

# vojenský topografický obzor



vydává MNO

2

1964

## OBSAH

- Inž. podplukovník Václav Horník:** Eliminace konstantní složky systematické chyby v trilaterálních sítích zaměřených rádiovým dálkoměrem . . . . . 77  
*Recenzent inž. podplukovník CSc Vladimír Martinák*
- Tech. nadporučík Jan Leiner:** Rádiový dálkoměr OG-1 . . . . . 85  
*Recenzent inž. podplukovník CSc Vladimír Martinák*
- Inž. podplukovník CSc Vladimír Martinák:** Rozbor chyb při měření gyrotheodolity G1-B1 . . . . . 88  
*Recenzent inž. podplukovník Jaroslav Severa*
- Inž. major Jaroslav Prachař:** Astronomický univerzál Wild T4 a možnosti jeho použití pro geodetické zabezpečení vojsk . . . . . 92  
*Recenzent inž. Jan Fixel*
- Inž. major Ladislav Kebísek:** Zjednodušený výpočet astronomické orientace z měření na Polárku . . . 111  
*Recenzent inž. podplukovník Věnek Pavlica*
- Doc. CSc inž. Vladimír Krátký:** Současné problémy fotogrammetrického zhušťování . . . . . 115  
*Recenzent inž. podplukovník Bohumil Hanák*
- Tech. kapitán Dalibor Vondra:** Zkouška přesnosti stereokomparátoru Zeiss 1818 . . . . . 124  
*Recenzent Doc. CSc inž. Vladimír Krátký*
- Inž. podplukovník Karel Kosař:** Příspěvek k problematice mikrodokumentace topografických map . . . 130  
*Recenzent inž. Zdeněk Jelínek*
- Inž. major František Kučera:** Kartografické názvosloví v československých mapách . . . . . 136  
*Recenzent Doc. dr. Jaromír Janka*
- Dr. Olga Kudrnovská:** Metody určování střední výšky a jeho výsledky pro Československo . . . . . 151  
*Recenzent prof. inž. dr. Bohuslav Šimák*

Zprávy technické knihovny VZŮ

---

VOJENSKÝ TOPOGRAFICKÝ OBZOR. Vydává MNO. Řídí redakční rada. Doc. inž. dr. Jan Klíma (předseda), prof. inž. dr. Josef Vykutíl, inž. CSc Radim Kudělásek, inž. Zdeněk Cupal, inž. Jiří Kánský, inž. CSc Vladimír Martinák, inž. Ladislav Kebísek, Ján Kováč (členové).  
Redaktor inž. Otakar Skoupý.



Inž. pplk. Václav Horník

## Eliminace konstantní složky systematické chyby v trilaterálních sítích zaměřených rádiovým dálkoměrem

### 1. Úvod

V posledních letech se velmi rychle zavádějí do geodetické praxe elektronické dálkoměry. Zásahu na tom mají hlavně rádiové dálkoměry, s nimiž lze měřit velmi pohodlně a rychle různé dlouhé vzdálenosti. Další velkou předností rádiových dálkoměrů je, že měření lze uskutečnit téměř za všech meteorologických podmínek. Tato velká přednost je poněkud snižována tím, že dosažitelná přesnost výsledků u rádiových dálkoměrů značně závisí na vnějších podmínkách při měření. O tom, jak se vnější podmínky uplatňují, bude pojednáno v další kapitole.

Cílem článku je ukázat na vhodnost a nutnost pravidelného zaměřování více nadbytečných délek i v jednoduchých trilaterálních sítích, zejména pro kontrolu, příp. pro vyloučení nespolehlivě zaměřených vzdáleností (podobně jako při úhlovém protínání zpět požadujeme v praxi zaměření zpravidla na pět směrů).

S použitím metody přímého vyrovnání podmínkových měření s neznámou je v článku uveden postup při vyhledání a vyloučení konstantní složky systematické chyby v měřených délkách, označený jako „ověřování adiční konstanty“.

### 2. Vliv vnějších podmínek na přesnost měření rádiovými dálkoměry

Vlivu vnějších podmínek bylo věnováno pro jejich závažnost již hodně pozornosti pro jejich systematické ovlivňování výsledků měření. Zatím ještě nejsou tyto otázky uzavřeny a i nadále se zkoumají možnosti snížení vlivu vnějších podmínek. V současné době dává velmi dobrý přehled o těchto otázkách (spolu s ostatní problematikou geodetických fázových rádiových dálkoměrů) publikace [1], kde autor Genike na základě vlastních zkušeností a shromáždění četných zahraničních materiálů shrnul přehledně výsledky dosažené v posledních letech. Proto se nejdříve stručně zmíníme o nejdůležitějších zásadách, platných pro volbu vhodného počasí a jiných požadavků při velmi přesných měřeních rádiovými dálkoměry.

#### 2.1 Volba nejvhodnějšího počasí

Při měření rádiovými dálkoměry je nejobtížnější spolehlivé určení vlhkosti vzduchu. Její nepřesné určení se u rádiových dálkoměrů projeví asi 100krát větší hodnotou než u světelných dálkoměrů. Genike udává, že relativní vlhkost vzduchu měřená na obou koncích určované délky bývá asi o 5 procent vyšší než průměrná hodnota z celé délky (podle měření v Norsku pomocí vrtulníků). Dosud získané zkušenosti lze shrnout stručně takto:

- měření je nejlépe provádět za suchého počasí, při vysoké oblačnosti a nevelkém větru,
- v oblastech s vlhkým klimatem je třeba dát přednost měření za chladného počasí,
- je třeba se vyhnout měření za silného slunečního svitu, mlhy, deště a neustáleného počasí.

## 2.2 Požadavky při velmi přesných měřeních

Podle publikace [1], § 23 je při sestavování programu velmi přesných měření kladen důraz na tyto otázky:

- je nutno volit vhodné počasí (viz 2.1),
- každou délku je třeba měřit během několika dnů, každý den 3-4 skupiny (kde skupina má např. 12 jemných čtení),
- při měření meteorologických údajů je třeba pečovat o to, aby aspirační psychrometr byl 5-8 minut před odečtením navlhčen a zapojen vířivý mechanismus. Pro určení vlhkosti je třeba odečítat teploty na  $0,1^{\circ}\text{C}$  a tlak na  $0,1$  torr,
- po odečtení hrubých čtení je nutno se přesvědčit o tom, zda je délka jednoznačně určena (nebezpečí hrubých chyb!),
- jemná čtení se musí brát v celém rozsahu nosné frekvence,
- je nutno sestrojít graf jemných čtení a jestliže je rozptýl do 4 nsec, musí se vzít aritmetický průměr, jinak jen celé cykly. Při rozptýlu větším než 6 nsec nebo je-li graf monotónní (málo spolehlivé určení), nutno změnit výšku dálkoměru,
- před začátkem a na konci polních prací je třeba určit adiční konstantu na základně (podle našeho mínění je lépe použít srovnávací síť),
- pro ověření stabilnosti krystalu se doporučuje  $1 \times$  měsíčně etalonovat základní měřicí (modulační) frekvenci.

Z uvedených požadavků nebývají všechny splněny a to pak vede k systematickému ovlivňování výsledků měření v konkrétních podmínkách. Jakých hodnot dosahují jednotlivé faktory, uvedeme dále.

## 2.3 Přesnost měření rádiovými dálkoměry

Pokusnými měřeními bylo zjištěno, že chyby při měření rádiovými dálkoměry jsou dvojího druhu a jejich podíl je tento:

*chyby nezávislé na délce:*

- a) přesnost určení adiční konstanty . . .  $\pm 2,0$  cm,
- b) vliv reflexních jevů . . . . .  $\pm 5,0$  cm,
- c) přesnost odečtení . . . . .  $\pm 1,0$  cm;

*chyby závislé na délce:*

- a) znalost modulační frekvence . . . . .  $\pm 2 \cdot 10^{-7} \cdot D$ ,
- b) určení indexu lomu . . . . .  $\pm 3,9 \cdot 10^{-6} \cdot D$ ,
- c) znalost rychlosti šíření elmg vln . . . . .  $\pm 2 \cdot 10^{-6} \cdot D$ ,

S ohledem na uvedené hodnoty se uvádí nejčastěji přesnost rádiového dálkoměru ve tvaru  
 $\pm (5 \text{ cm} + 3 \cdot 10^{-6} \cdot D)$ .

Jak zdůrazňuje Genike, z uvedených chyb je nejméně rozpracován vliv vnějších podmínek

- především reflexní jevy
- a dále určení indexu lomu.



Otázkám vlivů a způsobům redukce reflexních jevů byla věnována pozornost na stránkách tohoto časopisu již dříve, viz [4] a [5]. Zatím však je třeba říci, že tyto otázky nejsou zcela ještě dořešeny. Pokud se týká určení indexu lomu, uplatní se zde kromě nepřesnosti v měření teploty, tlaku a vlhkosti vzduchu také nelineárnost jeho hodnoty mezi koncovými body a nepřesnost vzorců pro určení indexu lomu.

#### 2.4 Redukce zbytkové složky vlivu vnějších podmínek

Je zřejmé, že přesnost měření závisí hlavně na tom, jak spolehlivě se podařilo splnit uvedené předpoklady a zavést nejvhodnější fyzikální redukce (protože o matematických redukcích předpokládáme, že byly zavedeny dostatečně přesně). Protože fyzikální redukce jsou dány empirickými funkcemi, přesně platnými za určitých předpokladů, je třeba počítat s tím, že výsledky měření o přibližně stejných délkách v určitém prostoru a za určitých meteorologických podmínek budou ovlivněny zbytkovými symetrickými chybami, jež se nepodařilo postihnout fyzikálními redukcemi. Konstantní složku uvedené systematické chyby lze vyloučit vhodným zpracováním výsledků měření.

Zaměřením dostatečného počtu nadbytečně měřených délek můžeme v trilaterálních sítích eliminovat konstantní složku zbytkové systematické chyby např. vyrovnáním podmínkových měření s další neznámou, jak ukážeme v další kapitole.

### 3. Podmínkové vyrovnání s neznámou

#### 3.1 Podmínková rovnice centrálního systému

Jsou-li v centrálním systému měřeny všechny délky, je jedna délka přebytečná a dává jednu podmínkovou rovnici:

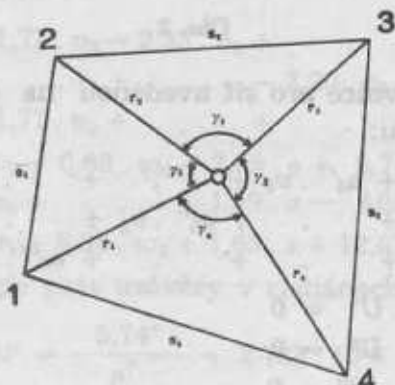
$$\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4 = 360^\circ \quad (1)$$

Označme  $s_i$  – strany  $n$ -úhelníka,

$r_i$  – radiální spojnice,

potom můžeme psát podmínkovou rovnici ve tvaru

$$\sum_{i=1}^n \arccos \frac{r_i^2 + r_{i+1}^2 - s_i^2}{2 \cdot r_i \cdot r_{i+1}} - 360^\circ = 0. \quad (1')$$



Obr. 1

Za předpokladu, že opravy z vyrovnání budou malé, můžeme podmínkovou rovnici převést na lineární tvar v přetvořené podmínkové rovnici ve známém tvaru

$$\sum_{i=1}^n a_i \cdot v_i + \sum_{i=1}^n b_i \cdot w_i + U = 0, \quad (2)$$

kde opravy  $v_i$  s koeficienty  $a_i$  platí pro obvodové délky,  
opravy  $w_i$  s koeficienty  $b_i$  platí pro radiální délky,  
odchylku  $U$  určíme ze vztahu

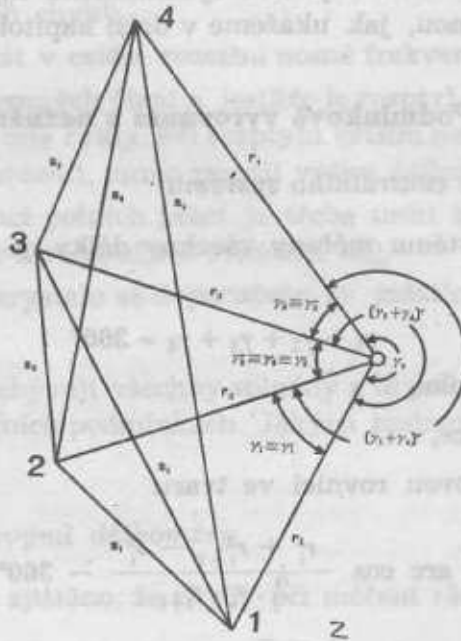
$$U = \sum_{i=1}^n \bar{\gamma}_i - 360^\circ.$$

Pokud se týká určení koeficientů  $a_i$ ,  $b_i$  a dalšího postupu vyrovnání centrálního systému, najde čtenář poučení např. v [2], na str. 39.

### 3.2 Přetvořené podmínkové rovnice při podmínkovém vyrovnání s neznámou

Předpokládejme, že jsme zaměřili jednoduchou trilaterální síť (viz obr. 2) se třemi nadbytečnými prvky. Použijeme-li označení uvedené na obrázku, můžeme psát tři podmínkové rovnice ve tvaru:

$$\begin{aligned} \gamma_1' + \gamma_2' + \gamma_3' + \gamma_4' &= 360^\circ \\ \gamma_1'' + \gamma_2'' + (\gamma_3 + \gamma_4)'' &= 360^\circ \\ \gamma_2''' + \gamma_3''' + (\gamma_4 + \gamma_1)''' &= 360^\circ \end{aligned} \quad (3)$$



Obr. 2

Přetvořené podmínkové rovnice pro síť uvedenou na obr. 2 budou v případě běžného podmínkového vyrovnání ve tvaru:

$$\left. \begin{aligned} a_1' \cdot v_1 + a_2' \cdot v_2 + a_3' \cdot v_3 + a_4' \cdot v_4 + \dots + \dots + b_1' \cdot w_1 + b_2' \cdot w_2 + \\ a_1'' \cdot v_1 + a_2'' \cdot v_2 + \dots + \dots + a_5'' \cdot v_5 + \dots + b_1'' \cdot w_1 + b_2'' \cdot w_2 + \\ \dots + a_2''' \cdot v_2 + a_3''' \cdot v_3 + \dots + \dots + a_6''' \cdot v_6 + \dots + b_2''' \cdot w_2 + \\ \left\{ \begin{aligned} + b_3' \cdot w_3 + b_4' \cdot w_4 + U' &= 0 \\ + b_3'' \cdot w_3 + \dots + U'' &= 0 \\ + b_3''' \cdot w_3 + b_4''' \cdot w_4 + U''' &= 0 \end{aligned} \right. \end{aligned} \quad (4)$$

Chceme-li určit konstantní systematickou chybu měřených délek jako další neznámou při podmínkovém vyrovnání, můžeme podle [2], str. 53, psát

$$\text{obecně } i_1(v_1 + \sigma) + i_2(v_2 + \sigma) + \dots + i_n(v_n + \sigma) + U_1 = 0,$$

$$\text{čili } i_1 v_1 + i_2 v_2 + \dots + i_n v_n + [i] \cdot \sigma + U_1 = 0,$$

kde  $i = a, b, c, \dots$  jsou koeficienty přetvořených podmínkových rovnic.



Pro uvedený náčrt trilaterální sítě pak dostaneme přetvořené podmínkové rovnice s další neznámou:

$$\left. \begin{aligned} a_1 \cdot v_1 + a_2 \cdot v_2 + a_3 \cdot v_3 + a_4 \cdot v_4 + \dots + b_1 \cdot w_1 + b_2 \cdot w_2 + b_3 \cdot w_3 + \\ a_1 \cdot v_1 + a_2 \cdot v_2 + \dots + a_5 \cdot v_5 + \dots + b_1 \cdot w_1 + b_2 \cdot w_2 + b_3 \cdot w_3 + \\ \dots + a_2 \cdot v_2 + a_3 \cdot v_3 + \dots + a_6 \cdot v_6 + \dots + b_2 \cdot w_2 + b_3 \cdot w_3 + \\ \left\{ \begin{aligned} + b_4 \cdot w_4 + \{[a_1'] + [b_1']\} \cdot \sigma + U' &= 0 \\ \dots + \{[a_1''] + [b_1'']\} \cdot \sigma + U'' &= 0 \\ + b_4 \cdot w_4 + \{[a_1'''] + [b_1''']\} \cdot \sigma + U''' &= 0 \end{aligned} \right. \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Další postup při podmínkovém vyrovnání s neznámou ukážeme na číselném příkladě.

### 3.3 Číselný příklad na podmínkové vyrovnání s neznámou

Z měření teluometrem MRA-1 v roce 1960 v prostoru rozvinovací sítě geodetické základny u Jesenského, viz [5], byly získány „měřené délky“ (redukované do zobrazovací roviny), jež jsou uvedeny v tabulce 1, buďto jako  $s_i$  nebo jako  $r_i$  podle schematického obrázku 2.

Tabulka 1

$i$	$s_i$	$r_i$	$a_i$	$b_i$
1	6 441,080 m	6 040,125 m	$+1,90 \cdot 10^{-4} \text{m}^{-1}$	$+0,73 \cdot 10^{-4} \text{m}^{-1}$
2	6 024,479	6 286,825	+1,61	-0,78
3	8 985,780	9 380,270	+1,71	+0,13
4	21 104,588	17 338,627	-2,35	+0,60
5	12 191,075	—	-2,20	—
6	15 005,270	—	-1,62	—

Po dosazení měřených délek do podmínkových rovnic (3) dostaneme uzávěry

$$U' = + 5,74''$$

$$U'' = - 3,08''$$

$$U''' = + 12,82''$$

Koeficienty  $a_i$ ,  $b_i$  byly určeny graficky z náčrtu trilaterální sítě v měřítku 1 : 100 000 a zjištěné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 1.

Nyní můžeme dosadit do rovnic (5) a dostaneme pro uvedenou trilaterální síť z roku 1960 přetvořené podmínkové rovnice

$$\left. \begin{aligned} + 1,90 \cdot v_1 + 1,61 \cdot v_2 + 1,71 \cdot v_3 - 2,35 \cdot v_4 + \dots + \dots + 0,73 \cdot w_1 - \\ + 1,90 \cdot v_1 + 1,61 \cdot v_2 + \dots + \dots - 2,20 \cdot v_5 + \dots + 0,73 \cdot w_1 - \\ \dots + 1,61 \cdot v_2 + 1,71 \cdot v_3 + \dots + \dots - 1,62 \cdot v_6 + \dots - \\ \left\{ \begin{aligned} \cdot - 0,78 \cdot w_2 + 0,13 \cdot w_3 + 0,60 \cdot w_4 + 3,55 \cdot \sigma + 5,74'' &= 0 \\ - 0,78 \cdot w_2 + 0,13 \cdot w_3 + \dots + 1,39 \cdot \sigma - 3,08'' &= 0 \\ - 0,78 \cdot w_2 + 0,13 \cdot w_3 + 0,60 \cdot w_4 + 1,65 \cdot \sigma + 12,82'' &= 0 \end{aligned} \right. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Místo uzávěrů ve vteřinách je lépe psát uzávěry v radiánech, takže např.

$$U' = \frac{5,74''}{\rho''} = 2\,783 \cdot 10^{-8}$$

Nebudeme-li zavádět váhy měřených délek, dostaneme soustavu normálních rovnic korelát

$$16,17 \cdot K' + 7,36 \cdot K'' + 6,50 \cdot K''' + 3,55 \cdot \sigma + 2\,783 = 0$$

$$7,36 \cdot K' + 12,20 \cdot K'' + 3,22 \cdot K''' + 1,39 \cdot \sigma - 1\,493 = 0$$

$$6,50 \cdot K' + 3,22 \cdot K'' + 9,12 \cdot K''' + 1,65 \cdot \sigma + 6\,215 = 0$$

k níž přidáme  $3,55 \cdot K' + 1,39 \cdot K'' + 1,65 \cdot K''' + \dots + \dots = 0$

Nově vzniklý systém normálních rovnic řešíme Gaussovým algoritmem a po třech redukcích dostaneme rovnici pro neznámou  $\sigma$ :

$$-0,80 \cdot \sigma - 867 = 0$$

$$\sigma = -1\,084 \cdot [10^{-4}\text{m}]$$

tj.  $\sigma = -10,8 \text{ cm}$ ,

čímž jsme určili hledanou konstantní systematickou chybu v měřených délkách. Po dosazení za  $\sigma$  do normálních rovnic vyřešíme koreláty  $K'$ ,  $K''$ ,  $K'''$  a můžeme vypočítat opravy měřených délek z vyrovnání podle vztahů:

$$v_i = a_i' \cdot K' + a_i'' \cdot K'' + a_i''' \cdot K'''$$

$$w_i = b_i' \cdot K' + b_i'' \cdot K'' + b_i''' \cdot K'''$$

Numerické hodnoty oprav měřených délek jsou uvedeny v tabulce 2 spolu s opravami vypočtenými při běžném podmínkovém vyrovnání bez další neznámé. Tabulka 2 obsahuje též výsledky vyrovnání s využitím

- jen 1. a 2. podmínky,
- jen 2. a 3. podmínky.

Tabulka 2

Naměřená délka D		Oprava měřené délky					
		3. podmínky		1. a 2. podm.		2. a 3. podm.	
		*	**	*	**	*	**
$s_1$	6 441,080 m	+ 6,3 cm	+ 9,7 cm	-0,1 cm	+3,3 cm	+ 6,3 cm	+ 9,6 cm
$s_2$	6 024,479	- 7,4	- 3,9	-0,1	+2,8	- 7,5	+ 1,2
$s_3$	8 985,780	-13,7	- 8,6	-5,4	-2,0	-13,7	- 7,4
$s_4$	21 104,588	+ 0,1	- 5,9	+7,4	+2,7	0	0
$s_5$	12 191,075	- 7,4	- 5,7	-6,9	-6,4	- 7,3	-11,1
$s_6$	15 005,270	+12,8	+12,3	0	0	+12,9	+ 7,0
$r_1$	6 040,125	+ 2,4	+ 3,7	0,0	+1,3	+ 2,4	+ 3,7
$r_2$	6 286,825	+ 3,6	+ 1,9	0,0	-1,4	+ 3,6	- 0,6
$r_3$	9 380,270	- 0,6	- 0,3	0,0	+0,2	- 0,6	+ 0,1
$r_4$	17 338,627	-4,8	- 3,0	-1,9	-0,7	- 4,8	- 2,6
system. chyba $\sigma$		—	-10,8 cm	—	-8,7 cm	—	-23,7 cm
střední chyba		$\pm 13,4$	$\pm 11,5$	$\pm 8,2$	$\pm 6,2$	$\pm 16,5$	$\pm 13,0$

\* — běžné podmínkové vyrovnání,

\*\* — podmínkové vyrovnání s konstantní neznámou.

Dále bylo určeno  $\sigma$  samostatně pro každou podmínkovou rovnici.

V tomto případě bude v soustavě rovnic (7) vždy koreláta = 0 a rovněž opravy nulové.

Dostáváme pak

- pro 1. podmínku  $\sigma = -7,8 \text{ cm}$ ,
- pro 2. „  $\sigma = +10,7 \text{ cm}$ ,
- pro 3. „  $\sigma = -37,7 \text{ cm}$ .

Z posledních údajů a z tabulky 2 vyplývá, že z celého souboru měřených délek byla nejméně spolehlivě zaměřena délka, jež vystupuje jen ve třetí podmínkové rovnici. Z přetvořených podmínkových rovnic je zřejmé, že jde o délku  $s_6$ , což je v soulase s údaji v [5]. Na číselném příkladě bylo ukázáno, jakým způsobem lze ověřovat nebo vylučovat nespolehlivě určené délky v trilaterálních sítích tím, že samostatně pro každou podmínku určíme  $\sigma$  (máme-li více podmínek).



Lze tedy obecně v rozsáhlejších trilaterálních sítích, jež byly zaměřeny za stejných podmínek, postupovat tak, že pro danou síť sestavíme přetvořené podmínkové rovnice s další neznámou a dále normální rovnice samostatně pro každou podmínku. Protože v tomto případě bude koreláta rovna nule, určíme snadno a rychle neznámou  $\sigma$ . Má-li být adiční konstanta nulová a výpočtem určíme pro některou podmínku, že  $\sigma$  asi  $2\times$  překračuje očekávanou střední chybu měření, vyskytuje se v uvedené podmínce délka, která byla nespolehlivě určena. O kterou délku jde, zjistíme jednoduše z přetvořených podmínkových rovnic, např. (5) nebo (6).

#### 4. Eliminace konstantní složky systematické chyby

##### 4.1 Nutnost určení a potřeba „ověřování“ adiční konstanty

Především je třeba uvést, proč jsme zavedli pojem „ověřování“ (jako přibližné určení nebo kontrola) na rozdíl od pojmu „určování“ adiční konstanty.

Pro určování adiční konstanty můžeme volit optimální podmínky k měření, jak byly uvedeny v odstavcích 2.1 a 2.2. Pak lze předpokládat, že působení vnějších vlivů bylo minimální a je to pak jen záležitost použitého přístroje. Určení je nutné především u nových přístrojů před zahájením a na konci měřické sezóny (podobně jako u gravimetru).

Při provozním měření budeme zpravidla omezeni danými vnějšími podmínkami, jež nebudou optimální. To způsobí systematické chyby přibližně konstantní v daném prostoru a čase pro stejné délky. Konstantní složka systematické chyby se nám pak bude jevit jako dočasná změna adiční konstanty u rádiového dálkoměru.

Abychom potlačili uvedené systematické působení, je třeba zjišťovat tyto změny, zda nepřesáhnou běžnou přesnost při měření délek. Přitom současně zjistíme spolehlivost zaměření jednotlivých délek v trilaterální síti (nemáme-li možnost provádět kontrolu vhodnějším způsobem). Pro eliminaci konstantní složky systematické chyby v délkách u trilaterálních sítí, zaměřených rádiovým dálkoměrem dále použijeme označení „ověřování adiční konstanty“.

Adiční konstantu je nutné „ověřovat“

- při podstatnějším změnách meteorologických podmínek,
- při podstatnějším změnách charakteru terénu,
- vyskytnou-li se značné nebo nepravidelné reflexní jevy, zejména v blízkosti vodních ploch,
- podél celé trasy trilaterálního řetězce (je-li tvořen geodetickými čtyřúhelníky, pak pro každý čtyřúhelník je nutno „ověřovat“ samostatně a vzít průměrnou hodnotu), zaměřením nadbytečných délek kromě nutných prvků při běžném měření.

##### 4.2 Volba tvaru sítě, terénu a observačních podmínek při určování adiční konstanty

Spolehlivé určení adiční konstanty závisí:

- jednak na srovnávací síti,
- jednak na povětrnostních podmínkách (viz 2. kapitolu).

Vhodný tvar srovnávací sítě lze charakterizovat především všeobecným požadavkem, aby se v síti nevyskytovaly příliš ostré úhly. Za základní obrazec lze považovat geodetický čtyřúhelník mající jeden nadbytečný prvek. Další vhodné nadbytečné prvky získáme např. volbou dalšího bodu přibližně v blízkosti symetrály nejdelší obvodové strany buďto uvnitř nebo vně geodetického čtyřúhelníka.

Pokud se týká vhodného terénu, je pro snížení reflexních jevů účelné, aby trasa pod záměrou byla pokryta porostem, tj. buďto lesem nebo vysokou travou. Naopak je třeba se vyhýbat záměrům probíhajícím nad řekami, rybníky a bažinami, případně sídlišti.

Aby vliv povětrnostních podmínek byl minimální,

- mají být délky stran jen několik km,
- měření nutno provést za suchého počasí,
- zaměřit je třeba nejméně 8-9 skupin během 3-4 dnů.

Nebudou-li splněny uvedené optimální podmínky, půjde opět jen o „ověřování“ adiční konstanty. Naopak běžná měření se snažíme provádět za uvedených optimálních podmínek.

#### 4.3 Výpočetní postup při „ověřování“ adiční konstanty

1. Vypočteme délky redukované do zobrazovací roviny zavedením potřebných redukcí fyzikálních a matematických. Dostaneme např. délky uvedené v tabulce 1, opravené o  $-10$  cm.

2. Podle náčrtu sítě napíšeme podmínkové rovnice, např. 1. a 2. podmínku ze soustavy rovnic (3), tj.

$$1. \text{ podmínka: } \gamma_1' + \gamma_2' + \gamma_3' + \gamma_4' = 360^\circ,$$

$$2. \text{ podmínka: } \gamma_1'' + \gamma_2'' + (\gamma_3 + \gamma_4)'' = 360^\circ,$$

3. Vypočteme úhly  $\gamma_i$  pro určení uzávěrů odchylkových rovnic.

Např. podle Tarzyho-Hornocha bude

$$\cos \frac{\gamma_i}{2} = \sqrt{\frac{S_i \cdot (S_i - s_i)}{r_i \cdot r_{i+1}}}, \text{ kde } S_i = \frac{1}{2}(s_i + r_i + r_{i+1}).$$

4. Výpočet odchylek  $U$ .

$$U' = -1,74'' \quad U'' = -6,70''.$$

5. Koeficienty v přetvořených podmínkových rovnicích. Určíme je graficky z náčrtu sítě v měřítku např.  $1 : 100\,000$ . Koeficienty můžeme převzít pro náš příklad z tabulky 1.

6. Přetvořené podmínkové rovnice. Budou stejné jako v odstavci 3.3, jen absolutní člen se bude lišit.

7. Sestavíme normální rovnice. Pro náš příklad bude:

$$16,17 \cdot K' + 7,36 \cdot K'' + 3,55 \cdot \sigma - 1,70'' = 0$$

$$7,36 \cdot K' + 12,20 \cdot K'' + 1,39 \cdot \sigma - 6,70'' = 0$$

$$3,55 \cdot K' + 1,39 \cdot K'' + \dots + \dots = 0$$

8. Rešíme systém normálních rovnic Gaussovým algoritmem, až po poslední redukci dostaneme hledanou neznámou  $\sigma$ .

V našem příkladě je  $\sigma = +142 \cdot [10^{-4}\text{m}] \doteq +1,4$  cm.

9. Dále rozhodneme, zda je hodnota  $\sigma$  zanedbatelná nebo ne, a tudíž jak budeme pokračovat při vyrovnání měřených délek, případně zda opravíme měřené délky o systematickou složku před dalším zpracováním. Podle hodnoty  $\sigma$  postupujeme dále takto:

a) je-li  $\sigma <$  očekávaná střední chyba měřených délek, zanedbáme  $\sigma$  a koreláty určíme z normálních rovnic bez další neznámé;

b) je-li  $\sigma >$  očekávaná střední chyba měřených délek, dosadíme  $\sigma$  do systému rovnic (7) a určíme koreláty (jiné než ad a), viz [3], str. 244. Dále budeme pátrat po zdroji systematického působení.

10. Po výpočtu korelát určíme opravy měřených délek známým způsobem.

## 5. Závěr

Při měření rádiovými dálkoměry je třeba častěji než u světelných dálkoměrů „ověřovat“ adiční konstantu. Určování a ověřování adičních konstant u rádiových dálkoměrů nemusí být spolehlivé při měření na jedné, byť i velmi přesně známé délce, protože, jak bylo v článku uvedeno, je třeba počítat s tím, že nám po fyzikálních redukcích zůstane zbytková systematická chyba, jejíž konstantní složka jako by byla zahrnuta v adiční konstantě, platné pro etalonní délku.



Proto podle našeho názoru je vhodnější nevolit jen jednu etalonní délku, ale alespoň jednoduchou trilaterální síť. Velikost systematické chyby se bude měnit se změnou vnějších podmínek, jež závisí především

- na odlišném charakteru terénu,
- a na odlišných atmosférických podmínkách,

avšak přibližně bude konstantní ve stejném prostoru a čase pro přibližně stejně dlouhé vzdálenosti.

Jak je patrné z číselného příkladu v odstavci 3.3, je možno uvedeným způsobem při eliminaci konstantní složky systematické chyby vyhledat málo spolehlivě zaměřené délky. Vhodnou výpočetní metodou při ověřování spolehlivosti zaměřených délek rádiovými dálkoměry bude podmínkové vyrovnání s neznámou. Zvýšené nároky na počtářské práce jsou jednak několikanásobně kompenzovány předností rádiových dálkoměrů pro geodetické práce a jednak lze u složitějších sítí rozdělit sestavení a řešení jednotlivých podmínkových rovnic s neznámou mezi více počtářů, pokud by již nebyl k dispozici samočinný počítač.

Budeme proto při měření rádiovými dálkoměry určovat dostatečný počet nadbytečných délek, abychom při zpracování měření mohli eliminovat vliv změny vnějších podmínek, a dosáhnout tak co nejlepších výsledků.

#### Literatura:

- [1] Genike: Geodezičeskije fazovyje radiodalnomjery. - Trudy CNIIGAIK, vyp. 164, Moskva 1963.
- [2] Vykutíl: Výpočet a vyrovnání délkové měřených sítí. - Skripta VA AZ, Brno 1961.
- [3] Vykutíl: Vyrovnávací počet. - Skripta VA AZ, Brno 1964.
- [4] Martinák: Některé metody kompenzace reflexních chyb při měření rádiovými dálkoměry. VTO, č. 1/1964.
- [5] Horník: K otázce reflexních jevů při měření telluometrem. - VTO, č. 2/1962.

Technik nadporučík Jan Leiner, VTOPÚ

### Rádiový dálkoměr OG-1

Ve VTOPÚ byly provedeny ověřovací zkoušky s rádiovým dálkoměrem OG-1, který byl konstruován na katedře radiolokace Varšavské university. V tomto článku jsou stručně uvedena technická data, princip měření s dálkoměrem OG-1 a jsou zhodnoceny základní vlastnosti přístroje.

