammetrické metody, jimiž je zhotovována mapa nebo připravován podklad pro mapu, vyžadují, aby byl znám určitý geodetický podklad, a to jsou tak zvané vřícovací body. Universální metoda je potřebuje pro uvedení stereomodelu do měřítka a pro jeho horizontování. Metoda diferencovaná pro orientaci stereomodelu ve stereometru i pro překreslování po vrstvách. Metoda kombinovaná pro překreslování. Pro první dvě metody je tedy třeba znát prostorové souřadnice vřícovacích bodů a pro metodu kombinovanou stačí znát polohové souřadnice vřícovacích bodů. Až dosud se u nás vřícovací body měří přímo v terénu. Fotogrammetrie, která nahrazuje nákladné polní práce pracemi kancelářskými, nahradila i geodetické měření vřícovacích bodů aerotriangulací. Není úkolem této práce, aby rozebrala, proč ještě nepoužíváme aerotriangulace. Při rozboru této otázky by bylo nutno přihlédnout k hustotě naší sítě trigonometrických a pevných bodů, dále k požadavkům kladeným na přesnost pořizované mapy, k nutnosti využití strojů pro vyhodnocování atd.

Každá z fotogrammetrických metod vyžaduje jiné standardní rozmístění a jiný počet vřícovacích bodů. Věnujme pozornost universální metodě, které je dosud u nás nejvíce používáno. Při vyhodnocování na universálních



Obr. 1

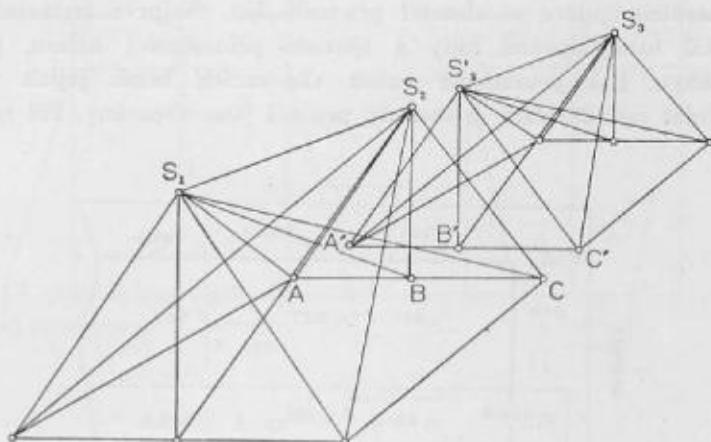
strojích je třeba, aby každá stereoskopická dvojice byla zabezpečena minimálním počtem 5 až 6 vřícovacích bodů, jejichž rozmístění je znázorněno na obr. 1. Aerotriangulaci je možno zhuštit řidkou sít geodetických bodů v libovolný počet dalších bodů. Výsledkem jsou prostorové souřadnice nových bodů, které jsou pak podkladem pro další fotogrammetrické zpracování snímků.



Obr. 2

Princip aerotriangulace spočívá na řešení zpětného protínání paprskových svazků, které byly získány při fotografování (obr. 2). Hlavním procesem je vzájemná orientace snímkových dvojic. Orientujeme vzájemně první stereo-

skopickou dvojicí snímkové řady a dostaneme první model s prostorovou sítí trojúhelníků opírající se o základnu $s_1 s_2$ (obr. 3). Body $A B C$, které jsou zvoleny v pásu trojného překrytu snímků, jsou společné pro první i druhý model, který je vytvořen z druhého a třetího snímku letecké řady se základnou $s_2 s_3$. Body $A B C$ nazýváme připojovacími body. Jejich pomocí můžeme připojit druhý model k prvnímu. Jsou-li body $S_2 ABC$ a $S_2' A' B' C'$ společné pro oba modely, můžeme uvést druhý model do téhož měřítka, ve kterém



Obr. 3

je první model, tím, že měníme délku základny, až společné paprsky $S_2 ABC$ a $S_2' A' B' C'$ jsou stejně dlouhé. Připojením třetího modelu ke druhému atd. dostaneme celou prostorovou síť trojúhelníků opírajících se o řadu základen. Máme-li na začátku a na konci snímkové řady po dvou geodeticky známých bodech, můžeme po postupném urovnání celé snímkové řady určit chyby v souřadnicích a provést vyrovnání. Odečtením na stupnicích a po skončeném vyrovnání získáme prostorové souřadnice libovolného počtu bodů.

Pracovní postup

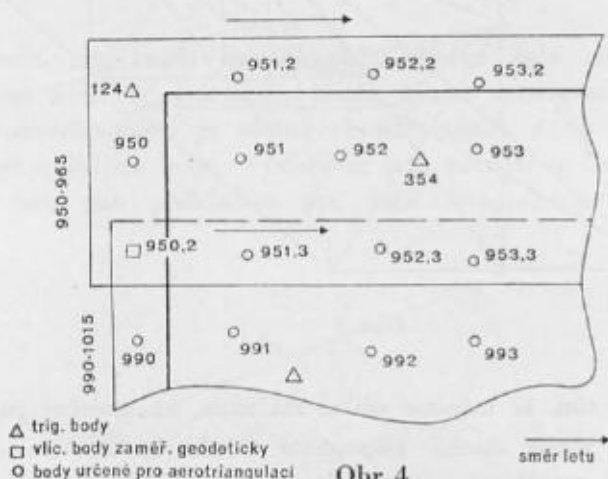
Prakticky se provádí aerotriangulace na universálních strojích. Při zkouškách, které měly určit přesnost aerotriangulace, vhodnost strojů, požadavek na měřítko snímků, rychlost a hospodárnost práce, možnost zaškolení zaměstnanců, bylo použito stereoplanigrafu Zeiss C 5 a autografu Wild A 5.

Jak již bylo řečeno, aerotriangulaci zhušťujeme fotogrammetrickým způsobem síť geodetických bodů. Je proto nutné, aby byl v terénu zaměřen minimální počet vřicovacích bodů. Jejich počet a rozmístění v triangulovaném pásu volíme v závislosti na způsobu vyrovnání, kterého bude v závěru práce použito. Pro metodu při těchto zkouškách použitou bylo třeba znát na začátku řady 3 body a na konci 2 body dané jejich souřadnicemi XYZ.

Dále je popsán pracovní postup aerotriangulace.

1. Sestavení plánu aerotriangulace.

Plán aerotriangulace se zhotoví pro celý list. Nejprve sestavíme z leteckých snímků fotografované řady a zjistíme přímocharost náletu, podélný a příčný překryt. Pak provedeme volbu vřicovacích bodů. Jejich rozmístění musí odpovídat požadavkům té metody, pro niž jsou určovány. Při tom dbáme



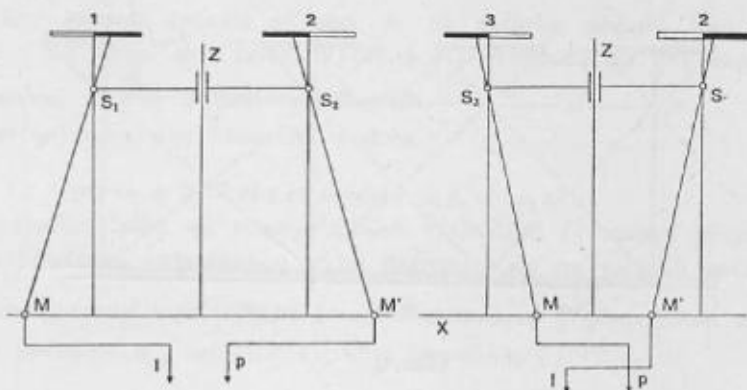
Obr. 4

toho, aby byly v trojném překrytu snímků a část jich i v příčném překrytu jednotlivých řad. Tím umožníme pevné svázání sousedních řad. Zvolené vřicovací body se na všech snímcích označí vpichem a očíslojí. Pro vyhodnocovatele se pak pořídí grafické schéma vřicovacích bodů, aby při práci žádný nevynechal (obr. 4).

2. Příprava k měření.

Před vlastní prací na přístroji je nutné provést pracovní justáž stroje. Dále se provedou obvyklé úkony, jako určení správné ohniskové délky opravou ohniskové vzdálenosti ze srážky filmu atd. Pak vložíme do levé ko-

mory snímek 1 a do pravé komory snímek 2. Nyní se provede velmi pečlivě relativní orientace stereoskopické dvojice pomocí hodnot φ_1 φ_2 (podélný sklon) κ_1 κ_2 (pootočení snímků) a ω_1 ω_2 (příčný sklon snímků). Po provedené vzájemné orientaci uvedeme model do měřítka a horizontujeme jej pomocí tří, geodeticky zaměřených bodů. Po ukončení těchto operací odečteme výšky všech vřícovacích bodů, které mají být zaměřeny, výšky připojovacích bodů (mohou být současně vřícovacími body), dále odečteme



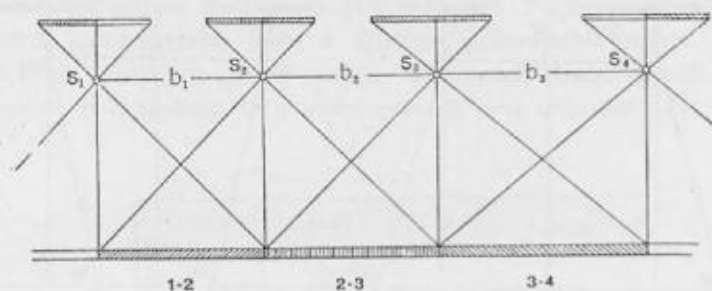
Obr. 5

na počítadlech stroje souřadnice všech triangulovaných bodů v osovém systému stroje a konečně všechny prvky vzájemné orientace na stupnicích stroje. Všechny tyto hodnoty zapíšeme do zápisníku vyhodnocování. Mimo to vypícháme všechny body na listě položeném na kreslicím stole stroje.

3. Připojení druhého modelu.

Z levé komory vyjmeme první snímek a vložíme snímek třetí. Nyní je třeba změnit základnu z vnitřní na vnější a upravit stereoskopické pozorování z normálního na zkřížené (obr. 5). Připojení snímku 3 se provede tak, že snímek dvě zůstane nehybný a všechny potřebné opravy se dějí pouze pohyby: by_3 , κ_3 , bz_3 , φ_3 , ω_3 (indexy označují pohyby na té komoře, v níž je uložen připojovaný snímek). Po takto provedené vzájemné orientaci následuje připojení získaného stereoskopického modelu na připojovací body, aby byl uveden do společného měřítka a správně horizontován. Provedeme tím způsobem, že nastavíme nadmořskou výšku středního připojovacího bodu na levé straně překrytu na výškovém kotouči přístroje a změnou základny přivedeme prostorovou značku v dotyk s terénem na tomto bodě. Pro upřesnění

práce užijeme ještě krajních bodů na levé straně překrytu, které umožňují pevnější připojení a zároveň kontrolují kvalitu orientace a snižují hromadění nahodilých chyb. Jsou-li výškové rozdíly (výška z prvního modelu — výška z druhého modelu) v přípustných mezích, mohou být opraveny malými změnami ω_3 . Jsou-li výškové rozdíly na krajních bodech stejné hodnoty, ale opačného znaménka, opravíme $d\omega_3$; jsou-li stejné hodnoty a stejného znaménka, opravíme $d\omega_3$ i $d\omega_3$. Vyskytne-li se případ, že výškové rozdíly jsou mimo přípustné meze, pak je nutno provést znovu vzájemnou orientaci



Obr. 6

dvojice. Aby bylo zajištěno, že nepřipustné výškové rozdíly nejsou způsobeny chybnou orientací předcházející stereoskopické dvojice, doporučuje se provést dvojí nezávislou orientaci, jejímž výsledkem jsou shodné hodnoty prvků vzájemné orientace, které nastavíme na stroji.

Po připojení druhého modelu k prvnímu modelu provedeme odečtení všech hodnot na stroji jako u prvního modelu, jejich zapsání do záznamu vyhodnocování a vypíchnutí všech bodů na list. Obdobným způsobem se pak připojují model třetí a všechny další. Tímto způsobem vyhodnotíme celou řadu snímků, až dojdeme k poslední stereoskopické dvojici, v níž máme zaměřeny opět dva body geodeticky (obr. 6). Na těchto bodech máme možnost srovnat souřadnice měřené se souřadnicemi získanými aerotriangulací. Vzniklý nesouhlas se odstraní vyrovnáním celé řady.

4. Vyrovnání

Nejprve se vyrovnají všechny triangulované body polohově a pak výškově. Polohové vyrovnání se může provádět několika způsoby: analyticky, graficky a opticky (fotografováním). Tento poslední způsob je nejjednodušší a dostatečně přesný. V našem případě nebylo třeba polohové vyrovnání

provádět, poněvadž odchylky na konci snímkových řad, které ostatně nebyly příliš velké, byly v přípustných mezích. Výškové vyrovnání bylo provedeno metodou Gruberovou. Těto metody bylo použito z těchto důvodů: poměrně rychlý výpočet na stroji, výpočty byly provedeny ve formuláři, možnost zmechanisování práce a zaškolení personálu. Jak se však prakticky ukázalo, není tento způsob vyrovnání právě nejpřesnější, poněvadž vychází z předpokladů, které nejsou v praxi vždy splněny. Pro nedostatek času nemohl být přezkoušen jiný způsob.

Použitý způsob vychází z toho, že na začátku pořadu jsou zaměřeny tři body a na konci dva body. Vyrovnání se rozpadá na dvě části:

- a) určení opravy z prohnutí modelu,
- b) určení opravy z kroucení modelu.

Ad a). Oprava z prohnutím modelu $\Delta h_1 = c_1 x^2$
 $x \dots$ vzdálenost bodu od triangulačního východiště (v našem případě je to těžiště trojúhelníku vytvořeného třemi danými body na začátku pořadu).

Známe-li rozdíl mezi výškou fotogrammetrickou a geodetickou u bodu M na konci pořadu Δh_M , můžeme vypočítat konstantu c_1 :

$$c_1 = \frac{\Delta h_M}{x_M^2}$$

Ad b). V našem případě byly na konci pořadu zaměřeny dva body $M_3 M_4$ a určeny výškové rozdíly Δh_{M_3} , Δh_{M_4} (obr. 2). Z rozdílů výškových chyb u bodů $M_3 M_4$ lze poznat kroucení pásu modelu kolem osy modelu, která prochází triangulačním východištěm. Příslušná oprava je

$$\Delta h_2 = c_2 x y,$$

kde x , y jsou vzdálenosti od triangulačního východiště.