Souprava rádiového dálkoměru OG-1 se skládá z 1 řídicí (dále jen ŘS) stanice a jedné nebo více odrazných stanic (dále jen OS). Výrobce dodává zatím ke každé ŘS jen jednu OS. Každá stanice je samostatně uložena v dřevěné transportní bedně, v níž mohou být uloženy také meteorologické přístroje.

#### Technická data

Dosah měření	100 m – 12 km (výrobce uvádí až 20 km)
Střední chyba	$\pm (5 \text{ cm} + 5 \cdot 10^{-6} \cdot D)$
Nosná frekvence	8 800–9 700 MHz (tj. délka vlny okolo 3 cm)
Výkon vysílače	asi 15 mW
Vrcholový úhel vyzařovacího kužele antény	9°
Doba prohřátí termostatu	10 – 25 minut
Zdroj	12 V akumulátor o kapacitě alespoň 40 Ah
Příkon: řídicí stanice	3,8 A
odrazná stanice	3,5 A

Základní modulační frekvence (na OS)	F = 15 MHz
	F <sub>10</sub> = 13,5 MHz
	F <sub>100</sub> = 14,85 MHz
Modulační frekvence (na RS)	F <sub>C</sub> = 15,002 MHz
	F <sub>D</sub> = 14,998 MHz
	F <sub>10</sub> = 13,498 MHz
	F <sub>100</sub> = 14,848 MHz
Váhové údaje: RS bez antény	10,6 kg
OS bez antény	9,8 kg
1 anténa	1,2 kg
1 dopravní bedna	5,1 kg
Rozměry stanice	320 × 220 × 320 mm
Rozměry dopravní bedny	510 × 410 × 390 mm



Obr. 1. Řídicí stanice OG-1

Při ověřovacích měřeních bylo zjištěno, že přístroj pracuje velmi spolehlivě a prakticky neměl závady. Přístroj je částečně tranzistorován. Výrobce uvádí maximální vzdálenost měření 20 km, v praxi se ukázalo, že při měření ze stativů (ze země), což se u VTS vyskytuje nejčastěji, je maximální dosah 12 km. Při větších vzdálenostech je signál poměrně slabý a přerušení nečitelné. Poměrně úzký vyzařovací úhel antény vyžaduje od obsluhy pečlivé provedení vzájemného zamíření obou stanic v horizontálním i vertikálním směru, zejména při větších vzdálenostech.

Výhodou dálkoměru OG-1 je poměrně malá váha stanice, malá spotřeba elektrické energie a skladnost přístroje, který lze přenášet pohodlně i na větší vzdálenosti.

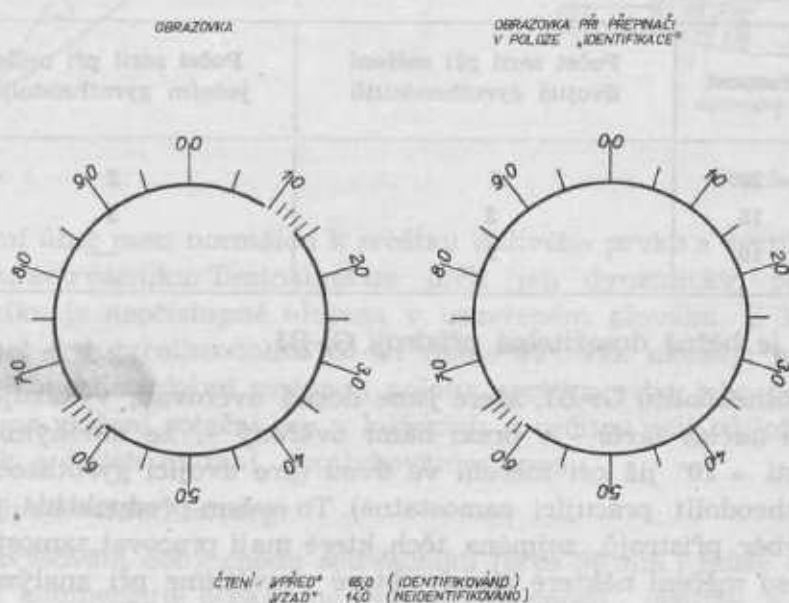
## Princip měření

Rádiový dálkoměr OG-1 pracuje přibližně na stejném principu jako známý rádiový dálkoměr GET-B1. Dále jsou uvedeny jen podstatné rozdíly.

ŘS vysílá 3 cm nosnou vlnu, která je modulována jednou z měřících (modulačních) frekvencí a po retranslaci od OS se měří na ŘS fázový rozdíl vysílaného a odraženého signálu. K tomu účelu je obrazovka rozdělena na 100 dílků. Jeden dílek odpovídá vzdálenosti 10 cm při měřicí frekvenci 15 MHz a pro smlouvenou rychlost šíření elektromagnetických vln v prostoru 300 000 km/s.

Fázový posun se odečítá podle impulsu, který přerušuje časovou základnu. Na časové základně se pozorují současně 2 přerušování, která odpovídají u přístroje GET-B1 čtení „vpřed“ a „vzad“. Jako čtení „vpřed“ je nutno považovat to, které při přepojení zvláštního přepínače „Identifikace“ zůstane na obrazovce.

Příklad čtení a identifikace je uveden na obrázku 2.



Obr. 2

Identifikace se provádí jen u prvního jemného čtení. V dalším průběhu zůstává nezměněna. Měřič může plynule odečítat bez přepínání obě přerušování. Tím se tento proces urychluje.

Při měření fázových rozdílů na všech frekvencích se hrubě určí vzdálenost ve stovkách ( $F_{100}$ ), desítkách ( $F_{10}$ ), jednotkách a zlomcích metru ( $F_D$ ,  $F_C$ ) na rozdíl od dálkoměru GET-B1, kde získáme tranzitní čas v nanosekundách. Je to způsobeno volbou měřicí frekvence 15 MHz a použitím smlouvené hodnoty rychlosti elektromagnetických vln 300 000 km/s.

Ze čtení na obrazovce lze přímo sestavit hrubý údaj o vzdálenosti do stovek metrů, např. 315,25 m. Celkový počet km je nutno doplnit z údajů mapy apod. (např. pro vzdálenost 2315,25 je nutno doplnit cifru 2). Takto určená hrubá vzdálenost 2315,25 m se dále početně zpracuje: místo rychlosti 300 000 km/s se zavede skutečná rychlost šíření elektromagnetických vln v době měření (fyzikální redukce) a vypočítaná šikmá vzdálenost se převede na vodorovnou vzdálenost v zobrazovací rovině (matematická redukce).

Rádiový dálkoměr OG-1 lze s výhodou použít k pracím v STS (měření vzdálenosti k OB), při určování vlíčovacích bodů a pro zhušňování. Parametry přístroje a zejména jeho skladnost zaručují, že bude přínosem pro tyto práce a že geodeti jej budou s oblibou využívat.

Použití pro účely TZBČV bude poněkud omezeno jak dosahem přístroje, tak podmínkou, že měřenou vzdálenost je nutno předem znát s přesností  $\approx 1$  km.



## Rozbor chyb při měření gyrotheodolity Gi - B1

### 1. Úvod

V současné době mají příslušníci VTS již řadu zkušeností z určování azimutu pomocí gyrotheodolitů Gi-B1. Měřický postup, při němž se dosahuje charakteristické přesnosti  $\pm 20''$ , je uveden v návodech pro používání Gi-B1. Měřická série se skládá ze čtení limbu na OB na počátku a na konci série, z určení nulové torzní polohy závěsné pásky před měřením a po něm (vždy ze 3 až 4 vratných poloh) a z odpozorování 4 vratných poloh oscilujícího citlivého prvku.

Pro účely TZBČV bude gyrotheodolit používán často ve dvojicích. Tato metoda použití dává možnost zjištění hrubé chyby v orientaci ihned po skončení měření. Metoda může být proto použita ve většině případů, kdy se požaduje provedení orientace dvěma nezávislými metodami. Z tohoto hlediska uvedeme nutný počet sérií při měření soupravou 2 gyrotheodolitů Gi-B1, případně jedním přístrojem, pro dosažení žádané přesnosti:

Přesnost	Počet sérií při měření dvojicí gyrotheodolitů	Počet sérií při měření jedním gyrotheodolitem
$\pm 20''$	1	2
15	2	3
10	3	—

Uvedená přesnost je běžně dosažitelná přístroji Gi-B1.

Většina gyrotheodolitů Gi-B1, které jsme dosud ověřovali, vykazuje vyšší přesnost než  $\pm 20''$ . To dovoluje udělat závěr - v praxi námi ověřený -, že mnohými přístroji Gi-B1 lze dosáhnout přesnosti  $\pm 10''$  již při měření ve dvou (pro dvojici gyrotheodolitů) nebo ve třech sériích (pro gyrotheodolit pracující samostatně). To ovšem předpokládá, že pro podobné úkoly bude proveden výběr přístrojů, zejména těch, které mají pracovat samostatně, a dále je nutno dodržovat v procesu měření některé zásady, které vysvětlíme při analýze chyb vyskytujících se při měření gyrotheodolity.

### 2. Složky přístrojové konstanty gyrotheodolitu

Astronomický azimut ( $A$ ) orientačního směru se určí při měření gyrotheodolitem podle známého vztahu

$$A = L_{OB} - (L_m + \alpha_0) + \varepsilon,$$

kde  $L_{OB}$  je čtení limbu na orientační bod,

$L_m$  je čtení vystředěné z jednotlivých vratných poloh citlivého prvku,

$\alpha_0$  je oprava z nevyložené torze závěsné pásky,

$\varepsilon$  je přístrojová konstanta gyrotheodolitu.

Uvedený vztah je graficky znázorněn na obr. 1. Veličina  $\varepsilon$  je jen pomyslnou konstantou, poněvadž její hodnota kolísá od měření k měření. Závod ji zaručuje jen jako konstantu v určitých mezích v intervalu 15 dnů. V praxi bylo zjištěno, že u mnohých přístrojů se tento interval prodloužil na 3 měsíce.

Provedeme-li gyrotheodolitem opakovaná měření směru o známém azimutu, potom z rozptylu hodnot  $\varepsilon^i$  určených ze vztahu

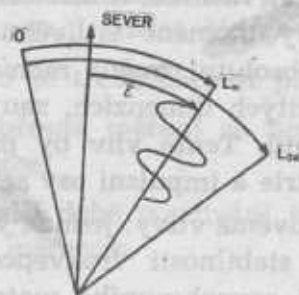
$$\varepsilon^i = A - L_{OB}^i + L_m^i + \alpha_0^i$$

lze určit kvalitu každého přístroje, zejména tehdy, jestliže tento proces byl prováděn po delší dobu a za různých podmínek.

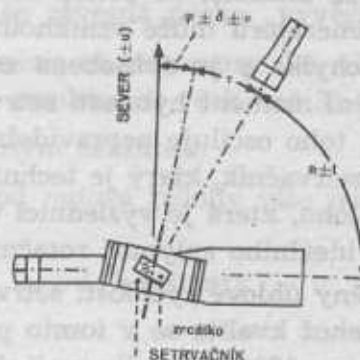
Z principu konstrukce gyrotheodolitu vyplývá, že přístrojová konstanta  $\varepsilon$  se skládá z těchto složek:

$$\varepsilon = \tau \pm \eta \pm \varphi \pm \delta \pm \nu \pm \mu \pm t.$$

Jednotlivé složky jsou znázorněny na obr. 2 a jejich význam vysvětlujeme dále.



Obr. 1



Obr. 2

$\tau$  je horizontální úhel mezi normálou k zrcátku citlivého prvku a vertikální rovinou proloženou impulsní osou setrvačnicku. Tento úhel lze určit jen dynamicky, poněvadž impulsní (rotační) osa setrvačnicku je nepřístupně uložena v uzavřeném plováku. Z konstrukčních důvodů se pohybuje úhel  $\tau$  u gyrotheodolitu Gi-B1 okolo  $90^\circ$ . Jak ukazuje praxe, úhel  $\tau$  není konstantní. Mění se jak mechanickými změnami polohy zrcátka nebo jeho nosiče, tak působením dynamických sil na uložení rotační osy v ložiskách s určitou vůlí. Uložení se mění také vlivem zahřátí ložisek a jejich mazání, opotřebením apod.

*Pro praxi vyplývají některé závěry:*

– Nadměrné zvyšování doby chodu setrvačnicku (přes 30 min.) může být příčinou kolísání složky  $\tau$ . Tím se kompenzuje očekávané zvýšení přesnosti, jestliže v jedné sérii byl pozorován zvýšený počet vratných poloh oscilujícího citlivého prvku.

– Opotřebením ložisek setrvačnicku je další příčinou snížení přesnosti. Proto je nutné sledovat celkovou dobu chodu setrvačnicku. Někteří uživatelé zjistili, že ani po 500 hodinách chodu setrvačnicku nebyl zjištěn záporný vliv na přesnost gyrotheodolitu.

$\eta$  je horizontální úhel mezi osou autokolimačního mikroskopu a vvislou rovinou proloženou optickou osou dalekohledu. Lze-li složku  $\tau$  určit v podstatě jen dynamicky, může být  $\eta$  určena staticky.

Některé typy gyrotheodolitů dovolují přímé měření úhlu  $\eta$  na stanovišti např. tak, že se zamíří na OB nejdříve dalekohledem a potom autokolimačním mikroskopem s upravenou optikou. Zjištěná změna složky  $\eta$  se zavede jako oprava konstanty  $\varepsilon$ . Přístroj Gi-B1 nedovoluje přímé měření úhlu  $\eta$ . Jeho změny, způsobené výhradně mechanickými vlivy, se kompenzují při určování adiční konstanty na kalibrační základně.

*Některé závěry pro praxi:*

– Změna složky  $\eta$  může být hlavní příčinou hrubé chyby konstanty  $\varepsilon$ . Metoda použití gyrotheodolitů ve dvojicích dovoluje zjistit tuto chybu, jestliže rozdíly ve výsledcích měření jedním a druhým přístrojem se opětovně blíží  $40''$  nebo tuto hodnotu převyšují.

– Při měření samostatným přístrojem by mohla změna úhlu  $\eta$  způsobit i minutovou chybu v orientaci. Pro velmi přesnou práci je třeba vybrat přístroj, jehož spolehlivost byla

ověřena. V naší praxi jsme hrubou změnu úhlu  $\eta$  dosud nepozorovali a to ani při převozu přístrojů vrtulníkem nebo při převrácení auta, na němž byl uložen gyrotheodolit v transportní bedně apod.

— Změnám úhlu  $\eta$  je třeba předcházet pečlivým zacházením s přístrojem. Pro přepravu se použije na autě měkká poduška, na stanovišti se přístroj chrání před jednostranným oteplením apod.

$\varphi$  je odchylka způsobená vlivem pohonu setrvačnicku. V průběhu vývojových prací [1] i v praxi se ukázalo, že pohon setrvačnicku má vliv na hodnotu konstanty  $\epsilon$ . Při použití různých generátorů může vzniknout až minutový rozdíl v orientaci při použití téhož gyrotheodolitu. Odchylka  $\varphi$  je způsobena změnou úhlové rychlosti setrvačnicku. Kolísáním úhlové rychlosti se mění moment hybnosti setrvačnicku a tím i směrový moment citlivého prvku, který následkem toho osciluje nepravidelně. Další vliv působí i absolutní změna momentu hybnosti v tom, že setrvačnick, který je technicky dokonalý jen v určitých dimenzích, zaujme vůči meridiánu polohu, která je výslednicí všech působících momentů. Tento vliv by přestal působit v případě ideálního splnutí rotační osy, osy hmotné symetrie a impulsní osy setrvačnicku.

Změny úhlové rychlosti setrvačnicku jsou způsobeny dvěma vlivy: jednak vlastním generátorem, jehož kvalita se v tomto případě posuzuje podle stabilitnosti frekvence a stability posunu fáze po  $120^\circ$ ; další vliv mají charakteristické vlastnosti asynchronního motoru, jehož rotorem je setrvačnick. U asynchronního motoru totiž závisí počet otáček nejen na frekvenci generátoru, ale také na velikosti tzv. skluzu, který kolísá v závislosti na tření v ložiskách, na stupni jejich zahřátí, na vstupním napětí na statoru apod.

Absolutní hodnota  $\varphi$  se zmenšuje u přístrojů s precizně vyváženým setrvačnickem a s vysoce stabilním generátorem.

*Pro praxi vyplývají tyto požadavky:*

— V soupravě gyrotheodolitu nelze volně zaměňovat generátor. Měření je nutno provádět s tím generátorem, který byl použit při určování přístrojové konstanty. Evidenční číslo generátoru je třeba zapisovat do polního zápisníku.

— Není vhodné prodlužovat chod setrvačnicku nad 30 minut. Po tuto dobu je výrobcem zajištěna patřičná stabilita frekvence i výstupního napětí generátoru. Podobně zahřátí ložisek nepřekročí přípustnou mez.

— Je třeba používat baterii, která po dobu měření jedné série udržuje stabilní napětí. Nedopustná změna napětí může nastat u čerstvě nabitých baterií, u baterií s kapacitou blízkou se minimu, při náhlém zahřátí baterie přímým slunečním světlem apod.

$\delta$  představuje vliv rušivého magnetického pole. Vzhledem k tomu, že setrvačnickový válec Gi-B1 je magneticky odstíněn, je veličina  $\delta$  zanedbatelná. Prakticky jsme podobný vliv nezjistili, ačkoli svislá složka silného magnetického pole by mohla působit v prostoru průchodu závěsné pásky stínícím válcem.

$\nu$  představuje vliv nevytloučené torze závěsné pásky. Konstrukce gyrotheodolitu nedovoluje sledovat změnu torze pásky v procesu měření. Proto používáme ne zcela exaktní postup, při němž se pro výpočet bere aritmetický průměr z torzní nulové polohy „před měřením“ a „po měření“ a předpokládá se, že změna této polohy probíhá rovnoměrně s časem. Tento předpoklad není dostatečně opodstatněn. Menší změny nulové polohy (do 2 až 3', tzn. do 4 až 6 dílků pomocné stupnice) mohou být způsobeny teplem, neboť provozní teplota setrvačnicku se po určité době přenáší přes dutou tyč na závěsnou pásku; mohou být způsobeny také dlouhotrvajícím postupným vyrovnáváním vnitřních napětí pásky, např. u pásky, která po aretování citlivého prvku byla delší dobu zkroucená. Proces vyrovnání vnitřních napětí probíhá prakticky neustále.

Podle údajů v literatuře [1] byly v praxi registrovány i velké skoky v nulové poloze ( $15-20'$ ). Velké změny byly způsobeny náhlým mechanickým namáháním pásky.



Dosavadní postup, jakým určujeme střední nulovou torzní polohu [2], str. 14, nelze pokládat za konečný. Některá pracoviště používají ve výpočtu nulovou torzní polohu „po měření“ a polohu „před měřením“ sledují jen orientačně. Jako vhodné se nabízí řešení se stanovením váhového průměru, přičemž váha polohy „před měřením“ by byla obecně nižší než „po měření“. Poměr vah by bylo možné stanovit ze statistických údajů.

*Pro praxi vyplývají tyto závěry:*

– Aretování a odaretování citlivého prvku (tj. zatížení a odtížení pásky) je třeba provádět s největší pečlivostí, tj. plynule. U přístrojů delší dobu skladovaných je účelné před použitím ponechat citlivý prvek 1-2 dny volně kmitat, aby se závěsná páska „vyvěsila“.

– Mechanické namáhání ve formě torze je třeba omezit na minimum. Po odaretování by setrvačnik neměl udělat žádný nekontrolovatelný kyv s amplitudou větší než  $3^\circ$ .

– Pásku je třeba chránit před náhlým, nerovnoměrným zahřátím.

– Pro přesná měření se nesmí připustit odchylka od nulové polohy více než 6 dílků pomocné stupnice.

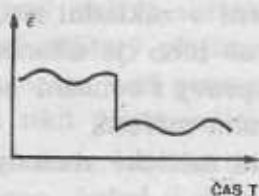
– Po delší době používání je třeba ověřit hodnotu torzní konstanty  $\kappa$  u používané pásky přímým měřením.

$\mu$  je chyba kalibračního směru. U směrů určených univerzálem typu Wild T 4 nepřesáhne tato chyba  $1''$ , u směrů určených astronomickou orientací přístrojem typu Wild T 3 nepřesáhne  $5''$ .

$t$  zahrnuje vlastní optickomechanické chyby theodolitu. Tato chyba i s průměrnou subjektivní chybou nemusí přesáhnout  $2''$ . Do složky  $t$  zahrneme i náhodné chyby způsobené nepřesností citlivého prvku. Velikost chyby závisí jak na jakosti autokolimační optiky, tak i na zkušenosti pozorovatele. Podle našich zkušeností se tato část projeví na výsledku jedné série hodnotou nižší než  $4''$  při pečlivé obsluze přístroje.

### 3. Určení přístrojové konstanty

Obecně se vyskytují změny přístrojové konstanty gyrotheodolitu dvojího druhu: plynulé a nárazové. Schematicky je průběh těchto změn znázorněn na obr. 3.



Obr. 3

Změny způsobené především dynamickými vlivy kolísají; amplituda kmitů prakticky zůstává v mezích přesnosti přístroje, tj.  $\approx 20''$ . Dodržováním výše uvedených zásad lze tuto amplitudu podstatně snížit.

Změny způsobené převážně mechanickými vlivy se projevují nárazově. Skoky mohou dosazovat řádově  $1'$ . Těmto změnám je třeba předcházet pečlivým zacházením s přístrojem a případné chyby je nutno kompenzovat při periodickém určování přístrojové konstanty.

Program pro určení přístrojové konstanty se skládá ze zaměření kalibračního směru o známém azimutu gyrotheodolitem v 9 sériích. Přitom je nutné před každou sérií přístroj znovu horizontovat a pozorování provádět při různě velikých amplitudách oscilací citlivého prvku. Jako přístrojová konstanta se určí aritmetický průměr ze všech 9 dílčích hodnot.

Při opakovaném určování přístrojové konstanty program zahrnuje jen pozorování 4 sérií na kalibračním směru. Jestliže nově určená konstanta se liší od „staré“ konstanty o hodnotu menší než 15", určí se výsledná konstanta jako váhový průměr z obou získaných hodnot. Váhy měření odpovídají počtům odpozorovaných sérií. Jestliže nově určená konstanta se liší od „staré“ o více než 15", doplní se počet pozorovaných sérií na 9 a z těchto výsledků se určí zcela nově přístrojová konstanta.

#### Literatura:

- [1] Berwanger E.: »Die eichwertlose Azimutbestimmung mit einem Vermessungskreisel sowie Untersuchungen zur Schwingungsdämpfung.« Mitteilungen aus dem Markscheidewesen, Heft 1/1964.
- [2] Instrukce pro obsluhu gyrotheodolitu Gi-B1 (prozatimní vydání), MNO, Praha 1964.
- [3] Martinák V.: Zpráva o služební cestě do zahraničí. 1964.

Inženýr major Jaroslav Prachař, VÚ 6270

## Astronomický univerzál Wild T4 a možnosti jeho použití pro geodetické zabezpečení vojsk

### 1. Úvod

I když v současné době předpokládáme, že přímé astronomické měření zeměpisných souřadnic a přesných azimutů bude u geodetického odřadu úkolem méně častým, považují za účelné věnovat pozornost i tomuto druhu měření. S otázkou použitelnosti astronomického univerzálu pro některé úkoly geodetického zabezpečení jsem se zabýval hlavně proto, abychom získali konkrétní údaje o technických možnostech, časových lhůtách a dosažitelné přesnosti při měření zeměpisných souřadnic a astronomických azimutů. Zkušeností, získaných z mírových měření Laplaceových bodů, není možno pro náš účel plně využít hlavně proto, že prvořadým požadavkem těchto prací je vysoká přesnost. Ta je jediným určujícím činitelem pro volbu měřických metod, pro stanovení počtu měřených skupin (dvojic, průchodů) i pro kalkulaci minimálního počtu pozorovacích nocí. Je zřejmé, že pro naše účely nebude možné přejímat zásady mírových astronomických měření v základní síti, kde měřické práce na jednom Laplaceově bodě trvají několik týdnů. Kromě toho je ukončení prací výpočetních vázáno na definitivní opravy časových signálů a na opravy z kolísání zemských pólů, které jsou k dispozici nejdříve za několik měsíců po skončeném měření.

Cílem této práce je nalézt takové měřické metody, které by zaručily změření astronomických zeměpisných souřadnic a azimutu v jedné pozorovací noci a umožnily odevzdání výsledků za šest až deset hodin po ukončení měření. Z tohoto požadavku pak vyplyne dosažitelná přesnost, materiální vybavení, personální obsazení a organizace práce u skupiny geodetických základů. Kromě těchto otázek bude v článku uveden stručný popis astronomického univerzálu Wild T4 a ukázán i způsob zápisu a výpočtu některých měřických metod, použitelných pro účely geodetického zabezpečení.

### 2. Popis astronomického univerzálu Wild T4

Pro systém vertikální osy byla zvolena osvědčená Wildova konstrukce válcového tvaru s horním kuželovým ložiskem. Tím je dosaženo neustále neměnného lehkého chodu s citlivým vedením bez nutnosti dodatečného seřizování.

Skleněný horizontální kruh má průměr 250 mm a je dělen po 2'. Optický mikrometr horizontálního kruhu je vestavěn do vidlice, která nese okulárovou část dalekohledu. Okulár



mikroskopu je při měření ve vodorovné poloze 11 cm pod okulárem dalekohledu, takže pootovit i čist horizontální kruh je možno z jednoho místa. Stupnice optického mikrometru je dělena na desetiny vteřiny.

Dalekohled je lomený, pohled do okuláru stále vodorovný při libovolném sklonu záměry. Uprostřed horizontální osy je kolmo upevněn tubus objektivu. Paprsky procházející objektivem odráží rovinné zrcadlo do okuláru. Celkové zvětšení je 65tinásobné, ohnisková vzdálenost 550 mm a kvalita dalekohledu umožňuje při jasné obloze pozorovat všechny hvězdy, jejichž zdánlivé pozice jsou uvedeny v efemeridách.

Horizontální osa dalekohledu spočívá na nekrytých ložiskách. Ložiskem na straně okuláru je možno justovat vodorovnou polohu horizontální osy.

Okulár s registračním (neosobním) mikrometrem je otočný kolem optické osy. Rozsah otočení je vymezen dvěma justovatelnými narážkami na 90°. Mikrometr umožňuje měřit malé úhly v rozsahu zorného pole dalekohledu. Této skutečnosti využívá například metoda Horrebow - Talcottova, při které se měří okulárovým mikrometrem rozdíl zenitových vzdáleností. Hlavní přednost však spočívá v registračním zařízení, které zmenšuje osobní chybu pozorovatele v určení času. Místo pozorování průchodů hvězdy více rovnoběžnými ryskami sledujeme („vedeme“) hvězdu pohyblivou ryskou rovnoměrným otáčením kotouče mikrometru. V pravidelných vzdálenostech od středu, které je možno předem proměřit, se spojují elektrické kontakty a ty se na chronografu registrují současně se sekundovými tiky chronometru. Okamžik průchodu teoretickou střední ryskou je potom možno vypočítat s přesností několika setin sekundy.

U okuláru dalekohledu je pomocný kruh, který se používá k rychlému nastavení dalekohledu do zvolené zenitové vzdálenosti. Pomocný kruh není pevně spojen s dalekohledem. Po nastavení zvolené zenitové vzdálenosti na pomocném výškovém kruhu musíme otočením dalekohledu urovnat indexovou libelu pomocného kruhu, abychom nastavili dalekohled do zvolené zenitové vzdálenosti.

Vertikální kruh je osazen na opačné straně horizontální osy. Je rovněž z optického skla, má průměr 145 mm a je dělen po 4', stupnice optického mikrometru po 0",2. Libela vertikálního kruhu je konstruována jako koincidenční a navíc je opatřena stupnicí. Můžeme proto při čtení vertikálního kruhu buď přesně koincidovat libelu, nebo číst na stupnici dvojnásobnou výchylku bubliny, o kterou po převedení na vteřiny opravíme čtení kruhu.

Sklon horizontální osy je měřen závěsnou libelou. Citlivost je asi 1" na dva milimetry. Dalekohled je vybaven dvojicí Horrebowových libel, jejichž nosič se může pevně spojit s horizontální osou. Citlivost libel je 1" - 2" na dva milimetry.

K příslušenství stroje patří přenosný stativ, skříňka s bateriemi, barometr, kontaktní chronometr, polní chronograf a speciální rádiový přijímač pro příjem časových signálů. Přijímač umožňuje určovat korekci chronometru buď pomocí rytmických signálů metodou Hänniho nebo přímou registrací sekundových tiků přijímaného signálu na chronografu.

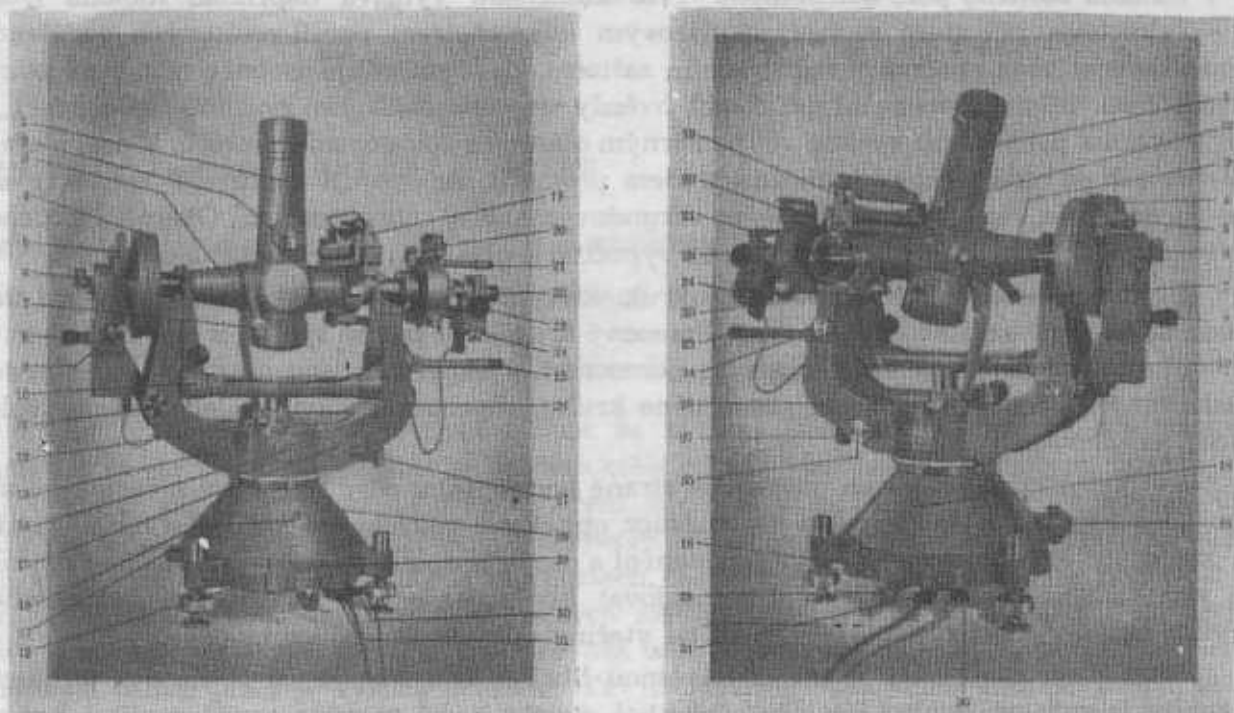
Celková váha přístroje s příslušenstvím včetně tří dopravních beden je asi 120 kg.

Na obrázku 1 je použito pro jednotlivé části univerzálu tohoto označení:

- |   |   |
|---|---|
| 1 tubus objektivu                                 | 11 jemná ustanovka koincidenční libely vertikálního kruhu |
| 2 osvětlovací tělísko zorného pole                | 12 jemná ustanovka vertikálního pohybu                    |
| 3 horizontální osa                                | 13 vypínač osvětlení vertikálního kruhu                   |
| 4 vertikální kruh                                 | 14 vypínač osvětlení zorného pole                         |
| 5 libela vertikálního kruhu                       | 15 vypínač osvětlení nastavovacího vertikálního kruhu     |
| 6 osvětlovací tělísko vertikálního kruhu          | 16 vypínač osvětlení horizontálního kruhu                 |
| 7 hrubá ustanovka vertikálního pohybu             | 17 krabicová libela                                       |
| 8 okulár vertikálního kruhu                       | 18 upevňovací výčnělek                                    |
| 9 bubínek optického mikrometru vertikálního kruhu |   |
| 10 závěsná libela                                 |   |



- |    |  |    |   |
|----|--|----|---|
| 19 | Horrebowy libely   | 27 | hrubá ustanovka horizontálního pohybu             |
| 20 | libela nastavovacího vertikálního kruhu                    | 28 | víčko kotouče pro posun kruhu                     |
| 21 | okulár nastavovacího vertikálního kruhu                    | 29 | osvětlovací tělísko horizontálního kruhu          |
| 22 | okulár dalekohledu   | 30 | přípojka k baterii                                |
| 23 | kotouč okulárového mikrometru pro posun pohyblivého vlákna | 31 | přípojka k chronografu                            |
| 24 | dělený bubínek okulárového (neosobního) mikrometru         | 32 | otočný kotouč zrcátka                             |
| 25 | okulár horizontálního kruhu                                | 33 | upínací šroub Horrebowých libel                   |
| 26 | vidlice dalekohledu  | 34 | bubínek optického mikrometru horizontálního kruhu |
|    |  | 35 | jemná ustanovka horizontálního pohybu.            |



Obr. 1

### 3. Měření astronomických azimutů

Použití astronomického univerzálu pro měření azimutů patrně nebude pro naše účely příliš časté. Pro požadovanou přesnost  $\pm 2'',5$  a nižší není rozhodně efektivní měřit astronomické azimuty tímto přístrojem. K tomu plně postačí kalibrovaný theodolit Wild T3, jehož obsluha je podstatně jednodušší a příprava stroje i vlastní měření nepoměrně rychlejší. Měření přesných azimutů univerzálem bude patrně účelné pouze pro kontrolu geodetických sítí na cizím území, eventuálně pro měření orientačních základů, určených ke kalibraci theodolitů Wild T3.

V severních zeměpisných šířkách do  $60^\circ$  bude nesporně nejvhodnější použít metodu měření na Polárku, poněvadž chyby v určení času a zeměpisných souřadnic stanoviště se projeví minimálním vlivem. Další předností této metody je možnost měření již za soumraku a po celou noc, často i při částečně zatažené obloze, bez přípravy zvláštního pozorovacího programu. Zpracování výsledků měření je poměrně rychlé a jednoduché. Metoda určování azimutů z průchodů hvězd vertikálem signálu a metody jiné jsou pro naše účely méně vhodné.

Pro měření astronomických azimutů metodou na Polárku je nejvhodnější měřický postup užívaný v základní síti. Pro požadovanou přesnost  $1''$  až  $1'',5$  bude plně postačující zaměřit šest až osm dvojskupin, z nichž lze většinou dosáhnout vnitřní přesnosti kolem  $\pm 0'',3$ . Uvážíme-

li, že vliv nepravidelnosti čepů může i u univerzálu dosáhnout až jedné vteřiny, bylo by měření většího počtu skupin jedním strojem za týchž podmínek neúčelné.

Pro úplnost uvádím měřický postup a pořadí i způsob zápisu ve formuláři, zavedeném ve vojenské topografické službě (viz příloha 1).

Záměra na mire.

1. Čtení libely s nulou vlevo a ihned její přeložení.
2. Přesná pointace a čtení vodorovného kruhu.

Záměra na Polárku.

3. Čtení libely s nulou vpravo a ihned její přeložení.
4. Přesná pointace na Polárku a současné určení času.
5. Čtení libely s nulou vlevo.
6. Čtení vodorovného kruhu.
7. Čtení libely s nulou vlevo a ihned její přeložení.
8. Přesná pointace na Polárku a současné určení času.
9. Čtení libely s nulou vpravo.
10. Čtení vodorovného kruhu.

Záměra na mire.

11. Přesná pointace a čtení vodorovného kruhu.
12. Čtení libely s nulou vpravo.

Po skončení takto zaměřené řady se proloží dalekohled a totéž měření se vykoná znovu v druhé poloze dalekohledu. Pořadí a způsob zápisu zůstávají stejné, pouze směr otáčení dalekohledu je opačný. Zpravidla měříme první řadu s dalekohledem v první poloze (KL) jako levotočivou a druhou řadu v druhé poloze (KP) jako pravotočivou. Tím získáme dva azimuty, z nichž každý je měřen v jiné poloze dalekohledu. Oba jsou prosty vlivu kroucení středního sloupu nebo pilíře a jejich průměr je zbaven vlivu kolimační chyby.

#### 4. Měření zeměpisné šířky

Pro přesná měření zeměpisné šířky je nesporně nejvhodnější metoda Horrebow-Talcottova. Její největší předností je dokonalá eliminace nejnebezpečnějších systematických chyb způsobených nepravidelnostmi v dělení kruhu, nejistotou v určení korekce a chodu hodin, ohybem trubice dalekohledu a astronomickou refrakcí. I když kromě těchto výhod je navíc metoda Horrebow - Talcottova a po stránce měřické velmi jednoduchá, přesto se nejeví pro účely geodetického zabezpečení jako nejvhodnější.

Naším prvořadým požadavkem je rychlost a jednoduchost veškerých přípravných měřických i výpočetních prací. Z tohoto hlediska není vhodné poměrně zdlouhavé sestavování pozorovacího programu, který předpokládá výběr hvězd z velkých katalogů. S tím souvisí i další nevýhoda, spočívající v pracnosti výpočtu zdánlivých deklinací. Konečně je třeba uvážit i to, že měření metodou Horrebow - Talcottovou nebude možné při polojasné nebo mírně zamlžené obloze, tedy za podmínek, které pro jiné měřické metody nejsou překážkou. Většina Horrebowých párů bude totiž obsahovat hvězdy šesté až osmé velikosti, jejichž pozorování je podstatně náročnější na jasnost oblohy než pozorování hvězd velikostí větších ( $m < 5$ ).

Je zřejmé, že z hlediska těchto požadavků shledáme řadu nevýhod i u metod ostatních (Pěvcovovy, Gaussovy i Sterneckovy). Pro účely geodetického zabezpečení je podle mého názoru nejvhodnější určovat zeměpisnou šířku měřeními zenitových vzdáleností hvězd v meridiánu. V porovnání s metodou Horrebow - Talcottovou je i tento měřický způsob (v podstatě modifikovaná metoda Sterneckova) zcela nezávislý na nejistotě v určení korekce a chodu hodin. Chyby způsobené ohybem trubice dalekohledu a astronomickou refrakcí jsou rovněž eliminovány, i když již ne tak důsledně. Jediným vlivem, který uvedený měřický postup dostatečně nevylučuje, je nepravidelnost v dělení vertikálního kruhu, která však u univerzálu Wild T4 není pro naše účely nebezpečná. Hlavní předností uvedené metody je jednoduchost sestavení

pozorovacího programu, velmi rychlý výpočet zdánlivých deklinací (lineární interpolací v efemeridách) a konečně možnost měření při pouze polojasné nebo mírně zamlžené obloze.

Vzhledem k tomu, že se tato metoda u nás nepoužívá, a pokud je mi známo, není ani v odborné literatuře podrobněji popsána, uvádím několik zásadních poznámek k měřickému a výpočetnímu postupu. Pro sestavení pozorovacího programu použijeme zásadně ty hvězdy, jejichž zdánlivé pozice jsou tabelovány v efemeridách v systému FK 4. Vzhledem k možnosti výskytu určitých zbytkových chyb z refrakce, je vhodné určovat zeměpisnou šířku pouze z hvězd kulminujících nad stanovištěm v zenitových vzdálenostech do  $\pm 30^\circ$ . Z efemerid vybereme tedy hvězdy, jejichž deklinace vyhovují podmínce

$$(\varphi + 30^\circ) > \delta > (\varphi - 30^\circ)$$

a jejichž rektascenze jsou číselně rovny místnímu hvězdnému času v době pozorování.

*Příklad 1.*

Na stanovišti 321 ( $\varphi = 49^\circ 01'$ ,  $\lambda = 20^\circ 35'$ ) předpokládáme měření zeměpisné šířky dne 11. června 1964 v době od 20 do 23 hod. SEČ.

$\theta_G^\circ$ .....	17h17m30s	17h17m30s
$\lambda^h$ .....	1 22 20	1 22 20
$T_{sc}$ (v jednotkách hvězdného času) .....	19 03 10	22 03 40

Místní hvězdný čas je roven:

v 20 hod. SEČ .....	13 43 00	
v 23 hod. SEČ .....		16 43 30

Z ročenky *Astronomičeskij ježegodnik* \*) vypíšeme hvězdy, jejichž rektascenze jsou v mezích od 13h43m do 16h44m a deklinace od  $19^\circ 01'$  do  $79^\circ 01'$ . Hvězdy o deklinacích  $19^\circ 01' - 49^\circ 01'$  budou kulminovat jižně zenitu; hvězdy s deklinacemi většími než  $49^\circ 01'$  projdou meridiánem severně zenitu. Zenitovou vzdálenost kulminující hvězdy jižní (severní) určíme ze vztahů

$$\begin{aligned} z_1 &= \varphi - \delta_1, \\ z_2 &= \delta_2 - \varphi. \end{aligned} \quad (1)$$

V pozorovacím programu uvedeme pak tyto údaje:

Číslo hvězdy AJ	Kulminace	Velikost m	Rektascenze	Zenit. vzdál. z
1	2	3	4	5
333	s	1,9	13h46m07sec	$0^\circ 29'$
334	j	5,0	13 50 12	$14^\circ 24'$
335	s	4,8	13 50 23	$15^\circ 53'$
338	s	3,6	14 03 25	$15^\circ 32'$
340	j	4,8	14 08 45	$23^\circ 45'$

Hodnoty ve sloupcích 1, 3, 4 jsou vypsány z ročenky *Astronomičeskij ježegodnik*; údaje ve sloupcích 2 a 5 jsou určeny ze vztahů (1).

Před zahájením měření je třeba pečlivě urovnat stroj, aby sklon horizontální osy nepřesáhl hodnotu  $\pm 3''$ . Potom pomocí předem zjištěného azimutu Polárky (event. pomocí dříve orientovaného směru) zaměříme kolimační osu přístroje do meridiánu s přesností do  $\pm 90''$ . Dále zjistíme hrubou korekci hvězdného chronometru na místní hvězdný čas s přesností několika desítek sekund.

\*) Výhodnější pro tuto metodu je použití ročenky *Apparent Places of Fundamental Stars*, která obsahuje zdánlivé pozice všech hvězd katalogu FK 4.



Vlastní měření pak probíhá podle připraveného pozorovacího programu. V jedné poloze dalekohledu je vhodné zaměřit pokud možno v co nejkratší době zenitové vzdálenosti čtyř jižních a čtyř severních hvězd. Na rozdíl od metody Sterneckovy neměříme jednotlivé dvojice hvězd, nýbrž jednu sérii, ve které může následovat několik jižních nebo severních průchodů bezprostředně za sebou.

Pro účely geodetického zabezpečení bude plně postačující zaměřit v obou polohách dalekohledu po jedné sérii, skládající se ze čtyř jižních a čtyř severních průchodů. Způsob zápisu měření a výpočet zeměpisné šířky je ukázán v příloze 2a a 3.

## 5. Měření zeměpisné délky

Nejvhodnějším měřickým způsobem pro určování zeměpisné délky, použitelným i pro účely geodetického zabezpečení, je metoda Cingerova. Hlavní její předností je to, že patří k metodám přesným a přitom neklade příliš vysoké požadavky na naprostou stabilitu stroje po celou dobu měření. Další přednost této metody spočívá v tom, že sestavení pozorovacího programu i výpočet zeměpisné délky lze značně zjednodušit a zrychlit použitím programových a výpočetních efemerid. Cingerovy páry jsou sestaveny převážně z hvězd, jejichž zdánlivé pozice jsou tabelovány v astronomické ročence a jejichž hvězdné velikosti jsou dostatečně velké ( $m \leq 5$ ).

Pro naše účely bude plně postačující určit korekci na místní hvězdný čas z měření osmi Cingerových párů, z nichž lze za průměrných observačních podmínek dosáhnout vnitřní přesnosti do  $\pm 0,02$  s. Vzhledem k tomu, že odchylky vysílaných časových signálů od středního světového času UT 2 mohou v krajních případech dosahovat hodnot až  $\pm 0,05$  s, nemělo by měření většího počtu hvězdných párů význam.

Příprava pozorovacího programu je velmi jednoduchá. Předpokládanou dobu pozorování si převedeme na místní hvězdný čas stejně jako v příkladu 1, odst. 4. Pro přibližnou hodnotu zeměpisné šířky pak interpolujeme v pracovních efemeridách Cingerových párů tyto údaje:

- s ..... místní hvězdný čas průchodu obou hvězd páru stejnou výškou,
- z ..... zenitovou vzdálenost,
- $A_{EW}$  ..... azimuty východní a západní hvězdy páru.

Pozorovací program (pro stanoviště 321 a pro měření dne 15. 7. 1964 od 20.20 hod. SEČ) bude pak obsahovat tato data:

Pár	Hvězda		$m_E$	$m_W$	s	Pořadí EW			Pořadí WE		
	E	W				$z_{EW}$	$A_E$	$A_W$	$z_{WE}$	$A_W$	$A_E$
464	473	321	3,2	4,3	16h20m20s	42°09'	282°03'	78°13'	41°21'	77°05'	283°12'
465	497	309	2,3	4,3	16 29 00	41 38	259 22	102 05	40 50	102 20	260 07
468	489	321	4,7	4,3	16 36 00	44 40	279 03	81 39	43 52	80 35	280 08

Měřický postup jakož i bližší údaje o této metodě je možno nalézt v literatuře ([8] str. 193-201, [1] str. 184-196, [10] str. 46-54).

Okamžiky průchodů hvězd stejnou výškou je vhodné určovat z registrace 20 kontaktů neosobního mikrometru, symetricky položených vzhledem ke středu zorného pole. Pro vyloučení přístrojových chyb je třeba (nejlépe po zaměření každého páru) měnit pořadí pozorování a zapojení per chronografu. Kromě toho rovněž dodržujeme zásadu, že jednu polovinu všech měřených párů pozorujeme v první poloze a druhou polovinu v druhé poloze dalekohledu.

Způsob zápisu měření, vyhodnocení záznamu chronografu a výpočet  $\Delta T$  z jednoho Cingerovy páru je ukázán v příloze 4a, 4b a 5. Zjednodušený výpočet  $\Delta T$  téhož páru s použitím výpočetních efemerid je zařazen jako příloha 2b.

## 6. Rozbor možných vlivů, působících na měřené veličiny

### 6,1 Vlivy, působící na astronomické azimuty, měřené metodou na Polárku

#### 6,11 Chyby strojové

Vliv chyby periodické v dělení horizontálního kruhu a optického mikrometru je možno považovat za zanedbatelný. Při měření šesti až osmi dvojskupin bude každý směr čten na dvanácti až šestnácti různých místech kruhu i optického mikrometru. Kromě toho přesnost dělení horizontálního kruhu je u univerzálu Wild T4 velmi dobrá.

Sklon horizontální osy je při měření určován vteřinovou závěsnou libelou a jeho vliv je početně vylučován. Předpokládejme však, že ideální poloha bubliny libely (udávající přesný sklon horizontální osy) bude rozdílná od polohy bubliny v okamžiku čtení o hodnotu půl dílku stupnice libely. (Jak ukazují výsledky praktických měření, je tento předpoklad blízký skutečnosti). Předpokládáme-li dále měření astronomického azimutu v šesti dvojskupinách, budou u záměry na Polárku čteny údaje libely 48krát. Vzhledem k náhodnému charakteru tohoto vlivu se sníží v celém souboru měření předpokládaná nejistota v určení polohy horizontální osy na jednu sedminu, tj. při použití jednovteřinové libely na  $\pm 0'',07$ . U strmé záměry na Polárku se v našich zeměpisných šířkách projeví tento vliv chybou  $\pm 0'',08$ , která je pro účely geodetického zabezpečení zanedbatelná.

Vliv chyby kolimační. Označíme-li

$c$  ..... kolimační chybu stroje,

$z^I$  ..... zenitovou vzdálenost nebeského tělesa při měření v I. poloze dalekohledu,

$z^{II}$  ..... zenitovou vzdálenost nebeského tělesa při měření v II. poloze dalekohledu,

$\Delta A_c$  ..... změnu azimutu, způsobenou chybou kolimační,

pak platí

$$\Delta A_c = c (\operatorname{cosec} z^I - \operatorname{cosec} z^{II}) .$$

Uvážíme-li, že časový interval mezi záměrou v I. a II. poloze na Polárku bude dosahovat u předpokládané metody šesti až deseti minut, může změna zenitové vzdálenosti Polárky nabýt v elongaci maximální hodnoty  $4'$ . Položíme-li podmínku

$$\Delta A_c \leq \pm 0'',5 ,$$

pak pro  $\varphi = 50^\circ$  a  $\Delta z = 4'$  lze připustit  $c_{\max} = \pm 23''$ .

Chyba v horizontálním úhlu, způsobená nedokonalým urovnáním horizontální a vertikální osy, nemůže dosáhnout při maximální změně zenitové vzdálenosti Polárky nebezpečných hodnot. Lze snadno dokázat, že pro  $\varphi = 50^\circ$  a pro rozdíl zenitových vzdáleností mezi měřeními v I. a II. poloze dalekohledu  $\Delta z = 4'$  způsobí běžně urovnaný stroj (s přesností do 3 dílků vteřinové libely) chybu v horizontálním úhlu  $\pm 0'',02$ .

Nepravidelnost čepů horizontální osy je nejnebezpečnějším vlivem, který podstatně omezuje dosažitelnou přesnost astronomicky měřených azimutů z Polárky. Vzhledem k tomu, že tato systematická chyba není stálá, nýbrž proměnná v závislosti na změně stanoviště a času, nelze ji plně eliminovat. Její podstatné omezení pro určitý poměrně úzký rozsah zeměpisných šířek je možné pouze pomocí srovnávacího měření na orientační základně, jejíž velmi přesný azimut by nebyl určen měřeními na Polárku. Pro účely geodetického zabezpečení se však spokojíme pouze s takovým omezením, aby vliv nepravidelnosti čepů nepřesáhl hodnotu  $\pm 1'',0$  v rozsahu severních zeměpisných šířek od  $47^\circ$  do  $52^\circ$ . Tomuto požadavku patrně vyhoví srovnávací měření na dvou astronomicky určených stranách základní sítě v zeměpisných šířkách kolem  $48^\circ$  a  $51^\circ$ .

#### 6,12 Vlivy vnější

Chyba z nepřesné centrace stroje a světelného terče se může nepříznivě projevit hlavně při orientaci kratších stran. Centrování terče pomocí olovnice a stroje podle polohy sta-



věcích šroubů vzhledem ke středu značky je možné na vzdálenost 4 km a větší. Při délce orientované strany 2–4 km je třeba určit centrační prvky terče i univerzálu menším theodolitem s přesností na 1 mm.

*Chyba v poloze hvězdy* je pro účely geodetického zabezpečení při použití ročenky Astronomičeskij ježegodnik nebo Apparent places zcela zanedbatelná. Chyby v poloze jasnějších hvězd (FK 4) jsou velmi nepatrné. Pro naše účely nebude nutné ani zavádět opravy ze systému FK 3, který byl základem pro Astronomičeskij ježegodnik včetně ročníku 1965.

*Chyba v čase* není při měření astronomických azimutů metodou na Polárku nebezpečná. Pro přesnost azimutu do  $\pm 0'',1$  je postačující určit čas okamžiku záměry na Polárku s přesností  $\pm 0,25$  s.

*Chyba v určení zeměpisných souřadnic stanoviště.* Chyba v astronomické zeměpisné šířce  $m_\varphi = \pm 3''$  způsobí chybu v azimutu Polárky  $m_\lambda = \pm 0'',1$ . Stejnou chybou v azimutu se projeví chyba v zeměpisné délce  $m_\lambda = \pm 4''$ .

*Vliv chyby v poloze zemského pólu.* Severní zemský pól se pohybuje ve směru zemské rotace a jeho okamžitá poloha může být rozdílná od střední polohy o hodnotu až  $0'',4$ . Okamžitá poloha pólu je udávána jeho pravouhlymi souřadnicemi  $x, y$ . Tyto údaje jsou extrapolovány z výsledků mezinárodních měření Rychlé šířkové služby a jsou publikovány v časopisu Bulletin horaire. Jestliže nebudeme mít uvedený časopis včas k dispozici a budeme nuceni vliv kolísání pólů zanedbat, musíme ve výsledném azimutu očekávat chybu  $\Delta A$ , danou vztahem [2] str. 135:

$$\Delta A = (y \cos \lambda - x \sin \lambda) \sec \varphi .$$

Pro  $\varphi = 50^\circ$ ,  $\lambda = -10^\circ$ ,  $x = y = 0'',3$  bude  $\Delta A_{\max} = 0'',69$ .

*Vliv nezměněných podmínek měření.* Tímto pojmem označíme souhrn vlivů, působících při měření za určitých stálých nebo málo se měnících podmínek. Zde se uplatní vlivy povětrnostní, ostrost, kontrast, velikost a stálost obrazu světelného terče, dokonalost odstranění paralaxy nitkového kříže, variace osobní rovnice pozorovatele a řada dalších vlivů. Střední hodnota této chyby dosahuje za dobrých až průměrných podmínek měření velikostí  $\pm 0'',25$ . (Číselná hodnota tohoto vlivu byla určena z dosud získaných výsledků měření astronomických azimutů univerzálem Wild T4 metodou na Polárku. Za hodnotu správnou byl vzat průměr z měření v několika pozorovacích nocích. Za hodnotu zatíženou vlivem nezměněných podmínek byl považován výsledek jedné pozorovací noci, měřený v šesti až osmi dvojskupinách, v časovém intervalu asi dvou hodin.)

### 6,13 Vliv chyby osobní

Vzhledem k tomu, že zdánlivý pohyb Polárky je velmi pomalý a pointace není v podstatě odlišná od měření na světelný terč, nebude často osobní rovnice pozorovatele dosahovat prokazatelných hodnot. Pro účely geodetického zabezpečení bude plně postačující určit společný vliv rovnice osobní a přístrojové srovnávacím měřením na stranách základní sítě podle odstavce 6, 11. Pro rozsah zeměpisných šířek  $3^\circ$  bude pak možné pokládat číselnou hodnotu rovnice osobně přístrojové určitého pozorovatele za konstantní.

### 6,2 Vlivy působící na zeměpisnou šířku měřenou metodou meridiánových zenitových vzdáleností

#### 6,21 Chyby strojové

*Vliv periodické chyby v dělení vertikálního kruhu a vliv ohybu tubusu dalekohledu.* Oba uvedené vlivy by byly plně eliminovány tehdy, kdyby byly zenitové vzdálenosti severních a jižních hvězd téměř stejné (= podmínka metody Horrebow - Talcottovy). Určujeme-li zeměpisnou šířku ze zenitových vzdáleností pouze jasnějších hvězd, bez ohledu na jejich symetrické rozložení vzhledem k zenitu, budou oba vlivy eliminovány jen částečně. Zbytkové chyby však nebudou pro účely geodetického zabezpečení nebezpečné.



Vliv chyby kolimační  $c$  a sklonu horizontální osy  $i$  na měřené zenitové vzdálenosti je dán vztahem [1] str. 87:

$$\Delta z = \frac{c i}{\rho''} \operatorname{cosec} z + \frac{c^2 + i^2}{2\rho''} \operatorname{ctg} z .$$

Předpokládáme-li  $c = 20''$  a  $i = 10''$  (jejichž dodržení je v praxi velmi snadné), budou chyby v zenitových vzdálenostech  $\Delta z$  dosahovat těchto hodnot:

$z$	$\Delta z$	$z$	$\Delta z$
20°	0'',006	1°	0'',125
15°	0'',008	0°30'	0'',250
10°	0'',012	0°20'	0'',375
5°	0'',025	0°10'	0'',750

Je zřejmé, že pro  $z > 1^\circ$  jsou uvedené vlivy pro naše účely zanedbatelné; pro  $z \leq 1^\circ$  bude však třeba zavádět početní korekce. Hodnotu sklonu horizontální osy  $i$  určíme čtením údajů závěsné libely v normální i přeložené poloze současně při měření zenitové vzdálenosti. Hodnotu kolimační chyby  $c$  postačí zjistit před zahájením měření.

Vliv chyby indexové, pokud bude její velikost stálá, lze ve výsledné hodnotě zeměpisné šířky plně eliminovat. K tomu postačí změřit zenitové vzdálenosti stejného počtu severních a jižních hvězd v téže poloze dalekohledu. Indexová chyba však může, zvláště v delším časovém intervalu, dosahovat proměnných hodnot. Její variace mohou být způsobeny nárazy, změnami teploty nebo i jinými příčinami. Bude-li průběh změn chyby indexové přibližně rovnoměrný, bude možno považovat tento vliv za zanedbatelný i při symetrickém rozložení severních a jižních hvězd vzhledem ke středu souboru (s, j, j, s, s, j, j, s; s, s, j, j, j, j, s, s; j, s, j, s, s, j, s, j, apod.).

Jak ukazují výsledky ověřovacích měření, není nutné pro naše účely dodržovat symetrické rozložení hvězd naprosto důsledně. Pro omezení tohoto vlivu je rovněž možné upravit pozorovací program podle ročenky Apparent places tak, aby doba potřebná k zaměření souboru čtyř jižních a čtyř severních hvězd byla co nejkratší.

### 6,22 Vlivy vnější

**Vliv refrakce.** Nedodržení symetrického rozložení severních a jižních hvězd vzhledem k zenitu může způsobit určité zbytkové chyby z astronomické refrakce. Vzhledem k tomu, že však opravy z refrakce nedosahují u zenitových vzdáleností do 30° velkých hodnot, nelze očekávat ani větší rozdíly mezi refrakcí skutečnou a vypočtenou. Při stejném počtu zaměřených severních a jižních hvězd bude tento vliv do značné míry potlačen a pro naše účely není nebezpečný. Na rozdíl od měření metodou Horrebow - Talcottovou bude však nutné přesněji měřit tlak a teplotu vzduchu a opravy z refrakce počítat na desetiny vteřiny.

**Vliv chyby v určení času a zeměpisné délky stanoviště.** V uvedené metodě určování zeměpisné šířky není čas měřickým prvkem a má význam pouze orientační. Eventuální chyba v určení času tedy nemůže hodnotu zeměpisné šířky ovlivnit. Společný vliv chyby v zeměpisné délce stanoviště a v času se může projevit pouze menší přesností v zaměření přístroje do meridiánu.

**Vliv nepřesného zaměření přístroje do meridiánu.** Za předpokladu, že optická osa přístroje svírá s rovinou meridiánu úhel  $k + 0$ , chyba v zeměpisné šířce, způsobená měřením zenitových vzdáleností mimo meridián je dána vztahem [10] str. 69:

$$\Delta \varphi = -\frac{1}{2} k^2 K \cos \varphi + \frac{1}{2} i^2 J \sin \varphi + \frac{1}{2} c^2 \operatorname{ctg} \varphi - \\ - kiJ \cos \varphi - kcC \cos \varphi + icC \sin \varphi ,$$

kde  $k$  ..... nepřesnost zaměření kolimační osy do meridiánu,  
 $i$  ..... sklon horizontální osy,  
 $c$  ..... kolimační chyba + pro jižní hvězdy,  
 - pro severní hvězdy,

$$K = \sin z \operatorname{cosec} p,$$

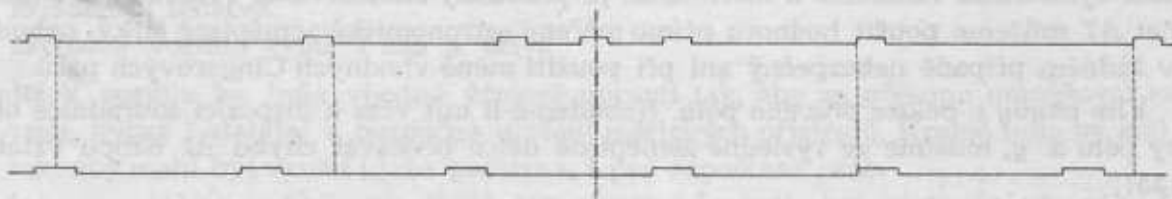
$$J = \cos z \operatorname{cosec} p,$$

$$C = \operatorname{cosec} p.$$

Pro zeměpisnou šířku  $\varphi = 50^\circ$ , sklon horizontální osy  $i = 10''$ , kolimační chybu  $c = 20''$  a  $k = 30''$ ,  $60''$ ,  $90''$  budou chyby  $\Delta\varphi$  dosahovat v zenitové vzdálenosti  $z = 30^\circ$  těchto hodnot:

$k$	30''	60''	90''
Pro šířku určenou z jižní hvězdy $\Delta\varphi_1$	-0'',002	-0'',007	-0'',014
Pro šířku určenou ze severní hvězdy $\Delta\varphi_2$	+0'',028	+0'',034	+0'',042

Pro účely geodetického zabezpečení plně vyhoví zaměření přístroje do meridiánu pomocí azimutu Polárky, určeného s přesností do  $\pm 90''$ .



Obr. 2

*Vliv chyby v poloze zemského pólu.* Nebudeme-li mít včas k dispozici souřadnice okamžité polohy pólu  $x, y$ , musíme ve výsledné zeměpisné šířce očekávat chybu  $\overline{\Delta\varphi}$ , danou vztahem [2] str. 134:

$$\overline{\Delta\varphi} = x \cos \lambda + y \sin \lambda.$$

Pro  $\varphi = 50^\circ$ ,  $\lambda = -10^\circ$ ,  $x = 0'',3$ ,  $y = 0'',3$  bude  $\overline{\Delta\varphi}_{\max} = 0'',45$ .

*Vliv nezměněných podmínek měření* při určování zeměpisné šířky nemůže nabýt pro naše účely nebezpečných hodnot. Měřením na severní a jižní hvězdy bude stejně jako vliv refrakce z větší části eliminován. Při měření za dobrých až průměrných podmínek patrně nepřekročí hodnotu  $\pm 0'',1$ .

#### 6,23 Vliv chyby osobní

Bude stejně jako při měření azimutů metodou na Polárku zanedbatelný. Pro zvýšení přesnosti však je možné zavádět číselnou hodnotu osobní a přístrojové rovnice, určenou srovnávacím měřením zeměpisné šířky na Laplaceově bodě.

#### 6,3 Vlivy působící na zeměpisnou délku měřenou metodou Cingerovou

##### 6,31 Chyby strojové

*Nevodorovnost horizontálního vlákna* může při použití neosobního mikrometru způsobit určitou zbytkovou chybu v určení místního hvězdného času. Její eliminace je možná jednak pečlivou rektifikací pohyblivého vlákna, jednak přesným zaměřením stroje do vypočteného azimutu, aby východní i západní hvězda páru procházela středem zorného pole.

*Rozdílnost výšky záměr* východní a západní hvězdy páru je určována čtením údajů dvojice Horrebowých libel a početně vylučována. Předpokládáme-li však, stejně jako v odst. 6, 11, nejistotu v určení sklonu půl dílku stupnice libely, pak s ohledem na citlivost a na počet čtení údajů obou libel je možno očekávat chybu v určení místního hvězdného času z osmi Cingerových párů  $\pm 0,01$  s.

*Vliv šířky kontaktu neosobního mikrometru* je možno plně vyloučit u jednotlivých hvězd páru. Princip eliminace spočívá v tom, že časový údaj přiřazujeme na chronografické pásce těm okrajům kontaktů neosobního mikrometru, které jsou symetrické vzhledem k poloze pevného středního vlákna (viz obr. 2).

Vliv *paralaxy per chronografu* lze nejlépe vyloučit tím, že po zaměření každého páru změním zapojení per. Pro výpočet korekce na místní hvězdný čas je třeba použít sudého počtu Cingerových párů, z nichž jedna polovina má záznam kontaktů neosobního mikrometru nahoře a záznam chronometru dole, zatím co u druhé poloviny párů je tomu naopak.

### 6,32 Vlivy vnější

*Chyba v určení času.* Podstatnou část celkové chyby v zeměpisné délce patrně nejčastěji způsobí zanedbání opravy použitého časového signálu. Maximální možnou velikostí této opravy  $\pm 0,05$  s je omezena dosažitelná přesnost v zeměpisné délce pro účely geodetického zabezpečení na  $\pm 0'',75$ . Vzhledem k možnosti výskytu této poměrně značné chyby bude třeba potlačit na minimum ostatní vlivy působící na přesnost v určení času. Pro úplnou eliminaci variací chodu kontaktního chronometru a nejistoty v určení jeho korekce bude nesporně nejvhodnější nahradit chronometr přímou registrací přijímaného permanentního časového signálu na chronografu. Tento způsob je však možný pouze při použití speciálního rádiového přijímače, který se u nás vyrábí pro registraci časového normálu OMA 50.

*Chyba v určení zeměpisné šířky* se může projevit malou zbytkovou chybou v korekci na místní hvězdný čas. Při vhodné volbě párů, v nichž azimuty východní a západní hvězdy jsou přibližně symetrické vzhledem k meridiánu, je prakticky eliminována. Vzhledem k tomu, že pro výpočet  $\Delta T$  můžeme použít hodnotu přímo měřené astronomické zeměpisné šířky, nebude tento vliv v žádném případě nebezpečný ani při použití méně vhodných Cingerových párů.

*Vliv chyby v poloze pravého pólu.* Nebudeme-li mít včas k dispozici souřadnice okamžité polohy pólu  $x, y$ , musíme ve výsledné zeměpisné délce očekávat chybu  $\Delta\lambda$  danou vztahem [2] str. 135:

$$\Delta\lambda = \operatorname{tg}\varphi (y \cos\lambda - x \sin\lambda) .$$

$$\text{Pro } \varphi = 50^\circ, \lambda = -10^\circ, x = y = 0'',3 \text{ bude } \Delta\lambda_{\max} = 0'',53.$$

*Vliv nezměněných podmínek měření* nemůže dosáhnout pro naše účely nebezpečných hodnot. Ve srovnání s mezí dosažitelné přesnosti danou neznalostí opravy časového signálu případně i polohy pravého pólu je tento vliv zcela zanedbatelný. Nejnebezpečnější složka tohoto vlivu, variace osobní rovnice pozorovatele, bude použitím neosobního mikrometru značně utluмена.

### 6,33 Vliv chyby osobní

Při určování korekce na místní hvězdný čas ho nelze pokládat za zanedbatelný ani při použití neosobního mikrometru. Jeho použitím je velikost vlivu osobní rovnice pozorovatele značně zmenšena, není však plně eliminována. Bude rozhodně žádoucí určit číselné hodnoty osobní rovnice všech pozorovatelů na srovnávacím Laplaceově bodě. Kromě toho bude vhodné, aby se na měření zeměpisné délky podíleli vždy dva pozorovatelé.