Řešením rovnic

$$\Delta h_{M_1} = c_1 x_{M_1}^2 + c_2 x_{M_1} y_{M_1}$$

$$\Delta h_{M_2} = c_1 x_{M_2}^2 + c_2 x_{M_2} y_{M_2}$$

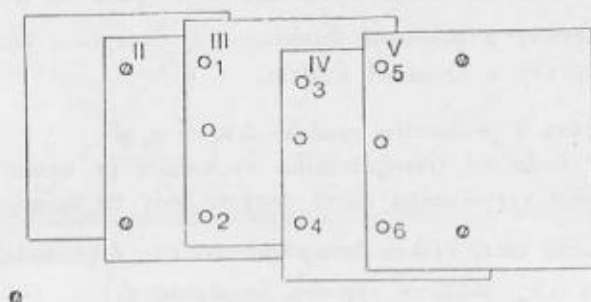
určíme konstanty c_1 a c_2 .

Pro každý triangulovaný bod byly odečteny souřadnice x , y , které byly vztaheny k triangulačnímu východišti ($x=0$, $y=0$). Výpočet oprav Δh_1 a Δh_2 lze provést na počítačím stroji.

Celková oprava:

$$\Delta h_v = \Delta h_1 + \Delta h_2.$$

V SSSR je nejvíce používáno grafického způsobu vyrovnání, Tento způsob vyrovnání však vyžaduje kromě dvou bodů na začátku řady, dvou bodů na konci řady a jednoho bodu uprostřed řady ještě několik bodů umístěných podél celého pásu. Za tím účelem jsou snímky fotografovány při použití radiového výškoměru a statoskopu. U nás by pro tento účel bylo možno využít husté sítě trigonometrických a pevných bodů, které by ovšem musely být identifikovatelné na snímcích (příp. signalisovány před fotografováním území). Při aeriatriangulaci by na nich byly odečítány fotogrammetrické výšky a jejich rozdíly vzhledem k výškám geodetickým by daly ucelenější obraz o deformaci modelu.

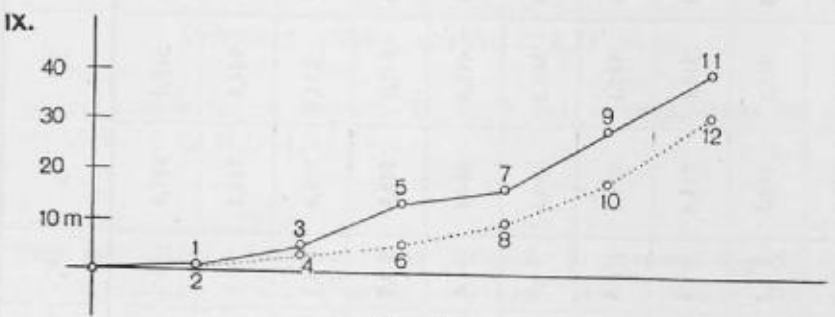
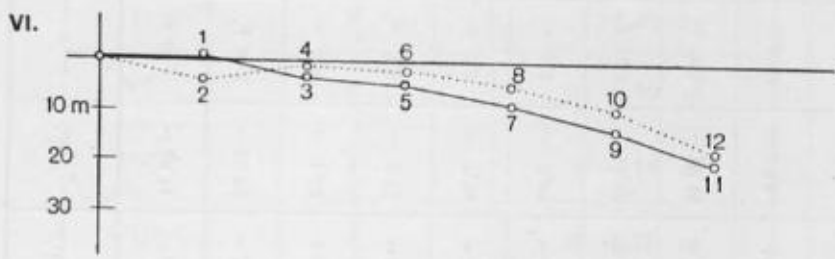
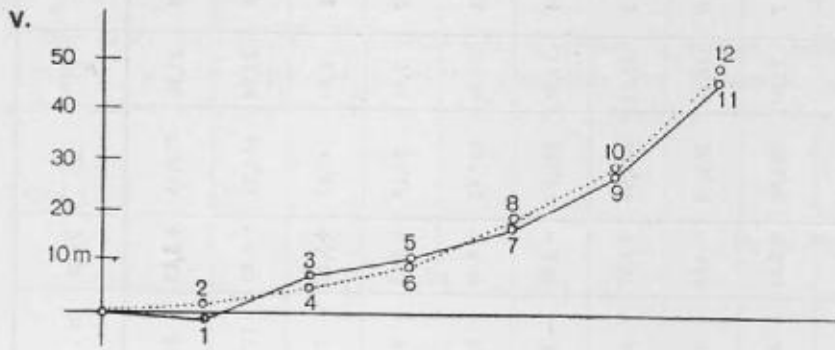


Obr. 7

Vlastní provedení zkoušek a jejich výsledky

Dány: Řady svislých leteckých snímků, pořízených komorou Zeiss 18×18 centimetrů, $f = 21$ cm. Podélný překryt průměrně 60%. Řady měly 4 až 8 snímků, t. j. 3 až 7 stereoskopických dvojic. Maximální délka triangulované řady činila asi 9 km, t. j. přibližně rozměr listu mapy 1:25 000. Měřítko snímků asi 1:18 000. Dále byly dány prostorové souřadnice vličovacích bodů, a to 2 až 4 na začátku řady, 2 na konci řady a u delších řad 1 bod uprostřed řady. Mimo to byly známy prostorové souřadnice všech potřebných vličovacích bodů, které měly být triangulovány. Tím bylo umožněno provést kontrolu práce. K dispozici byl stereoplanigraf Zeiss C5 a autograf Wild A5.

Práci na přístrojích prováděli zkušební vyhodnocovatelé ve svých obvyklých směnách. Během zkoušek však bylo zjištěno, že normální pracovní doba u přístrojů abnormálně namáhá vyhodnocovatele. Bylo to způsobeno pravděpodobně tím, že vyhodnocovatel stále prováděl orientace stereoskopických dvojic, čili značnou část pracovní doby hleděl na neurovnané dvojice a tím silně namáhal svůj zrak. Proto byly pro tuto práci zavedeny dvě směny po 8 ho-



Obr. 8

Tabulka vyrovnání jedné řady.

Rada V.

$$c_1 = -0,039217,$$

$$c_2 = \pm 0,018594$$

Bod č.	x _{km} +	x ²	y _{km}	x · y	h'	ε' _h	Δh _{1/m}	Δh _{2/m}	Δh ₀	h ₀	h	ε _h	ε · ε
9	27,50	756,25	+3,15	+86,36	545,5	+28,1	-29,71	-1,60	-28,11	517,4	517,4	0	0
10	25,74	662,55	-6,83	-175,80	573,5	+29,3	-26,03	-3,27	-29,30	544,2	544,2	0	0
1	6,92	47,87	+5,10	+35,29	525,5	-1,3	-1,88	+0,66	-1,22	524,3	526,8	+2,5	6,25
2	7,36	54,17	-4,52	-33,27	550,7	+1,9	-2,13	-0,62	-2,75	547,9	548,8	+0,9	0,81
3	13,69	187,42	+4,42	+60,51	491,2	+7,2	-7,36	+1,12	-6,24	485,0	484,0	-1,0	1,00
4	12,31	151,51	-4,96	-61,06	516,3	+6,2	-5,95	-1,14	-7,09	509,2	510,1	+0,9	0,81
5	16,81	282,58	+3,97	+66,74	495,0	+10,4	-11,10	+1,24	-9,86	485,1	484,6	-0,5	0,25
6	16,24	263,74	-4,68	-76,00	523,3	+9,9	-10,36	-1,41	-11,77	511,6	513,4	+1,8	3,24
7	22,47	504,90	+3,01	+67,63	505,7	+17,4	-19,84	+1,26	-18,58	487,1	488,3	+1,2	1,44
8	20,08	403,21	-5,40	-108,43	544,7	+17,9	-15,84	-2,02	-17,86	526,8	526,8	0	0

dinách vždy se dvěma vyhodnocovateli. Vyrovnání pak prováděl jeden důstojník.

Postup práce byl uveden v předcházející kapitole. V tomto článku nejsou uvedeny všechny výpočetní tabulky vyrovnání. Pro informaci je uveden graf průběhu triangulovaných řad (obr. 7, 8) a tabulka vyrovnání jedné řady.

Viz tabulku na str. 190:

$$(\varepsilon \cdot \varepsilon) = 13,84$$

$$m_s = \pm \sqrt{\frac{13,84}{10}} = \pm 1,2 \text{ m}$$

Výsledky vyrovnání triangulovaných řad na autografu Wild A5.

Řada	Počet snímků	Střední chyba
V	6	$\pm 1,20 \text{ m}$
VI	8	$\pm 0,99 \text{ m}$
VII	4	$\pm 0,54 \text{ m}$
VIII	4	$\pm 1,71 \text{ m}$
IX	7	$\pm 1,22 \text{ m}$
X	8	$\pm 1,77 \text{ m}$

Průměrná střední chyba: $\pm 1,24 \text{ m}$.

V těchto řadách nejsou uvedeny ty, které byly triangulovány na stereo-planigrafu Zeiss, t. j. řady I až IV.

Z á v ě r

Během provádění triangulace bylo zjištěno, že stereoplanigrafy nebyly opticky a mechanicky úplně správně justovány, takže výsledky nebyly vyhovující. Proto byly další zkoušky prováděny pouze na autografu Wild A5. V naší práci také nejsou výsledky aerotriangulace na planigrafu zahrnuty.

Rovněž tak nejsou uvedeny výsledky aerotriangulace snímků měřítka 1:25 000, které rovněž nebyly vyhovující.

Několik řad provedených aerotriangulací nemůže být naprosto správným ukazatelem přesnosti této metody. Dá se očekávat, že jejím použitím v širším měřítku se získá jednak praxe (vyhodnocovatelé) a hlavně se získají zkušenosti, které umožní výsledky ještě upřesnit.

Dosažené výsledky však ukazují, že se této metody dá s dostatečnou přesností použít právě v těžkém, horském a zalesněném terénu.

Byla zkoušena i menší měřítka snímků (až 1:25 000) a bylo zjištěno, že pro mapování 1:25 000 je vhodné použití snímků měřítka 1:18 000 až 1:20 000, které zabezpečí dostatečnou přesnost triangulovaných bodů.

Zkoušky nemohly být provedeny v širším měřítku pro naléhavé výrobní úkoly strojů.

V budoucnu však bude nutné provést aerotriangulace znovu a použít již získaných zkušeností vlastních i zkušeností sovětské fotogrammetrie. Zejména bude nutné vyzkoušet další způsoby vyrovnání a pro praxi zvolit ten, který bude nejlépe vyhovovat časově, po stránce přesnosti a jednoduchosti. Dále bude nutno věnovat pozornost organizaci práce.

Závěrem lze říci: Provádění aerotriangulace možno doporučit tam, kde je těžký terén nebo řídká triangulační síť, kde by měření v poli bylo obtížné. V našem normálním terénu, kde je trigonometrická síť rozvinuta až do 5. řádu zůstává měření vřícovacích bodů v poli dosud nejvhodnějším způsobem.

Použité prameny: Skiridov, Stereofotogrammetria.

Vyvolávací a zahlubovací roztoky při vyhotovení ofsetových tiskových desek

Podle technických informací
Všesvazového vědecko-výzkumného institutu polygrafického průmyslu SSSR

Při vyhotovení ofsetových tiskových desek pozitivním způsobem kopírování má velký význam charakter použitých vyvolávacích a zahlubovacích roztoků.

Vrstva chromovaného koloidu se utvrzuje účinkem světla. Koloid (arabská klovatina, sibiřská pryskyřice) se vyznačuje schopností přijímat vodu, proto i utvrzená vrstva koloidu obsahuje značné množství vody. To ulehčuje rozpouštění vrstvy při vyvolávání a napomáhá odstranění utvrzené vrstvy koloidu.

Proto je při vyvolávání nutné použít vyvolávacího roztoku, který je složen z takových látek, které jednak způsobují nabobtnání i rozpouštění koloidu na místech kresby, jednak překážejí bobtnání utvrzené vrstvy koloidu na místech, kde není kresba.

Doposud se k vyvolávání používalo vodného roztoku chloridu vápenatého a kyseliny mléčné. Použití tohoto vyvolávacího roztoku nezaručuje normalizační vyvolávacího procesu. Kyselina mléčná, která urychluje bobtnání ne-utvrzené vrstvy, je podle svého složení produkt značně nestandardní, poně- vadž obvykle představuje vodný roztok kyseliny mléčné a jejích anhydridů. Velmi často obsahuje vedlejší organické i minerální kyseliny: octovou i má- selnou, sírovou i solnou.

Přítomnost organických a zvláště minerálních kyselin nedovoluje přesně určit obsah kyseliny mléčné. Změny teploty způsobují přechod kyseliny mléčné v laktáty a laktony, což ve vyšším stupni snižuje její aktivnost jakožto vyvolávacího činitele. Proto jsou často nedostatky kopírovacího procesu (ne- stálost, špatná odolnost tisknoucích prvků, bobtnání vrstvy mimo kresbu) způ- sobeny nestandardností vyvolávacího roztoku.

Charakter vyvolávacího roztoku má vliv na stupeň odstranění utvrzených míst a tedy i na velikost tisknoucích prvků. Vysoký obsah mléčné kyseliny ve vyvolávacím roztoku může dosáhnout přesného gradačního předání kresby, ovšem na druhé straně může způsobit bobtnání a rozpouštění vrstvy na netisknoucích místech kresby. To zavíná jednak nedostatečnou odolnost prázd- ných míst desky, t. zv. šumr, jednak nedostatečnou odolnost tisknoucích prvků.

Bobtnání utvrzené vrstvy se zvyšuje v tom případě, když vyvolávací roztok obsahuje kromě kyseliny mléčné i kyseliny minerální.