## 7. Složení měřické skupiny, její materiální vybavení a organizace práce

Skupina geodetických základů, která kromě plnění jiných úkolů bude provádět veškerá přesnější astronomická měření, by měla pracovat v tomto složení:

- 2 inženýři měřiči (důstojníci),
- 2 mladší inženýři event. technici (absolventi nebo poddůstojníci),
- 2 počtáři (poddůstojníci),
- 1 řidič.

Pro astronomická měření vyšší přesnosti by bylo vhodné toto materiální vybavení:

- 1 astronomický univerzál,
- 1 kalibrovaný theodolit Wild T3 ve velmi dobrém technickém stavu, s doplňkem astrolábu,
- 2 hvězdné kontaktní chronometry,
- 1 střední chronometr,
- 1 stopky,
- 2 polní chronografy,



- 1 speciální dlouhovlnný rádiový přijímač pro příjem a registraci pouze časového normálu OMA 50,
- 1 speciální krátkovlnný rádiový přijímač s výstupním relé pro příjem a registraci vědeckých signálů,
- 1 tranzistorový rádiový přijímač s rozsahem signálů DIZ a OLB 5 s výstupním relé,
- 1 barometr,
- 1 teploměr,
- 1 přenosný měřický pilíř s přenosnou podlahou,
- 1 speciálně upravený stan bez střechy o půdorysu 2,5 × 3 m a výšce stěny 2 m,
- 1 souprava pro signalizaci v noci (přesně centrovatelné světelné terče a světlomety),
- 1 měřická souprava (pásmo, krumpáč, lopata, sekera, pila apod.),
- 1 menší osvětlovací souprava,
- 1 elektrocentrála 1 kW,
- 2 mechanické počítací stroje ruční,
- 2 mechanické počítací stroje elektrické,
- hvězdné katalogy, efemeridy, tabulky funkcí a tabulky speciální,
- 3 skládací stoly, sem.
- 6 skládacích sedaček,
- 1 skříňové vozidlo typu T 805 s přívě

Vnitřek vozidla by bylo vhodné účelově upravit tak, aby za přesunu umožňoval nejen dopravu osob, nýbrž i stabilní a bezpečné uložení měřických přístrojů. Kromě toho by měl být vybaven tak, aby mohl být využit i jako počtárna, i pro odpočinek osob.

Jedním ze stálých a hlavních úkolů této skupiny by mělo být udržování přesného času, které by spočívalo v každodenním příjmu a registraci všech dosažitelných časových signálů. Za čas správný bychom pak považovali aritmetický průměr, získaný ze všech přijatých signálů a vzhledem k tomuto „fiktivnímu časovému středu“ by byly denně určovány opravy přijímaných signálů. Tím by bylo dosaženo alespoň částečné eliminace nejnepříznivějšího vlivu, vyplývajícího z neznalosti jak polodefinitivních, tak definitivních oprav.

Jak ukázaly výsledky praktických měření, je možno považovat navržené vybavení skupiny za vyhovující pouze tehdy, zůstanou-li vysílače časových signálů v provozu a nebudeli příjem rušen. Domnívám se však, že by bylo značně riskantní spoléhat na to, že tento předpoklad bude splněn ve všech situacích. Jediným řešením, které by umožnilo úspěšnou činnost skupiny za všech jasných nocí, je nahrazení „fiktivního časového normálu“ spolehlivými křemennými hodinami, kterými by bylo vhodné skupinu vybavit.

Dalším důležitým činitelem pro splnění úkolu a včasné dodání výsledků bude vhodná organizace práce při měřických a výpočetních pracích. Jako nejúčelnější pořadí jednotlivých úkonů se jeví:

1. měření azimutu,
2. měření zeměpisné délky,
3. měření zeměpisné šířky.

Ad. 1. Měření astronomického azimutu metodou na Polárku může probíhat již za soumraku. Pokud nebude požadována vyšší přesnost než  $\pm 2'',5$ , bude nesporně vhodné využít theodolitu Wild T3. V tomto případě může současně druhý měřič měřit na excentrickém stanovišti univerzálu zeměpisnou délku. Při měření azimutu vyšší přesností univerzálem se práce značně zrychlí, budou-li u přístroje oba měřiči. Jeden nastavuje klady, pointuje a čte kruh, druhý překládá a čte závěsnou libelu. Po zaměření dvou skupin (pravotočivé a levotočivé) se měřiči vystřídají. Pro zapisování a určování času postačí jeden zacvičený poddůstojník. Zbývající příslušníci skupiny počítají azimuty Polárky současně s měřením.

Ad. 2. Při měření zeměpisné délky metodou Cingerovou je zaměstnán pouze jeden měřič u univerzálu a jeden zapisovatel, který současně obsluhuje chronograf. Zbytek skupiny může dokončovat výpočty azimutů a současně s měřením délky interpolovat efemeridy použitých hvězd. Po zaměření poloviny párů se měřiči vystřídají.

Ad. 3. Při měření zeměpisné šířky navrhovanou metodou je nejvhodnější, jsou-li u univerzálu oba měřiči. Jeden nastavuje klady a pointuje, druhý čte vertikální kruh a indexovou libelu. Pro zapisování, sledování, hvězdného chronometru, barometru a teploměru postačí jeden zacvičený poddůstojník. Ostatní příslušníci skupiny vyhodnocují časové údaje na chronografické pásce a počítají zeměpisnou délku. Po skončení měření se věnují výpočtům všichni příslušníci skupiny.

Dalším neméně důležitým předpokladem pro úspěšnou činnost skupiny i za ztížených podmínek je dokonalá vycvičenost všech příslušníků. Oba důstojníci musí být nejen zručnými měřiči, nýbrž musí stejně jako všichni ostatní příslušníci skupiny spolehlivě ovládat veškeré práce počtáře, chronografisty i zapisovatele. Kromě toho je třeba, aby oba měřiči (náčelník skupiny i jeho zástupce) spolehlivě teoreticky ovládali všechny základní úlohy geodetické astronomie.

## 8. Závěr

Z rozboru možností astronomické skupiny vyplynulo, že za příznivých podmínek povětrnostních a při uvažovaném materiálním vybavení a personálním obsazení je možno reálně kalkulovat zaměření Laplaceova bodu s přesností vyhovující pro geodetické zabezpečení vojsk v průběhu jedné pozorovací noci. Při plánování činnosti a při zadávání úkolů astronomické skupině však nesmíme zapomínat, že úspěšné měření předpokládá důkladnou přípravu. Kromě sestavení pozorovacích programů bude třeba věnovat dostatek času úpravě stanoviště a aklimatizaci přístrojů. Dále je třeba uvážit i to, že pouze naprosto stabilní postavení univerzálu může zajistit dosažitelnou přesnost, a to do  $\pm 1'',5$  v určení zeměpisné délky a azimutu a do  $\pm 1'',0$  v určení zeměpisné šířky. Pro úplné zpracování jednoho bodu bude tedy nutno kalkulovat tyto časové lhůty:

Příprava pozorovacích programů	2 hod.
Doba potřebná k přesunu skupiny na měřený bod	podle situace.
Přípravné práce na stanovišti před soumrakem včetně navázání světelného spojení na vzdálenost do 5 km	3 hod.

### Měřické práce na stanovišti:

při měření délky, šířky i azimutu univerzálem	6 hod.
při měření azimutu theodolitem Wild T3, šířky a délky univerzálem	4 hod.
Výpočetní práce po ukončení měření	5 - 7 hod.
Doba potřebná k doručení výsledků	podle situace.

Při této časové kalkulaci a při rozboru činnosti skupiny jsem vycházel z poměrně reálného předpokladu, že zeměpisné souřadnice měřeného bodu budou předem známy s přesností do  $\pm 2'$ . V praxi to znamená, že náčelník skupiny musí znát již dopoledne přibližnou polohu bodu, který má být večer měřen. Kromě toho musí mít z tohoto prostoru mapu (i malého měřítká), podle níž by připravené stanoviště zrekognoskoval a identifikoval je v terénu v okruhu do tří kilometrů od připraveného bodu.

Jesliže by měření mělo být vykonáno v neznámém prostoru, z něhož bychom neměli k dispozici mapu umožňující grafické odsunutí zeměpisných souřadnic, bylo by nutné nejprve určit hrubou polohu stanoviště přibližným astronomickým měřením. (K tomu by bylo přirozeně možné použít malý triangulační theodolit.) Teprve potom by mohly být vypočteny pozorovací programy pro měření univerzálem. Za těchto okolností by však jedna pozorovací noc k úplnému zaměření bodu nestačila.

Závěrem bych chtěl zdůraznit, že jsem při výběru měřických metod pro účely geodetického zabezpečení vycházel ze současných možností a dostupného materiálního vybavení. Z tohoto hlediska se mi navrhované postupy jeví jako nejefektivnější. Je však zřejmé, že vybavení skupiny např. tiskacím chronografem a možnost veškerých astronomických výpočtů

ZÁPISNÍK ASTRONOMICKÉ ORIENTACE NA POLÁRKU

List <b>11-33-86-0</b>	Měřil <b>P.</b>	Teodolit <b>Wild T4 80957</b>
Číslo a název bodu <b>224 Kalvárie</b>	Zapsal <b>V.</b>	Chronometr <b>Paul Buhre 482</b>
	Okolnosti <b>jasno, klidno</b>	Datum <b>5.6.1963</b> Den <b>středa</b>
Citlivost libely $i = 1,16$ $\frac{i}{8} = 0,145$		Oprava měřeného azimutu z Polárky $0 - -$

Poloha	Směr	Čas			Libela		Vodorovný kruh			Průměr			Opravený směr	Vert. kruh		
		h	m	s	i	p	o	'	"	o	'	"		o	'	"
KL					12	1	—	2	—							
							—	11	—							
		[l-p]			cotg z			$\frac{1}{4}$ cotg z								
Polárka		—	4	—	3	5	—	6	—							
		—	8	—	9	7	—	10	—							
$T_{sec}$							cotg z			Čas $T_{sec}$						
Korekce					[l-p]		$\frac{i}{8}$ cotg z			h m s			Úhel $\omega$			
KL					68,0	34,1		0	00	15,9		0	00	15,8		
					26,5	75,5										
					94,5	109,6		0	00	15,8				0	00	15,8
		[l-p] - 15,1			cotg z 0,009			$\frac{1}{4}$ cotg z 0,0013								
Polárka		0	04	51,0	67,9	29,8										
					26,3	71,0	211	12	32,5	211	12	45,4				
					66,9	29,4										
		0	06	23,5	25,3	71,1	211	12	58,2			- 02,4	211	12	43,0	
$T_{sec}$		0	05	37,2	186,4	201,3	cotg z 1,13			Čas $T_{sec}$			148 47 32,8			
Korekce			- 02,3		[l-p] - 14,9		$\frac{i}{8}$ cotg z 0,164			h m s			Úhel $\omega$			
							0	05	34,9							
KP					74,7	26,3		200	00	24,9		200	00	24,7		
					32,8	68,0										
					107,5	94,3		200	00	24,5				200	00	24,7
		[l-p] + 19,2			cotg z 0,009			$\frac{1}{4}$ cotg z 0,0013								
Polárka		0	12	29,5	73,1	27,8										
					31,5	69,6	51	14	49,6	51	15	02,3				
					76,6	27,5										
		0	14	05,0	34,7	69,3	51	15	15,0			+ 03,6	51	15	05,9	
$T_{sec}$		0	13	14,2	215,9	196,2	cotg z 1,13			Čas $T_{sec}$			148 45 18,8			
Korekce			- 02,4		[l-p] + 21,7		$\frac{i}{8}$ cotg z 0,164			h m s			Úhel $\omega$			
							0	13	11,8							

Určení korekce chronometru:

Signál	SEC	Údaj hodin	Korekce



## ZÁPISNÍK MĚŘENÍ ZENITOVÝCH VZDÁLENOSTÍ HVĚZD V MERIDIÁNU

Stanice <b>321</b>	Stroj <i>WT4 80957</i>	Datum <i>11.6.1964</i>	Den <i>čtvrtek</i>
Pozoroval <i>P</i>	Zapsal <i>V</i>	Okolnosti <i>jasno</i>	Poloha <i>II</i>

Hvězda	Kulminace	Libela						Vertikální kruh					Tlak		Teplota °C
		l	p	l	p	$\frac{[l]}{2}$	$\frac{[p]}{2}$	o	'	"	"	"	mb	mm	
338	S	11,7	10,9	11,7	10,8	11,7	10,8	15	33	19,4	19,7	19,2	961,8	721,4	20,0
340	J	11,7	10,8	11,8	10,5	11,8	10,6	23	47	03,8	03,9	03,7	961,8	721,4	19,0
346	S	11,2	11,1	11,3	11,0	11,2	11,0	2	32	38,1	38,3	37,9	961,9	721,5	18,5
720	J	10,8	11,5	10,6	11,7	10,7	11,6	13	22	26,4	26,5	26,4	961,9		18,5
348	S	11,0	11,2	11,0	11,0	11,0	11,1	3	01	38,8	39,2	38,4	962,0	721,6	18,5
349	J	11,2	11,0	11,4	10,8	11,3	10,9	18	31	06,0	06,2	06,8	962,0		18,5
351	J	11,1	10,9	11,2	10,9	11,2	10,9	19	08	47,1	47,2	47,0	962,0		18,5
361	S	10,7	11,2	10,6	11,3	10,6	11,2	17	04	57,4	57,4	57,3	962,2		18,0

PŘÍLOHA 2 b

VÝPOČET  $\Delta T$  z MĚŘENÍ METODOU CINGEROVOU

Stanice <b>321</b>	Stroj <i>WT4 80957</i>	Datum <i>15.7.1964</i>	Den <i>středa</i>
Pozoroval <i>P</i>	Zapsal <i>V</i>	Okolnosti <i>jasno, klidno</i>	Poloha <i>0 od obj.</i>

Hvězdný pár	<i>464</i>	E	<i>473</i>	W	<i>321</i>	$\varphi$	<i>49</i>	<i>01</i>	<i>20,4</i>	$A_W$	<i>78</i>	<i>16</i>	$z$	<i>42</i>	<i>08</i>
-------------	------------	---	------------	---	------------	-----------	-----------	-----------	-------------	-------	-----------	-----------	-----	-----------	-----------

$$\frac{\mu}{2} = \frac{1}{4}(\mu_1 + \mu_2) \quad M = \frac{1}{2}(M_1 + M_2) \quad L_E = \left(\frac{[l+p]}{4}\right)_{1,2} \quad L_W = \left(\frac{[l+p]}{4}\right)_{1,2} \quad i = \pm \frac{\mu}{2}(L - 2M)$$

$\mu/2$	<i>0,49</i>	$L_E$	<i>163,2</i>	$i_E$	<i>+3,3</i>	$i_W - i_E$	<i>-2,6</i>	$\cos \varphi$	<i>0,658</i>
M	<i>170</i>	$L_W$	<i>168,6</i>	$i_W$	<i>+0,7</i>	$i_W + i_E$	<i>+4,0</i>	$\sin A_W$	<i>0,979</i>

1	$T_E$	<i>16</i>	<i>17</i>	<i>37,55</i>	7	$\operatorname{tg} \varphi$	<i>1</i>	<i>151</i>	3	M	<i>16</i>	<i>19</i>	<i>34,86</i>
2	$T_W$	<i>16</i>	<i>22</i>	<i>38,88</i>	11	$\Delta \tau = \frac{1}{100}( \Delta T  - 2,5)$		<i>0,007</i>	17	$-\frac{1}{2}(8)$	<i>16</i>	<i>20</i>	<i>08,22</i>
8	(1) + (2)	<i>32</i>	<i>40</i>	<i>16,43</i>	13	$n_1 \operatorname{tg} \varphi$	-	<i>0,211</i>	12	$\gamma_0 = n \operatorname{tg} \varphi$			<i>33,15</i>
9	(1) - (2)	-	<i>5</i>	<i>01,33</i>	5	$m_1$	-	<i>0,446</i>	19	$\delta_x = 0,021 \cos z$			<i>0,02</i>
10	$T = \frac{1}{2}(9)$	-	<i>2</i>	<i>30,66</i>	14	$k_1 = (13) - (5)$	-	<i>0,065</i>	18	(11) · (14)			—
4	n			<i>20,799</i>	15	$30 \cos \varphi \sin A_W$	<i>19</i>	<i>260</i>	16	$(i_W - i_E) : (15)$			<i>-0,13</i>
6	$n_1$			<i>-0,183</i>	21	u	-	<i>0,32</i>	20	$G(\gamma_0)$			—

VÝPOČET ZEMĚPISNÉ ŠÍŘKY Z MĚŘENÍ ZENITOVÝCH VZDÁLENOSTÍ JIŽNÍCH HVĚZD V MERIDIÁNU

Stanice	H v ě z ě		340		720		349		351	
	1	2	23	47	13	22	18	31	19	08
321	Vertikál.kruh	1	03,8		26,4		06,0		47,1	
			2	00,0						
Stroj Wild T4	z' 360° - z'	3	03,8		26,4		06,0		47,1	
Bo57	Libela O <sub>L</sub>	4	11,8 10,8		10,7 11,8		11,3 10,9		11,2 10,9	
			+	1,2	-	0,9	+	1,4	+	0,3
Poloha i.	360° - z <sub>m</sub>	5	05,0		25,5		07,4		47,4	
Datum 11.6.1964	z <sub>m</sub>	6	05,0		25,5		07,4		47,4	
Den čítek	Teplota	7	19,0		18,5		18,5		18,5	
Měřil P.	Tlak	8	721,4		721,5		721,6		721,6	
Vypočetl V.	γ	9	- 1,37		- 1,30		- 1,30		- 1,30	
	B	10	- 2,07		- 2,26		- 2,26		- 2,26	
	(9) + (10)	11	- 3,64		- 3,56		- 3,56		- 3,56	
	log <sub>10</sub> tg z <sub>m</sub>	12	0,6436		0,3751		0,5241		0,5398	
	z <sub>1</sub>	13	17,640		17,641		17,641		17,641	
	(12) + (13)	14	14,076		11,992		12,682		13,039	
	(11)	15	- 3,64		- 3,56		- 3,56		- 3,56	
	(14) + (15) = log ρ	16	1,9712		1,1038		1,2627		1,2684	
	ρ	17	23,51		12,69		17,89		18,55	
	δ	18	25,15	45,50	36,40	36,23	30,31	48,32	29,54	07,99
	z <sub>m</sub> + ρ = z	19	23,45	28,57	19,20	30,19	18,29	25,29	19,07	05,95
	(18) - (19) = γ <sub>j</sub>	20	48,01	74,00	40,01	14,44	49,01	19,60	49,01	13,90
	γ <sub>j</sub>	21	49,01	19,82						
	v <sub>j</sub>	22	- 0,2		- 0,6		+	0,2		+
										+
										0,5

VÝPOČET ZEMĚPISNÉ ŠÍŘKY Z MĚŘENÍ ZENITOVÝCH VZDÁLENOSTÍ SEVERNÍCH HVĚZD V MERIDIÁNU

Stанице	H v ě z d a					
	1	2	3	4	5	6
321	1	Vertikál.kruh	338	346	348	361
	2	1	15 33 18,4	2 32 34,7	3 01 39,8	17 04 57,4
Stroj Wild T4	3	e' 360° - z'	15 31 18,4	2 30 38,1	2 59 36,8	17 02 57,4
80877	4	Libela O <sub>L</sub>	147 10,8	11,2 + 0,2	11,0 - 0,1	10,8 - 0,6
Poloha /	5	360° - z <sub>m</sub>	20,9	34,9	36,7	56,8
Datum 11.6.1964	6	z <sub>m</sub>	15 31 20,9	2 30 36,9	2 59 38,7	17 02 56,8
Den čísel	7	Teplota	20,0	18,5	18,5	18,0
Měřil P	8	Tlak	781,4	781,5	781,6	781,7
Vypočetl V	9	γ	- 1 5,2	- 1 5,0	- 1 5,0	- 1 2,2
	10	B	- 2 2,7	- 2 2,6	- 2 2,5	- 2 2,4
	11	(9)+(10)	- 3 7,9	- 3 5,6	- 3 5,6	- 3 4,6
	12	log tg z <sub>m</sub>	0 4 4 3 6 -1	0 6 4 2 5 -2	0 7 1 8 5 -2	0 4 8 6 7 -1
	13	μ	1 7 6 4 1	1 7 6 4 1	1 7 6 4 1	1 7 6 4 1
	14	(12) + (13)	1 2 0 7 7	0 4 0 6 6	0 4 8 2 6	1 2 5 0 8
	15	(11)	- 3 7,9	- 3 5,6	- 3 5,5	- 3 4,6
	16	(14)+(15) = log ρ	1 1 6 9 8	0 5 7 1 0	0 4 4 7 1	1 2 1 6 2
	17	ρ	14 78	2 35	2 80	16 45
	18	∫	64 35 03,18	51 32 07,69	52 01 08,92	66 04 41,43
	19	z + ρ = z <sub>m</sub>	15 31 35,08	2 30 40,65	2 59 41,50	17 03 13,25
[vv] <sub>g</sub> = 0,99	20	(18)+(19) = φ' <sub>g</sub>	49 01 28,1	49 01 27,0	49 01 27,4	49 01 28,2
m <sub>g</sub> <sup>2</sup> = 0,082	21	φ <sub>g</sub>	49 01 27,67			
m <sub>g</sub> = ± 0,29	22	φ <sub>s</sub>	-0,4	+ 0,7	+ 0,3	- 0,5



ZÁPISNÍK MĚŘENÍ Δ T METODOU CINGEROVOU

Stanice <b>321</b>	Stroj <i>W 74 80957</i>	Datum <i>15. 7. 1964</i>	Den <i>středa</i>
Pozoroval <i>P</i>	Zapsal <i>V</i>	Okolnosti <i>jasno, klidno</i>	Poloha <i>0 od obj.</i>

Pár	Hvězda E Hvězda W	z		T' SEC		1. Libela					2. Libela					Čas		
				S'		l	p	l-p	l+p	$\frac{l+p}{2}$	l	p	l-p	l+p	$\frac{l+p}{2}$	h	m	sec
				h	m													
				20	23	41,0	22,5	18,5	63,5		141,1	121,7	19,4	262,8				
	<b>473</b>			16	20	41,0	22,5	18,5	63,5	63,5	141,1	121,7	19,4	262,8	262,8	16	17	37,55
						43,8	25,3	18,5	69,1		143,9	124,4	19,5	268,3				
<b>464</b>	<b>321</b>	42	08			43,8	25,3	18,5	69,1	69,1	143,9	124,4	19,4	268,2	268,2	16	22	38,88

VYHODNOCENÍ ZÁZNAMU CHRONOGRAFU

Stanice <b>321</b>	Chronograf <i>603 889</i>	Pracovní hodiny <i>128 002</i>
	<i>FAVAG</i>	<i>ULUSSE HARDIK</i>
Pozoroval <i>P</i>	Vypočetl <i>V</i>	

Datum	Hvězda	Průchod	Poloha dal.		Hvězda	Průchod	Poloha dal.	
	Kontakty		Součet	p	Kontakty		Součet	p
<b>15. 7. 1964</b>	<b>464 473</b>				<b>321</b>			
	17 <sup>m</sup>				22 <sup>m</sup>			
	22,0	53,1	75,1		22,7	53,1	77,8	
	29,4	51,7	75,1		24,3	53,5	77,8	
	25,1	50,1	75,2		25,8	51,9	77,7	
	26,7	48,3	75,0		27,4	50,4	77,8	
	28,2	46,8	75,0		29,1	48,7	77,8	
	29,7	45,3	75,0		30,9	48,8	77,7	
	31,3	44,0	75,3		32,6	45,2	77,8	
	33,0	42,1	75,2		33,8	43,8	77,6	
	34,2	40,9	75,1		35,6	42,3	77,9	
	35,7	39,3	75,0		37,2	40,5	77,7	
	289,3	461,6	750,9		299,4	478,2	777,6	
	T' h m s 16 17 37,55				T' h m s 16 22 38,88			

VÝPOČET  $\Delta T$  z MĚŘENÍ METODOU CINGEROVOU

Stanice	<b>321</b>	Stroj	W T4 B0957	Datum	15.7.1964	Den	středa
Pozoroval	$\rho$	Zapsal	K.	Okolnosti	jasno, klidno	Poloha	0 od obj.

Hvězdný pár	464	E	473	W	321	$\varphi$	40	$\alpha$	20,4	$A_W$	78	$i$	42	$\sigma_B$	0,8
$\frac{\mu}{2} = \frac{1}{4}(\mu_1 + \mu_2) \quad M = \frac{1}{2}(M_1 + M_2) \quad L_E = \left(\frac{[1+p]}{4}\right)^E_{1,2} \quad L_W = \left(\frac{[1+p]}{4}\right)^W_{1,2} \quad i = \pm \frac{\mu}{2}(L - 2M)$															
$\mu/2$	0,49	$L_E$	163,2	$i_E$	+3,3	$i_W - i_E$	-2,6	$\cos \varphi$	0,656						
M	170	$L_W$	168,6	$i_W$	+0,7	$i_W + i_E$	+4,0	$\sin A_W$	0,979						
1	$\alpha_E$	h	m	sec	20	$\text{tg } \delta = \text{tg}(18)$									
		19	20	18,12											
2	$\alpha_W$	13	10	12,08	21	$\text{tg } \varepsilon = \text{tg}(19)$									
3	(1) + (2)	32	39	30,20	22	(20) . (21)									
4	(1) - (2)	+6	19	08,04	23	$\text{tg } t = \text{tg}(17)$									
5	$\delta_E$	27	53	09,20	24	(22) : (23) = $\text{tg } m$									
6	$\delta_W$	28	03	45,37	25	m									
7	(6) + (5)	55	56	48,57	26	$\text{tg } \varphi$									
8	(6) - (5)	+	10	42,17	27	$\cos m = \cos(25)$									
9	$T_E$	h	m	sec	28	(21) . (26) . (27)									
		16	17	37,55											
10	$T_W$	16	22	38,88	29	$\sin t = \sin(17)$									
11	(9) + (10)	32	40	16,43	30	$\sin n = (28):(29)$									
12	(9) - (10)	-0	05	01,33	31	n									
13	$\frac{1}{2}(4)$	+3	09	33,02	32	$y = (31)-(25)$									
14	$-\frac{1}{2}(12)$	+0	02	30,66	33	$y^S$									
15	$\frac{i_W + i_E}{30 \cos \varphi \sin A}$				34	$\frac{1}{2}(3)$	16 19 45,10								
					35	$-\frac{1}{2}(11)$	-16 20 08,22								
16	$t = (13)+(14)+(15)$	+3	12	03,68	36	$+\frac{i_W - i_E}{30 \cos \varphi \sin A}$									
17	$t^0$	48	00	55,2			- 0,13								
18	$\frac{1}{2}(7) = \delta$	27	58	24,28	37	$\Delta a = + 0,021 \cos z$									
19	$\frac{1}{2}(8) = \varepsilon$	+0	05	21,08	38	$\Delta T$	- 0,32								

na samočinném počítači by v zásadě změnil požadavky pro volbu měřických metod. Pak by nesporně bylo efektivnější současné měření zeměpisné délky i šířky např. metodou Gaussovou, eventuálně i jinými metodami, jejichž výhod nelze v současné době plně využít hlavně pro pracnost přípravných a výpočetních prací.

#### Literatura:

- [1] Blažko S. N.: Praktická astronomie, Praha 1956.
- [2] Buchar E.: Geodetická astronomie I., Praha 1963.
- [3] Holub S.: Astronomické určování azimutu měření na Polárku nebo Slunce. Geodetický a kartografický obzor 2/1963.
- [4] Kabeláč J.: Určení relativních tížnicových odchylek z astronomických měření způsobem světelných signálů. - Geodetický a kartografický sborník 1963.
- [5] Krajčí J.: Teória astronomického univerzálneho prístroja. - Geodetický a kartografický obzor 4/1957.
- [6] Lukeš J.: Nový způsob astronomické orientace. Geodetický a kartografický obzor 5/1957.
- [7] Lukeš J.: Příspěvek k měření rozdílů zeměpisných délek hlavních geodetických bodů. Geodetický a kartografický sborník 1958.
- [8] Lukeš J.: Základy geodetické astronomie. Praha 1954.
- [9] Mühlig F.: Grundlagen und Beobachtungsverfahren der Astronomisch-geodätischen Ortsbestimmung, Berlin 1960.
- [10] Niethammer T.: Die genauen Methoden der astronomisch-geographischen Ortsbestimmung (překlad do ruštiny, Moskva 1958).
- [11] Universal-Instrument Wild T4 (firemní publikace), Heerbrugg 1947.

Inž. major Ladislav K e b í s e k

## Zjednodušený výpočet astronomické orientace z měření na Polárku

### I

V současných podmínkách hrají při geodetickém zabezpečování vojsk geodetickými údaji velkou roli metody, které umožňují urychlovat dodání výsledků spotřebitelům. Je proto správné využívat např. takové metody výpočetních prací, které jsou rychlé a jednoduché.

Velmi vžitým způsobem zjišťování orientace směrů je určování azimutu Polárky z astronomického pozorování, z měření času. Azimut hvězdy se vypočte podle vzorce:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\sin t}{\sin \varphi \cos t - \cos \varphi \operatorname{tg} \delta} \quad (1)$$

nebo po úpravě:

$$\operatorname{tg} A = \frac{\operatorname{ctg} \delta \sec \varphi \sin t}{1 - \operatorname{ctg} \delta \operatorname{tg} \varphi \cos t} \quad (2)$$

Výpočet předpokládá relativně zkušené a odborně dobře vyškolené počtáře a z hlediska polních podmínek je dosti zdlouhavý.

V předpise „Topo-52-2“ („Katalog souřadnic Slunce a jasných hvězd“) je uvedena v tabulkách 6 velmi jednoduchá metoda výpočtu azimutu Polárky s příkladem na straně 14. Výpočet podle těchto tabulek je velmi rychlý, není k němu potřeba astronomické ročenky (katalogu hvězd), a tím odpadá i interpolace equatoriálních (rovníkových) souřadnic, které zpravidla dělají počtářům největší potíže.



Metodu rozpracoval N. A. Ortenberg a její podstatu objasnil v časopise „Věstník trudov akademii N-174“, VIA.

Protože v naší literatuře nebyla metoda zatím zveřejněna a dále při sestavování tabulek se použilo někdy jiných vztahů, než se uvádí ve zmíněném článku, jeví se účelné objasnit princip metody, popsat sestavování pracovních tabulek a doporučit používání tohoto výpočetního postupu.

## II

### Odvození pracovních vzorců

Pro získání výsledných pracovních vzorců se vyjde ze vztahu (2).

Pravou část rovnice rozvineme v řadu

$$\operatorname{tg} A = \operatorname{ctg} \delta \operatorname{sec} \varphi \operatorname{sint} (1 + \operatorname{ctg} \delta \operatorname{tg} \varphi \operatorname{cost} + \operatorname{ctg}^2 \delta \operatorname{tg}^2 \varphi \operatorname{cos}^2 t + \dots) \quad (3)$$

Ve vztahu (3) postačí omezit se pouze na členy do 3. řádu. Celkový vliv všech dalších členů vyšších řádů je pro naše účely zanedbatelný a nepřekročí hodnotu  $0'',3$  pro  $\varphi = 70^\circ$  a hodnotu  $0'',02$  pro  $\varphi = 50^\circ$ .

Poněvadž azimut Polárky nabývá malých hodnot (v zeměpisných šířkách ČSSR do  $\pm 1^\circ 30'$  a pro  $\varphi = 70^\circ$  do  $\pm 3^\circ$ ), je možno vyjádřit rozvojem v řadu i levou stranu rovnice (3)

$$\operatorname{tg} A = \frac{A''}{\rho''} + \frac{A^3}{3 \rho''^3} + \dots \quad (4)$$

Uvážíme-li dále, že číselná hodnota deklinace Polárky je blízká  $90^\circ$ , bude možno její kotangentu vyjádřit vztahem

$$\operatorname{ctg} \delta = \operatorname{tg} p = \frac{p''}{\rho''} + \frac{p''^3}{3 \rho''^3} + \dots \quad (5)$$

kde

$$p = 90^\circ - \delta \text{ značí pólovou vzdálenost Polárky.}$$

Dosadíme (4) a (5) do rovnice (3)

$$\begin{aligned} \frac{A''}{\rho''} + \frac{A''^3}{3 \rho''^3} &= \left( \frac{p''}{\rho''} + \frac{p''^3}{3 \rho''^3} \right) \operatorname{sec} \varphi \operatorname{sint} \left[ 1 + \left( \frac{p''}{\rho''} + \frac{p''^3}{3 \rho''^3} \right) \operatorname{tg} \varphi \operatorname{cost} + \right. \\ &\left. + \left( \frac{p''}{\rho''} + \frac{p''^3}{3 \rho''^3} \right)^2 \operatorname{tg}^2 \varphi \operatorname{cos}^2 t \right] \end{aligned} \quad (6)$$

Po úpravách a po vyloučení členů vyšších řádů dostaneme

$$\begin{aligned} A'' &= p'' \cdot \operatorname{sec} \varphi \operatorname{sint} + \frac{p''^2}{\rho''} \operatorname{sec} \varphi \operatorname{tg} \varphi \operatorname{sint} \operatorname{cost} + \frac{p'' \operatorname{sec} \varphi \operatorname{sint}}{\rho''^2} \left( \frac{p''^2}{3} + \right. \\ &\left. + p''^2 \operatorname{tg}^2 \varphi \operatorname{cos}^2 t \right) - \frac{A''^3}{3 \rho''^2} \end{aligned} \quad (7)$$

u posledního členu rovnice platí přibližný vztah

$$A'' = p'' \operatorname{sec} \varphi \operatorname{sint} .$$

Rovnice (7) je modifikací vztahu (1) a tvoří základ pro výpočet azimutu Polárky.

Při sestavení tabulek vypočtených na několik roků je však třeba vzít v úvahu změny zdánlivé polohy Polárky i hvězdného času pro greenwickskou půlnoc pro jiné roky, než je spočítáno ze vztahu (7).

Označme odpovídající změny:  $\Delta \delta$ ,  $\Delta p$ ,  $\Delta \alpha$ ,  $\Delta \theta_s^*$ .

Nejdříve upravíme rovnici hodinového úhlu  $t$  pro základní rok:

$$t_0 = \theta - \alpha = T_s + \mu \cdot T_s + \theta_s^* + \lambda - \alpha \quad (8)$$

kde  $\mu$  značí koeficient pro převod času středního na hvězdný.

Změny hvězdného času a rektascense na hodinový úhel se projeví vztahem

$$\Delta t = \Delta \theta - \Delta \alpha .$$

Potom rovnice hodinového úhlu pro další roky bude mít tvar

$$t = t_0 + \Delta t = T_{\alpha} + (\theta_0^{\alpha} - \alpha) + \lambda + (\Delta \theta_0^{\alpha} - \Delta \alpha) + T_{\alpha} \cdot \mu \quad (9)$$

Vliv změny deklinačního úhlu  $\delta$  na počítaný azimut pro jiný rok určíme diferencováním členů 2. řádu v rovnici (7). Po záměně diferenciálů konečnými hodnotami dostaneme

$$\Delta A'' = 2 \frac{p''}{\rho''} \sec \varphi \operatorname{tg} \varphi \sin t \cos t \cdot \Delta p'' \quad (10)$$

Potom rovnice (7) dostane konečný tvar

$$A'' = p'' \sec \varphi \sin t + \frac{p''^2}{\rho''} \sec \varphi \operatorname{tg} \varphi \sin t \cos t + 2 \frac{p''^2}{\rho''} \sec \varphi \operatorname{tg} \varphi \sin t \cos t \frac{\Delta p''}{p''} + \\ + \frac{p'' \sec \varphi \sin t}{\rho''^2} \left[ p''^2 \operatorname{tg}^2 \varphi \cos^2 t + \frac{p''^2}{3} - \frac{1}{3} p''^2 \sec^2 \varphi \sin^2 t \right] \quad (11)$$

### III

#### Sestavení tabulek

*Pro výpočet hodinového úhlu jsou sestaveny tabulky hodnot:*

$$I = (\theta_0^{\alpha} - \alpha)$$

k argumentu data pozorování (den, měsíc); značí hodnotu hodinového úhlu pro základní rok (v našem případě 1960).

$$\Delta_2 I = T_{\alpha} \cdot \mu$$

k argumentu hodiny pozorování ( $T_{\alpha}$ ); značí opravu na hvězdný čas.

$$\Delta_1 I = (\Delta \theta_0^{\alpha} - \Delta \alpha)$$

k argumentu měsíce a roku pozorování; značí opravu hodinového úhlu pro jiný rok než základní.

*Pro vlastní výpočet azimutu jsou sestaveny tabulky:*

$$P_1 = p''$$

k argumentu data pozorování, značí pólovou vzdálenost Polárky pro základní rok (v našem případě 1960).

$$\Delta P = \Delta p''$$

k argumentu roku a měsíce pozorování, značí opravu pólové vzdálenosti pro jiný rok než základní.

$$II = \frac{p''}{\rho''} \sec \varphi \operatorname{tg} \varphi \sin t \cos t$$

k argumentu  $\varphi, t$ .

$$\Delta II = II \cdot \frac{2 \Delta p''}{p''}$$

k argumentu roku, měsíce pozorování a hodnoty  $II$ ; značí 3. člen rovnice (11).

$$\Delta_1 II = \frac{p'' \sec \varphi \sin t}{\rho''^2} \left( p''^2 \operatorname{tg}^2 \varphi \cos^2 t + \frac{p''^2}{3} - \frac{1}{3} p''^2 \sec^2 \varphi \sin^2 t \right)$$

k argumentu  $t, \varphi$ ; značí poslední člen rovnice (11).

$$\delta \alpha$$

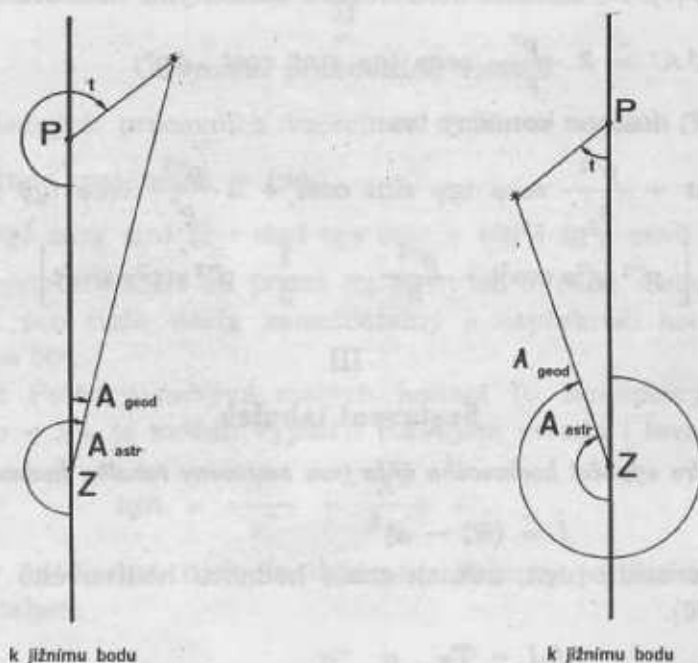
k argumentu azimutu a rozdílu průměrných časů při pozorování hvězdy v 1. a 2. poloze dalekohledu; je to oprava z toho, že výpočet se neprovádí pro každý čas pozorování, ale pro průměrný čas z 1. a 2. polohy.

Dále jsou sestaveny tabulky hodnot sinu hodinového úhlu  $t$  k argumentu časové míry.

## IV

### Měření a výpočet

Měření a vyhodnocení polního zápisníku se nijak neodlišuje od užívaných způsobů a jeho postup nebude v tomto článku uváděn. Je uveden např. v „Příručce pro geodetické zabezpečení vojsk“ (VA AZ, Brno 1962). Doporučuje se měřit ve 4 skupinách (minimálně však ve 2 skupinách).



Obr. 1

Výpočet podle tabulek je velmi jednoduchý a jeho postup je patrný z příkladu. Formulář je navržen s ohledem na rychlé provedení výpočtu i průměrným počtářem.

Všechny hodnoty kromě funkce  $\cos \varphi$  se vyhledají v tabulkách 6 „Katalogu souřadnic Slunce a jasných hvězd“. Hodnoty v řádcích 2-8 jsou společné pro měření v jednom dnu a na jednom stanovišti. Další operace počínaje řádkem 9 se provádějí pro každou skupinu zvlášť.

Oprava  $\delta\alpha$  se při vhodném měřickém postupu (tj. při malém časovém rozdílu mezi pozorováními v 1. a 2. poloze dalekohledu) v našich zeměpisných šířkách prakticky neuplatní.

Protože v geodetické praxi se používá azimut měřený od severu a ne od jihu, jak je definováno ve sférické astronomii, i vypočtený astronomický azimut je třeba opravit o  $\pm 180^\circ$ . Z obr. 1 je zřejmé, že při  $12^h < t < 24^h$  bude vypočítaný geodetický azimut kladný a při  $0^h < t < 12^h$  bude azimut záporný. Vzhledem k této skutečnosti je formulář uzpůsoben při úkonech čís. 17 a 18.

## V

### Závěr

Výpočet azimutu Polárky podle uvedených tabulek zaručuje přesnost určení azimutu do výše střední chyby  $\pm 2''$ . Byla provedena řada výpočtů podle těchto tabulek a hodnota azimutu se oproti výsledkům ze vzorce (1) nikdy neodlišovala o víc jak  $2''$ . Přirozeně nejlepší výsledky budou v blízkosti elongace hvězdy, tj. kdy hodinový úhel bude mít hodnotu okolo 6 hod., nebo 18 hod. Rychlost výpočtu azimutu je  $2\times - 3\times$  větší než obvyklým způsobem podle vztahu (1). Dalším kladem je jednoduchost jednotlivých početních úkonů; je minimální potřeba počítačového stroje.

Vzhledem k těmto přednostem je účelné metodu používat při výpočtu orientace z pozorování Polárky vždy, když požadovaná přesnost v určení orientace (azimutu, směrníku) má být se střední chybou  $\pm 5''$  a nižší. Prakticky půjde o případy určování orientace z měření vteřinovými theodolity.



**Výpočet astronomické orientace z měření na Polárku**  
(pomocí tabulek č. 6)

List mapy: <i>M - 33 - 102 - A</i>	Měřil: <i>Rezek</i>	Poznámky:
Číslo a název bodu:  <i>27 Ostrý vrch</i>	Datum: <i>24.8.1984 den: pondělí</i>	
	Stroj: <i>Wild T3</i>	
	Chronometr (stopky): <i>43236</i>	
Stanoviště: <i>C</i>	Vypočetl: <i>Novák</i>	

$\varphi$	<i>49° 16,7'</i>	$\cos \varphi \cdot$	<i>0,652385</i>	$\lambda^\circ$	<i>20° 38,6'</i>
-----------	------------------	----------------------	-----------------	-----------------	------------------

2	I	<i>20<sup>h</sup> 11,3</i>	5	P <sub>1</sub>	<i>3 330,1</i>
3	$\Delta_1 I$	<i>- 2,0</i>	6	$\Delta P$	<i>- 69,6</i>
1	$\lambda^h$	<i>1<sup>h</sup> 22,6</i>	7	$P = (5) + (6)$	<i>3 260,5</i>
4	$\Sigma = 2+3+1$	<i>21<sup>h</sup> 31,9</i>	8	$K = \frac{P}{\cos}$	<i>4 997,9</i>

Ú k o n	1	2	3	4
9 T seč	<i>20<sup>h</sup> 48<sup>m</sup> 01,4<sup>s</sup></i>	<i>21<sup>h</sup> 25<sup>m</sup> 00,8<sup>s</sup></i>	<i>21<sup>h</sup> 28<sup>m</sup> 52,5<sup>s</sup></i>	<i>21<sup>h</sup> 31<sup>m</sup> 58,5<sup>s</sup></i>
10 T seč - T seč - 1 <sup>h</sup>	<i>19<sup>h</sup> 48,0<sup>m</sup></i>	<i>20<sup>h</sup> 25,0<sup>m</sup></i>	<i>20<sup>h</sup> 28,9<sup>m</sup></i>	<i>20<sup>h</sup> 32,0<sup>m</sup></i>
4 $\Sigma$	<i>21<sup>h</sup> 31,9<sup>m</sup></i>	<i>21<sup>h</sup> 31,9<sup>m</sup></i>	<i>21<sup>h</sup> 31,9<sup>m</sup></i>	<i>21<sup>h</sup> 31,9<sup>m</sup></i>
11 $\Delta_2 I$	<i>3,7<sup>m</sup></i>	<i>3,8<sup>m</sup></i>	<i>3,8<sup>m</sup></i>	<i>3,9<sup>m</sup></i>
12 $t = (10) + (4) + (11)$	<i>17<sup>h</sup> 23,6<sup>m</sup></i>	<i>18<sup>h</sup> 00,7<sup>m</sup></i>	<i>18<sup>h</sup> 04,6<sup>m</sup></i>	<i>18<sup>h</sup> 07,8<sup>m</sup></i>
13 $\sin t$	<i>- 0,9874</i>	<i>- 1,0000</i>	<i>- 0,9998</i>	<i>- 0,9994</i>
14 $K \cdot \sin t$	<i>- 4935 "</i>	<i>- 4998 "</i>	<i>- 4997 "</i>	<i>- 4995 "</i>
15 II	<i>+ 15 "</i>	<i>-</i>	<i>- 2 "</i>	<i>- 3 "</i>
16 $\Delta II$	<i>- 1 "</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
17 $-A''$ přibl. = 14+15+16	<i>- 49 21 "</i>	<i>- 4998 "</i>	<i>- 4999 "</i>	<i>- 4998 "</i>
18 $A''$ přibl.	<i>+ 1° 22' 01 "</i>	<i>+ 1° 23' 18 "</i>	<i>+ 1° 23' 19 "</i>	<i>+ 1° 23' 18 "</i>
19 $\delta \alpha$	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>	<i>-</i>
20 $\omega'$ = (cíl-hvězda)	<i>165° 26' 17 "</i>	<i>165° 24' 58 "</i>	<i>165° 24' 59 "</i>	<i>165° 24' 59 "</i>
21 Ac	<i>166° 48' 18 "</i>	<i>166° 48' 16 "</i>	<i>166° 48' 18 "</i>	<i>166° 48' 17 "</i>
22 Ac (průměr)	<i>166° 48' 17 "</i>			
23 $\gamma$ (koverg.)	<i>+ 16' 12 "</i>			
24 $\delta$ (směrník)	<i>167° 04' 29 "</i>			

## Poznámky

V „Katalogu souřadnic Slunce a jasných hvězd“ (Topo-52-2) v tabulce hodnot  $I$  nejsou uvedeny hodnoty  $(\theta - \alpha)$ , jak je patrné ze vztahu (9), ale  $(\theta - \alpha - 3\mu)$ . Je to způsobeno tím, že původní tabulky byly propočítány ne k světovému, ale k moskevskému dekretnímu času (rozdíl 3 hod.). V důsledku toho i tabulka  $\Delta_2 I$  musela být příslušně upravena.

Dále při zpracování tabulky  $\Delta_1 II$  nebyl vzat v úvahu poslední člen rovnice (12). V našich zeměpisných šířkách se tento člen neuplatní, ovšem při větších zeměpisných šířkách, např. při  $\varphi = 70^\circ$ , může dosáhnout hodnoty okolo  $2''$  s ohledem na velikost hodinového úhlu  $t$ .

### Literatura:

- Katalog souřadnic Slunce a jasných hvězd (Topo-52-2),
- Katalog koordinat slunce a jasných hvězd na 1960-1965 roky,
- Věstník trudov akademii, VIA.

Doc. CSc Inž. Vladimír Krátký, VA AZ Brno

## Současné problémy fotogrammetrického zhušťování

V září 1964 se konal v Lisabonu X. mezinárodní fotogrammetrický kongres, na jehož pořadu byla jednání o otázkách přístrojového vybavení, rozvíjení fotogrammetrických metod a jejich uplatnění v mapovacích pracích i jiných zvláštních aplikacích. Jednou ze závažných tematických oblastí, na něž se soustřeďovala pozornost, bylo fotogrammetrické zhušťování. Důvodem tohoto zájmu je zejména skutečnost, že v této oblasti se dnes nejvýrazněji uplatňují prvky soudobé techniky automatického zpracování měřických dat pomocí samočinných počítačů. Nové metody a technologické postupy zhušťování, vycházející z této základny, začínají dnes být v praxi již opravdu široce využívány, zatímco v jiných oblastech fotogrammetrie, např. při podrobném vyhodnocování, nepřekračují zatím nové automatizující tendence většinou rámec zkušebních nebo poloprovozních prací.

Následující poznámky se pokusí přiblížit problematiku projednávanou na kongresu a ukázat na nejnovější zkušenosti i směr dalšího vývoje v této oblasti. V souladu se skutečným kongresovým jednáním budou postupně probrány otázky řadového a blokového vyrovnání snímkových triangulací, aerotriangulace s pomocnými údaji a dále radiální triangulace. Jako nově vzniklá disciplína bude v poznámkách objasněna aplikace fotogrammetrického zhušťování v trojrozměrné geodézii a konečně budou ukázány charakteristické problémy současné analytické aerotriangulace. Závěrem je doplněna informace o nových nebo zdokonalených konstrukcích přístrojů pro analytickou aerotriangulaci.

### Vyrovnání v řadách a blocích

Úvodní referát připravil a přednesl F. ACKERMANN z ITC Delft (Holandsko). Podal přehled vývoje této problematiky v uplynulém období 1960-1964, které bylo charakterizováno rostoucím užíváním samočinných počítačů a realizací praktických aplikací dříve vyvinutých metod.

Pro vyrovnání řadové je dnes důležité odvození a praktická aplikace některých nových postupů, využívajících střední nebo malé samočinné počítače. Nejčastěji se připravují programy pro vyrovnání pomocí polynomů 2. a 3. řádu. Některé postupy berou ohled na korelaci polohových a výškových oprav. Jsou pak ekvivalentní prostorovému vyrovnání řad. Rada autorů

užívá polynomy vyššího řádu; ukazuje se však, že proti těmto postupům stojí vážné výhrady z hlediska teorie chyb. Obecnější přístup k řešení představuje postup založený na známé teorii dvojí sumace chyb v aeropolygonech: Program tohoto druhu byl vyhotoven v Delftu pro libovolný počet a rozložení kontrolních bodů. - Teoretický rozbor přesnosti prováděli Hallert, Jerie a Schmid. Znovu se potvrdilo, že jednotlivá snímková řada je proti bloku geometricky méně spolehlivá. Nepříznivému hromadění chyb může zabránit jen dostatečná geodetická kontrola nebo pomocné údaje. Pro tento závěr mluví i systematické zkoušky, které byly mezinárodně organizovány. Celkový význam řadové triangulace a vyrovnání rychle upadá. Důraz se v posledních letech klade na obecnější blokovou metodu, která může řadové řešení chápat jako zvláštní případ řešení blokového.

Blokové vyrovnání pomocí analogových mechanismů se zdá být již překonáno. Analogové počítače tohoto typu se dnes nasazují jen tam, kde není k dispozici elektronický počítač. Samočinné počítače jsou v provozu levnější než vyrovnání analogové. Jinak po teoretické i praktické stránce jsou výsledky analogového vyrovnání ekvivalentní číslicovému blokovému vyrovnání na samočinných počítačích. Není bez zajímavosti, že Jerie určil pomocí svého analogového mechanismu teoretickou přesnost výškového blokového vyrovnání, když využil jeho vlastnosti elastického systému pro určení váhových koeficientů.

I když nebylo o blokovém vyrovnání na samočinných počítačích publikováno více než o řadovém, není pochyb o tom, že těžiště dnešního výzkumu leží v blokovém vyrovnání na samočinných počítačích. Úspěchů bylo dosaženo zejména v teoretických otázkách, principech numerického řešení, zkouškách iteračních postupů, programovacích problémech a testech. V třídě obecných řešení, pracujících se snímkovými souřadnicemi a jednotlivými snímkovými trsy, se prakticky využívá hlavně metoda IGN (Institut Géographique National). Schmidova metoda slouží balistickým účelům; o její ryze fotogrammetrické blokové aplikaci není informací. V obou případech jsou použity velmi velké počítače. - BOS (British Ordnance Survey) úspěšně rozvinula blokové řešení s modelovými jednotkami (viz Proctor, Amer). I zde je s ohledem na velký počet potřebných iterací nutný velký počítač. - V ITC Delft vyvinul blokové vyrovnání van den Hout pro polohopis s použitím modelových jednotek. Numerické řešení je zde přímé. S počítačem Stantec Zebra může být zpracováno asi 500 modelů. - Třetí skupina postupů blokového vyrovnání s jednotkovými řadami je zastoupena metodou Schutovou a Bervoetsovou. Polohopis a výškopis jsou při vyrovnání zpracovány odděleně. Iteračním způsobem se spojují řady v blok pomocí polynomů 2. a 3. stupně. Většina postupů byla odvozena nezávisle. Zatím stále chybí souborné srovnávací hodnocení.

Teoreticky je možné dělit blokové vyrovnání podle základních jednotek, které jsou spojovány v celek: jednotlivé snímky, modely, sekce, řady; mimoto se užívá jako základních jednotek i skupin 3 snímků, tzv. tripletů, nebo 9 snímků, tzv. multiplétů. Může být vytvářena jakákoliv forma podbloků.

Nejobecnější vyrovnání umožňují jednotlivé snímky, každý jiný systém je odtud odvozen, zůstává však exaktní, berou-li se v úvahu chybové poměry, tj. váhové korelace odvozených prvků. Volba základních jednotek není jen problémem výpočetní techniky, ale především by měla být určována fotogrammetrickým hlediskem (např. způsobem měření). Nejvíce se vyrovnání soustřeďuje na nezávislé modely. Výhodou přitom je, že jednotkový model nemusí být určen jen z měření na stereokomparátoru, ale i na univerzálních strojích. Tato skutečnost by mohla ve svých důsledcích vést např. i k tomu, že konvenční řadová aerotriangulace na univerzálních strojích ztratí svou důležitost vzhledem k možnosti měřit nezávislé modely na strojích 2. řádu, pokud jsou opatřeny automatickou registrací.

Dá se ukázat, že různé postupy pracující s nezávislými jednotkami vedou k systému rovnic podobné struktury. Počet neznámých se přitom pohybuje mezi  $10^2$  až  $10^3$ . Zdá se, že o přímé řešení s Gaussovým nebo jiným algoritmem je malý zájem pro jeho nároky na kapacitu paměti samočinného počítače. Toto řešení užívá zatím jen postup ITC Delft. Iterační řešení je účinné i u menších počítačů, vzniká však problém konvergence výpočtu, která je při řídkém geodetickém podkladu pomalá.



Z hlediska programovacího má prvořadý význam kapacita paměti samočinného počítače. Ta nejvíce ovlivňuje oblibu iteračních řešení. Práce z poslední doby ukazují, že místo omezení řešení na malý počet neznámých přináší větší výhody formace koeficientové matice. Zjišťování a eliminace hrubých chyb automatickým způsobem je programově velmi nesnadné. Mnoho programů dává proto přednost osobní kontrole tištěných mezivýsledků.

Jak ukázala diskuse mezi ACKERMANNEM a THÉRIENEM (Kanada), je problémem numerického řešení často nepříznivé hromadění chyb zaokrouhlováním, zvláště při užití malých počítačů a při práci v pevné řádové čarce. Při iteračním principu řešení se mohou postupně zhoršovat výsledky, např. při postupném maticovém násobení. Může tak utrpět i konvergence postupu.

Diskuse vedená ACKERMANNEM a SCHUTEM (Kanada) o vhodnosti polynomického vyjádření korekcí pro blok vyzněla vcelku pro toto vyjádření negativně. Nepřináší zřejmé výhody a těžko se dodrží exaktnost postupu z hlediska teorie chyb. Nemohou být rovněž plně vystiženy korelace mezi řadami.

Spornou otázkou praktického numerického řešení je rovněž sestavování základních matic řešení. V zásadě je možný dvojí postup: sestavovat matici zprostředkujících (nebo podmínkových) rovnic a tu pak transformovat na matici normálních rovnic, nebo transformaci uplatnit už u dílčích submatic a sestavovat přímo matici normálních rovnic. Tento postup, pokud jej lze uplatnit, se zdá hospodárnější s ohledem na kapacitu počítače. Možnost jeho použití ovšem souvisí se způsobem, jakým jsou uspořádány dílčí rovnice v celém souboru, tj. na formaci výchozích matic.

Vyskytly se i různé názory (MÜLLER, NSR - ACKERMANN) na nutnost dodatečného přizpůsobování zhuštěného pole bezchybnému geodetickému podkladu vhodnou interpolační metodou, tak jak to činí např. BOS a ve Švýcarsku. Přesvědčivěji vyznělo stanovisko, které nezbytnost této interpolace popírá; z hlediska skutečné (absolutní) přesnosti není oprávněná. Znamená zavedení nespojitých změn na okrajích interpolačních obrazců. Zvýšení relativní přesnosti v jednom poli interpolace (omezeném geodetickými body) je zdánlivé. Relativní přesnost bodů v polích sousedních se ještě případně zhorší.

S dílčími příspěvky informativního charakteru vystoupila řada delegátů. J. THÉRIEN (Kanada) referoval o společném vyrovnání sekcí na malém samočinném počítači. G. H. SCHUT (Kanada) mluvil o metodě blokového vyrovnání výšek a o výsledcích mezinárodních zkoušek. Programy výpočtu jsou založeny na polynomické transformaci, korigující podélné i příčné prohnutí, zkroucení, změnu měřítko i stočení řady. Původní iterační řešení bylo později nahrazeno přímým řešením celého systému normálních rovnic pro všechny řady. Ve zprávě byl podán přehled i rozbor výsledků. - O současném stavu analytické aerotriangulace ve Francii podal informaci ve svém příspěvku A. GRÉHANGE (Francie). Blokové vyrovnání sekcí bylo v r. 1961 nahrazeno transformačním vyrovnáním 2. stupně. Užívá se počítačů IBM. Poloha i výšky jsou vyrovnávány současně. V r. 1963 bylo vypočteno 22 bloků s 9500 snímky. - V. KRÁTKÝ (ČSSR) informoval o blokovém vyrovnání analytické aerotriangulace na samočinném počítači Minsk 1. Bylo podáno teoretické zdůvodnění metody blokového vyrovnání založeného na systému spojených podobnostních prostorových transformací. Rozbor byl doplněn příkladem dosažených výsledků. - G. BIRARDI (Itálie) vložil princip své blokové metody, vycházející ze sítě celkem pravidelně rozložených geodetických bodů. Řady jsou přitom rozděleny do krátkých sekcí, které obsahují nejméně 2 trigonometrické body; každá sekce je počítána jako pevný celek, kterému je třeba dodatečně udělit ještě 1 rotaci. Soubor těchto rotací je pak odvozován z blokového řešení systému rovnic, které vyžadují výškový souhlas korespondujících bodů v bočních překrytech. - O zkušenostech s poloanalytickou aerotriangulací na zvlášť širokoúhlém univerzálním stroji stereosimplex III pojednával příspěvek G. INGHI-LLERIHO (Itálie). - Další italský delegát, M. FONDELLI, podal stručnou zprávu o užití „expedičních“ metod blokového vyrovnání při fotogrammetrickém mapování v Argentině. - V příspěvku předloženém B. BENCINIM (Itálie) byli účastníci jednání seznámeni se založením zkušebního pole ke studiu blokové analytické aerotriangulace v Itálii.

## Aerotriangulace s pomocnými údaji

Referentem byl A. BRANDENBERGER (USA). V jeho zprávě byl podán přehled metod aerotriangulace s pomocnými údaji, jak byly užívány v období posledních 4 let. Pozornost byla soustředěna na pokrok v této oblasti. Kromě toho byly sledovány některé konkrétní aspekty, jako druh a rozložení kontrolních bodů, dosahovaná přesnost, časové údaje a porovnání nákladů na aerotriangulaci s pomocnými údaji a bez nich. Ze zprávy a diskuse vyplývají tyto nejdůležitější závěry o pokroku v této oblasti. Při elektronickém určování rovinných souřadnic X, Y místa fotografování bylo systémem SHIRAN v letounu Boeing RC 135 (proudový letoun s rychlostí 965 km/h.) dosaženo polohové přesnosti  $\pm 2$  m na vzdálenost 720 km při výšce letu 15 km. V určování absolutní nebo relativní výšky letu nedošlo k podstatnému pokroku. Zdokonalený profilový registrátor APR, dosahující za dobrých podmínek přesnosti  $\pm 3$  m, je zkoušen při fotografování z extrémně velkých výšek. Z informací o přístrojovém vývoji v USA se zdá vyplývat, že vývoj gyroregistrace došel již k hodnotě  $\pm 1^\circ$ . Ve spojení se systémem SHIRAN a profilovým registrátorem může být tak zajištěno podstatně přesnější zhušťování přístrojovou aerotriangulací ve středních a malých měřítkách.

J. M. ZARZYCKI (Kanada) podal zprávu o aerotriangulaci s kombinovaným využitím údajů statoskopu, horizontových komor a Dopplerova navigačního systému. - O sledování přesnosti horizontových komor Wildovy výroby referoval P. KAASILA (Švédsko). - M. FONDELLI (Itálie) informoval o nově upravených vzorcích pro analytickou aerotriangulaci s využitím solárního periskopu Santoniho.

## Radiální triangulace

Ze zprávy, kterou podal Z. CZERSKI (Polsko), vyplývá, že radiální triangulace se užívá v Belgii, Francii, Holandsku, Polsku, Švédsku a USA. Největší rozšíření je ve Francii a Holandsku. Použití gyrostabilizovaných snímků zkouší společnost KLM v Holandsku. V USA se užívá elektronického výškoměru k určení nadiru. V Holandsku je rovněž rozšířeno početní zpracování na samočinném počítači s vyrovnáním v bloku. V teorii radiální triangulace není podstatných novinek. Jeví se potřeba zavést automatickou registraci měření na radiálním triangulátoru a více využívat blokového vyrovnání na samočinném počítači. - Vektorový princip měření na radiálním triangulátoru (kromě směrů se měří i délky) se nezdá příliš výhodný. Přístroj umožňující délkové měření se konstrukcí blíží komparátoru a ztěžuje se jeho použití.

V samostatné zprávě M. DUPUYHO (Francie) byla podána informace o výpočetním programu pro vyrovnání radiální triangulace. Tento výpočetní program byl realizován pro počítač s kapacitou paměti 32 000 buněk. K vyrovnání bylo použito postupné metody Pranise-Praněviče. Na počítači IBM 7040 proběhne výpočet 3 řad po 15 snímcích za 4 minuty.

## Fotogrammetrie aplikovaná v trojrozměrné geodézii

Hlavním referentem byl H. SCHMID (USA). Ve svém příspěvku podal neobyčejně zajímavý rozbor celé problematiky souvisící s touto otázkou. Ukázal, že vývoj trojrozměrné geodézie závisí do značné míry na užití fotogrammetrických prostředků. Z hlediska technického vede tak k rozvoji družicové geodézie a družicové fotogrammetrie. Obor družicové fotogrammetrie zahrnuje přitom aplikaci měřických systémů na družici i pozemních komor sledujících dráhu družic. Sledování dráhy družic slouží geodézii. Geometrickou aplikaci můžeme vidět ve vybudování geodetického kontrolního systému, v němž družice představují pomocný trigonometrický bod o velké výšce. Přitom určujeme buďto polohu družicových stanic nebo průběh družicových drah. Fotogrammetrické komory jsou v každém případě v pevné poloze na Zemi. Charakteristické je, že vznikne systém nezávislý na směru gravitace a na jakékoli geofyzikální hypotéze.

Základem družicové triangulace je fotogrammetrické sledování družic. Dva konjugované paprsky vycházející z konců fotogrammetrické základny určují v prostoru rovinu, jejíž orientace může být odvozena ze změřených směrů obou paprsků. Budou-li určovány dvě roviny



z jedné základny, může být odvozena prostorová orientace základny jako průsečnice obou rovin. Pro určení prostorového trojúhelníka je třeba definovat 5 rovin procházejících stranami trojúhelníka. Každá z rovin je tvořena dvěma vrcholy trojúhelníka a zaměřenou družicí. Celá úloha může být řešena pomocí programu analytické aerotriangulace. Neznámá poloha stanic a orientace komor přitom odpovídá poloze leteckých stanovišť v tradiční letecké fotogrammetrii. Družicové body korespondují orientačním bodům a hvězdy geodetickým bodům. Protože však leží prakticky v nekonečnu, nemohou sloužit k určení rozměru trojúhelníka nebo sítě. Hvězdy tedy slouží k určení úhlové vnější orientace a případně i vnitřní orientace komor, zatímco podmínky průseku analytické aerotriangulace uplatněné na družicové body umožní určit translační složky vnější orientace.

Refrakce má při fotogrammetrickém měření druhořadý význam, protože orientace se odvozuje z katalogizovaných geometricky správných souřadnic hvězd. Ve skutečnosti zahrnuje odvození směru na družici nejen geometrickou, ale i fyzikální interpolaci. U majákových družic je směrová přesnost krátkých záblesků omezena blikáním na 2 až 3" podle polohy stanice (viz zkušenosti s družicí Anna). Tento efekt může být potlačen pouze statistickými prostředky. Dnešní technika však nedává zatím možnost vytvořit dostatečný počet záblesků současně. Prakticky je možné obejít tuto potíž užitím přesně časovaných expozic družic osvětlených Sluncem (např. Echo I, Echo II). Podobný balónový typ družice se uvažuje pro vytvoření celosvětové geodetické sítě. Parametry tohoto projektu: záměrné paprsky nejméně 30° nad horizontem, úhel definovaných rovin nejméně 60°, vzdálenost k družici ne větší než strany trojúhelníků sítě a symetrie sítě. Pro průměrné vzdálenosti 4000 až 4500 km počítá projekt s 36 stanicemi, 68 trojúhelníky a 102 stranami. Dráha družice bude polární s výškou 3600 km.

Základní souřadnicovou soustavou pro výpočet je systém rektascenze a deklinace. Polohu hvězd zajišťují astronomické katalogy. Jejich přesnost je vysoká. Např. v katalogu FK-4 je hvězdná poloha určena se střední chybou 0,25". Přesné odvození směru na družici může být ovlivněno dvěma faktory: přesností odvozené orientace snímku a přesností vlastního měření družicové stopy. Přesnost orientace snímku závisí na kvalitě zobrazení, zvýšené např. doplňkovou korekcí zkreslení, a dále na počtu hvězdných směrů, z nichž je orientace odvozována. Počet zaváděných korekčních parametrů a počet zobrazených hvězd roste pochopitelně s velikostí plochy snímkového záznamu. Jako příklad bylo uváděno, že pro komoru s formátem 18/18 o  $f = 300$  mm musí být pro zobrazení ve 2/3 celkové plochy snímku bráno v úvahu 9 korekčních parametrů a měřeno 150 hvězd, aby byla zajištěna přesnost orientace  $\pm 0,5''$  při měřické přesnosti  $\pm 3 \mu\text{m}$ . Přesnost snímkového určení družicového směru závisí rovněž na počtu měřených hvězd. Přesnost určení času je  $\pm 40 \mu\text{sec}$ . Schmid uvedl, že pro 150 měřených hvězd a při použití mřížkové fotogrammetrické komory se prakticky dosahuje určení družicového směru s přesností asi  $\pm 0,7''$ . V blízké budoucnosti se očekává, že při použití komory o  $f = 450$  mm bude směr na družici určován s přesností 0,4 až 0,5". Protože je to absolutní přesnost, může být metoda družicové triangulace porovnávána s triangulací 1. řádu, jejíž relativní přesnost ve směru je  $\pm 0,2$  až  $0,3''$ .