Všechny tyto nedostatky kyseliny mléčné si vynutily sestavení nového vyvolávacího roztoku. Hydrofilní koloidy bobtnají a rozpouštějí se nejrychleji účinkem rhodanidových solí. Roztok těchto solí v ethylalkoholu nebo glycerinu silně zpomaluje bobtnání utvrzené vrstvy, ale nezabraňuje rozpouštění neutvrzeného koloidu na tisknoucích místech. Je stanovena optimální koncentrace rhodanidu amonného, při níž rozpouštění neutvrzené vrstvy skončí v době 4 až 5 minut.

Roztok se skládá z glycerinu a vodného roztoku rhodanidu amonného.

Roztok pro vyvolávání zinkové desky:

glycerin (spec. váha 1,20)	700 ccm
zásobní roztok rhodanidu amonného .	300 ccm

Spec. váha tohoto roztoku 1,16.

Zásobní roztok rhodanidu amonného:

rhodanid amonný	300 g
voda	700 ccm

Příprava roztoku:

Přidáním vody do glycerinu se dosáhne spec. váhy 1,20. Odděleně se připraví roztok rhodanidu amonného rozpuštěním 300 gramů rhodanidu amonného v 700 ccm vody. Pro zinkové desky se do 700 cm glycerinu (specifická váha 1,20) přidá 300 ccm roztoku rhodanidu amonného a důkladně se rozmíchá. Specifická váha hotového roztoku má být rovna 1,16.

Je zjištěno, že při použití vývojky složené z rhodanidu amonného se dosáhne pravidelného gradačního předání kresby s nepatrným zvýšením kontrastu. Nepatrné zvýšení kontrastu při zachování pravidelné gradace možno pokládat za kladný faktor, neboť pro ofsetový způsob je charakteristické snížení kontrastu při tisku.

Při práci s vyvolávacím roztokem, založeným na kyselině mléčné, dochází k určitému zmenšení rozměrů tisknoucích prvků a snížení kontrastu ve srovnání s pozitivem.

Cílem zahloubení tisknoucích prvků je odstranění vrstvy koloidu, která zůstane na desce po vyvolání. Pro zvýšení stabilitnosti tisknoucích prvků je nutné narušit spojení koloidu s povrchem desky.

Praktická zkouška roztoků používaných k zahloubení ukázala, že při zpracování pozitivní kopie dochází vlivem chemického leptání kovu k určitému zahloubení tisknoucích prvků ve srovnání s prázdnými místy desky. Velikost zahloubení závisí na složení zahlubovacího roztoku a na době zpracování; pohybuje se prakticky v rozsahu od 2 do 4 mikronů. Při zpracování kopií roztokem chloridu vápenatého a kyseliny mléčné je velikost zahloubení rovna 1 až 2 mikronům.

Velikost zahloubení prakticky nezávisí na rozměru tisknoucích prvků.

Srovnání výsledků, dosažených při použití různých zahlubujících roztoků, ukazuje, že nejlepší výsledky dávají roztoky solí rhodanidových.

Roztok pro zahloubení:

glycerin (spec. váha 1,22)	500 ccm
zásobní roztok rhodanidu amonného .	500 ccm
Specifická váha hotového roztoku	1,17 až 1,18.

Zásobní roztok rhodanidu amonného:

rhodanid amonný	500 g
voda	500 ccm

Příprava roztoku:

- Přidáním vody dosáhnout specifické váhy glycerinu 1,22;
- odděleně připravit roztok rhodanidu amonného rozpuštěním 500 g rhodanidu amonného v 500 ccm vody;
- na 500 ccm glycerinu (spec. váha 1,22) přidat 500 ccm roztoku rhodanidu amonného a pečlivě promíchat.

Použití vývojek a zahlubovacích roztoků, složených ze solí rhodanidu amonného, přispěje k normalisaci kopírovacích procesů a zvýší odolnost tisknoucích prvků. Tím budou odstraněny závady, které se dnes v tisku map často vyskytují.

Znázornění terénu stínováním a praktické použití ve vojenských mapách

Způsoby, jimiž se snažil člověk vyřešit na mapě problém vertikálních vztahů, t. j. vyjádřit nerovnosti zemského povrchu, byly různé. Z historie kartografie víme, že znázornění situace se vyvíjelo ruku v ruce s technickým pokrokem, znázornění terénu však zůstávalo značně pozadu. Nerovnosti zemského povrchu se po staletí znázorňovaly obrázkově, schematicky, v podobě vln, kopců a pahorků libovolně řazených za sebou, vedle sebe nebo v pásmech. Těmito stranorysným nebo perspektivním značkám se dávala kresbou i potřebná plastika. Müllerova mapa Čech (1719), na svou dobu značně pokročilá, má vyjádřeny nerovnosti terénu ještě kopečkovou methodou.

Teprve koncem 18. století se objevují skoro současně dva nové způsoby znázornění terénu, a to vrstevnicemi a šrafami. Vrstevnice se stávají nejdokonalejším a nejpoužívanějším prostředkem k vyjádření vertikálních vztahů a jsou základem i pro další způsoby znázornění terénu. Lze o nich říci, že jsou dostačujícím podkladem k vyjádření výškopisu ve všech druzích map. Samotné vrstevnice však nepůsobí dost plasticky. Zejména u vojenských map je tento nedostatek tíživý, a proto souběžně se znázorněním terénu vrstevnicemi byly rozvíjeny jiné metody, zvýrazňující toto znázornění a dávající uživateli mapy rychlou a dobrou prostorovou představu o zobrazovaném území. Lehmannovo šrafování je vlastně první vědecky opodstatněnou methodou, která splňuje tento požadavek. Šrafa vyjadřuje svou polohou směr svahu, silou šrafy je dána jeho přibližná číselná hodnota. Záhy po objevu šrafování, předpokládajícího svislé osvětlení, rozpoutává se názorový spor, vlekoucí se po celé 19. století, v otázce šraf svahových a stínových, což bylo v přímé souvislosti s volbou směru předpokládaného osvětlení (svislého nebo šikmého). Posuzujeme-li oba druhy šrafování, zjistíme, že šrafy svahové jsou vědecky opodstatněné, naproti tomu šrafy stínové (švýcarský způsob) této zásadě nevyhovují.

Šrafování splnilo ve vývoji kartografie svoji historickou úlohu a ukázalo se jako způsob značně pomalý a nákladný, který vyžaduje mimořádně kvalifikovaných kresličů. Proto je přirozené, že se brzy jevila potřeba způsobů jednoduchých, rychlejších a při tom i plastických. Tyto požadavky splňuje stínování, které je podmíněno — tak jako šrafování — svislým nebo šikmým osvětlením.

Hlavní způsoby osvětlení:

Svislé osvětlení je způsobem vědecky opodstatněným a je posuzováno jako jasné a výstižné pro vyjádření svahových poměrů. K němu se vědci a techničtí pracovníci více přiklánějí. Jeho nedostatkem je, že není přirozené, neboť zemský relief je během dne převážně osvětlen šikmo.

Šikmé osvětlení není způsobem vědecky opodstatněným, ale výtvarným; je to předpoklad nejpriznivějšího způsobu plastického znázornění, je způsobem přirozeným, vyhovuje do jisté míry potřebám armády a turistiky. Někdy se tomuto způsobu vytýká, že není objektivní ve smyslu vyjádření hodnoty svahu. Výtku by bylo možno připustit jen tehdy, kdyby mapa neměla vrstevnice, což ve vojenských mapách neexistuje.

Privrženci šikmého osvětlení se později rozdělili na dva tábory, pokud jde o volbu směru osvětlení: buď od jihu nebo od severozápadu. Jižní osvětlení je obhajováno tím, že zemský relief je během dne převážně osvětlen s této strany. Severozápadní osvětlení propaguje zvláště Švýcar Dufour, který má na zřeteli polohu horstev své alpské země. Tohoto směru osvětlení je dnes převážně používáno.

Při šrafování se uplatňují oba způsoby osvětlení, svislé podle Lehmana a šikmé od severozápadu (švýcarské), kdy jsou šrafy na svazích přívrácných slabé a na odvrácených stínové, silné.

Při stínování se taktéž užívá obou směrů osvětlení — svislého a šikmého.

Stínováním nazýváme ten způsob znázornění terénu, při kterém terénní tvary a jejich svahy vyjadřujeme určitým stínem podle úhlu dopadu světla.

Stínování za předpokladu svislého osvětlení je v zásadě způsob Lehmanův jen s tím rozdílem, že k vyjádření poměrů svahů používáme místo pracných šraf tónu, dosaženého rozetřením vhodného kresličského materiálu (tuhy, křídly) nebo nánosu barvy (akvarelem) na ploše papíru, po případě na jiném materiálu. Posledního způsobu se poměrně málo používá, poněvadž k doplnění šikmého stínování plochých tvarů.

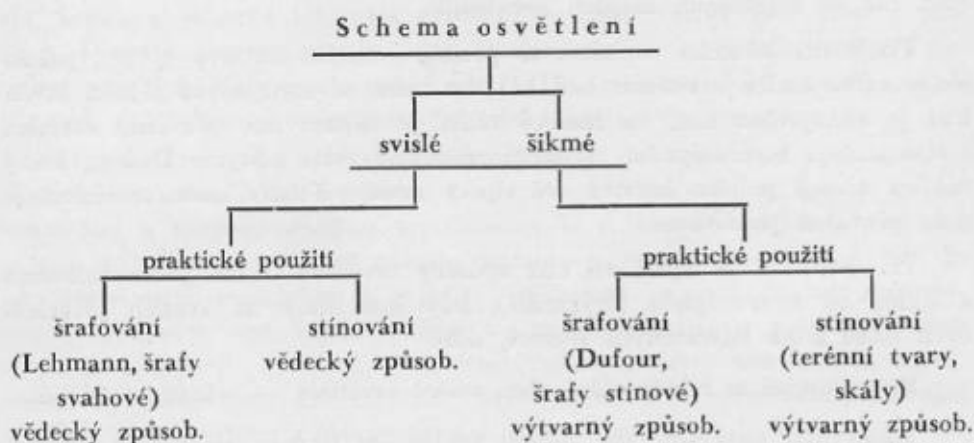
Stínování při šikmém osvětlení je v moderní kartografii velmi hojně používáno. Jak již bylo řečeno, je s hlediska vojenského a turistického velmi příznivé. Vyplývá to z požadavku, že voják se potřebuje rychle orientovat o výškách a hloubkách, o poloze hřbetů a údolí a o celkové členitosti terénu zobrazeného v mapě.

Máme-li nějaký předmět, těleso nebo terénní tvar plasticky věrně znázornit, musíme vystihnout světlo, vlastní stín a stín vržený. V kartografii

bereme v úvahu jen tvary osvětlené a ležící ve vlastním stínu. Vržený stín by se v mapě projevil jako rušivý prvek v tom smyslu, že by zastínil přílehlé terénní tvary a porušil by dobrou čitelnost mapy.

Šikmého osvětlení používáme nejen k znázornění běžných, půdou pokrytých terénních tvarů, ale také ke znázornění skal. I když se skály kreslí na podkladě vrstevnic, je ještě třeba skalní tvary vyjádřit uměleckou kresbou. Podrobnosti se vyjadřují čarami ve směru spádnic nebo horizontál, doplněnými znázorněním struktury, t. j. trhlin, rýh a rozvrstvení.

Stínování při šikmém osvětlení a kresba skal vyžaduje dobré představitelství a uměleckého citu.



Pokud jde o volbu směru v rovině, uplatňuje se hlavně osvětlení severozápadní nebo osvětlení takového směru, které určitému terénnímu tvaru nejlépe vyhovuje. U nás používáme osvětlení od severozápadu a jeho vhodnost je vysvětlována tím, že je při kresličské práci nejpříznivější, obvyklé a přímo instinktivně vyhledávané.

Některé terénní tvary však nebudou vhodně osvětleny, na př. podélné a svahové hřbety, ležící ve směru tohoto osvětlení. U nich je nutné použít dalšího doplňujícího osvětlení, v tomto případě severního (příloha 1).

Směrem severozápadním a doplňujícím k severu je dána poloha osvětlení v rovině vodorovné.

Obr. 1 ukazuje rozsah směru osvětlení od hlavního směru severozápadního k doplňujícímu směru severnímu. Rozsah 45° dává určitou volnost ve volbě směru osvětlení, čímž tento způsob nabývá výtvarného charakteru, který připouští určitá individuální nazírání.

Obr. 2a) podává osvětlení a stínování hřbetů položených v hlavních směrech světových stran. Na hřbetu jdoucím směrem severozápad-jihovýchod vidíme použití doplňujícího osvětlení od severu.

V obr. 2b je znázorněno osvětlení (stínování) úžlabí (tvarů vhloubených).

Směr osvětlení v prostoru je však dán ještě úhlem svislým (vertikálním) 45° . Na obr. 3 je zkonstruován tento úhel nad směrem ZS a S.

Za těchto předpokladů je třeba zjistit polohu terénního tvaru a svahu vzhledem k tomuto prostorovému osvětlení. Podle směru šikmého osvětlení se dá zjistit, jaký stupeň světelnosti bude příslušet každé nakloněné ploše. Je tudíž třeba především uvážit svahový úhel plochy a její vztah k dopadajícímu světelnému paprsku.

Na svazích přivrácených ke směru světla je svah 45° nejintenzivněji osvětlen, protože je k dopadajícímu paprsku kolmý. Svahy více nebo méně skloněné jsou pak osvětleny méně; jsou-li odkloněny o stejnou hodnotu od hlavního svahu, mají stejnou intenzitu osvětlení, jak je patrné z obr. 5. Problém určité dvojsmyslnosti se však vyskytuje málo, jelikož svahy přes 45° se vyskytují jen ojediněle.

U svahů odvrácených se tento problém neobjeví a intenzity osvětlení ubývá až k mezi plného stínu (viz obr. 5).

Vhloubené tvary, t. j. vodorovný zářez a vodorovná oblá prohbi, mají pak stíny na straně přivrácené (levé).

Po vysvětlení povšechných theoretických zásad je třeba se zabývat postupem zpracování. Podklad pro stínování tvoří dva důležité mapové prvky: vrstevnice a vodstvo.