O možnostech družicového měřického fotografování je k dispozici jen velmi málo informací. Zdá se, že by bylo možno snímkovat z výšky 200 až 250 km. Při použití širokoúhlé komory formátu 30/45 o  $f = 300$  mm s vestavěnou mřížkou by mohla být při polohovém zhuštění dosažena relativní přesnost 1 : 60 000 pro měřickou chybu  $\pm 5 \mu\text{m}$ . Hlavní problém družicového snímkování pro měřické účely tkví dnes v přílišné nákladnosti takových letů. Nekonvenční způsob získání měřických dat (nefotografický záznam) spolu s jejich zpracováním a automatizací vyhodnocení povede pravděpodobně k jiným výsledkům než při klasické koncepci. Odlišnosti budou se jevit nejen v přesnosti, ale i v obsahu takových budoucích měřických děl. Tyto otázky musí být řešeny s využitím experimentů na budoucích družicích, zejména při letech s posádkou.

N. HAYES (USA) podal ve svém vystoupení základní informace o družicovém systému SECOR. Je to elektronický dálkoměrný systém, určující polohu umělých družic pro další určení pozemních bodů. Základem je trilaterální princip. Tři stanice vzdálené navzájem až



o 4500 km jsou souřadnicově známy, čtvrtá je neznáma. Jakmile se družice dostane nad rádiový horizont, počnou stanice plynule určovat šikmé vzdálenosti v navzájem synchronizovaných časových intervalech. Vzdálenosti jsou určovány fázovým porovnáním modulací rádiových vln, které jsou vysílány ze Země a vráceny speciálním odrážedlem družice. Tato data zaznamenává každá stanice současně se signálem elektronických hodin na magnetickou pásku, což umožní určení polohy družice. Ze tří poloh pozemních stanic může být určena poloha čtvrté výpočtem ze zprostředkující polohy družice. Během 6minutového průchodu družice je ze 4 stanic určeno asi 29 000 délek. Výpočet řeší samočinný počítač bez znalosti parametrů družicové dráhy. Data pro výpočet je třeba pochopitelně kombinovat nejméně ze dvou průchodů družice. Přesnost souřadnicového určení závisí na měřickém uspořádání stanic a dá se pro vzdálenosti do 800 km vyjádřit střední souřadnicovou chybou řádově 10 m.

### Analytická aerotriangulace

V úvodním referátu soustředil E. H. THOMPSON (V. Británie) pozornost na 3 dílčí otázky: monokulární a binokulární měření, výpočet analytické aerotriangulace, použití mřížkových leteckých komor. Od posledního kongresu v r. 1960 se rozšířily konstrukce jednosnímkových komparátorů, jejichž nutným doplňkem musí pochopitelně být pomocné přístroje pro přenos a značkování snímkových bodů. Důvodem tohoto rozšíření je okolnost, že dosavadní konstrukce stereokomparátorů nestačí zajišťovat dostatečně přesnou identifikaci korespondujících bodů v sousedních snímcích a hlavně v sousedních řadách. Je-li nutné pro stereoskopické měření na stereokomparátorech určité body předem identifikovat na pomocném přístroji, je pochopitelná i snaha o úplné předznačení všech proměřovaných bodů a opuštění stereoskopického měřického principu. Podrobný rozbor prof. Thompsona se zabýval jak aspekty ekonomickými, tak i aspekty přesnosti.

V problematice výpočtu analytické aerotriangulace zastává prof. Thompson názor, že výpočet má být rozdělen do dvou částí, na předběžný výpočet a tzv. vyrovnání. V předběžném výpočtu mají být zařazeny všechny možné kontroly, např. u vzájemné orientace kontrola zbytkových paralax, u připojení sousedních modelů souhlas spojovacích bodů a u transformace řady souhlas vřícovacích bodů. Při uspokojivém výsledku kontrol může následovat blokové vyrovnání, které může proběhnout vcelku libovolně a v němž metoda i výběr neznámých nemusí záviset na předběžném výpočtu.

Důležitým prostředkem pro zvýšení přesnosti analytické fotogrammetrie je použití tzv. mřížkových komor (reseau-komory), tj. komor s vestavěným podložním sklem, na němž je vyryta jemná a přesně kalibrovaná síť křížků v pravidelných intervalech. Do moderních výkonných komor byly takové mřížky zabudovány poměrně pozdě, a nejsou tedy dosud provedeny spolehlivé zkoušky, které by zodpověděly, zda vůbec a o jakou hodnotulepší použití těchto komor praktické výsledky analytické fotogrammetrie. Většina světových výrobců fotogrammetrických komor se však již tomuto požadavku analytické fotogrammetrie přizpůsobila a komory tohoto typu vyrábí.

Širší diskuse k Thompsonovu referátu se dále zabývala vhodností monokulárního měření. Ukazuje se, že monokulární měření je rozšířeno zejména v mimoevropských zemích. V porovnání časovém se jeví systém monokulárního měření asi o 50 % rychlejší. Širšímu provoznímu využívání analytické aerotriangulace brání zatím velká chybovost základního měření. Ukazuje se, že opakované měření je nutné v 10 až 30% případů. Zařazování automatického vyřazení chybných dat z výpočtu se jeví příliš obtížným a není rozšířeno. - V otázkách terminologie docházelo k diskusi o novém pojmu „monokomparátor“, který se některým diskutujícím nezdál dosti vhodný. Obdobná diskuse vznikla o použití pojmu „vyrovnání“ ve smyslu závěrečného celkového přizpůsobení fotogrammetrických souřadnic geodetickému bodovému poli. - Diskuse dále ukázala, že je velmi důležité zkoušet a testovat nové metody analytického výpočtu na umělých snímkových příkladech, tzv. číselných snímkových maketách. Jedině tímto způsobem se dá objektivně posoudit vhodnost nebo účinnost zvolené a zkoušené metody analytického zhušťování. Tyto makety mohou být přizpůsobeny poměrům skutečného

snímkování tím, že při jejich výpočtu budou brány v úvahu některé z rušivých vlivů, jako je zbytkové zkreslení komory, srážka fotografického materiálu, vliv zakřivení Země, refrakce ovzduší aj.

O stavu analytické fotogrammetrie ve Spojených státech informoval G. C. TEWINKEL (USA). Analytická fotogrammetrie je zde rozvinuta celkem v 10 soukromých i státních organizacích jednak pro topografické účely, jednak pro potřebu družicové geodézie. Důležitou ekonomickou úlohu při rozvoji techniky analytické fotogrammetrie hraje použití „monokomparátoru“ a přístroje pro přenos a identifikaci bodů, i když přednostním přístrojem je stále stereokomparátor. Zatím se většinou používají střední počítače, ale začínají se prosazovat počítače velké, které jsou ekonomicky výhodnější. Teoretický základ výpočtů tvoří práce H. Schmida s malými úpravami zavedenými u U. S. Coast and Geodetic Survey. - M. KAMYIA (Japonsko) uváděl ve svém příspěvku výsledky analytické aerotriangulace ve velkoměřítkové aplikaci. Metodu analytické aerotriangulace provozně aplikují v ASIA Air Survey od r. 1959. Do r. 1963 bylo vypočteno přibližně 10 000 modelů. K měření se používá monokomparátorů. Výpočet je řadový s konformní transformací 2. řádu. Výsledky výpočtů 80 modelů ve 4 řadách při měřítku snímků 1 : 6000 a použití širokouhlé komory o konstantě 150 mm charakterizují střední polohové chyby od  $\pm 10$  do  $\pm 21$  cm. - Mc NAIR (USA) vložil teoretický základ Andersonovy metody analytické aerotriangulace, při níž základní jednotkou spojování je trojice snímků, triplet. - Jinou variantu obdobné metody, která využívá tripletů, uváděl i E. M. MIKHAIL (USA). - Do oblasti analytických metod patří i aerotriangulace prováděná na analytickém vyhodnocovacím přístroji AP/C (Nistri), jak o tom referoval M. CUNIETTI (Itálie).

Kromě 5 připravených tematických diskusí bylo jednání předloženo nebo předneseno několik příspěvků teoretického rázu a zprávy o aerotriangulacích na analogových univerzálních strojích. Příspěvek G. TOGLIATTIOVÉ (Itálie) sledoval teoretický vliv rozložení bodů na přesnost řadové analytické aerotriangulace. Bylo vyzkoušeno použití různého počtu orientačních bodů pro vzájemnou orientaci a bodů pro měřítkový přenos. Zároveň byly sledovány případné systematické chyby vzájemné orientace a systematické chyby modelu, působené místní srážkou a nesymetrií optických vad. - Podobně jako již dříve Hallert pokusil se i H. M. KARARA (USA) teoreticky určit maximální délku řady v aerotriangulaci v závislosti na přípustné nebo požadované přesnosti zhuštění. - R. E. FORREST (USA) sledoval hromadění chyb orientačních prvků v řadě aerotriangulace tím, že porovnával výsledky analytického výpočtu s výsledky aerotriangulace analogové na univerzálním stroji A7. - Příčiny směrového stočení řad v aerotriangulaci sledoval v rozboru chyb azimutového přenosu U. KORHONEN (Finsko). - Teoreticky velmi podnětný byl příspěvek K. THULINA (Švédsko) o možnosti korigovat vliv zakřivení Země a vliv konvergence snímků v řadové aerotriangulaci. Mimo jiné byla zde kriticky rozebrána a zpřesněna i klasická Gruberova teorie chyb aerotriangulace.

### **Přístroje pro analytickou aerotriangulaci**

Z přístrojů pro analytickou aerotriangulaci byly vystaveny stereokomparátory VEB C. Zeiss Jena Stecometer, Wild STK-1, OMI Nistri TA 3P, Zeiss-Aerotopograph PSK, dále jedno-snímkový komparátor VEB C. Zeiss Jena Ascorecord a pomocná zařízení, jako je přenosový a značkovací přístroj Wild PUG 3, přenosový přístroj a samostatný značkovací přístroj C. Zeiss Aerotopograph. Z uvedených přístrojů je nová jediná konstrukce stekometru. Ostatní přístroje představují zdokonalené nebo doplněné typy přístrojů vystavovaných již na minulém kongresu.

#### *Stekometr VEB C. Zeiss Jena*

Skládá se ze tří samostatných funkčních jednotek. Základní jednotkou měřickou je přesný stereokomparátor založený na Pulfrichově principu a konstruovaný jako samostatný přístroj nepřenosného typu. Druhou součástí stekometru je řídicí jednotka obdobná jednotce používané u koordinometru. Třetí jednotku představuje výstupní zařízení, které je schopno registrovat měřené údaje buďto ve formě strojopisu nebo děrováním do pětistopé děrné pásky. Kromě této



funkce umožňuje třetí jednotka i vstup informací pro výpis čtené děrné pásky. Ve stereokomparátoru mohou být umístěny snímky až do formátu 23/23. Osvětlení snímků je provedeno shora, zatímco pozorovací systém je umístěn pod snímkovými rámy. Zvětšení pozorovacího systému je proměnné: 6×, 12×, 18×. K proměřování slouží světelná barevná značka, u níž je možné měnit tvar i barvu. V optickém systému jsou vestavěny Doveho hranoly, které umožňují otočit zorné pole buď libovolně, nebo o 90° k přesnějšímu měření vertikálních paralax. Po nastavení měřické značky na příslušný bod se může detail okolí nastaveného bodu fotograficky registrovat na kinofilm.

Základní konstrukční stavba stereokomparátoru vychází z paralaxového řešení vozíků. Paralaxovým způsobem se nejen navádí měřická značka, ale tytéž měřické pohyby se také registrují. Přenos do řídicí a registrační jednotky zprostředkovávají selzyny. Vizualní odčítání měřených hodnot je možné po vyrovnání číselníků u řídicí jednotky. Na stereokomparátoru stupnice umístěny nejsou. S ohledem na hospodárné použití přístroje jsou přenášené hodnoty nejdříve ukládány do mechanické paměti řídicí jednotky, takže časová ztráta při registraci činí jen asi 4 vteřiny. Celý registrační cyklus proběhne v 17 vteřinách. Podobně jako u koordinometru je možné obrátit znaménkovou definici souřadnic a měnit jejich pořadí. V základním tvaru registrace následují za sebou: číslo bodu a souřadnice  $x$ ,  $y$ ,  $px$ ,  $py$ . Číslo bodu je čtyřmístné a může být doplněno dalšími dvěma dvojčíslími přímo z klávesnice řídicí jednotky. Všechny 4 registrované souřadnice obsahují 6 cifer, z toho 3 za desetinnou čárkou. Přesnost registrace odpovídá možné přesnosti nastavení měřické značky a činí  $\pm 2 \mu\text{m}$ . Všechny registrované údaje mohou být podle potřeby doplněny jedním ze 4 charakteristických znaků ( $v$ ,  $x$ ,  $c$ ,  $Zi$ ), které umožní další řízení při zpracování registrovaných údajů. Pomocné i číselné znaky jsou na děrné pásce zobrazeny v mezinárodním dálnopisném kódu.

#### *Stereokomparátor Wild STK-1*

Známy princip tohoto přístroje zůstává nezměněn. Zvětšení je volitelné v řadě 6×, 11×, 20× a 40×, přičemž velikost měřické značky může být přizpůsobena použitému zvětšení. Snímkové souřadnice  $x$ ,  $y$ ,  $px$ ,  $py$  se registrují s přesností  $\pm 1 \mu\text{m}$  pomocí nového registračního zařízení EK 6, které může být spřaženo s děrovačem pásky nebo štítků.

#### *Stereokomparátor OMJ Nistri TA 3/P*

Jako předchozí typy je přístroj konstruován trojsnímkově, přičemž je umožněno libovolné optické přeřazení. Zajímavé je elektro-mechanické ovládání měřických pohybů pouze pomocí dvou klik ( $x$ ,  $y$ ), pro podélný a příčný pohyb. Druh zaváděného pohybu je předem volen knoflíky na ovládacím pultu, a to buď jako pohyb společný 2 snímkům v kombinaci 1–2, 1–3, 2–3, nebo jako pohyb jednotlivého snímku 1, 2, 3. Registrace se uskutečňuje s přesností na  $1 \mu\text{m}$ . Velmi výhodně a přehledně je uspořádáno vizualní odčítání velikosti měřických pohybů pomocí velkých světelných číselníků, v nichž se v samostatném okénku pro každý řád měřené souřadnice rozsvěčují příslušné číslice. Změny pohybů se v číselnících zobrazují plynule. Výsledně se registrují nezávislé souřadnice  $x$ ,  $y$  jednotlivých snímků, a to buď pro libovolnou dvojici nebo pro všechny tři snímky.

#### *Stereokomparátor Zeiss-Aerotopo PSK*

Proti výstavě na předchozím kongresu se nijak nezměnil. Abbého komparační princip zajišťuje vysokou stabilitu měřických vlastností přístroje. Proti jiným stereokomparátorům je PSK typický tím, že umožňuje jak stereoskopické nastavení značky, tak i nastavení jednosnímkové (při binokulárním pozorování téhož obrazu). Měřický postup má dvě etapy. Po přesném nastavení měřické značky se v číselnících objeví hrubé hodnoty souřadnic a je třeba pomocí optického mikrometru doladit pomocné stupnice u měřické značky na rysky přesných mřížek, na nichž jsou snímky položeny, a zavést tak v číselnících jemné čtení. Pozorování v obou měřických etapách zprostředkovává jediný optický systém.



Známý typ přístroje Komess založeného na Abbého komparačním principu byl doplněn automatickou registrací měřených souřadnic zařízením obdobným jako u stekometru.

### *Přenosový a značkovací přístroj Wild PUG 3*

Zůstal v podstatě nezměněn proti dřívějším typům. Hrubé měřické nastavení bodů umožňuje přímý posun snímků po podložním skle snímkového rámu. Jemné pohyby těchto rámu pomocí přesných šroubů jsou omezeny na  $\pm 10$  mm. Označení bodů vykoná jemná frézovací hlavička, které je udělen rotační pohyb mechanickým stisknutím páky v přední části přístroje. Frézovací hlavičku je možné kdykoli přesně dostředit vůči měřické značce. Celý proces může být až po dotyk hlavičky s emulzí vizuálně kontrolován. Vyfrézované plošky v emulzi jsou ostře ohraničeny a umožňují velmi dobré nastavení bodové značky stereokomparátoru.

### **Nejdůležitější poznatky z jednání**

V oboru analytické aerotriangulace se od posledního kongresu rozšířily konstrukce i použití jednosnímkových komparátorů, jejichž nutným doplňkem musí být pomocné přístroje pro přenos a značkování snímkových bodů. V provozu se ukazují ekonomicky výhodné.

Důležitým prostředkem pro zvýšení přesnosti analytické fotogrammetrie je použití tzv. mřížkových komor. Většina světových výrobců fotogrammetrických komor se tomuto požadavku analytické fotogrammetrie přizpůsobila a komory tohoto typu již vyrábí.

Těžiště dnešního výzkumu analytické aerotriangulace leží v blokovém vyrovnání na samočinných počítačích. Celkový význam řadové aerotriangulace i vyrovnání rychle upadá. Řadová aerotriangulace může být chápána jen jako zvláštní případ aerotriangulace blokové.

Blokové vyrovnání pomocí analogových mechanismů se zdá být již překonáno. Analogové počítače tohoto typu jsou dnes nasazovány jen tam, kde není k dispozici elektronický číslicový počítač.

Novou oblastí pro aplikaci fotogrammetrických metod se ukázala družicová geodézie, založená na fotogrammetrickém sledování družic. Celá úloha může být založena i řešena jako bloková analytická aerotriangulace. Fotogrammetrické měření i výpočet mohou být uspořádány tak, že je dosažitelná absolutní směrová přesnost  $\pm 0,5''$ , která umožní vytvoření celosvětové geodetické sítě.

O možnostech družicového měřického fotografování je k dispozici jen velmi málo informací. Hlavní problém družicového snímkování pro měřické účely tkví dnes v přílišné nákladnosti potřebných letů. Důležitou roli bude hrát jistě i nekonvenční způsob získávání měřických dat (nefotografický princip), který při maximální automatizaci měřického procesu povede k jiným formám použití než při klasické koncepci. To se odrazí patrně v odlišném přístupu v požadavcích na přesnost i obsah odvozených měřických děl.

### **Literatura:**

- Ackermann F.: Development of strip - and block-adjustment during 1960-1964.
- Anderson J. M.: Analytic aerotriangulation using triplets.
- Bencini P.: Setting up of an experimental polygon in Italy to study blocks of strips in analytical aerotriangulation.
- Birardi G.: Calculation of a block of strips based on uniformly distributed control points.
- Brandenberger A. J.: Aerial triangulation with auxiliary data.
- Cuniatti M. - Inghilleri G. - Togliatti G.: Aerotriangulation on the AP/C.
- Czerski Z.: Triangulation radiále.
- Escudeiro R. H.: Programas para a compensacao de fidas de aerotriangulacao.
- Fondelli M.: Analogical aerial triangulation by means of Galileo Santoni Stereosimplex mod. III.
- Fondelli M.: Expeditious planimetric adjustment of small blocks in large-scale mapping.
- Forrest R. B.: Orientation element differences to investigate error causes in aerial triangulation.
- Hayes T. J.: SECOR for satellite geodesy.
- Inghilleri G.: Some experiments of semianalytical triangulation.

- Jochmann H.: Eine Möglichkeit zur Genauigkeitssteigerung des Folgebildanschlusses.
- Kamiya R.: A result of analytical aerial triangulation applied to a large scale cadastral survey.
- Karara H. M.: Theoretical determination of the maximum bridging distance in aerotriangulation projects.
- Mikhail E. M.: Analytical aerotriangulation: Two-directional triplets in sub-blocks.
- Popescu G. N. Contributinos à la compensation de l'aerotriangulation effectuée aux stereorestituteurs de I-er ordre.
- Schermerhorn W.: Die Bedeutung der frühen Versuche Otto von Grubers für die Praxis der Aerotriangulation.
- Taura.: H.: Practical use of block adjustment for aerial triangulation by means of medium electronic computer.
- Tewinkel G. C.: Status of computational photogrammetry in the USA.
- Thompson E. H.: Analytical Aerial triangulation.
- Thulin K.: A bridging method with correction for the influence of earth curvature and convergence in the individual model. The effect of correction for earth curvature.
- Togliatti G.: Experimental research on several types of analytical bridging: statistical analysis of model errors.
- Zarzycki J. M.: The use of horizon camera, Doppler navigator and statoscope in aerial triangulation.

Technik kapitán Dalibor Vondra, VA AZ Brno

## Zkouška přesnosti stereokomparátoru Zeiss 1818

### 1. Úvod

V poslední době vystupuje stále více do popředí využití analytických metod ve fotogrametrii. Tyto metody mají před klasickými, přístrojovými řadu předností. Jsou to především přesnější a jednodušší přístroje potřebné k měření, možnost rozsáhlejší eliminace systematických chyb, možnost plného uplatnění nejmodernějších prvků automatizace, jakými jsou např. samočinné počítače. Vývoj k analytickým metodám se přirozeně odrazil v konstrukci základních přístrojů těchto metod - komparátorů. Naprosto nezbytným prvkem se stává registrace měřených souřadnic. K měření se využívá nejpresnějších principů, např. Ferrantiho, a velká pozornost je věnována i identifikaci bodů. Ukazuje se, že při uplatnění signalizace měřených bodů a použití pomocných přenášecích přístrojů ztrácejí svůj dřívější význam stereokomparátory a jejich místo zaujímají jednodušší a přesnější monokomparátory.

U nás se začínají rozvíjet analytické metody zatím bez zvláštního přístrojového vybavení. Zpravidla se využívají dostupné stereokomparátory Zeiss 1818, ty však nebyly konstruovány pro potřebu analytických metod. Bylo by jistě chybou z nedostatku nejmodernějšího přístrojového vybavení vyvozovat nemožnost uplatnění analytických metod v našich podmínkách. Cílem práce, která je popsána v tomto článku, je zjištění skutečné přesnosti přístroje Zeiss 1818 a z toho vyplývající možnosti jeho využití v analytické fotogrametrii. Bude ukázána příslušná metodika, postup práce i výsledky, kterých bylo dosaženo při měření na stereokomparátoru Zeiss 1818 fotogrammetrické laboratoře katedry geodézie na VAAZ Brno.

### 2. Použitá metoda a pracovní postup

#### 2.1 Rozdělení chyb v měření

Při měření souřadnic mřížky, které se obvykle při přezkušování a kalibraci přístrojů ve fotogrametrii používá, zjistíme odchylky  $p_{xi}$  a  $p'_{yi}$  jako rozdíly správných a měřených souřadnic. Tyto odchylky jsou způsobeny vlivy, které je možno rozdělit do 3 skupin:

systematické chyby orientace:

- posuny počátku souřadnicové soustavy  $\Delta x, \Delta y$ ,
- pootočení  $\Delta \kappa$ ,
- změna měřítka zaviněná chybami mřížky  $\Delta v$ ;

systematické chyby přístroje:

- nekolmost vedení  $d\alpha$ ,
- nepřesnosti stoupání měřických šroubů  $dm_x, dm_y$ ;

chyby osobní.

Poslední chyby jsou zaviněny měřičem, ale jejich velikost i znaménko jsou na rozdíl od předcházejících chyb nahodilé a přirozeně závislé na zkušenosti, zacvičenosti a okamžité dispozici pracovníka.

## 2.2 Použitá metoda

Pro přezkoušení přístroje bylo v podstatě použito metody popsané v práci W. SAALA [1], jejíž základ tvoří lineární konformní transformace. Saal však použil této metody k sledování deformačních změn měřického materiálu. Použitou transformací vylučoval vliv systematických chyb orientace tak, aby vyjádřil zbytkové chyby ovlivněné pouze změnami materiálu.

Téhož principu je možno použít nejen ke sledování deformací materiálu, ale i ke sledování přístrojových chyb. V tomto případě nás navíc zajímají přístrojové vady, jako jsou měřítkové změny ve směrech jednotlivých os a chyba z nekolmosti vedení. Vztahy pro vyjádření těchto chyb publikoval R. SCHUMANN ve [2].

### 2.21 Základní vzorce

Za základ byly použity vztahy podobnostní transformace ve tvaru

$$\begin{aligned}x_1 &= \Delta x - y_1' v \sin \Delta \kappa + x_1' v \cos \Delta \kappa, \\y_1 &= \Delta y - y_1' v \cos \Delta \kappa + x_1' v \sin \Delta \kappa,\end{aligned}\quad (1)$$

kde  $x_1, y_1$  jsou ideální souřadnice měřených bodů,  $x_1', y_1'$  přímo měřené nebo vypočtené souřadnice těchto bodů,  $\Delta x, \Delta y$  posuny počátku souřadnicové soustavy,  $\Delta \kappa$  úhel pootočení a  $v$  měřítková změna. (Jednou nebo dvěma čárkami v exponentu měřených souřadnic budeme dále odlišovat měření vztažené k levému nebo pravému rámu.)

Uvážíme-li, že úhel  $\Delta \kappa$  je malý a měřítková změna  $v$  blízká 1, a tudíž nahraditelná výrazem  $1 + \Delta v$ , můžeme rovnice (1) upravit na

$$\begin{aligned}x_1 - x_1' &= p_{x1}' = \Delta x - y_1' \Delta \kappa + x_1' \Delta v, \\y_1 - y_1' &= p_{y1}' = \Delta y + y_1' \Delta v + x_1' \Delta \kappa.\end{aligned}\quad (2)$$

Rovnice oprav budou mít tvar

$$\begin{aligned}v_{x1} &= -p_{x1}' + \Delta x - y_1' \Delta \kappa + x_1' \Delta v, \\v_{y1} &= -p_{y1}' + \Delta y + x_1' \Delta \kappa + y_1' \Delta v.\end{aligned}\quad (3)$$

Takto získané opravy jsou zatíženy zbývajícími systematickými chybami přístroje a osobními chybami. Vliv chyb orientace je odstraněn. Jestliže bude pro měření použito sítě pravidelně rozložených snímkových bodů, viz např. obr. 1, mohou být neznámé orientační prvky odvozeny z rovnic oprav obecně podle vztahů

$$\begin{aligned}\Delta x &= \frac{[p_{x1}']}{[i]}, & \Delta y &= \frac{[p_{y1}']}{[i]}, \\ \Delta \kappa &= \frac{[-p_{x1}' y_1'] + [p_{y1}' x_1']}{[x_1'^2] + [y_1'^2]}, \\ \Delta v &= \frac{[p_{x1}' x_1'] + [p_{y1}' y_1']}{[x_1'^2] + [y_1'^2]}.\end{aligned}\quad (4)$$



Ještě je třeba si všimnout koeficientu  $\Delta v$ , který v sobě zahrnuje jak vyloučení nesprávného rozměru mřížky, tak i měřítkově nesprávných měřických šroubů. V praxi analytického vyhodnocování máme možnost měřítkově opravovat měřené snimkové souřadnice na základě změřených a známých vzdáleností rámových značek. Z tohoto důvodu jsme oprávněni ve svém rozboru přístrojové přesnosti vyloučit při podobnostní transformaci vliv nepřesného stoupání měřických šroubů. Protože v praxi se měření upravuje podle čtyř rámových značek, bude vhodné i transformační klíč počítat pouze z měření na čtyřech bodech odpovídajících umístění rámových značek.

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

Obr. 1

Jestliže tedy nyní z oprav (3) vypočítáme střední jednotkovou chybu

$$m = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{2([i] - 2)}} \quad (5)$$

a střední chyby ve směrech jednotlivých os

$$m_x = \pm \sqrt{\frac{[v_x v_x]}{[i] - 2}}, \quad m_y = \pm \sqrt{\frac{[v_y v_y]}{[i] - 2}} \quad (6)$$

zůstane nám vliv chyb přístroje a chyb osobních nerozlišen. Střední hodnotu osobní chyby v měření můžeme vypočítat z opakovaného měření na větším počtu bodů, ale velikost vlastních chyb přístroje přímo neodhalíme. To nám umožňuje již zmíněná metoda použitá v práci [2], v níž jsou přístrojové chyby považovány za neznámé hodnoty v rovnicích oprav. Takové rovnice oprav by měly tvar

$$\begin{aligned} v_{x_i} &= -p'_{x_i} + \Delta x - y'_i \Delta \alpha + x'_i dm_x - y'_i d\alpha, \\ v_{y_i} &= -p'_{y_i} + \Delta y + x'_i \Delta \alpha + y'_i dm_y \end{aligned} \quad (7)$$

Na základě pravidelného rozmístění bodů můžeme z těchto rovnic vypočítat neznámé  $dm_x$ ,  $dm_y$  a  $d\alpha$  podle vztahů

$$\begin{aligned} dm_x &= \frac{[p'_{x_i} x'_i]}{[x_i'^2]}, \\ dm_y &= \frac{[p'_{y_i} y'_i]}{[y_i'^2]}, \\ d\alpha &= \frac{[-p'_{x_i} y'_i] - [p'_{y_i} x'_i]}{\frac{1}{2}([x_i'^2] + [y_i'^2])}. \end{aligned} \quad (8)$$

### 2.3 Vlastní měření a výpočet

Při měření bylo použito přesné proměřovací mřížky. Očíslování a označení bodů použitých pro měření bylo provedeno podle obr. 1 se základním intervalem mřížky 4 cm.

Mřížky byly založeny (viz obr. 2a) do přístroje a orientovány tak, aby spojnice bodů 11 - 15 byla rovnoběžná s osou  $x$ . Toho bylo docíleno pohyby  $x'$ ,  $x''$ . Dále byly nastaveny stupnice pro snazší početní manipulaci tak, aby na bodě 13 byly souřadnice  $x'_{13}$  i  $y'_{13}$  rovny 100,000 mm. Měření hodnot  $x'_i$ ,  $y'_i$ ,  $p_i$  a  $q_i$  na jednotlivých bodech bylo provedeno ve třech sériích označených  $a$ ,  $b$ ,  $c$ . Hodnoty  $x'_i, y'_i$  byly na stupnicích odečítány na 0,005 mm, hodnoty paralax na 0,001 mm. Po ukončení měření v 1. orientaci se celý postup opakoval pro 2. orientaci (viz obr. 2b).



Obr. 2a



Obr. 2b

Při výpočtu byly nejprve vyčísleny souřadnice bodů levého rámu redukované k bodu 13, jehož souřadnice byly rovny nule. Dále se vypočítaly souřadnice bodů pravého rámu podle vztahů

$$\begin{aligned} x_i'' &= x_i' - (p_i - p_0) , \\ y_i'' &= y_i' - (q_i - q_0) , \end{aligned} \quad (9)$$

kde  $p_0$  je hodnota horizontální paralaxy odpovídající bodu 13,  $q_0$  hodnota vertikální paralaxy libovolného bodu nebo lépe aritmetický průměr všech hodnot  $q_i$ , což je z počítařského hlediska výhodnější. Následoval výpočet příslušného transformačního klíče podle rovnic (4) k vyloučení systematických chyb orientace a spolu s tím výpočet veličin  $dm_x$ ,  $dm_y$ ,  $da$  podle vztahů (8).

**Poznámka:** Hodnoty posledně jmenovaných veličin byly počítány pouze pro 1. orientaci, při použití 25 bodů pro výpočet transformačního klíče. Zároveň je tak umožněno porovnat přesnost klíčů počítaných ze 4 a 25 bodů.

Po výpočtu transformačních koeficientů byly vyčísleny opravy  $v_{x_i}$ ,  $v_{y_i}$  podle rovnic (3) a z nich střední chyby viz (5) a (6). Zápis měřených hodnot a úprava výpočtu jsou ukázány v tabulce 1, která je kopií jednoho z formulářů. Význam symbolů je zřejmý z popisu nebo z předchozího textu. Navíc obsahuje tabulka zápis výsledků sigmových zkoušek, zvláště pro levý i pravý rám.

### 3. Zhodnocení výsledků a závěr

Pro posouzení původu i velikosti vlivů, jež ovlivní měření a jeho výsledky, byla sestavena tabulka 2, která kromě již jmenovaných hodnot  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ ,  $\Delta x$ ,  $\Delta v$ ,  $m$ ,  $m_x$ ,  $m_y$ ,  $dm_x$ ,  $dm_y$  a  $da$  obsahuje též střední chyby v měření paralax, k jejichž vyčíslení nás opravňují vztahy (9),

$$\begin{aligned} m_p &= \pm \sqrt{m_{xPR}^2 - m_{xLR}^2} , \\ m_q &= \pm \sqrt{m_{yPR}^2 - m_{yLR}^2} , \end{aligned} \quad (10)$$

a střední chyby osobní určené z odchylek od aritmetického průměru tří měření téže orientace, na témže bodě,

$$\begin{aligned} \overline{m_x} &= \pm \sqrt{\frac{[d_x d_x]}{50}} , & \overline{m_p} &= \pm \sqrt{\frac{[d_p d_p]}{50}} , \\ \overline{m_y} &= \pm \sqrt{\frac{[d_y d_y]}{50}} , & \overline{m_q} &= \pm \sqrt{\frac{[d_q d_q]}{50}} . \end{aligned} \quad (11)$$

Zajímavý je případ 1. orientace, měření  $c$  (výpočet ze 4 bodů), kde vzhledem k menší chybě  $m_y$  pravého rámu než levého nebylo možno vypočítat  $m_q$  podle (10). To je ovšem ne-logické, neboť souřadnice  $y_i''$  je funkcí nejen  $y_i'$ , ale i  $q_i$ . Odpovídající výpočet z 25 bodů (dole) to již umožňuje, ale je zřejmé, že tento případ dokazující větší přesnost klíče z 25 bodů nemůže dokládat nepřipustnost použití klíče ze 4 bodů.