Geomorfologie, věda pojednávající o tvarech povrchu zemského a vysvětlující jejich vznik, nás učí, jak důležitý je vliv vodstva na vytváření geomorfologických celků i jejich tvarů a detailů. S tohoto hlediska zákonitě souvislosti si uvědomujeme naprostou nutnost potřeby vodstva jako podkladové sítě naší práce. Vždyť vodstvo sledující svým tokem nejnižší místa v údolích, úžlabích a zářezech je kostrou, k níž se zemský relief přimyká, nebo kterou je přímo členěn.

Jako vrstevnic, tak i vodstva použijeme v tom rozsahu, jak je pro mapu daného měřítká zpracováno, tedy bez jakýchkoliv úprav.

Oba mapové prvky, t. j. vrstevnice a vodstvo, jsou vždy ve formě soutisku nebo kombinované modré kopie podkladem pro vypracování stínování.

Jako dobrá vedlejší pomůcka se uplatní barevná hypsometrie (barevné odlišení vrstev), která přispěje k celkovému přehledu o rozlohách tvarů, svahů a výškových poměrech zpracovávaného území.

Pracovní postup :

1. Především je nutné zhruba rozvrhnout na podkladu, ať v celém rozsahu mapy nebo po částech, světlo a stín, při čemž využíváme hlavních tvarových čar, t. j. hřbetnic a údolnic a dominantních bodů.

2. Další úkon spočívá v postupném propracování terénních podrobností vrcholových, svahových a úpatních; kresba na papíru se zpevňuje tužkou, křídou nebo akvarelem.

3. Nakonec se dělá konečná úprava s ohledem na členitost celého území se zvláštním zřetelem k dominujícím vrcholům a charakteristice terénu. V této fázi je třeba sladit osvětlení se sousedními listy, aby mapy po spojení tvořily ucelený a jednotný obraz terénu.

Způsoby zpracování :

Stínování terénu děláme buď na papíru, na astralonu, nebo na kovové desce.

1. Při zhotovení originálu stínování na papíru je podkladem pro kresbu kombinovaná modrá kopie vrstevnic a vodstva. Kreslicí papír se nalepí na kovovou desku (hliníkový nebo zinkový plech), nebo se užije korektostatu (papíru s kovovou folií). Modrá kopie se používá ze známých důvodů reprodukčních, aby podklad nebyl fotogenický. V případech použití modrého soutisku je třeba tisk odmastit, aby nechytal kresbu.

Vlastní kresba se provádí tužkou nebo křídou a roztírá třerkou. Nejlépe vyhovují třerky zhotovené z mleté bezové dužiny, dále z chorošů, nebo se musíme spokojit s třerkami papírovými. Aby se originál nerozmazal, zpevňuje se kresba běžným bezbarvým fixativem, nebo se v posledním stadiu dokresluje akvarelem, t. j. ředěnou čínskou tuší. Tušový tón se z kresby těžko odstraňuje; vyžaduje proto tento způsob zručného kresliče. Reprodukce originálu je dosti obtížná, neboť je k ní nutno užít autotypické sítky.

2. Při kresbě na průsvitné folii (astralonu) se používá jako podkladu kombinované modré kopie vrstevnic a vodstva. Zdrsněná folie dává pro reprodukci potřebnou zrnitost. Pracuje se tuhou, křídou a materiálem, který nejlépe k astralonu lne. Reprodukce je v tomto případě snadno proveditelná přímým průsvitem na tiskovou desku. (Originál musí být proveden stranově obráceně.)

3. Při kresbě na zinkové nebo hliníkové desce je nutné, aby deska byla dobře zrněna. Podkladem je kombinovaný obtah vrstevnic a vodstva. Kreslí se litografickou (mastnou) křídou. Tento způsob je nejkratší, vyžaduje však velkých zkušeností, jelikož se originál kreslí obráceně a provedenou kresbu

nelze odstranit ani opravit. Nevýhodou tohoto způsobu také je, že originál je tiskovou deskou, jejímž poškozením při tisku je prakticky zničen. Přenesením (přetištěním) kresby na jinou tiskovou desku, ztrácí na kvalitě, protože kresba zesílí. Lze říci, že první způsob je nejběžnější a nejlehčí, kresbu je možno na papíru opravovat, ale reprodukce je dosti pracná. Oba poslední způsoby jsou poměrně rychlé a reprodukčně lehce proveditelné, ale vyžadují zkušenějších pracovníků, kteří dovedou kreslit „à la prima“, t. j. tak, aby hotovou práci nebylo nutno opravovat a zlepšovat.

Časové zhodnocení:

Stínování vrstevnicové mapy při šikmém osvětlení se stalo pro svoji výraznost a poměrně rychlé zhotovení nejpoužívanějším a nejmodernějším způsobem znázornění terénu. Časové úspory plynoucí z této metody vyniknou nejlépe při srovnání se šrafováním; u tohoto způsobu bylo zapotřebí ke znázornění 3 až 5 cm² středně složitého terénu 6 až 8 hodin, t. j. přibližně jednoho dne.

Za touž dobu lze vystínovat stejně složitý terén na ploše 30 až 100 cm²; je tedy stínování 10krát až 20krát rychlejší. Ke zpracování originálu stínovaného terénu měřítko 1:50 000 plochy asi 37 × 36 cm je zapotřebí přibližně 200 pracovních hodin.

Proti stínování bývají někdy vznášeny námitky, že nevystihuje objektivně správně hodnoty svahů. Lze je vyvrátit tím, že nepoužíváme tohoto způsobu nikdy samostatně, nýbrž vždy ve spojení s vrstevnicemi, ze kterých se dají potřebné svahové a výškové údaje spolehlivě zjistit. Ve stínování je třeba spatřovat pomůcku, která zvýrazňuje členitost terénu a dává rovinné mapě žádoucí plastiku.

Terén má v mapě bezespornou důležitost a význam. Proto musí být také vytištěn barvami vhodných tónů a vhodné intensity. Obě hlavní složky mapy, situace a terén, musí být tak barevně vyváženy, aby jedna nepotlačovala druhou. Barva stínování terénu musí být transparentní, musí kreslit, nesmí však čitelnost mapy porušovat. Opačně by bylo vadou vytisknout terén tak slabě, že by ztrácel na výraznosti.

Praktické použití ve vojenských mapách:

V našem i v zahraničním kartografickém materiálu se setkáváme velmi často s mapami, které mají terén znázorněn jen vrstevnicemi a postrádají potřebné plastiky. Někdy je pro uživatele výhodné doplnit takovou mapu stínováním tužkou. Ujijeme k tomu tužky střední tvrdosti; vystínování úseku

mapy měřítka 1:200 000 trvá asi 25 minut (obr. 8). I když jde o rychlou úpravu, vidíme v porovnání s tímž úsekem znázorněným vrstevnicemi (obr. 8a) velký rozdíl a značný plastický efekt.

Adaptaci vrstevnicové mapy můžeme provést také akvarelem, což má tu výhodu, že akvarelový tón je transparentní a neporušuje čitelnost mapy

Adaptace vytištěné mapy ručním stínováním je nevýhodná proto, že pořizujeme jediný exemplář; výhodnější je zhotovit tuto adaptaci tak, aby se dala snadno reprodukovat a využít ve formě dotisku k úpravě libovolného počtu map. Tomuto účelu by nejlépe vyhovovala originální tužková kresba, zhotovená na zrněném astralonu, položeném na podkladu (výtisku vrstevnicové mapy) (obr. 8a). Ukázka kresby na zrněném astralonu je na obr. 10. Kopii na tiskovou desku nebo kovovou folii lze dělat přímým průsvitem.

Závěrem lze říci, že stínování za předpokladu šikmého osvětlení dává vrstevnicové mapě žádoucí plasticitu a čtenáři mapy dokonalou představu o nerovnostech terénu v mapě zobrazených. S hlediska technického zpracování má tento způsob všechny výhody. Protože lze stínováním zlepšit i kartografické mapy měřítkem 1:25 000 počínajíc, je třeba, aby se s tímto způsobem seznámili příslušníci velitelského sboru a aby se o něj zajímaly i vojenské školy a učiliště. I pokusná cvičná kresba zhotovená tužkou na vrstevnicové mapě velmi prospěje poznání terénu a souvislosti jeho tvarů.

Ve sborníku: „Úspěchy sovětské geodesie a kartografie“ píše M. K. Kudrjavcev: „Sovětští lidé předpokládají, že topografické mapy jsou výtvořiny vědy a umění; proto naši kartografové neustále pracují na jejich zdokonalování.“ Také my se chceme touto zásadou řídit a pracovat ke zdokonalení našeho mapového díla. Zvýšení plastického účinku vrstevnicových map je krokem k jejich zlepšení a pomoci při jejich využití v praxi.



Kresba skal, ssutí a ledovců

Při posuzování různých mapových děl cizích států vidíme, že pro vyjádření skalnatého terénu je používáno odlišných způsobů kartografického znázornění. Nutno přiznat, že státy, jejichž území má mnoho horských oblastí, jako na př. Švýcarsko, Itálie nebo Rakousko, značně v tomto směru vynikly.

Československá kartografie převzala po první světové válce rakouský způsob znázornění skalnatého terénu, kterého bylo také používáno na všech našich původních mapách.

Vytvořením jednotné linie v tvorbě mapových děl všech lidově demokratických států podle sovětských vzorů převzala naše kartografie i způsob znázornění skalnatého terénu. Dosud se však vyskytují tendence kreslit skalní tvary podle našeho starého způsobu a proto je třeba seznámit se podrobněji s prováděním obou způsobů kresby.

Lze říci, že starý způsob převzatý z rakouského je po grafické stránce líbivý, je však velmi pracný, zdlouhavý a množstvím detailů ztěžuje přehlednost. Naopak, sovětský způsob je jednodušší, méně pracný a pro uživatele mapy čitelnější a názornější.

Postup při kresbě skal, ssutí a ledovců:

Skály jsou útvary bez zemité půdy a znázorňují se přiměřeně podle krajinného obrazu, z něhož musí být na první pohled patrný poměry rozčlenění zvětrání a schůdnosti. Púdorys úzkých a strmých skal se podle potřeby a měřítko zvětšuje a jejich počet se generalisuje. Není možno na př. zakreslit v Prachovských skalách tolik pískovcových věží v měřítku 1:50 000, jak je to možné v měřítku 1:25 000. Proto je třeba nejdříve si prohlédnout skalní tvary na leteckých snímcích stereoskopem a pak nakreslit kontury skal do podkladu.

Při kreslení skal se postupuje tak, že se nejdříve lehce vyznačí ostrou tužkou správný rozsah skalního tvaru, pak se naznačí horizontálními čarami charakteristické skalní zlomy, věže a komíny. Před prováděním kresby tuší je třeba si připravit kromě dobře utřené čínské tuše dvě kresličská pera. První pero se připraví na jemnou vlasovou kresbu, charakteristické kostry skalních tvarů (konstrukce), t. j. hlavních a postranních hřbetů, v jejichž průběhu se rovněž vyznačí tvarovými čarami stoupání, klesání, vrcholy a sedla.

Sovětský způsob konstrukce skalních tvarů se vyznačuje jednoduchostí. Hlavní hřbet je kreslen dvojitou čarou, tvarovými čarami je pak naznačeno stoupání a klesání hřbetu, sedla a vrcholy. Postranní hřbety nejsou prokresleny tvarovými čarami jako u starého způsobu, nýbrž pouze spádovou čarou vede-

nou od horní hranice hlavního hřbetu směrem do údolí na zastíněné i osvětlené straně, za předpokladu šikmého osvětlení terénu (obr. 1).

Starý způsob se liší od sovětského také v prokreslení postranních hřbetů tvarovými horizontálami pod dojmem kolmého osvětlení terénu (obr. 2).

Po vykreslení konstrukce se přistoupí k plastickému znázornění skalních tvarů, které se provádí druhým, tupě sbroušeným měkčím perem, vhodným pro kresbu tlustších tušových čar ve formě plošek. Tato kresba, má-li být správně a výstižně provedena, vyžaduje delší praxe a hlubšího studia skalních tvarů. Techniku kresby lze přirovnat k způsobu provádění dřevorytu.



Obr. 1.



Obr. 2.

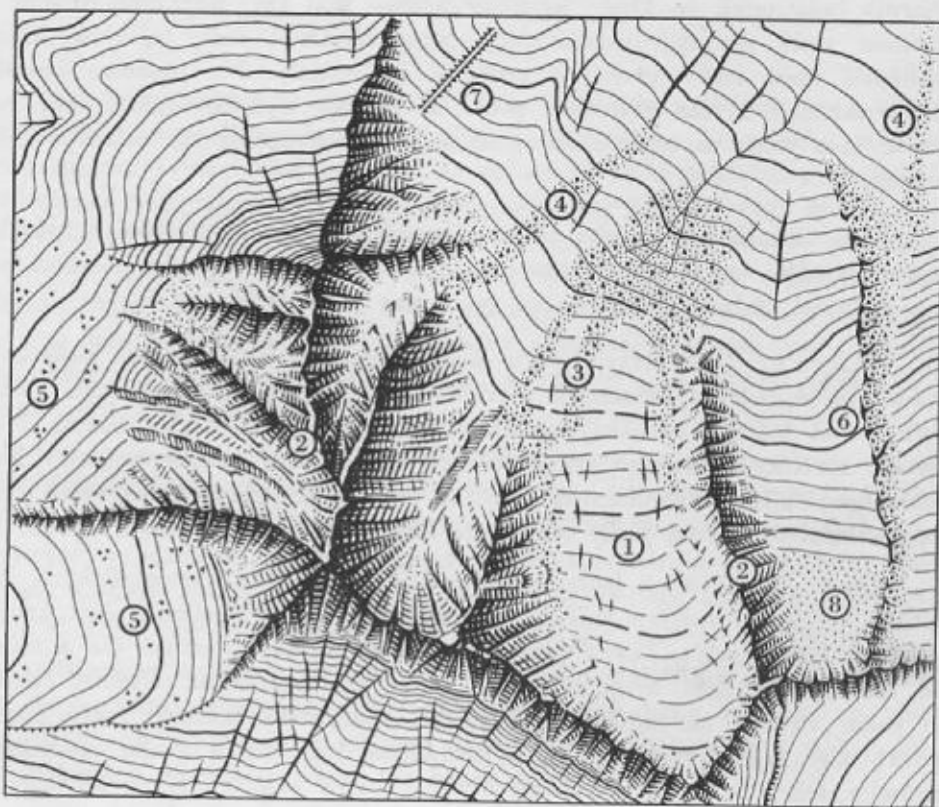


Obr. 3

Ukázka pískovcových skalních tvarů vyskytujících se v Českém ráji.