Tabulka 2.

			$\mu m$	$\mu m$	$\cdot 10^{-6}$	$\cdot 10^{-6}$	$\mu m$	$\mu m$	$\mu m$	$\mu m$	$\mu m$	$\cdot 10^{-6}$	$\cdot 10^{-6}$	$\cdot 10^{-6}$	$\mu m$	$\mu m$	$\mu m$	$\mu m$			
			$\Delta x$	$\Delta y$	$\Delta x$	$\Delta y$	$m$	$m_x$	$m_y$	$m_p$	$m_q$	$dm_x$	$dm_y$	$d\alpha$	$m_x$	$m_y$	$m_p$	$m_q$			
Transformační klíč ze 4 bodů	1. orientace	a	LR	-7,5	+ 1,2	+133	+23	$\pm 6,0$	$\pm 7,8$	$\pm 4,1$											
			PR	-9,2	+ 1,8	+ 24	-25		$\pm 9,1$	$\pm 6,3$	$\pm 4,7$	$\pm 4,8$									
		b	LR	-6,2	- 3,8	+141	+16	$\pm 5,7$	$\pm 6,6$	$\pm 5,2$						$\pm 3,1$	$\pm 3,5$		$\pm 1,8$	$\pm 3,4$	
			PR	-8,2	- 6,8	+ 19	-28		$\pm 7,4$	$\pm 6,3$	$\pm 3,4$	$\pm 3,6$									
		c	LR	-5,0	- 7,5	+141	0	$\pm 6,4$	$\pm 7,1$	$\pm 6,2$											
			PR	-6,0	-12,8	+ 24	-39		$\pm 8,9$	$\pm 5,6$	$\pm 4,3$										
	2. orientace	a	LR	-5,0	- 8,7	+ 55	+55	$\pm 7,0$	$\pm 8,6$	$\pm 5,7$											
			PR	-5,0	-11,7	- 2	+20		$\pm 9,6$	$\pm 6,8$	$\pm 4,3$	$\pm 3,7$									
		b	LR	-3,7	- 7,5	+ 70	+39	$\pm 6,6$	$\pm 7,8$	$\pm 6,0$						$\pm 5,6$	$\pm 3,0$		$\pm 2,0$	$\pm 4,2$	
			PR	-5,0	- 7,0	+ 12	- 3		$\pm 8,8$	$\pm 6,7$	$\pm 4,1$	$\pm 3,9$									
		c	LR	-5,0	- 7,5	+ 78	+31	$\pm 6,6$	$\pm 7,7$	$\pm 6,2$											
			PR	-3,0	- 3,2	+ 14	+ 5		$\pm 8,4$	$\pm 7,0$	$\pm 3,4$	$\pm 3,3$									
z 25 bodů	1. orientace	a	LR	-6,6	+ 1,2	+150	+15	$\pm 6,1$	$\pm 7,4$	$\pm 4,1$											
			PR	-7,9	+ 3,8	+ 19	- 5		$\pm 8,4$	$\pm 6,2$	$\pm 4,0$	$\pm 3,4$	-42	+12	+90						
		b	LR	-6,8	- 1,8	+138	+ 6	$\pm 5,5$	$\pm 6,6$	$\pm 4,2$						$\pm 3,1$	$\pm 3,5$		$\pm 1,8$	$\pm 3,4$	
			PR	-8,5	- 5,8	+ 3	-29		$\pm 8,0$	$\pm 5,6$	$\pm 4,5$	$\pm 3,7$	-40	+28	+ 65						
		c	LR	-4,4	- 3,2	+145	0	$\pm 5,5$	$\pm 6,9$	$\pm 4,1$											
			PR	-7,0	-10,0	+ 14	-25		$\pm 8,3$	$\pm 5,0$	$\pm 4,6$	$\pm 2,9$	-15	+15	+ 65						
											-18	+68	+101								

Nás hlavně zajímá velikost střední hodnoty středních jednotkových chyb, která je ze 4bodového výpočtu

$$m_4 = \frac{[m]}{6} = \pm 6,4 \mu m,$$

a z 25bodového výpočtu

$$m_{25} = \frac{[m]}{3} = \pm 5,7 \mu m.$$

Velikost těchto hodnot v zásadě odpovídá i výsledkům publikovaným ve [2]. Velikosti středních chyb  $\overline{m_x}$  a  $\overline{m_y}$  jsou poněkud vyšší, ale v podstatě odpovídají měřickým možnostem. Hodnoty  $\overline{m_q}$  jsou zřetelně vyšší než  $\overline{m_p}$ , což je patrně způsobeno různou přesností v odečítání  $p$  a  $q$ . Důležité je posouzení vlivu chyb  $dm_x$ ,  $dm_y$  a  $d\alpha$ . Vypočteme-li průměrné hodnoty, dostaneme

$$dm_x = 0,000\ 032,$$

$$dm_y = 0,000\ 064,$$

$$d\alpha = 0,000\ 087.$$

Jestliže uvážíme maximální vzdálenost bodů od středu snímku rovnu 80 mm, způsobí tyto vlivy chyby

$$D_x = 2,6 \mu m,$$

$$D_y = 5,2 \mu m,$$

$$D\alpha = 7,0 \mu m.$$

Je zřejmé, že tyto chyby jsou velmi nebezpečné hlavně pro body na okraji snímku. Jejich velikost je taková, že použití zkoušeného přístroje pro přesnější práce je problematické.

Závěrem je možno říci, že stereokomparátor Zeiss 1818 je možné v zásadě pro potřeby analytické fotogrammetrie použít, pokud systematické chyby  $D_x$ ,  $D_y$ ,  $D\alpha$  neovlivní měření v mezích, které byly ukázány. Takový závěr je však velmi těžko zobecnit, protože vlivy de-



VÝPOČET TRANSFORMAČNÍCH KLÍČŮ A STŘEDNÍCH CHYB

1. ORIENTACE, MĚŘENÍ b

P.R.

L.R.

číslo	měřeno v mm				redukováno				počítáno v $\mu\text{m}$									
	$x'$	$y'$	$p$	$q$	$x'$	$y'$	$p$	$q$	$px'_i$	$py'_i$	$-y'_i x'_i$	$x'_i y'_i$	$x_i^2$	$y_i^2$	$x_i y_i$	$x_i y_i$	$x_i^2$	$y_i^2$
1	20,010	180,010	10,004	10,016	19,990	180,010	10,004	10,016	-10	-10	-10	-10	+12	+12	+13	+13	-38	-38
2	60,015	180,010	10,010	10,080	59,995	180,010	10,010	10,080	-15	-10	-10	-10	-30	-30	+13	+13	+19	+19
3	100,015	180,005	10,007	10,086	99,998	180,005	10,007	10,086	-15	0	-10	-10	-25	-25	+13	+13	+15	+15
4	140,010	180,000	10,007	10,098	139,993	180,000	10,007	10,098	-10	0	-10	-10	-60	-60	+13	+13	+31	+31
5	180,020	179,995	10,008	10,095	179,980	179,995	10,008	10,095	-20	+5	+5	+5	+30	+30	+13	+13	+38	+38
6	220,020	140,010	10,000	10,068	219,990	140,010	10,000	10,068	-20	-10	-10	-10	+60	+60	+10	+10	-15	-15
7	60,015	140,010	10,002	10,075	59,998	140,010	10,002	10,075	-15	-10	-10	-10	+15	+15	+10	+10	+21	+21
8	100,020	140,005	10,002	10,084	99,998	140,005	10,002	10,084	-20	-5	-5	-5	+30	+30	+10	+10	+18	+18
9	140,015	140,000	10,001	10,084	139,999	140,000	10,001	10,084	-15	0	-5	-5	+30	+30	+10	+10	+24	+24
10	180,015	139,995	10,003	10,093	179,992	139,995	10,003	10,093	-15	+5	+5	+5	+45	+45	+10	+10	+34	+34
11	220,010	100,010	9,995	10,065	219,990	100,010	9,995	10,065	-10	-10	-10	-10	+15	+15	0	0	-51	-51
12	60,000	100,010	9,997	10,070	59,993	100,010	9,997	10,070	-10	-10	-10	-10	-50	-50	0	0	+10	+10
13	100,005	100,000	9,997	10,081	99,995	100,000	9,997	10,081	-5	0	0	0	-10	-10	0	0	-38	-38
14	140,000	99,995	10,000	10,094	139,995	99,995	10,000	10,094	0	+5	+5	+5	+50	+50	0	0	-20	-20
15	180,010	99,995	9,998	10,089	179,992	99,995	9,998	10,089	-10	+5	+5	+5	+30	+30	0	0	+15	+15
16	220,005	60,005	9,993	10,065	219,995	60,005	9,993	10,065	-5	-5	-5	-5	+15	+15	-10	-10	-107	-107
17	60,010	60,000	9,993	10,076	59,990	60,000	9,993	10,076	-10	0	+5	+5	+30	+30	-10	-10	-100	-100
18	100,010	60,000	9,992	10,077	99,990	60,000	9,992	10,077	-10	0	+5	+5	+30	+30	0	0	-44	-44
19	140,000	59,990	9,990	10,090	139,990	59,990	9,990	10,090	0	+10	+10	+10	+30	+30	-10	-10	-88	-88
20	180,000	59,990	9,995	10,089	179,990	59,990	9,995	10,089	0	+10	+10	+10	+30	+30	0	0	-31	-31
21	19,995	20,015	9,993	10,059	19,985	20,015	9,993	10,059	+5	-15	-15	-15	-10	-10	-10	-10	-14	-14
22	59,990	20,015	9,990	10,071	59,980	20,015	9,990	10,071	+10	-5	-5	-5	-50	-50	-10	-10	-57	-57
23	99,990	19,995	9,987	10,081	99,980	19,995	9,987	10,081	+10	+5	+5	+5	-40	-40	-10	-10	-104	-104
24	139,990	20,000	9,988	10,080	139,980	20,000	9,988	10,080	+10	0	+10	+10	-140	-140	+10	+10	+05	+05
25	179,990	19,995	9,987	10,086	179,980	19,995	9,987	10,086	+10	+5	+5	+5	-30	-30	+10	+10	+11	+11

L.R.

$[px'_i] = -0,025 \text{ mm}$   
 $[py'_i] = -0,015 \text{ mm}$   
 $[-px'_i y'_i] = +4,40 \text{ mm}$   
 $[py'_i x'_i] = +2,80 \text{ mm}$   
 $[px'_i x'_i] = +0,10 \text{ mm}$   
 $[py'_i y'_i] = +0,10 \text{ mm}$

$\Sigma z_3 = -0,001236$   
 $\Sigma z_2 = -0,001237$   
 $\Sigma z_1 = -0,001240$

P.R.

$\Sigma z_3 = -0,000515$   
 $\Sigma z_2 = -0,000513$   
 $\Sigma z_1 = -0,000513$

$m'_x = \pm 6,6 \mu\text{m}$   
 $m'_y = \pm 5,2 \mu\text{m}$

redukováno		počítáno v $\mu\text{m}$										$x_i^2$	$y_i^2$	$x_i y_i$	$x_i y_i$	$x_i^2$	$y_i^2$
$x''$	$y''$	$px''_i$	$py''_i$	$-y''_i x''_i$	$x''_i y''_i$	$x''_i^2$	$y''_i^2$	$x''_i y''_i$	$x''_i^2$	$y''_i^2$							
-17,981	180,010	-16	-10	-15	+12	+85	+10	-20	-15	-20	-05	0					
-39,993	180,014	-7	-14	-15	+11	-16	-20	-20	-08	-20	+42	+4					
+0,008	180,015	-8	-15	-15	0	-17	0	-20	-15	0	+60	+10					
440,003	180,022	-3	-22	-15	-11	-78	+08	-20	+15	-20	+138	+22					
480,012	180,014	-10	-14	-15	-21	0	+15	-20	-15	-20	+65	+19					
-79,980	140,002	-20	-2	-08	+20	+131	-15	-10	-15	-10	-74	-8					
-39,997	140,009	-3	-9	-08	+11	-49	-08	-10	-08	-10	+03	-1					
+0,018	140,013	-18	-13	-08	0	+90	0	-10	0	-10	+31	+8					
440,014	140,000	-14	0	-08	-11	+39	+08	-10	-10	-10	-71	+8					
480,012	140,011	-12	-12	-08	-21	+08	+15	-10	+15	-10	+56	+17					
-79,985	-0,001	-15	+1	0	+21	+90	-15	0	-15	0	-93	-11					
-39,997	+0,004	-3	-4	0	+11	-41	-08	0	-08	0	-34	-6					
+0,008	+0,005	-8	-5	0	0	-01	0	0	0	0	-16	+5					
440,000	+0,010	0	-10	0	-11	-93	+08	0	+08	0	+40	+15					
480,012	+0,008	-12	-8	0	-21	+18	+15	0	+15	0	+27	+13					
-79,988	-40,006	-12	+6	+08	+21	+71	-15	+10	-15	+10	-131	-11					
-39,983	-40,000	-17	0	+08	+11	+107	-08	+10	-08	+10	-65	0					
+0,018	-39,999	-16	-1	+08	0	+106	0	+10	0	+10	-47	+1					
440,010	-39,996	-10	-4	+08	-11	+15	+08	+10	+08	+10	-09	+14					
480,005	-39,997	-5	-3	+08	-21	-40	+15	-10	+15	-10	-12	+13					
-79,998	-80,002	-2	+1	+15	+21	-25	-15	+20	-15	+20	-91	-17					
-40,000	-80,000	0	0	+15	+11	-50	-08	+10	-08	+10	-54	-5					
+0,003	-80,000	-3	0	+15	0	-37	0	+15	0	+15	-40	+5					
+39,992	-79,996	+8	-4	+15	-11	-150	+08	+15	+08	+15	+02	+4					
+80,003	-79,995	-3	-5	+15	-21	-59	+15	-10	+15	-10	+19	+10					

$[px''_i] = -0,033 \text{ mm}$   
 $[py''_i] = -0,027 \text{ mm}$   
 $[-px''_i y''_i] = +1,84 \text{ mm}$   
 $[py''_i x''_i] = -0,88 \text{ mm}$   
 $[px''_i x''_i] = +0,24 \text{ mm}$   
 $[py''_i y''_i] = -1,68 \text{ mm}$

$\Delta x'' = -0,0082 \text{ mm}$   
 $\Delta y'' = -0,0068 \text{ mm}$   
 $\Delta x'' = +0,000019$   
 $\Delta y'' = -0,000028$

$m''_x = \pm 7,4 \mu\text{m}$   
 $m''_y = \pm 6,3 \mu\text{m}$

formací materiálu často tyto meze převyšují. Proto by snaha používat přístrojů extrémní přesnosti za každou cenu nebyla vždy na místě. Hodnocení přesnosti komparátorů je těžké oddělit také od otázky identifikace bodů, jejíž chyby často, podobně jako vady materiálu, značně převyšují chyby v měření.

Pro dosažení maximální možné přesnosti je tedy nutné dodržovat vhodný pracovní postup, viz např. [3], s dostatečnou kontrolou. Měřické práce by měly být svěřovány dobře zacvičeným, zkušeným pracovníkům a pokud možno by se mělo použít signalizace nebo značkovacích přístrojů.

#### Literatura:

- [1] Saal W.: Die Messung von Form- und Grössenänderungen mit dem Stereokomparator 1818, Vermessungs Informationen 4, Jena.
- [2] Schumann R.: Genauigkeitsuntersuchungen am Stereokomparator 1818, Kompendium Photogrammetrie VI, Jena 1963.
- [3] Krátký V.: Příspěvek k řešení analytické aerotriangulace v bloku, VAAZ Brno 1964.

Inž. pplk. Karel Kosař, VA AZ Brno

### **Příspěvek k problematice mikrodokumentace topografických map**

Pod pojmem mikrodokumentace rozumíme fotografické zmenšení dokumentů nejrůznějšího druhu, jimiž jsou např. odborné knihy, výzkumné zprávy, plány, výkresy, atd. Účelem mikrodokumentace je archivování těchto dokumentů při značné úspoře prostoru, čímž jsou originální a často cenné dokumenty chráněny proti poškození a zpřístupněny širšímu okruhu zájemců. Je to prostředek, který šetří čas, práci, materiál i prostor; mikrodokumentace se proto stala v současné době nepostradatelným pomocníkem člověka.

Mikrodokumentace je založena na použití speciálních přístrojů a citlivého fotografického materiálu. Jakožto citlivého materiálu se obvykle používá 35 mm nebo 16 mm kinofilmu, který se dodává v balení po 30, 60 i 120 m. Jde o citlivé vrstvy s vysokou rozlišovací schopností a normální až tvrdou gradací, nesenzibilizované, ortochromatické a panchromatické; např. Gevaertův film DUPLO ORTHO má rozlišovací schopnost 180 čar/mm a dosahuje hodnoty gama až 4,8.

Moderní přístroje pro mikrodokumentaci jsou zcela automatické, mají vertikální uspořádání a umožňují plynulé snímání stránek na filmový pás. Stupeň zmenšení předloh je závislý na kvalitě a velikosti kresebných prvků, na použitém fotografickém materiálu a v neposlední řadě na tom, budou-li se z mikronegativů zhotovovat zvětšeniny do původního měřítka, jsou-li negativy určeny pro čtení ve speciálních čtecích přístrojích nebo k projekci. Pokud se z negativů mají zhotovovat zvětšeniny, pohybuje se poměr zmenšení předloh v rozmezí až přibližně do měřítka 1 : 15, zatímco pro čtení a projekci je možné použít měřítka až 1 : 30. Pro zvětšování je výhodné použít přístroje s bodovým světlem, které umožňují dosažení maximální ostroty až do krajů, a speciálního fotografického papíru.

Od objektivů, které se používají v dokumentačních přístrojích, se vyžaduje vysoká rozlišovací schopnost a zobrazení prosté všech optických vad. Jsou to např. objektivy *Tessar*, *Sonnar*, *Elmar*, *Dagor* atd. které plně vyhovují pro účely běžné mikrodokumentace. Jejich světelnost není rozhodujícím faktorem, protože se při snímání na mikrofilm používá normálně clony  $f : 8$  až  $f : 11$ .



Při mikrodokumentaci topografických map však sledujeme jiný účel než zmenšit mapu s cílem jejího opětného zvětšení na fotografický papír nebo pro možnost čtení, popř. projekce. Zde jde o zmenšení jednotlivých prvků náplně mapy na snadno archivovatelný podklad, z něhož by v případě potřeby bylo možné zhotovit tiskovou desku pro rozmnožení příslušné mapy ofsetem, nebo jinou rozmnožovací technikou, např. elektrofotograficky. Mikronegativy nebo mikropozitivní kopie jednotlivých prvků náplně topografických map by se archivovaly přímo v polních pojízdných soupravách a tisk nákladu by se prováděl v polních podmínkách. Pro ofsetový tisk by byl výchozím podkladem mikronegativ, z něhož by se před vlastním tiskem zhotovily pozitivní kopie na podložku, která nepodléhá deformaci. Při použití novodobých citlivých laků se zvýšenou citlivostí vyvstává otázka možnosti přímého zvětšení mikronegativu na negativní vrstvu; tuto možnost je třeba ověřit v souvislosti s výzkumem citlivých laků. Nejrychlejší bylo ovšem rozmnožování topografických map projekcí na pás elektrofotografického papíru (systém Elektrofax), přičemž by se zvětšování provádělo z mikropozitivu. Pro tento účel by bylo nutné zhotovit z mikronegativu navíc mikropozitiv. Je pochopitelné, že takové rozmnožení topografické mapy by se omezilo na nejnutnější počet prvků náplně mapy, a to na polohopis, výškopis, hydrografii, výplně lesů a „červených“ silnic.<sup>1</sup>

Tento způsob využití mikrodokumentace klade přirozeně podstatně vyšší nároky na kvalitu mikronegativu, který by se zhotovoval z černé pozitivní kopie na astralonové fólii. Základní podmínkou tohoto způsobu mikrodokumentace a následujícího fotomechanického přenosu je, aby vytištěná mapa měla stejné rozměry jako výchozí podklad a aby obsahovala veškerou náplň i s nejmenšími podrobnostmi. Jinými slovy řečeno, při tomto procesu nesmí dojít k rozměrové a tvarové deformaci obrazu a ke ztrátě jemných kresebných prvků. Splnění těchto podmínek je závislé na vlastnostech citlivého materiálu a optického systému, použitého jak při zhotovení mikronegativu, tak i při zpětném zvětšení do původního měřítko.

Jaké požadavky vyplývají z uvedených podmínek na citlivý fotografický materiál s ohledem na jeho použití při mikrodokumentaci topografických map? Na astralonových kopiích je vesměs černá kresba, přičemž její nejmenší lineární rozměr se pohybuje kolem hodnoty 0,05 mm. Rozměr topografické mapy kolísá v závislosti na měřítku a na zeměpisné šířce na našem území přibližně kolem hodnoty 40 × 40 cm. Kdybychom zmenšili topografickou mapu 10×, čímž bychom dostali negativy o rozměru 4 × 4 cm, což je pro účely archivace dostačující, pak by se nejmenší lineární rozměr kresby zmenšil z hodnoty 0,05 mm na 0,005 mm. Prvků o tomto lineárním rozměru se do délky 1 mm vejde 200. Čáry tohoto rozměru však musí být odděleny stejně velikými mezerami; potom zde bude 100 čar a 100 mezer o stejné tloušťce 0,005 mm. Z toho vyplývá, že pro desetinásobné zmenšení mapy s nejmenším lineárním rozměrem kresby 0,05 mm je třeba použít citlivého materiálu s rozlišovací schopností 100 čar/mm. To je ovšem nejnižší teoretická hodnota, kterou je třeba pro praxi zvýšit na hodnotu minimálně 150 čar/mm; čím vyšší rozlišovací schopnost, tím ostřejší bude zobrazení. Uvedené zmenšení topografické mapy v poměru 1 : 10 plně vyhovuje účelu mikrodokumentace topografických map a po stránce kvalitativní je velmi příznivé - reprodukce je o to ostřejší, čím menší je stupeň zmenšení.

Výsledná rozlišovací schopnost je závislá na rozlišovací schopnosti objektivu a rozlišovací schopnosti citlivé vrstvy. G. Bocchino (Ottica 5, 1940) studoval vztah mezi rozlišovací schopností fotografického objektivu a citlivé vrstvy. Z jeho výzkumu vyplývá, že rozlišovací schopnost objektivu je přibližně konstantním zlomkem rozlišovací schopnosti vrstvy. Podle tohoto autora se dosáhne tím vyšší rozlišovací schopnosti, čím je vrstva jemnozrnnější, tenčí, strměji pracující a méně citlivá. Jiní autoři (jako např. Lihotzky) naopak předpokládají, že ideálně korigovaný optický systém má lepší rozlišovací schopnost, než je rozlišovací schopnost fotografické vrstvy.

M. Marquet (Sci. Ind. Phot. 18-1947) uvažuje faktory, které mají vliv na rozlišovací schopnost: optika (ohnisková vzdálenost, relativní otvor, vady), citlivá vrstva (povaha vrstvy, zrnitost), světlo (vlnová délka, osvětlení, expozice) a chemické faktory (podmínky vyvolávání).



A. Narath (Kinotechn. 17 - 1935) dochází k nejlepšímu rozlišení při relativním otvoru 1 : 5,6. Při relativním otvoru 1 : 1,4 se rušivě uplatňují optické vady objektivu, které způsobí zhoršení zobrazení téměř o 50 %; při zaclonění 1 : 11 již rušivě působí ohybové jevy světla.

Na rozlišovací schopnost fotografických vrstev má vliv i vlnová délka světla. S. Coppa (Ottica 4 - 1939, Sci. Ind. Phot. 11 - 1940) uvádí, že rozlišovací schopnost roste s klesající vlnovou délkou světla v modré a ultrafialové oblasti. Dosáhl např. při vlnové délce

600 m $\mu$	90 čar/mm,
435 m $\mu$	130 čar/mm,
400 m $\mu$	150 čar/mm,
350 m $\mu$	180 čar/mm.

Obraz vytvořený ultrafialovým světlem je převážně na povrchu vrstvy, zasahuje tedy méně do hloubky než obraz vytvořený modrými paprsky. Zvětšená absorpce ultrafialového světla želatinou má za následek omezení difúze ve vrstvě a tím i vzrůst rozlišovací schopnosti.

Také složení vývojek podstatně ovlivňuje rozlišovací schopnost citlivé vrstvy. K. Huse (Abr. Sc. Publ. Kodak, 3, 1917) uvádí, že pyrogalol na určité vrstvě dal rozlišovací schopnost 77 čar/mm, zatím co rodinal pouze 47 čar/mm. G. Boccino (Ottica 2, 1937) zjistil, že slabě alkalické vývojky dávají asi o 20 % vyšší rozlišovací schopnost než vývojky silně alkalické.

Frötschner (Naturwiss. Rundsch. 6, 1953) dospěl k závěru, že objektiv dokonale korigovaný má limitní hodnotu rozlišovací schopnosti

$$\frac{1000}{\lambda n}$$

kde  $\lambda$  = délka vlny a  $n$  = převratná hodnota relativního otvoru. U moderního čtyřčočkového objektivu cloněného na 1 : 5,6 získal při délce vlny 590 m $\mu$  rozlišovací schopnost 300 čar/mm. Jestliže je rozlišovací schopnost objektivu 1000/0 a rozlišovací schopnost vrstvy 1000/E, pak celkovou fotografickou rozlišovací schopnost můžeme vyjádřit výrazem

$$\frac{1000}{\sqrt{0^2 - E^2}}$$

Jelikož při mikrodokumentaci topografických map jde v podstatě o reprodukci pérové předlohy, je třeba, aby na mikronegativu byl zachován maximální kontrast mezi kresebnými a nekresebnými prvky. Kresba na negativu musí být i v nejtenčích čarách ostrá a čistá, s minimálním závojem ( $D = 0,3$ ), přičemž nekresebné prvky musí mít maximální hustotu zčernání ( $D = 3$ ). Tento požadavek je odůvodněn dalším využitím mikronegativu, jehož kresebné prvky se budou zvětšovat do původního měřítka, při čemž má vzniknout kresba stejné kvality jako na původní astralonové kopii.

Z toho je patrné, že kromě vysoké rozlišovací schopnosti se musí použít citlivá vrstva vyznačovat i vysokou strmostí; tyto požadavky se navzájem nevylučují. Z výzkumu, který byl v mikrodokumentaci topografických map u vojenské topografické služby proveden (prof. Ing. Dr. Lauschmann, Ing. Jelínek), vyplývá, že např. film Foma Repro Ortho II se nehodí pro mikrodokumentaci topografických map, poněvadž zpětné zvětšeniny vykazují ztrátu jemných podrobností i snížení hustoty v krytí kresby. Citlivá vrstva Foma Repro Ortho II má podle údajů výrobce strmost 2,6 - 3,4 (v závislosti na způsobu zpracování). Předběžně lze usuzovat, že pro kvalitní mikrodokumentaci, jejímž cílem je zpětná reprodukce do původního měřítka a tisk, je třeba použít citlivého materiálu s minimální strmostí v hodnotě gama = 5. Těto podmínce vyhovuje z materiálů, které se v současné době u nás používají, pouze fototechnický film Agfa Printon Extra nesenzibilizovaný (dnes ORWO FU 5), který má podle údajů rozlišovací schopnost 175 čar/mm a gradaci o hodnotě gama = 5. Vyšší hodnoty gama vykazují pouze citlivé materiály vyráběné v západních státech. Jsou to filmy Ferralit (FERRANIA), Litholine (GEVAERT), Kodalith (KODAK), Agfalith (AGFA), Reproline (TYPON) atd., které dosahují

hodnoty gama až 8. Jejich další výhodou je, že tyto vrstvy jsou nality na podložkách, které nepodléhají deformaci (polystyrén, polykarbonát).

Jelikož jsou tyto citlivé materiály u nás nedostupné, je třeba obrátit pozornost na neklasické citlivé vrstvy, které by vyhověly požadavkům na rozlišovací schopnost a strmost. Sem patří tzv. diazoniumkovový proces, který byl vyvinut firmou Philips v Holandsku (Philips Technische Rundschau, Jahrgang 9, 1947/1948, číslo 10). Tato citlivá vrstva rozliší až 1000 čar/mm a dosahuje strmosti  $\gamma = 8$ . Z těchto důvodů je tato vrstva velmi vhodná pro použití v mikrodokumentaci, poněvadž umožňuje značný stupeň zmenšení při zachování kvality původní snímání kresby.

Citlivá vrstva je složena z homogenního roztoku diazoniové soli a dusičnanu rtuťného; tímto roztokem se připravuje vhodná podložka, již je pro účely běžné mikrodokumentace celofánový pás. Osvětlením dochází v citlivé vrstvě k redukci elementárního kovu z dusičnanu rtuťného a vytváří se latentní obraz, který se vyvolává fyzikálním způsobem. Přitom dojde k reakci mezi vyloučenou rtuťí a dusičnanem stříbrným (z vývojky) a na místě rtuti se vyloučí kovové stříbro. Obraz je tedy vytvořen tenkou vrstvou kovového stříbra vyvolaného fyzikálním způsobem, (na rozdíl od chemického vyvolání, kdy dochází k redukci kovového stříbra v celé tloušťce vrstvy, zatím co v tomto případě pouze na povrchu).

Vysoké rozlišovací schopnosti je kromě jiného dosaženo tím, že jde o homogenní roztok, který neobsahuje žádná zrna; proto v této citlivé vrstvě dochází jen nepatrně k rozptylu světla. Strmost se může ovlivňovat dobou osvětlení a snižováním nebo zvyšováním vlhkosti podložky; čím vyšší je vlhkost podložky (celofánu), tím nižší je strmost.

Jelikož celofán podléhá deformaci vlivem změny vlhkosti a teploty, nemůže se použít jako podložky pro mikrodokumentaci předloh, u nichž záleží na zachování přesného rozměru. Místo celofánu lze použít želatinovou vrstvu (nasáklou citlivým roztokem) na skle, celuloidu atd., nebo je možné nanést citlivý roztok na zmýdelněný povrch plastické fólie.

Neosvětlená a nevyvolaná citlivá vrstva diazoniumkovového systému má nepatrnou trvanlivost; proto není možné zcitlivovat podložky do zásoby, ale pouze těsně před použitím. Vyvolaný obraz má však neomezenou trvanlivost.

Spektrální citlivost diazoniumkovového systému leží v ultrafialové oblasti s maximem asi 390  $m\mu$  a dosahuje do oblastí delších vlnových délek až po modrozelenou barvu (asi 500  $m\mu$ ). Všeobecná citlivost je přibližně čtyřnásobkem citlivosti běžných diazotypických papírů.

Vzhledem k uvedeným vlastnostem se jeví diazoniumkovový proces jako velmi vhodný pro mikrodokumentaci topografických map; v rámci výzkumu bude nutné ověřit přípravu této citlivé vrstvy s použitím různých diazoniových solí a možnost jejího nanesení na podložky, které nepodléhají deformaci.

Diazoniumkovový proces má i zřejmé nevýhody, které do určité míry komplikují celý postup. Je to především nestabilita citlivé vrstvy, která znemožňuje vytvoření zásoby citlivého materiálu. Tato nestabilita je způsobena vytvořením iontů rtuti ve vrstvě, přičemž dochází k sublimaci rtuti. Z tohoto důvodu a dále ještě pro nestabilitu použité diazosloučeniny - diazokresolová sloučenina - musí být provedeno zcitlivění podložky a snímání předlohy bezprostředně za sebou. Dalším nedostatkem je jedovatost neosvětleného materiálu a nízká citlivost.

Tyto nedostatky je možné odstranit použitím jiné citlivé látky a úpravou celého postupu. Nejprve se zcitliví vhodná podložka (sklo, papír, ester celulózy, plastické hmoty) v roztoku např. benzoldiazosulfonanu sodného, po usušení následuje expozice a teprve pak se osvětlená vrstva ponoří do roztoku dusičnanu rtuťného. Primární reakce je v tomto případě zcela jiná, než u diazoniumkovového systému, poněvadž zde nedochází k vytváření iontů rtuti ve vrstvě, ale k vytvoření kovových rtuťových zárodků, které se zesílí růstem ve fyzikální vývojce, obsahující reverzibilní redukční oxydační látku. Tento systém je asi 50× citlivější než diazotypický materiál.



Jiný neklasický způsob je Kalvarův bublinkový systém (Bubble process), který je založen na citlivosti diazosloučenin k ultrafialovému světlu. Na rozdíl od většiny podobných způsobů nevyužívá reakce diazosloučeniny s kopulační složkou, ale hlavním činitelem je zde dusík, který vzniká rozkladem diazosloučeniny účinkem světla. Takto uvolněný dusík se zachycuje v nosném prostředí (želatina, plastická hmota atd.) ve formě malých bublinek, které vytvářejí latentní obraz. Ustálení obrazu se provede zahřátím (např. v horké vodě); vznikne sepíově hnědá kopie. Obraz má velmi dobrý kontrast a vysokou rozlišovací schopnost, která se pohybuje okolo 300 čar/mm.