Podle sovětského způsobu se kresba provádí pod dojmem šikmého osvětlení od severozápadu, pod úhlem 45° . Zastíněná strana skalního hřbetu se zesiluje v jeho průběhu, sedla se vyhlubují a vrcholy se podkládají širšími ploškami, rovněž tak i vedlejší a postranní hřbety a na nich protispádové tvary. U horní hranice hřbetu se spádová čára zesílí a směrem do údolí se postupně zeslabuje, až na původní vlasovou čáru. Prázdné plošky mezi jednotlivými zesílenými spádovými čarami se tvarově (horizontálně) šrafuji na zastíněných stranách. Šrafy jsou rovněž kresleny u vrcholu hřbetu nebo vrcholů nejsilněji a postupně směrem k údolí se zeslabují a zkracují. Osvětlené boky skalních tvarů se nešrafují, provede se pouze kresba spádových čar jen částečně u horní hranice hřbetu zesílených a plochy mezi nimi se lehce prokreslí tenčími tvarovými šrafami, u vrcholů hustěji a postupně směrem k údolí řídkěji. Velké skalní zlomy a stěny se podloží silnější horizontální šrafou i na osvětlených partiích.

Při zpracování polního originálu je někdy třeba, aby topograf s vykreslenou konstrukcí zašel do terénu a ověřil si charakter skalních tvarů. Na průsvitce pak vyznačí doplňky skalních stěn a relativních výšek. Do vykreslené konstrukce potom přenesl doplňky z průsvitky a přikročil k vykreslení plastického znázornění.



Obr. 4.

1. Firnové pole (věčný sníh) a ledovcové trhliny.
2. Skály.
3. Morény.
4. Kamenné řeky.
5. Kamenná pole (celistvé plochy).
6. Skalní svázy.
7. Žebra.
8. Sněhová pole.

Starý způsob prostínování je proveden převážně se zřetelem na kolmé osvětlení. Konstrukce je vykreslena půdorysně podle skalních tvarů, prostínování je šrafováno spádnicovým systémem. U velkých skalních zlomů a bloků silně nakloněných je použito šrafování horizontálního, aby byl zesílen dojem mohutnosti.

Prostínování sovětským i našim starým způsobem vyžaduje, aby bylo i v nejkolmějších, tedy v nejtmařejších partiích „vzdušné“, protože musí být počítáno s fotografickým zmenšením a s tiskem. Je-li prostínování provedeno příliš hustě, kresba se při tisku slije a vytvoří tmavé nepěkné skvrny.

Ssutě jsou menší nebo větší plochy pokryté balvaný, které se znázorňují tečkami. Čím je svah příkřejší, tím větší se kreslí tečky. První (horní) řada teček se klade těsně ke kresbě skal tak, aby mezi skalou a kresbou ssutě nevznikl nepokreslený proužek. Další řada teček se klade šachovitě mezi tečky první, v průběhu horizontály. Na spodním obvodu ssutě navazuje kresba vrstevnic, proto se tečkuje v horizontálách, aby poslední řada teček navazovala ladně na vrstevnice a ucelila tak celkový obraz kresby.

Větší osamělé skály nebo balvany se zobrazují podle sovětského způsobu nepravidelnými trojúhelníčky. Morena se znázorňuje řadou nebo několika nepravidelnými řadami trojúhelníčků po celém jejím průběhu.

Ledovce jsou útvary trvale pokryté sněhem nebo ledem. Sovětským způsobem se ledovce znázorňují přerušovanými horizontálními čarami. Věčný sníh je od ledovců rozlišen protečkováním mezer mezi horizontálami. Nejnovější sovětský způsob zobrazuje ledovce vrstevnicemi přerušovanými v hustotě odpovídající vrstevnicím na ostatním terénu. Rozsedliny a ledovcové strže jsou zakresleny přesně podle půdorysu. Tisk je proveden modrou barvou.

Závěr: Z některých polních mapových originálů a kartografických originálů velkých i malých měřítek je patrné, že jejich autorům činí kresba skalních tvarů potíže. Skalní tvary jsou někdy vyjádřeny směsí čar a teček, ze kterých je velmi nesnadné určit jejich charakteristiku. Účelem článku je podat stručný návod, jak je třeba při znázornění skalních tvarů postupovat, aby jejich vyjádření bylo prováděno jednotně a podle sovětského způsobu. Obr. č. 3 a 4 znázorňují ukázkou kresby skalních tvarů provedenou sovětským způsobem.

Určení nadmořských výšek trigonometrických bodů v prostorech, kde při triangulaci nebylo výškově měřeno

Naše jednotná trigonometrická síť byla budována společnou prací bývalé Triangulační kanceláře ministerstva financí a bývalého Vojenského zeměpisného ústavu. Triangulační kancelář až asi do r. 1930 neměřila a nepočítala nadmořské výšky trigonometrických bodů; tyto body byly určovány jen situačně. Pro vyhotovení katastrálních map takové řešení vyhovovalo, protože tyto mapy měly být podkladem jen pro vyměrování daní a dávek a zajištění držby. Teprve katastrální zákon z r. 1927 doplňuje funkci katastrálních map tím, že mají být „pomůckou“ pro kartografické a výškopisné práce, pro technické podnikání a j. Aby mohly být vhodnou pomůckou pro uvedené úkoly, bylo třeba měřit i výškově.

Odborník dnes těžko pochopí skutečnost, že v podrobné triangulaci nebyly měřeny výšky. Svědčí to o nepokrokovosti katastrální měřické služby, která byla cele zaměřena jen na zajištění vlastnictví. A přece katastrální mapy, doplněné, výškopisem, mohly prokázat velmi cenné služby technickému podnikání. Ostatně trvalo ještě dlouho, než civilní měřická služba začala měřit výškově v polygonových pořadech, ačkoli je to pro technika samozřejmé.

Důsledkem uvedené praxe je, že máme některá území s trigonometrickou sítí do V. řádu bez nadmořských výšek. Pro topografické mapování je třeba vykonat rychle a hospodárně výšková měření. Protože triangulační signály jsou již odstraněny, musíme se obejít bez nákladné signalisace.

V tomto článku uvedu geodetické metody, které jsou pro tyto práce vhodné, a výsledky zkušebních měření. Zkušební měření byla vykonána mezi trigonometrickými body, jejichž nadmořské výšky jsou dány vcelku přesně, takže zjištěné rozdíly můžeme považovat za chyby navrhovaných method.

Pro určení výšek trigonometrických bodů, které jsou dány svými rovinnými souřadnicemi a nejsou signalisovány, je možné použít těchto method:

- I. barometrického měření výšek (barometrické nivelace),
- II. trigonometrického měření výšek (trigonometrické nivelace),
- III. geometrické nivelace,

IV. tacheometrických výškových pořadů,

V. kombinace method I až IV.

V literatuře bylo již sice popsáno velmi rychlé elektronové měření výšek, pro které je však třeba složitých speciálních strojů, které nejsou v ČSR k dispozici.

I. Barometrické měření výšek

Vzdálenost trigonometrických bodů V. řádu je průměrně 2 km. I velmi pečlivé barometrické měření dává na tuto vzdálenost výškové rozdíly s chybou asi ± 2 m. Barometrická nivelace je vhodná na krátké vzdálenosti, kdy měření trvá krátkou dobu a můžeme předpokládat stálý tlak. Při určování nadmořských výšek trigonometrických bodů bychom chtěli vyjít z bodu výškově daného a po



Obr. 1.

měření tlaku na několika jiných bodech se buď vrátit stejnou cestou zpět nebo měření ukončit opět na výškově daném bodě. Časové rozpětí by bylo velmi značné a chyby ve výškových rozdílech by pravděpodobně dosáhly hodnoty několika metrů. Je tedy barometrická nivelace pro určení nadmořských výšek trigonometrických bodů nevhodná.

II. Trigonometrické měření výšek

Trigonometrické měření výšek je možno aplikovat (bez stavby signálů) jen v přehledném terénu tak, že signály nahradíme stojany geodetických strojů, na jejichž podložku přišroubujeme místo stroje 60 až 100 cm dlouhou tyč, v horní polovině natřenou černě, v dolní bíle (obr. 1). Pro jednu pracovní skupinu postačí dva takové stojany se signálky. Protože vodorovné vzdálenosti mezi trigo-

nometrickými body jsou dány (nebo je lze snadno vypočítat) měří se jen v ý š k o v é ú h l y. Měření je obdobné výškovému polygonovému pořadu. Je ovšem možné signalisovat takto více bodů a měřit výškové úhly stejně jako v triangulaci V. řádu. To však vyžaduje více času a více pracovníků.

Vzdálenost ze souřadnic je velmi přesná. Při výpočtu převýšení se násobí tangentou výškového úhlu, která je poměrně malá. Není tedy třeba ani signálu, ani stroje nad trigonometrickými nebo pevnými body přesně centrovat, ale stačí centrace s přesností 10 až 20 cm. Chyba takto určených převýšení nepřekročí ± 10 cm. Práce je poměrně rychlá, při čemž rychlost závisí na terénu a dopravních prostředcích.

O nepřímém trigonometrickém určení výškového rozdílu mezi dvěma trigonometrickými (pevnými) body z výškových měření vličovacích bodů bude pojednáno v bodě V.

III. Geometrická nivelace

Geometrická nivelace ze středu je nejpřesnější z výškových měření, ale vyžaduje nejvíce času. Při měření výškových rozdílů mezi trigonometrickými body není třeba zcela dodržovat zásady přesné nivelace. Je možno volit delší záměry, které nemusí být na stanovišti obě stejně dlouhé. Stroj musí být ovšem dokonale rektifikován. Délka záměr však závisí na terénu. Zkušební měření prokázala, že geometrická nivelace tam a zpět mezi dvěma trigonometrickými body V. řádu s převýšením 100 m vyžaduje čtyř pracovních hodin. Je tedy tato metoda obecně nevhodná. Výhodná je jen v rovinatém terénu, který umožňuje velmi dlouhé záměry. Jsou-li záměry 100 m dlouhé, trvá nivelace v jednom směru mezi dvěma trigonometrickými body V. řádu asi 40 minut s průměrnou chybou ± 4 až 5 cm.

IV. Tacheometrické výškové pořady

Pro určení převýšení v tacheometrických pořadech je třeba měřit úsek na lati a výškový úhel; u autoredukčních tacheometrů stačí měřit úsek na lati. Má-li být měření rychlé a hospodárné, je vhodnější s v í s l á l a t; měření s vodorovnou latí je těžkopádnější a zdlouhavější. Proto byly brány v úvahu tyto tři metody:

- a) tacheometrie podle Ing. Dr. Zúbka,
- b) měření autoredukčním tacheometrem Hammera-Fennela,
- c) měření na svislou lat konstantní délky.

a) Aplikace tacheometrie podle Ing. Dr. Zúbka

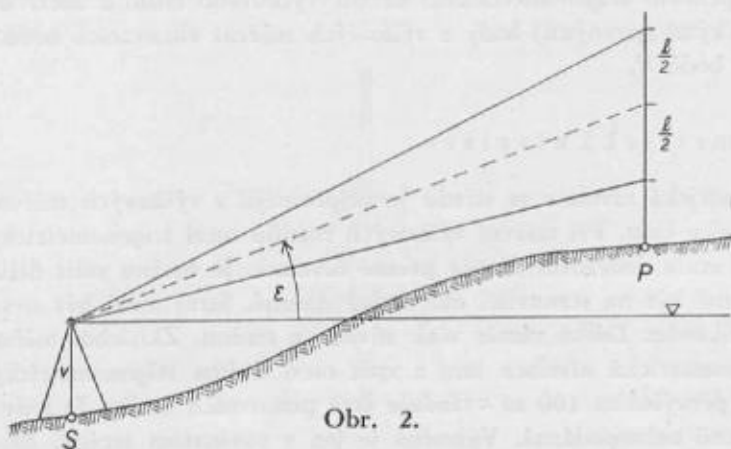
Výhodou této metody, při které se dolní nit nastavuje na 1 m na lati, je přímé čtení úseku na lati a rychlý výpočet převýšení.

Je-li V_s výška stanoviště stroje (bodu S), v výška stroje, l úsek na lati, konstanta stroje $k=100$ a výškový úhel ε , je výška bodu P rovna (viz obr. 2)

$$\begin{aligned} V_p &= V_s + v + \frac{1}{2} k l \sin 2\varepsilon - \frac{1}{2} - 1,00 = \\ &= V_s + v (50 \sin 2\varepsilon - 0,50) l - 1,00. \end{aligned}$$

Označíme-li výraz v závorce α , bude

$$V_p = V_s + v - 1,00 + \alpha \cdot l. \quad (1)$$



Obr. 2.

Hodnota veličiny α je závislá na jediné proměnné — na výškovém úhlu ε . K měření úhlu ε se najde příslušné α v „Tacheometrických tabulkách zjednodušené nitkové tacheometrie“, které vydal Ing. Dr. Zúbek.

Jde-li o měření výškového pořadu, na příklad podle obr. 3, bude podobně výška bodu P'

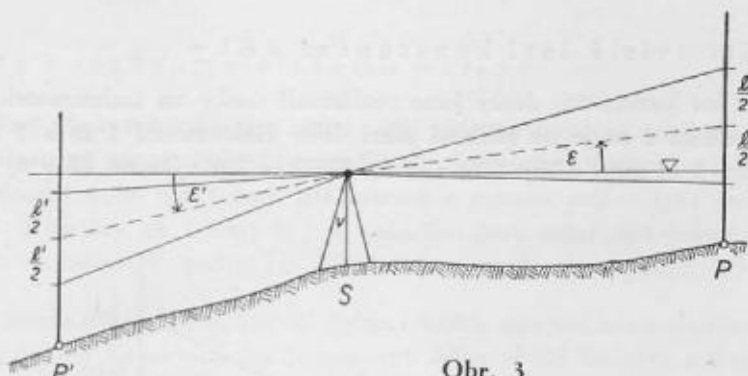
$$V_{p'} = V_s + v - 1,00 - \alpha' \cdot l'. \quad (2)$$

Výškový rozdíl ΔV bodů P', P dostaneme odečtením rovnic (1) a (2), při čemž se většina členů rovnic zruší:

$$\Delta V = V_p - V_{p'} = \alpha \cdot l + \alpha' \cdot l'. \quad (3)$$

Postup je tedy tento: Měříme úseky na lati l a l' a výškové úhly ε , ε' . K argumentům ε a ε' najdeme v tabulkách koeficienty α a α' . Výškový rozdíl vypočteme podle rovnice (3).

Kontrolní měření: Pokud nastavujeme spodní nit při měření zpř. i vpřed na témže stanovišti na stejnou výšku lati, neprojeví se to nijak ve výpočtu převýšení bodů P a P' [viz vzorec (3)]. Pro kontrolu tedy nastavujeme dolní nit na příklad na 2 metry a čteme úseky na lati a výškové úhly. V nepřehledném terénu je možno na stanovišti měřit spodní nití na různé výšky latě. Rozdíl těchto záměrných výšek se algebraicky přičte k převýšení vypočtenému z úseků na lati.



Obr. 3

K měření lze použít každého stroje, který má rysky pro nitkovou tacheometrii s konstantou $k=100$, a obyčejných latí. Při zkušebních měřeních byla zjištěna systematická chyba ve vypočtených převýšeních, a to -15 cm na 1 km výškového pořadu. Průměrná délka záměr byla 112 m (terén byl značně svažité). Na jedno měření připadá tedy systematická chyba asi $-1,5$ cm. Tato celkem malá chyba se neprojeví a je zanedbatelná v tacheometrii, kde jde o výšku jednotlivých bodů (každý bod se měří samostatně). Ve výškových pořadech se chyby sčítají. Pokusy o jejich odstranění tím, že bylo použito tří různých strojů a různých latí nevedly ke kladnému výsledku. K zjištění příčin těchto systematických chyb by bylo třeba zvláštních pečlivých měření a rozborů.

Uvedená chyba je v mezích přesnosti požadované pro mapování v měřítku 1:5000. Protože však je to chyba systematická, narůstala by nebezpečně při měření mezi několika trigonometrickými body a tedy pro výpočet nadmořských výšek bodů bychom museli měřená převýšení opravovat o vliv systematických chyb.

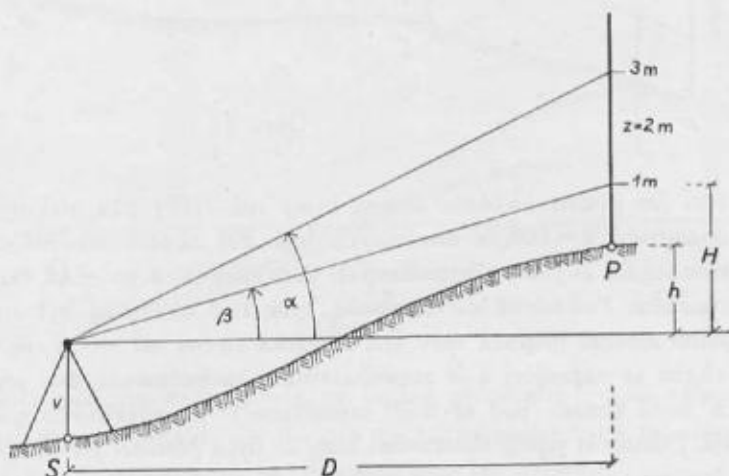
b) Měření autoredukčním tacheometrem Hammera-Fennela

Hammerův-Fennelův autoredukční tacheometr je diagramového typu. Jeho popis je v Ryšavého „Geodesii“, vydání 1952, na str. 537.

Jeho výhodou je to, že převýšení se vypočte velmi jednoduše násobením úseku na svislé lati (mezi čarami pro výškové rozdíly) konstantou 10 nebo 20 (viz cit. Ryšavý). Na VTA AZ je jediný stroj tohoto typu, starší konstrukce, který nelze již přesně rektifikovat. Střední chyba ve výškovém rozdílu byla ± 20 cm na 1 km výškového pořadu. Měření je pohodlné a rychlé, výpočet velmi jednoduchý. Dobře rektifikovaným strojem by se dosáhlo jistě přesnosti kolem ± 10 cm na 1 km výškového pořadu.

c) Použití svislé lati konstantní délky

Svislou lat konstantní délky jsme realizovali úseky na tacheometrické lati: konstantní délka 2 m je na příklad mezi dílky číslovanými 1 m a 3 m, konstantní délka 3 m mezi dílky 1 m a 4 m. Měří se jen výškové úhly α , β podle obr. 4.



Obr. 4.

Z obrázku:

$$z = D \cdot \operatorname{tg} \alpha - D \cdot \operatorname{tg} \beta,$$

Odtud

$$D = \frac{z}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta}$$

$$H = D \cdot \operatorname{tg} \beta = \frac{z}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta} \cdot \operatorname{tg} \beta.$$

Převýšení h bodu P nad horizontem stroje na stanovišti S je

$$h = H - 1 \text{ metr.}$$

Podle výsledku zkušebního měření je průměrná chyba 8 cm na 1 km výškového pořadu. Chyby měly nahodilý charakter.

V nepřehledném terénu lze měnit konstantní délku na lati; tato délka však nesmí příliš klesnout pod 2 m při záměrách asi 100 m.

Z á v ě r y k t a c h e o m e t r i c k é m u m ě ř e n í :

Pokud jde o hospodárnost práce, jsou všechny uvedené tacheometrické metody přibližně stejně časově náročné: při zkušebním měření vyžadoval pořad 1 km dlouhý dobu asi 1 hod. při měření v jednom směru (při měření „tam“ a „zpět“ 2 hodiny na 1 km), t. j. o polovinu času méně než geometrická nivelační. V tacheometrii podle Dr. Zúbka se projevil vliv systematických chyb.

Vhodnou methodou je měření dobře rektifikovanými autoredukčními tacheometry a měření na svíslou lať konstantní délky. Před běžným měřením v poli je však třeba překontrolovat stroje i latě několika měřeními mezi body, jejichž výšky jsou dány dostatečně přesně.

V. K o m b i n a c e r ů z n ý c h m e t h o d v ý š k o v é h o m ě ř e n í

Z předchozích odstavců je zřejmé, že určení výšek trigonometrických a pevných bodů s přesností ± 10 až 20 cm vyžaduje poměrně mnoho času. Vzhledem k různým terénním podmínkám nelze doporučit jednu methodu jako nejhospodárnější, ale je třeba volit methodu pro daný terén nejvhodnější.

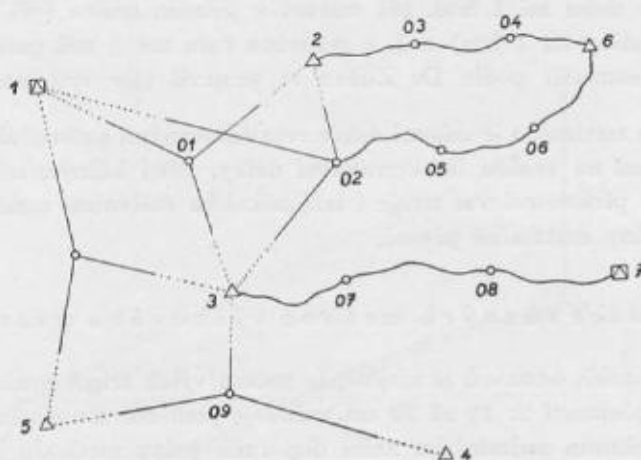
Za předpokladu, že v daném prostoru jsou měřeny vřícovací body, bude nejhospodárnější, budou-li výšky všech bodů (trigonometrických, pevných i vřícovacích) určeny z měření, která jsou nutná pro vřícovací body.

Vřícovací body jsou určovány protínáním nebo polygonovými pořady, při čemž se současně měří výškově. Z těchto měření, budou-li vhodně plánována, lze počítat výšky všech bodů (způsobem uvedeným dále v návrhu pracovního postupu). Zvláštní výškové měření je nehospodárné, protože by se poměrně často vyskytly případy, že mezi dvěma trigonometrickými body by byl měřen výškový pořad jednou pro určení výškového rozdílu a po druhé normální polygonový pořad pro určení souřadnic a výšek vřícovacích bodů. Při určování bodů protínáním by rovněž docházelo k častým duplicitám.

Navrhuji proto tento pracovní postup

1. Aby byla zajištěna kontrola výsledků, určit výšky těch trigonometrických a pevných bodů, které jsou blízko nivelačních pořadů, připojením na nivelaci. V přehledném terénu určit převýšení (výšky) dalších trigonometrických bodů trigonometrickým měřením výšek podle odstavce II.

2. Převýšení mezi trigonometrickými (pevnými) body určovat nepřímo z měření vřícovacích bodů. Na obrázku 5 jsou trigonometrické body, jejichž výšky jsou dány, označeny \square , body výškově určované — \triangle , body vřícovací — \circ . Schematicky jsou zakresleny záměry (pro jednoduchost jen tři) k určení vřícovacích bodů protínáním a vlnitou čarou polygonové pořady pro vřícovací body.



Přehledný terén.

Obr. 5.

Nepřehledný terén.

Z obrázku je zřejmé, že na příklad převýšení mezi trigonometrickými body 1 a 2 lze vypočítat z výškového měření na vřícovacím bodě 01 a pro kontrolu z výškového měření na vřícovacím bodě 02 vždy jako algebraický součet dvou převýšení. Podobně mezi dalšími trigonometrickými body. Převýšení mezi trigonometrickými body 2 a 6 je rovno součtu měřených převýšení v polygonovém pořadu pro určení vřícovacích bodů 03 a 04 atd.

V přehledném terénu bude zpravidla možno převýšení mezi jednotlivými trigonometrickými body určit několikrát. V polygonových pořadech se měří převýšení „tam“ a „zpět“ a je tedy kontrolováno. Takto získáme převýšení téměř mezi všemi trigonometrickými a pevnými body v daném prostoru. Tam, kde

by některé převýšení nebylo možno vypočítat, vykonáme zvláštní výškové měření. Tato převýšení vyrovnáme a z daných bodů vypočteme nejprve nadmořské výšky trigonometrických a pevných bodů a potom výšky všech vřicovacích bodů.

Z návrhu je zřejmé, že v terénu není třeba téměř žádných dalších měřických prací, kromě obvyklého měření vřicovacích bodů. Počtářské práce vzrostou jen velmi nepatrně, a to o součty převýšení a jejich vyrovnání, protože měřená převýšení se musí stejně počítat. Je však třeba, aby výškovému měření při určování vřicovacích bodů byla věnována zvláštní pozornost, aby nedocházelo k hrubým chybám.

Montáž na sklo

Montáž na sklo je dalším vývojovým stupněm ve snaze nejlépe a nejpresněji využít mapových děl dřívějších měření 1:5 000, 1:10 000, 1:20 000 a 1:25 000. Tento způsob montáže provádí VTOPÚ od poloviny roku 1954 a výsledkem jsou tak přesné modré kopie, že zhotovení konstrukčního listu v nich je vlastně jen obnovením toho konstrukčního listu, který byl zhotoven na skle pro montáž filmového diapositivu.

Výhody montáže na sklo proti montáži na astralon:

Astralon je materiál, který vlivem změny teploty a vlhkosti ovzduší částečně podléhá změnám v rozměrech. Praktickými zkouškami bylo zjištěno, že při rozměru 40 cm se za 14 dní srazil o 0,3 až 0,4 mm. To znamená, že se na úhlopříčně mapového listu 1:25 000, dlouhé přibližně 52 cm, sráží nejméně o 0,5 mm. Montáží, t. j. nalepením filmového diapositivu na astralon, se rozměry dále mění, a to nepravidelně, t. j. jinak se sráží nebo roztahuje polepená plocha listu a jinak se mění rozměry nepolepeného okraje.

Modrá kopie, zhotovená z takového montážního listu, má hned při svém pořízení odchylky v rozměrech rámových stran 0,4 až 0,7 mm, ale také až 1,0 mm.

Při montáži na sklo jsou tyto nedostatky vyloučeny. List nemění rozměry a modrá kopie z něho pořízená je vždy správná.

Další výhodou je nalepení filmu. Zatím co pro montáž na astralon je dobré lepidlo dosud problémem, vyhovuje při montáži na sklo obyčejný kopálový lak.

Důležitou výhodou je také, že jednoho skla lze použít pro montáž několika listů. Po zhotovení modré kopie se film sloupne, sklo umyje a může ho být znovu použito. To nebylo možné při montáži na astralon. Při tom cena listu astralonu a jedné skleněné desky jsou přibližně stejné.

Nevýhody montáže na sklo

Zhotovení konstrukčního listu na sklo je nepoměrně obtížnější než na astralon. Poloha bodů se vyznačuje hustou červenou barvou pomocí ztupeného bodce koordinátografu, na který se musí nanášet štětečkem. Řídká

barva se na matovém skle rozpíjí a hustá barva nesplývá s bodce centricky. To má za následek, že poloha bodů na skle je vyznačována méně přesně než na astralonu. Chyba nečiní však více než 0,1 mm. Vzhledem ke křehkosti skla je nutno pracovat při montáži velmi opatrně.

Celkem však výhody převažují nevýhody. Snadné zhotovení konstrukčního listu v modré kopii vynahradí potíže se zhotovením konstrukčního listu na sklo. Při tom byl vyřešen požadavek, aby modrá kopie svými rozměry vyhovovala jako kartografický originál.

Montážní práce

Montáž se provádí z filmových diapositivů map 1:5 000, 1:10 000 a 1:20 000, zmenšených do měřítka 1:25 000, a z diapositivů map 1:25 000, na ozrněnou skleněnou desku (případně plexisklo), na níž je koordinátografem vyznačen geodetický podklad z průvodního zápisníku, dále rohy listu, rám a na okraji rámu kilometrová síť. Aby se vyznačené body nepoškodily, lehce se přetírají kopálovým lakem.

Protože v prostorech dřívějších měření je hustá síť trigonometrických a pevných bodů, vyhovuje pro montáž nejlépe film se srážkou kolem 0,4 mm na 10 cm délky filmu.

Montáž listu začíná rozřezáním filmu podle rámu listu. Film se vlíčuje na trigonometrické body, které jsou nejbližší k rámové čáře, buď přímo na vyznačený červený bod značící polohu trigonometru (nemá-li film srážku), nebo podle srážky filmu na spojnici dvou trigonometrů z nichž každý je na opačné straně rámu listu, při čemž se srážka rozdělí mezi oba listy, do nichž film zasahuje. Pak se film pikýrkou na rámové čáře propíchně. Totéž se provede několikrát podél rámu. Přes tyto vpichy se film rozřízne. Tak se postupuje po všech čtyřech stranách listu, až je film připraven pro montáž celého listu.

U rohů listu se uříznou růžky filmu, aby na modré kopii jasně vyšel bod značící roh listu. Pak se přistoupí k vlastní montáži:

Od rohu a rámu se film rozřeže (podle jeho srážky) k nejbližším trigonometrickým bodům směrem dovnitř listu. Film se řeže nejprve ve směru jedné srážky a vzniklé pásy se pak rozřežou napříč. Řezy musí být účelné, přímé a ostré. Prostor na skle, kde má být takto připravený film nalepen, se natře kopálovým lakem (slabou, ale vláčnou vrstvou). Potom se nalepují jednotlivé kousky filmu přesně k rámu a na trigonometrické body. Čím více bodů list má, tím pracnější, zato však přesnější je montáž.

Zpravidla se nemontuje najednou větší plocha než 60 až 70 cm². Při větší (obvyčejně jednosměrné) srážce filmu, kdy je více malých kousků, montuje se ne větší plocha než 35 cm². Po nalepení se přiloží na film těžítka a pokračuje se v montáži. Pak se zjistí měřítkem vyhodnocovací lupy srážky k dalším trigonometrům. Film se rozřeže, namontuje a zatíží. Při tomto postupu musí být dbáno, aby nebyla rozřezána sídliště nebo trigonometrické body a aby situace a terén na okraji spár na sebe přesně navazovaly.

Stane-li se, že trigonometrický bod na diapositivu nesouhlasí s bodem na skle (což se zjistí podle nejbližších okolních trigonometrů), vrátí se list k přezkoušení správného vyznačení v koordinátografu. Je-li vynesena správně a přesto nesouhlasí s diapositivem, musí souřadnice přezkoušet počítařské oddělení. Nesouhlasí-li body ani potom, napíše se číslo bodu do průvodního archu, rubr. 8, na př.: „Trig. bod 75 (7604), nesouhlasí diapositiv s podkladem.“

Po ukončení montáže se list zatíží a nechá asi půl dne schnout. Před odevzdáním montážního listu revisorovi je třeba ještě list na rámu očistit od zbytků laku, zkontrolovat trigonometrické body a po případě provést příslušné opravy. Snáze se kontroluje, obrátí-li se skleněná deska nalepenou plochou k desce stolu, neboť matná plocha skla se po natření lakem stává průhlednou.

Pak se vyplní průvodní arch.

Kontroly montážních prací

A. Kontrola konstrukčního listu na skle (plexiskle)

Při této kontrole je třeba:

— Pečlivě změřit kovovým pravítkem s dělením na 0,2 mm všechny čtyři strany rámu a úhlopříčny listu. Zjistí-li se při porovnání s údaji v tabulkách větší odchylka než 0,1 mm, přezkouší se nejdříve správnost údajů v tabulkách. Jsou-li údaje správné, musí být list překontrolován v koordinátografu. Přezkoušení sleduje kontrolní orgán osobně. Odchylka 0,1 mm je při pořizování konstrukčního listu na sklo častým zjevem. Je způsobována tím — jak již bylo dříve uvedeno — že poloha bodu je vyznačována hustou červenou barvou, která vytvoří někdy místo kulatého bodu elipsu. S touto chybou se provádí další práce.

— Zkontrolovat úplné a správné vyznačení celého bodového podkladu z průvodního zápisníku a hlavně těch bodů, které jsou na okrajích mimo rám. Tyto body jsou zvláště významné proto, že umožní správné rozříznutí

filmu, zasahujícího do dvou sousedních listů a hlavně usnadní vličování modré kopie, která se potom zhotoví z montážního listu. Tyto body jsou na modré kopii dobře viditelné, zatím co body uvnitř listu, pokryté filmem, není často možno přesně určit. Usnadnění vličování spočívá v tom, že se vličuje na body nejvzdálenější, což je nejpřesnější.

Tuto kontrolu zapíše kontrolní orgán do průvodního archu.

— Zkontrolovat správné vytažení rámu, t. j. přesné spojení středů bodů, značících rohy listu. Na zrněném skle se tuš rozpíjí a proto se rám konstrukčního listu na skle výtahuje ostrou, tvrdší tužkou. Dále kontroluje revisní orgán popis rámu podle průvodního archu, a to: zeměpisné souřadnice rohů a správné očíslování kilometrové sítě. Je-li montáž provedena z diapositivů map 1:5 000, kontroluje se pravítkem a měřením správné vyznačení rohů těchto map.

— Zkontrolovat, zda jsou bodový podklad a rohy listu i kilometrová síť konservovány slabou vrstvou laku, aby se při montáži nerozmazaly.

Výsledek kontroly poznamená revisní orgán v průvodním archu a konstrukční list předá k provedení montáže.

B. Kontrola montážního listu:

Při této kontrole revisní orgán zjišťuje:

— Zda namontovaný film dosahuje přesně k rámu. Kontrolu provádí tak, že pomalu postupuje s lupou po rámu a pozoruje. Zjistí-li odchylku, vrátí list montážníkovi k opravě.

— Zda bodový podklad diapositivu přesně souhlasí s bodovým podkladem konstrukčního listu. Prochází při tom bod za bodem podle průvodního zápisníku. Přesné lícování zjistí tím, že situačně správný bod značky (na př. tečka v trojúhelníčku značky trigonometru atd.) vidí uprostřed červené tečky téhož bodu na konstrukčním listu. V případě, že na př. tečka v trojúhelníčku je stejně velká jako červená tečka na skle, zjistí revisní orgán správné vličování tím, že vidí vlastně jen černou (vrchní) tečku, která má však zvláštní lesk. Je-li trojúhelníček značící trigonometrický bod zalit celý černou barvou, musí kontrolní orgán obrátit sklo a zjistit, zda červená tečka je umístěna symetricky v trojúhelníčku.

Nemohl-li montážník vličovat přesně bod, ačkoli jiné body kolem lícuje, nechá vynesení bodu přezkoušet v koordinátografu. Je-li vynesení bodu správné, pokračuje v montáži a tuto okolnost poznamená v průvodním archu (jak

již bylo uvedeno). Kontrolní orgán požádá v takovém případě geodetický odbor o přezkoušení správnosti souřadnic. Jak zkušenost ukazuje, asi ve 40 až 50 % případů bývají souřadnice chybné a po jejich opravě lze i body správně namontovat. V ostatních případech musí topograf při revisi dřívějšího měření v poli zjistit skutečnou polohu bodu měřením.

— Zda výšky bodů geodetického podkladu souhlasí s výškami uvedenými na filmu. V případě rozporu upozorní geodetický odbor a výsledek jeho sdělení poznamená v průvodním zápisníku. Pak buď výšku opraví, nebo v poznámce uvede, že výška je správná. V tomto případě musí opět topograf uvést výšky v soulad buď v přípravě (po zjištění u příslušného ústavu) nebo při revisi dřívějšího měření v poli měřením.

— Šírku spár kontroluje podle Topo-IV-5 pod lupou 12krát zvětšující s dělením na 0,1 mm. Zjistí-li nepřipustnou šírku spáry, vrátí list montážníkovi k opravě.

— Zda namontovaný diapositiv je takové kvality, aby bylo možno zhotovit čistou a dobře čitelnou modrou kopii. Zjistí-li kontrolní orgán nedostatky diapositivu, dá slabé nebo potrhané vrstevnice, vody nebo kresbu situace na montážním listu obtáhnout černou tuší.

— Do průvodního archu poznamená provedení kontroly podpisem.

C. Kontrola modré kopie:

— Kontrolní orgán zjistí, zda modrá kopie má předepsané rozměry.

— Dále se zjistí, zda je modrá kopie dobře čitelná; zjistí-li se nedostatky, musí být opravena ostrou modrou pastelkou podle podkladu, z něhož byl diapositiv zhotoven (nemá-li ovšem podklad tytéž nedostatky, jako na př. staré fotokopie polních prací).

D. Kontrola modré kopie s vyznačeným bodovým podkladem:

Kontrola ad C byla provedena dříve než byla modrá kopie seřizena v koordinátografu k vyznačení konstrukčního listu. Kontrolou modré kopie kontrolní orgán zjišťuje:

— Zda byl rám správně a čitelně popsán. (Čísla km čar a zeměpisných souřadnic rohů je třeba psát nad tyto čáry, pod ně, po případě stranou, aby tiskař mohl potřebné údaje vtisknout, aniž tužkový popis musel před vtisknutím gumovat. Zvlášť pozorně si musí kontrolní orgán všimnout, zda jsou vytaženy i ty kilometrové čáry, které jsou blízko [10 až 20 m] rohů.)

— Zda byl list správně seřízen. Tuto kontrolu koná kontrolní orgán vlastně ještě před vyznačením geodetického podkladu v době, kdy pracovníci na koordinátografu ohlásili, že list je seřízen. Kontrolu provádí tak, že lupou na koordinátografu zjistí správnost vypíchnutí nejméně 4 bodů, ležících co nejbližší k rohům listu — vzhledem k modré kopii. Zjistí-li chybu, nechá vpichy těchto 4 bodů „zamáčnout“ a nařídí vyznačení nových podle jeho pokynu.

— Při kontrole modré kopie s vyznačeným bodovým podkladem zjišťuje dále, zda kilometrová síť uvnitř plochy listu byla červenými křížky vyznačena průběžně a zda křížky, značící průsečíky kilometrových čar jsou orientovány S—J.

— Dále zjišťuje, zda celý bodový podklad z průvodního zápisníku byl správně vyznačen a zda u vpichnutých bodů uvnitř listu byly připsány ostrou měkkou tužkou příslušné výšky. Zjištěné závady dá odstranit pracovníkům na koordinátografu. K bodům na rámu se připisují čísla bodů bez výšek.

— Potom kontroluje zhotovenou průsvitku výškových bodů přiložením na modrou kopii a bod za bodem podle čtverců kilometrové sítě kontroluje správné výšky a podle průvodního zápisníku čísla bodů. Současně kontroluje, zda bod je na průsvitce výškových bodů i na modré kopii znázorněn příslušnou značkou podle Topo-IV-4.

E. Kontrola průsvitky hranic na fotokopii:

Pro listy z prostorů dřívějších měření se průsvitka hranic zhotovuje na fotokopii. Pracovník, který ji pořizuje, používá „Přehledu územní organizace“ příslušného kraje a podle něho zjistí, která sídliště v listu jsou umístěna na okresní, krajské, zemské po příp. státní hranici a napíše tužkou v rámu listu název okresu, po případě i kraje, v nichž se list nachází. Potom vyhledá pozorně pomocí lupy průběh hranice a vykreslí ji červeně příslušnou značkou. Pak vytáhne červeně i názvy okresů po případě krajů v rámu. Názvosloví celého listu kontroluje pak podle úředního seznamu obcí a míst. Vyskytnou-li se odchylky, dá je zpracovateli opravit.

Provedení kontroly poznamená v průvodním archu.

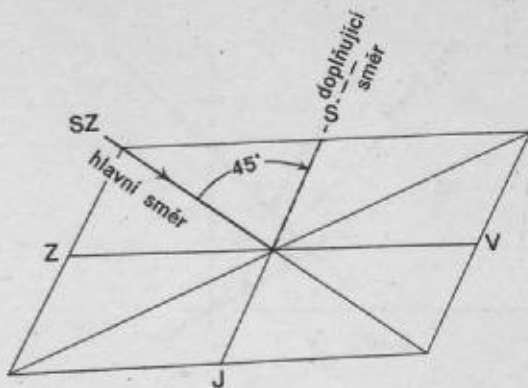
Uvedeným způsobem montáže na sklo bylo odstraněno mnoho nedostatků, zvláště odchylky v rozměrech, které se nyní nevyskytují. Na plexisklo je možno montovat jen v době, kdy nejsou značnější rozdíly mezi denní a noční teplotou, protože i přes svou tloušťku (0,8 mm) vykazuje plexisklo odchylky v rozměrech až 0,4 mm.

Vojenský topografický obzor. Vychází čtyřikrát do roka. Vydává MNO. Redakční rada: Ing. Dr. Jan Klíma (předseda), doc. Ing. Dr. Adolf Fíker, doc. Ing. Dr. Bedřich Chrástil, Vladimír Kop, Dr. Jiří Kousal, Pavel Pavlovský, Vladimír Slach, Ing. Tomáš Šesták, Ing. Dr. Bohuslav Šimák, Josef Vlastník, prof. Ing. Dr. Josef Vykutíl (členové). Redaktor Ing. Otakar Skoupý. Předplatné 4 Kčs ročně. Časopis si mohou předplácet jen vojenské osoby z povolání a žáci vojenských učilišť. Tiskne 1.VKÚ Praha. VC - 103509

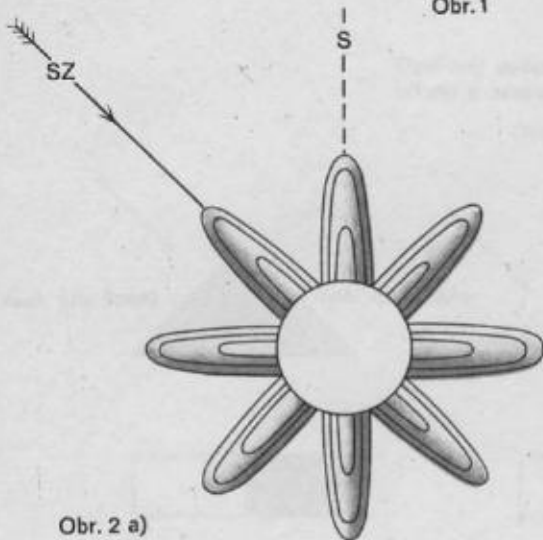
I. Výpočet prvků vzájemné orientace										Číslo dvojice	
dne		přístroj				provedl				760	761
		stereopantometr									
Bod	Měřené hodnoty		b'	64,7	$b_2 \cdot b_1 \cdot b'$	64,4	y'	60,0			
	čtení		b''	64,0	f	213,9	$2y'$	120,0			
5 36 37	37	34,37	$q_1=5,1$	+0,35	3438f	735000	A	6130			
1 01 02	04	34,02	$q_2=3,1$	+0,07	q_5-q_6	+0,28	B	51			
3 10 07	10	34,09	$q_3=6,2$	+0,31	q_5+q_6	+0,42	φ''	+27'			
6 30 30	32	34,31	$q_4=4,2$	+0,14	q_5+q_6	+0,45	φ'	+16'			
2 02 00	00	34,00			q_5-q_6	+0,17	$\Delta \varphi$	+11'			
4 15 14	13	34,14			[q]	+0,87	$\Delta \omega$	+45'			
								$\varphi'' = \frac{A}{b'_s} (q_5 - q_6)$	A = $\frac{3438f}{2y'}$		
								$\varphi' = \frac{A}{b'_s} (q_6 - q_4)$	B = $\frac{A}{2y'}$		
								$\Delta \omega = B [q]$	$\Delta \varphi = \varphi'' - \varphi'$		

II. Výpočet výšky letu											
Bod	souřadnice			Δ	Δ^2	číslo snímků	761	dne	provedl		
	y	x	z								
1 760,2	455 800	503 905	393,5	2877	827 71 29	S = $\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$			h = f · m		
2 762,3	458 677	501 612	376,7	2293	525 78 49	$m = \frac{S}{s}$			$h_s = h + \frac{z_1 + z_2}{2}$		
		$\frac{z_1 + z_2}{2} =$	385,1	$\Sigma =$	13 53 49 78	S	3679	f	213,86	h	3735
						s'	210,6	m	17 466	h_s	4120

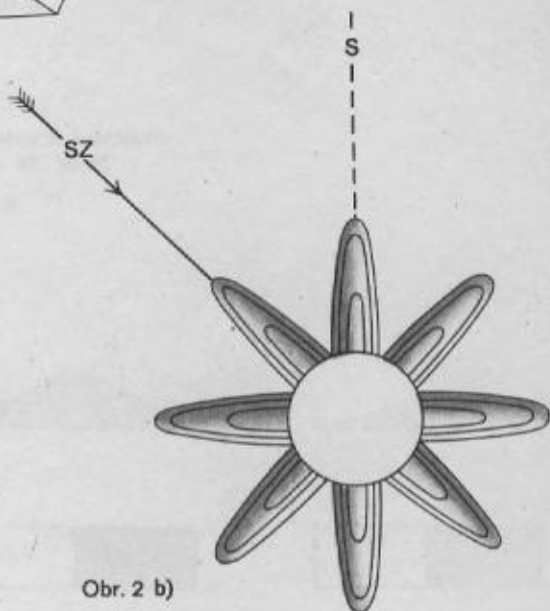
IV. Výpočet paralax pro horizontaly										číslo dvojice		dne	
h_2	3712	B'_n	63,7	f	213,86	Δz	-0,4	$\Delta p = \frac{b'_n \cdot \Delta h}{h_2 - \Delta h}$	Pro hornatě území oprava δp	$\Delta p + \delta p$	Rozdílly pro S horizontál	Rozdílly pro horizontaly	Čtení paral. šroubu
Výška základ. bodu Z_0 a horizontáliz	převýšení $\Delta h = z - Z_0$	b'_n	$h_2 - \Delta h$	vypočetné Δp	Δz	Δp	Δp	$\Delta p + \delta p$	$\delta p = -\frac{\Delta Z_n}{f} \Delta p$	provedl			
408,5			3712										63,30
350	-58,5		3770	-0,99								-0,08	62,31
355												9	39
360												8	48
365												9	56
370												8	65
375	-33,5		3745	-0,57								8	62,73
380												8	81
385												9	90
390												8	98
395												9	63,07
400	-8,5		3720	-0,15								8	63,15
405												9	24
410												8	32
415												9	41
420												8	49
425	+16,5		3695	+0,28								9	63,58
430												9	67
435												9	76
440												8	84
445												9	93
450	+41,5		3670	+0,72								-0,09	64,02



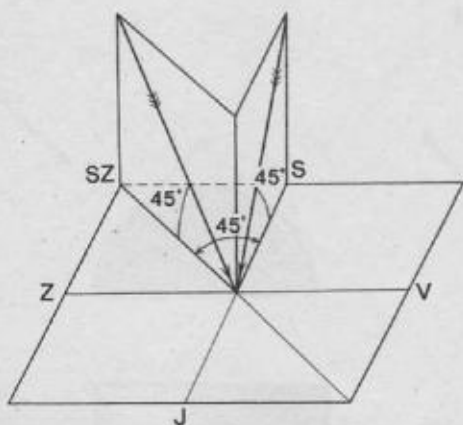
Obr. 1



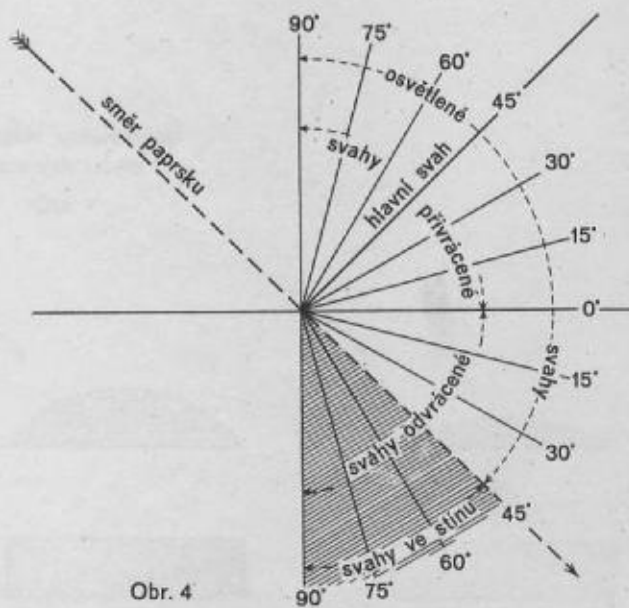
Obr. 2 a)



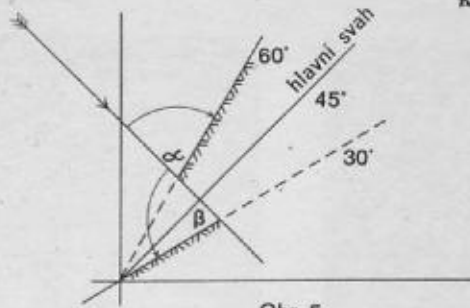
Obr. 2 b)



Obr. 3



Obr. 4

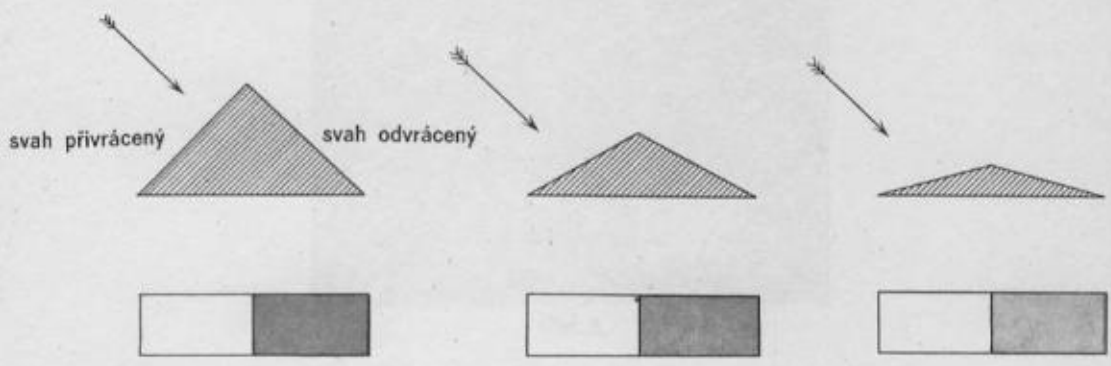


$\alpha = \beta$

Obr. 5

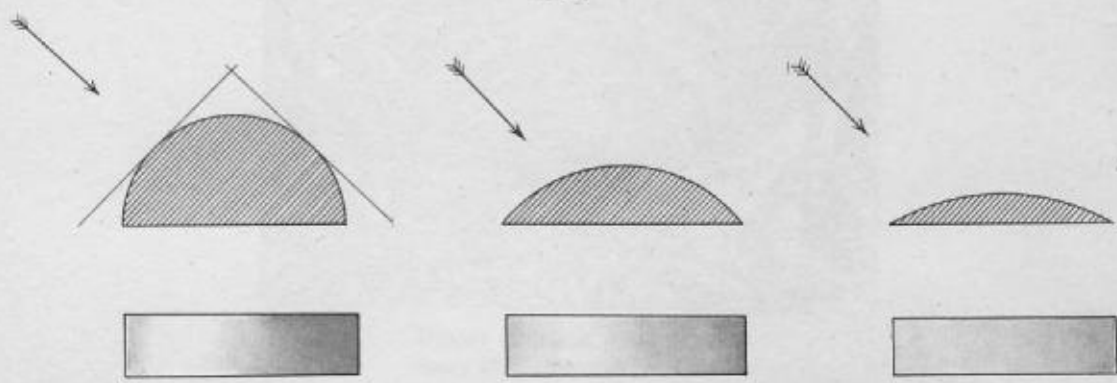
Osvětlení vodorovných hranatých
hřbetů o svazích 45° 30' 15'

Obr. 6



Osvětlení vodorovných
klenutých hřbetů

Obr. 7





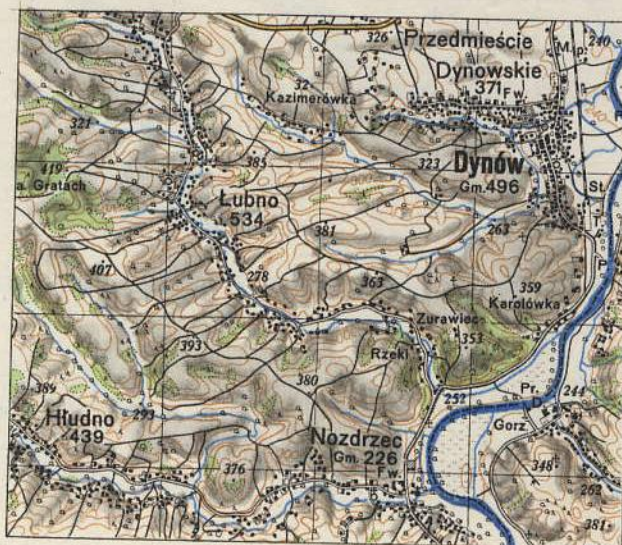
Obr. 8a)



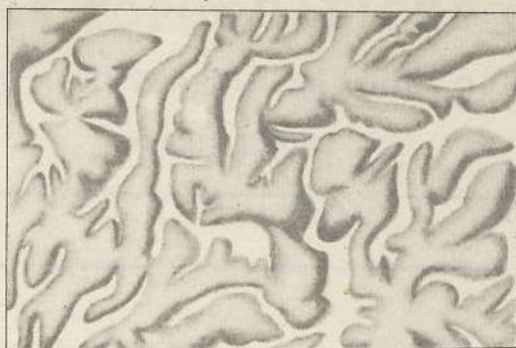
Obr. 8b)



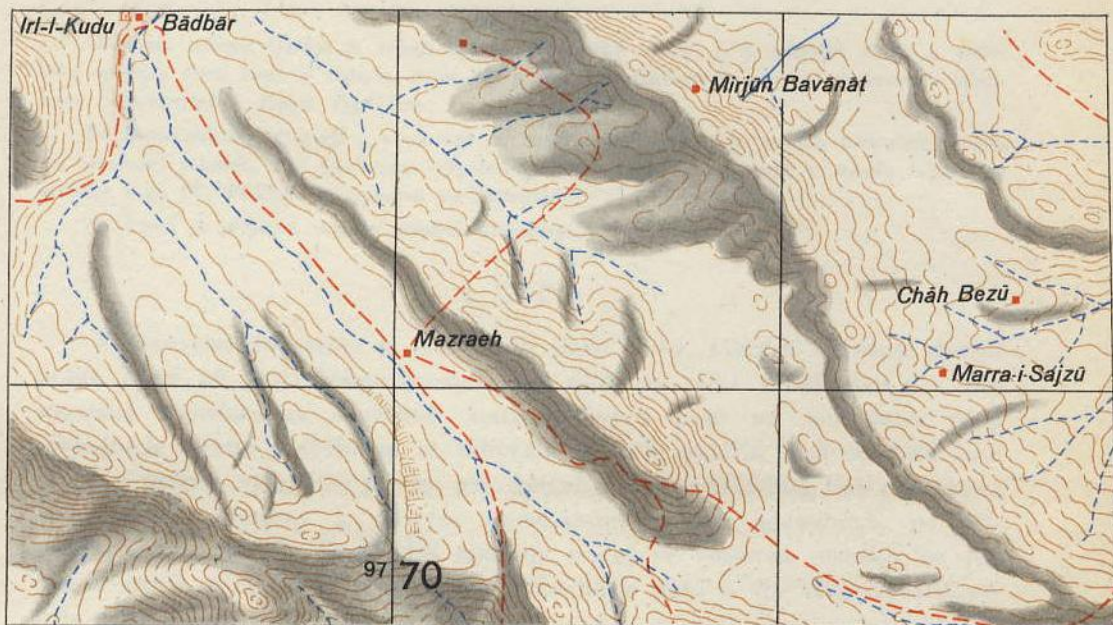
Obr. 9



Stínová adaptace vrstevnicové
mapy 1:100000



Obr. 10



Nepříznivá poloha hřbetů, vyžadující doplňujícího osvětlení od severu.