Kalvarova vrstva je relativně necitlivá na viditelnou oblast světla; citlivost leží mezi 300 - 500 m $\mu$  při maximu 385 m $\mu$ .

Oba uvedené způsoby mohou nahradit halogenostříbrné procesy užívané při mikrodokumentaci, přičemž při jejich použití je možné dosáhnout vysoce kvalitních výsledků.

K opětovnému vytvoření obrazu topografické mapy v původním měřítku se musí použít mikronegativu zhotoveného na rozměrově stálé podložce, aby nedošlo k deformaci rozměrů mapy. Proto je třeba zhotovit tyto negativy na fólie z těch plastických hmot, které se vyznačují vysokou odolností proti vlivu vlhkosti a teploty. Sem patří fólie z polyvinylchloridu, polystyrénu, polykarbonátu atd. Např. u polystyrénu, který používá Kodak jako podložku pro citlivé vrstvy, nepřesáhne změna rozměru, způsobená změnou relativní vlhkosti o 20 %, hodnotu 0,05 % formátu podložky. Vezmeme-li v úvahu mikronegativ 4 × 4 cm, zhotovený na takové podložce, pak změnou relativní vlhkosti o 20 % může dojít k rozměrové deformaci v hodnotě 0,02 mm. Při zpětném zvětšení do původního formátu (40 × 40 cm) nepřesáhne změna rozměru povolenou mez  $\pm$  0,2 mm.

Vliv teploty na rozměrovou stálost polystyrénu je vyšší než vliv vlhkosti; lze však říci, že nepřekročí-li teplota fólie 50° C, pak nedojde k nežádoucí změně rozměru.

Otázku rozměrové stálosti je tedy možné uzavřít konstatováním, že existují podložky, které svými vlastnostmi uspokojí i vysoké nároky mikrodokumentace topografických map.

Je třeba se ještě zaměřit na optický systém používaný při mikrodokumentaci. Zde jde o to, aby při zmenšení byla rovina s maximální přesností zobrazena do druhé roviny, neboť při zpětném zvětšení se vady prvního zobrazení znásobí. Moderní reprodukcí objektivy jsou korigovány s největší přesností a vady jsou redukovány na nejmenší míru. Po této stránce jsou velmi výhodné symetrické šestičočkové objektivy typu APO RONAR (Rodenstock, NSR). Tyto objektivy bývají korigovány pro určité měřítko reprodukce, např. 1 : 2 nebo 1 : 3. Pro účely mikrodokumentace topografických map by bylo třeba, aby používaný objektiv byl korigován pro měřítko 1 : 10.

Výzkumem mikrodokumentace topografických map se v naší službě zabýval v roce 1958 Ing. Z. Jelínek a v roce 1959 prof. J. Lauschmann. Oba dospěli ke stejnému závěru, že při použití v mikrodokumentaci běžného fotografického materiálu a optického systému není možné získat hodnotnou zpětnou reprodukci mapy.

Např. Ing. Jelínek se zabýval metodami pro získání zmenšeného negativu a jeho zpětnou reprodukci při poměru zmenšení 1 : 4. Ke zmenšení použil dokumentační přístroj Kontophot, objektiv Tessar 1 : 4,5,  $f = 100$  mm, film Foma orto 35 mm. Vyvolání negativu bylo provedeno v různých jemnozrnných vývojkách: W 665, Morganově parafenylendiaminové vývojce, Champlainově, Seywetzově, Seaseově vývojce atd. Všechny negativy vykazovaly jemné zrno, ale velmi nízkou hustotu, což znemožnilo zhotovení pozitivu v původním měřítku, schopného dalšího fotomechanického přenosu.

Zpětné zvětšeniny byly zhotoveny na film Foma Repro Ortho při použití kontrastně pracující vývojky A 22 (metol-hydrochinon). Na pozitivních astralonových kopiích, zhotovených z filmových zvětšenin, je zřejmé rozšíření kresby a ztráta jemných čar a podrobností.



Dále použil Ing. Jelínek ke zmenšení předlohy, již byla pozitivní kopie polohopisu na astralonu mapy 1 : 25 000, fotoreprodukčního přístroje formátu 60 × 70 cm, vybaveného objektivem o  $f = 45$  cm. Předloha byla zmenšena na formát 10 × 10 cm na film Foma Repro Ortho 17 DIN a negativ byl vyvolán v Ederově jemnozrné vývojce (pyrokatechin-soda). Zpětné zvětšení bylo provedeno na zvětšovací přístroji Magnitarus s objektivem Belar 1 : 4,5,  $f = 105$  mm. Při zvětšení se projevila deformace obrazu, jehož okraje byly kromě toho rozostřeny.

Tyto pokusy dokázaly, že pro mikrodokumentaci topografických map není možné použít běžný fotografický materiál a dokumentační i zvětšovací přístroje. Nevyhovující vlastnosti citlivého materiálu způsobí nedostatečnou hustotu negativů a ztrátu jemných podrobností kresby při celkovém rozšíření kresby. Nevhodná optická soustava způsobí deformaci obrazu a jeho okrajovou neostrost.

Proto použil dále Ing. Jelínek ke zmenšení i zvětšení topografické mapy fotoreprodukční přístroj vybavený optikou, která umožňuje převod roviny do roviny bez deformací. Negativy i zpětné zvětšeniny byly zhotoveny mokrým procesem kolodiovým jodidostříbrným. Zmenšení předlohy i zpětná reprodukce byly provedeny s použitím téhož objektivu, čímž byly eliminovány důsledky optických vad objektivu.

S ohledem na možnost maximálního zmenšení a zvětšení na použitých fotoreprodukčních přístrojích byla mapa 1 : 25 000 zmenšena přibližně na formát 15 × 15 cm. Z negativu byla zhotovena kontaktem pozitivní kopie na astralon, která pak byla ve fotoreprodukčním přístroji zvětšena do původního měřítka. Z takto získaného negativu se zhotovila černá kopie na astralon, která se pak porovnávala s původním tiskovým podkladem topografické mapy.

Tyto zkoušky prokázaly, že vlastnosti mokrého procesu kolodiového jodidostříbrného jsou takové, jaké potřebujeme pro mikrodokumentaci topografických map: vysoká rozlišovací schopnost, vysoká strmost a z nich vyplývající ostrá čistá kresba při velké hustotě nekresebných míst. Při použití téhož objektivu pro zmenšení a zpětné zvětšení nevznikne nežádoucí deformace obrazu a okrajová neostrost (jde o objektiv typu APO TESSAR). Použitý postup - zmenšený negativ - astralonová pozitivní kopie - negativ v původním měřítku - astralonová pozitivní kopie - je složitý. Důsledkem dvojnásobné reprodukce a dvojnásobného fotomechanického přenosu na astralon je nežádoucí rozšíření kresby.

Výzkumem Ing. Jelínka (a rovněž prof. Lauschmanna) bylo prokázáno, že fotografické citlivé materiály a optické zařízení, kterých se běžně používá pro mikrodokumentaci, se naprosto nehodí pro mikrodokumentaci topografických map, jejímž účelem je opětné rozmnožení těchto map. Citlivé materiály tohoto typu vykazují nízkou strmost, negativy mají malé krytí, což je nepřekonatelnou překážkou při dalším procesu, tj. při opětném zvětšení do původního měřítka. Optika používaná v dokumentačních a zvětšovacích přístrojích není korigována pro účely přesného zobrazení roviny do roviny. Je tedy naprosto zřejmé, že mikrodokumentace topografických map vyžaduje speciální citlivý materiál a přístroje vybavené vhodnou optikou.

Cílem tohoto příspěvku je shrnutí problematiky mikrodokumentace topografických map. Je pochopitelné, že k tomu, aby byla určena správná technologie zhotovení mikronegativů map, je třeba provést jak výzkum citlivých vrstev, tak i vhodných optických soustav a rozmnožovacích způsobů. Soudobý vývoj elektrofotografie naznačuje, že tato technika bude nejvhodnějším způsobem k rozmnožování map v polních podmínkách. Proto i výzkum mikrodokumentace topografických map je třeba zaměřit na využití pro rozmnožení způsobem Elektrofax. U tohoto procesu se provádí fotomechanický přenos obrazu z pozitivu na vrstvu polovodiče naneseného na pás papíru. Proto cílem mikrodokumentace musí být mikropozitivы jednotlivých prvků náplně mapy, z nichž by se obraz promítal postupně na pás papíru opatřeného polovodivou vrstvou přímo ve speciálním rozmnožovacím přístroji, z něhož by vycházely vícebarevné výtisky map. Je přirozené, že archivace mikropodkladů topografických map by se musela provádět pomocí jednoděrového nebo dvouděrového systému přímo v polních soupravách, což by přispělo k rychlé a bezpečné přípravě těchto podkladů k rozmnožení.

## Kartografické názvosloví v československých mapách

Hlavními složkami kartografických děl jsou zpravidla polohopis, výškopis a názvosloví. Zásady zobrazení polohopisu a výškopisu jsou teoreticky podrobně propracovány. Méně pozornosti se až do nedávných let věnovalo názvosloví, ačkoli i ono je podstatnou a nepostradatelnou součástí mapy, protože jí dává plnou životnost, usnadňuje přesné vzájemné dorozumění při předávání zpráv mezi veliteli a umožňuje dokonalou orientaci na mapě.

Nejednotnost v názvosloví, některé nedostatky ve znění názvů a v terminologii se projevují zčásti i v československých vojenských topografických mapách. Rovněž při zpracování Československého vojenského atlasu, a to jak části geografické, tak i části vojenskohistorické, setkali se zpracovatelé názvosloví s řadou obtíží. Protože se v našich vojenských kartografických publikacích v posledních patnácti letech nevyskytuje ucelenější pojednání o československém kartografickém názvosloví, je cílem tohoto článku podat přehled o současném stavu názvosloví, vysvětlit základní názvoslovné pojmy, způsoby přepisu, tvorby a užívání názvosloví.

### 1. Stručně o vývoji názvosloví

Již před více než 80 lety vyzdvihl český geograf Jindřich Metelka potřebu zpracovat jednotné vědecké zeměpisné názvosloví. K realizaci tohoto požadavku však po dlouhé desítky let nedocházelo. Vývoj názvosloví ovlivňovali jednotliví autoři kartografických a geografických publikací bez vzájemné koordinace, a tak docházelo při užívání názvosloví ke značným rozdílům. První podnět k řešení nejasných otázek v názvosloví dal na 1. sjezdu československých geografů v Brně r. 1930 tehdejší velitel Vojenského zeměpisného ústavu gen. Karel Rausch. Při geografickém komitétu Československé národní rady badatelské byla pak ustavena názvoslovná komise a jejím předsedou byl zvolen přední český geograf prof. dr. Bohuslav Horák. Materiální zabezpečení činnosti komisi poskytl Vojenský zeměpisný ústav. Komise začala pracovat v lednu 1931. Hlavními výsledky práce názvoslovné komise bylo určení názvů vodních toků do 5. řádu pro území Čech a Moravy a především pak vymezení orografických celků a stanovení jejich názvů pro území Československa. Toto orografické členění bylo publikováno r. 1935 na tzv. „Generální mapě s nátiskem ohraničení horopisných celků a názvů CSR“ v měřítku 1 : 200 000, nazývané též často mapou úpatnicovou. Mapa byla přínosem pro československé zeměpisné názvosloví a přispěla na řadu let k určité stabilizaci geografického pomístního názvosloví. Činnost názvoslovné komise skončila koncem r. 1937 v důsledku zhoršující se mezinárodní situace. Německá okupace a druhá světová válka znemožnily názvoslovné práce vůbec.

Po osvobození Československa Sovětskou armádou byla r. 1946 z iniciativy hlavního štábu čs. armády zřízena názvoslovná komise při Vojenském zeměpisném ústavu jako komise pro pomístní názvosloví. Ve své činnosti se zabývala především úpravou pomístních názvů v pohraničních oblastech. Své úkoly však nedokončila a po několika málo letech zanikla.

V květnu 1951 byla ministerstvem stavebního průmyslu zřízena při Státním zeměměřicím a kartografickém ústavu (SZKÚ) názvoslovná komise (NK). Obdobně i na Slovensku zřídilo povereníctvo stavebního priemyslu Slovenskou názvoslovnou komisi. Do čela NK byl zvolen význačný filolog - slavista prof. dr. Vladimír Šmilauer. NK měla čtyři subkomise: pro latinské abecedy, pro nelatinské abecedy, pro orientální jazyky a subkomisi geograficko-kartografickou. Nejdůležitějšími úkoly NK byla úprava pomístního názvosloví, kterýžto úkol převzala od názvoslovné komise při VZÚ, a přepis cizích zeměpisných jmen do češtiny. V oblasti pomístního názvosloví vykonala komise velký kus práce a projednala úpravu názvosloví českých krajů v rozsahu speciální mapy měřítko 1 : 75 000. Důležitým výsledkem činnosti komise bylo nově zpracované orografické rozčlenění Československa pod vedením doc. dr. Karla Kuchaře,



publikované r. 1955. Na rozdíl od orografického členění NK při VZÚ z r. 1935, které vycházelo z úpatnic, byly horopisné celky vymezeny údolnicemi vycházejícími z upínacích sedel (tj. ze styčných bodů mezi sousedními horskými celky), někdy částmi rozvodnicích čar a v některých případech – u rozsáhlejších vhloubených tvarů, které by vymezením údolnicemi „zmizely“ – bylo užito řešení kompromisní: vrstevnice charakteristické pro tvar příslušného celku. Kromě toho stanovila NK rámcové zásady pro užívání zeměpisných jmen v češtině a slovenštině. Při reorganizaci SZKÚ v nově utvořenou Ústřední správu geodézie a kartografie začátkem r. 1955 byla komise převedena k tomuto orgánu pod novým názvem názvoslovná komise kartografická (NKK). Takto pracovala až do r. 1958, kdy byla ustavena názvoslovná komise při ÚSGK (o její činnosti podrobněji viz v 6. kapitole).

## 2. Základní názvoslovné pojmy

Dříve než přistoupíme k zásadám tvorby a užívání názvosloví a ke konkrétním způsobům přepisu z jednotlivých jazyků, uvedeme některé základní pojmy z oboru názvosloví.

**Názvoslovím** rozumíme nauku o názvech, jejich tvorbě a výkladu, a kromě toho též soubor těchto názvů (vyjádřený na mapě nebo ve formě seznamů, lexikonů apod.).

U složených názvů (zpravidla pomístních) rozlišujeme **druhov**é (obecné) **o z n a č e n í** (např. pohoří, ostrov, potok, moře) a **rozlišovací přívlastek**. Rozlišovací přívlastek bývá ve tvaru přídavného jména (např. *Českomoravská vrchovina*), přídavného jména přivlastňovacího (např. *Viktorino jezero*) nebo genitivu přivlastňovacího (např. *Záliv Petra Velikého*).

**P í s m o** je systém značek, které znázorňují řeč.

Rozlišujeme

1. **p í s m o z v u k o v é**, které znázorňuje řeč pomocí značek pro hlásky nebo pro jejich shluky: typ hláskový znázorňuje řeč značkami pro jednotlivé hlásky (např. latinka, cyrilice, písmo arabské, hebrejské, dévanágarské), typ slabičný znázorňuje řeč pomocí značek pro slabiky (např. japonské písmo kana);

2. **p í s m o i d e o g r a f i c k é**, které znázorňuje řeč pomocí písmových obrázků (ideogramů): typ slovní (ideografické písmo v užším slova smyslu) znázorňuje řeč značkami pro pojmy (např. čínské písmo) a typ pojmový zachycuje ideogramy komplexní myšlenky (např. písmo některých severoamerických Indiánů).

**P ř e p í s** je převod z jednoho typu písma do jiného typu písma. Existují tři druhy přepisu: transpozice, transliterace a transkripce.

**T r a n s p o z i c í** se rozumí převzetí názvu v původní podobě (týmž druhem písma) včetně diakritických (rozlišovacích) znamének a zvláštních písmen, která se nevyskytují v písmu jazyka, do něhož se přepisuje. Důvodem pro tento způsob přepisu je skutečnost, že písemný obraz názvu v cizím jazyku je důležitější než zvukový. Např. česká latinka nemá řadu diakritických znamének a zvláštních písmen, která mají jiné latinky, přesto je však při přepisu názvů transpozicí přebírá: *Lódž, Rádauři, La Coruña, Rønne, Saône* aj. Jsou-li však diakritická znaménka příliš početná nebo komplikovaná (např. u vietnamštiny, kde je jich 64), upouští se od nich vůbec.

**T r a n s l i t e r a c e** je přepis zvukového písma, při němž se písmová značka jednoho typu nebo druhu písma nahrazuje písmovou značkou druhého typu nebo druhu písma, a to bez zřetele na výslovnost. Podobně jako transpozice neukazuje ani transliterace výslovnost, umožňuje však jednoznačný zpětný přepis. Používá se jí např. u azbuky a jejích obměn (např. u mongolštiny).

**T r a n s k r i p c e** je přepis ideografického písma písmem zvukovým (transkripce v užším slova smyslu) nebo zápis mluvené řeči písmem zvukovým, případně jeho náhradou (fonetický přepis). Transkripcí v užším slova smyslu je např. přepis čínského písma do češtiny – pokud možno věrné zachycení výslovnosti čínského ideogramu písmovými značkami české latinky roz-



šířené o přehlásky. Fonetického přepisu se užívá např. v ruštině pro přepis některých názvů psaných latinkou do azbuky, např. psaní názvu *Mulhouse* v azbuce jako *Mjulguz*. Zpětný přepis je v tom případě ovšem velmi znesnadněn.

Za geografický jazyk se pokládá ten jazyk, v kterém jsou publikována geografická a především oficiální kartografická díla.

### 3. Členění názvosloví

Názvosloví můžeme členit podle dvou hledisek:

- A) podle objektu, který je popisován,
- B) podle druhu názvů.

ad A) Podle objektu, který je popisován, rozlišujeme:

a) názvy státních a správních celků. Tyto názvy jsou zpravidla stanoveny úředně. Oficiálně stanovené názvy států bývají však často příliš dlouhé a pro kartografické účely nevhodné; proto se často nahrazují stručnějším zněním nebo zkratkami, tzv. názvy kartografickými. Např. *Československá socialistická republika* se obvykle v mapách popisuje ve zkráceném znění jako *Československo* nebo *ČSSR*, podobně *United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland* (*Spojené království Velké Británie a Severního Irsku*) se nahrazuje názvem *Great Britain* (*Velká Británie*);

b) názvosloví místní. Sem patří názvy sídlišť (měst, vesnic a jejich částí, skupin domů, samot) a názvy objektů v sídlišťích (pojmenování ulic, náměstí, nábřeží, sadů, mostů a jiných veřejných objektů). Názvy sídlišť jsou rovněž úředně stanoveny a jsou vydávány buď pro celé státní území nebo pro jednotlivé správní celky ve formě lexikonů (seznamů obcí) nebo publikací obsahujících výsledky sčítání lidu. Názvy objektů uvnitř sídlišť stanoví zpravidla místní správní orgány;

c) názvosloví pomístní (a geografické). Tvoří je názvy

- *území*: polních a lesních tratí, lesů, přírodních rezervací, lad, bažin, písčin, pouští, préríí, stepí, pamp, vřesovišť, tunder, oáz, souostroví, ostrovů, poloostrovů, atolů, pobřeží, kos, šíjí, mysů apod.,
- *vodstva*: pramenů, zřidel, studní, potoků, řek, stok, kanálů, průplavů, rybníků, jezer, přehradních nádrží, vodopádů, peřejí, oceánů, moří, zálivů, zátok, fjordů, lagun, průlivů, úžin, částí mořského dna apod.,
- *terénních tvarů*: pohoří, hřebenů a hřbetů, vrcholů, nížin, rovin, planin, plošin, svahů, strží, skal, sedel, soutěsek, průsmyků, bran, vrat, údolí, dolin, poljí, pánví, jam, propustí, jeskyň, ledovců aj.,
- *objektů*: cest, pomníků a památníků, památných stromů, náboženských symbolů, zřícenin hradů a zámků, pevností, bojišť, archeologických nalezišť apod.

Pomístní názvy tvoří důležitou a podstatnou součást názvosloví topografických map. Proto se jeho tvorbě pro území Československa věnovala vždy velká pozornost, jak už bylo uvedeno v 1. kapitole. Zvlášť velké úkoly v pomístním názvosloví bylo třeba řešit po roce 1945 v oblastech dříve osídlených obyvatelstvem německé a maďarské národnosti. Rovněž tak i na ostatním území státu bylo třeba někde odstranit nevhodné názvy a jinde stanovit názvy jazykově správné.

Dosud bylo zpracováno pomístní názvosloví pro české kraje v hustotě odpovídající bývalé speciální mapě 1 : 75 000; publikovány zatím byly pomístní názvy pro bývalý Karlovarský, Ústecký a Liberecký kraj.

Úprava pomístního názvosloví na území ČSSR patří do působnosti ÚSGK. Odbornými poradními orgány jsou názvoslovná komise (NK) a okresní názvoslovné sbory pro úpravu pomístního názvosloví (ONS). ONS jsou zřizovány při okresních měřických střediscích; projed-

návají a navrhuji správné znění pomístních názvů. Jejich členy jsou filologové, geografové, historikové, okresní archiváři, učitelé, osvětoví a kulturní pracovníci aj.

Také pomístní názvy rozsáhlejších objektů (geografické názvy) pro území ČSSR jsou do značné míry stanoveny. Byly vydány seznamy názvů vodních toků a ploch, propastí, průsmyků a sedel a také seznam názvů orografických celků;

d) vysvětlující popisy (včetně číselných údajů) sloužící k vyznačení kvalitativních a kvantitativních charakteristik zakreslených objektů (průmyslových a zemědělských objektů, budov, komunikací, vodstva, porostů a povrchu půd, reliéfu aj.). Vyskytují se především na topografických mapách, přičemž textové údaje se často uvádějí smluvenými zkratkami, uvedenými ve značkových klíčích.

ad B) Podle druhu názvů rozlišujeme

a) politickosprávní (úřední) názvy. Jsou to názvy ve znění, které je pro území vymezené na mapě politickoadministrativními hranicemi označováno jako úřední. Cizí politickosprávní názvy se převádějí do našich map vhodným způsobem přepisu (kapitola 2), např. *București, Odessa, Sang-chaj*.

Za politickosprávní názvy též pokládáme např. názvy v Litevské SSR, jež přepisujeme z abukvy, nebo názvy v jižní Indii (z území osídleného obyvatelstvem hovořícím drávidskými jazyky), jež převádíme z hindštiny, nebo také názvy přepisované z jazyka kolonizátora v těch zemích, které buď dosud jsou koloniemi nebo již získaly nezávislost, ale používají dál jazyka kolonizátora;

b) národní názvy. Pokládáme za ně názvy v jazyku jednotlivých národů ve více-národních státech (např. v SSSR názvy v litevštině na území Litevské SSR) nebo názvy v jazyku národů, které žijí nebo žily pod koloniální nadvládou (např. do r. 1962 arabské názvy v Alžírsku, které bylo v koloniální závislosti na Francii);

c) vžitě české (slovenské) názvy. Jsou to názvy cizích zeměpisných objektů nebo jevů žijící v současném českém (slovenském) jazyku, jejichž podoba se liší od podoby v příslušném jazyku (u jazyků psaných latinkou) nebo od dohodnutého přepisu z tohoto jazyka (u jazyků používajících jiných písem než latinky).

Dělí se do tří skupin:

I. české (slovenské) názvy bez opory v podobě názvů v původním jazyku, např. *Soluň (Thessaloniké), Benátky (Venezia), Ráb (Győr)*;

II. počeštěné (poslovenštěné) názvy, u nichž se počeštění (poslovenštění) omezilo na vnější zvukovou podobu a pravopisnou stránku, např. *Londýn (London), Varšava (Warszawa), Paříž (Paris)*;

III. české (slovenské) názvy vzniklé překladem původního názvu, např. *Zlaté Písky (Zlatni Pjasáci), Hořejší jezero (Lake Superior), Žltá rieka (Chuang-che)*.

Do této skupiny patří také složené názvy, v nichž české druhové označení je překladem původního označení a původní rozlišovací přívlastek je doplněn českou příponou (např. *Pyrenejský poloostrov*).

České (slovenské) názvoslovi existuje hlavně pro důležité geografické objekty, pro státní a správní celky, pro hlavní a velká města, pro historické kraje a místa a pro místa, s nimiž udržujeme vzájemné styky nebo jsme je měli v minulosti. Proto je nejvíce vžitých českých zeměpisných názvů v prostoru střední Evropy.

Rozsah vžitých českých (slovenských) názvů je zčásti stanoven Pravidly českého (slovenského) pravopisu. Kromě toho byl pro kartografické účely r. 1961 vydán NK při ÚSGK Seznam vžitých českých zeměpisných názvů.



#### 4. Přepis cizích názvů do české latinky

Zpracování názvosloví na mapách ze zahraničního území vyžaduje dokonalou znalost převádění cizích názvů do české latinky. Věnujeme tedy zásadám tohoto přepisu potřebnou pozornost.

Zeměpisné názvy celého světa se dělí do tří hlavních skupin:

- I. Skupina latinských abeced.
- II. Skupina nelatinských abeced.
- III. Skupina písem slabičných a ideografických.

##### I. Zásady přepisu latinských abeced

Zeměpisné názvy z jazyků používajících latinky se přepisují transpozicí, tj. v původní podobě.

Pro usnadnění přepisu z jednotlivých jazyků a k zabezpečení správného grafického znázornění v mapách zachycujeme přehled těch zvláštních písmen a diakritických znamének, která se nevyskytují v české latince (nebo mají v ní jiný význam). Uvedena jsou především malá písmena abecedy; jsou-li však velká písmena abecedy odlišné grafické podoby oproti malým nebo znaménka u velkých písmen umístěna poněkud jinak než u písmen malých, stojí vedle malých písmen ještě písmena velká. Kromě toho se u jednotlivých jazyků udává, v kterých zemích jsou úředním jazykem.

*Afrikánština*: nemá zvláštní písmena ani diakritická znaménka.

Je vedle angličtiny úředním jazykem v Jihoafrické republice a v Jihozápadní Africe. Názvosloví se přebírá z anglo-afrikánských materiálů.

*Albánština*: ç, ë.

Je úředním jazykem v Albánii.

*Angličtina*: nemá zvláštní písmena ani znaménka.

Je úředním jazykem ve Velké Británii a Severním Irsku, na Manu, na Normanských ostrovech, v Irsku, v Gibraltaru, na Maltě, v Bahrajnu, v Jihoarabské federaci, dočasně v Indii (včetně Sikkimu), v Pákistánu, na Maledivách, v Malajsii, v Brunei, Hongkongu, na Filipínách, na Rjúkjú, na Boninských ostrovech, v Austrálii, v Papuji, v Severovýchodní Nové Guineji, Šalomounových ostrovech, na Nových Hebridách, na Fidži, na Tonze, na Novém Zélandu, na Samoju (Západní i Americké), na Pitcairnu, na Gilbertových a Lagunových ostrovech, na Guamu, na Pacifických ostrovech, v Jihoafrické republice a Jihozápadní Africe, v Bečuánsku, Basutsku a Svazijsku, v Zambii, v Malawi, v Rhodesii, na Mauritiu, na Seychelách, v Tanzanii, v Keni, v Ugandě, v Somálsku (sev.části), v Etiopii, na Svaté Heleně, v Nigérii, v Ghaně, v Libérii, v Sieře Leone, v Gambii, v Kanadě, ve Spojených státech amerických, v Panamském průplavovém pásmu, na Portoriku, na Panenských ostrovech a Britských Panenských ostrovech, na Bermudách, na Bahamách, na Jamajce, na Trinidadu a Tobagu, na Návětrných a Závětrných ostrovech, v Belize (býv. Britském Hondurasu), v Britské Guayaně a na Falklandech.

Vedle angličtiny je úředním jazykem:

*irština* v Irsku; názvosloví se přepisuje z irštiny;

*francouzština* na Normanských ostrovech, Nových Hebridách, Mauritiu, Seychelách a v Kanadě; názvy na Nových Hebridách se přepisují z obou řečí, jinde všude z angličtiny;

*španělština* v Gibraltaru, na Portoriku, v Panamském průplavovém pásmu; názvy se přepisují z angličtiny;

*španělština a tagalština* na Filipínách; názvy se převádějí z anglického přepisu tagalštiny;

*maltská arabština* na Maltě; názvy se přejímají z anglického přepisu maltské arabštiny (maltštiny);



*arabština* v Bahrajnu a Jihoarabské federaci; názvosloví se v Bahrajnu přepisuje z arabštiny, v Jihoafrické federaci z angličtiny;

*amharština* v Etiopii; vzhledem k tomu, že není dosud plně geografickým jazykem, přepisují se názvy z angličtiny a také z italštiny;

*italština a arabština* v Somálsku; názvy se přepisují z italštiny, v severní části Somálska z angličtiny;

*hindština* v Indii; názvosloví se přepisuje z hindštiny (i u nehindských jazyků);

*urdština a bengálština* v Pákistánu; názvosloví se přepisuje z urdštiny a bengálštiny;

*malajština* v Malajsii, na Maledivách a v Brunei; názvosloví se přepisuje v Malajsii z malajštiny, jinde z angličtiny;

*čínština* v Hongkongu; názvosloví se přepisuje z angličtiny a čínštiny;

*japonština* na Rjúkjú a Boninských ostrovech; názvosloví na Rjúkjú se přepisuje z japonštiny, na Boninských ostrovech z angličtiny;

*tonžština* na souostroví Tonga; názvosloví se přepisuje z angličtiny;

*afrikánština* v Jihoafrické republice a Jihozápadní Africe; názvosloví se přepisuje z anglo-afrikánských materiálů;

*čwiština* v Ghaně; názvosloví se zatím přepisuje z angličtiny;

*swahilština* v Ugandě, Keni a Tanzanii; názvosloví se přepisuje ze swahilštiny;

*hauština* v Nigérii; názvosloví se přepisuje z hauštiny, případně z angličtiny.

*Čwiština*: ε, η, ς, ω, které můžeme nahradit písmeny (nebo skupinou písmen) latinky: e, ng, o, w, Je úředním jazykem v Ghaně (vedle angličtiny, z níž se zatím přepisují i názvy).

*Dánština*: æ (Æ), å, ø.

Je úředním jazykem v Dánsku, Grónsku a na Faerských ostrovech (zde je úředním jazykem i faerština).

*Estonština*: ä, ö, õ, ü.

Je úředním jazykem v Estonské SSR (vedle ruštiny). Názvy se přepisují z estonštiny, event. transliterací z ruštiny.

*Finština*: ä, ö.

Je úředním jazykem ve Finsku (vedle švédštiny). Názvy se přepisují z finštiny. S finštinou je prakticky shodná karelština, která je vedle ruštiny úředním jazykem v Karelské ASSR v SSSR.

*Francouzština*: à, â, ç, é, è, ê, ë, î, î, ô, œ, û, ÿ.

Je úředním jazykem ve Francii, Belgii, Lucembursku, Monaku, Švýcarsku, Andoře, na Normanských ostrovech, v Nigeru, Mauretánii, Pobřeží slonoviny, Mali, Dahome, Horní Voltě, Kongu (Brazzaville), Gabunu, Středoafričské republice, Čadu, Togu, Kamerunu, Guineji, Kongu (Léopoldville), Rwandě, Burundi, Francouzském Somálsku, na Réunionu, na Mauritiu, na Seychelách, na Komorech, v Kanadě, ve Francouzské Guayaně, na Martinique, na Guadeloupe, na souostroví Saint-Pierre a Miquelon, na Haiti, na Nových Hebridách, v Nové Kaledonii, ve Francouzské Polynésii a ve Francouzských jižních a antarktických územích.

Vedle francouzštiny je úředním jazykem:

*katalánština* v Andoře: názvy se přejímají z katalánštiny;

*vlámština* v Belgii; názvy se přepisují jak z vlámštiny, tak z francouzštiny;

*angličtina* na Normánských ostrovech, Nových Hebridách, Mauritiu, Seychelách a v Kanadě; kromě Nových Hebrid se názvosloví přepisuje všude z angličtiny, na Nových Hebridách z obou řečí;

*haušťina* v Nigeru; názvosloví se přepisuje z haušťiny;

*kiňarwanda* ve Rwandě; názvosloví se přepisuje z francouzštiny;

*malgaština* v Malgašské republice; názvosloví se přepisuje z francouzštiny;

*arabština* v Mali a Mauretánii; názvy se přejímají z francouzštiny;

*němčina a italština* ve Švýcarsku; názvosloví se přejímá ze všech tří jazyků a kromě toho též z rétorománštiny.

**Haušťina:** 'b, 'd, k'.

Je úředním jazykem v Nigérii (vedle angličtiny) a v Nigeru (vedle francouzštiny). V obou zemích se názvy přepisují z haušťiny.

**Holandština:** ij (IJ).

Je úředním jazykem v Nizozemí, Surinamu a na Nizozemských Antilách.

**Indonéština:** nemá zvláštní písmena ani znaménka.

Je úředním jazykem v Indonésii.

**Islandština:** æ (Æ), đ, þ.

Je úředním jazykem na Islandu.

**Italština:** à, è, ì, ò, ù.

Je úředním jazykem v Itálii, San Marinu, Vatikánu (vedle latiny), v Somálsku (vedle somálštiny, arabštiny a angličtiny), ve Švýcarsku (vedle němčiny a francouzštiny). V Somálsku se názvy přepisují z italštiny a angličtiny, ve Švýcarsku se přepisují z němčiny, francouzštiny, italštiny a také z rétorománštiny.

**Katalánština:** è, ç.

Je vedle francouzštiny úředním jazykem v Andoře. Názvy se přepisují z katalánštiny.

**Latina:** nemá zvláštní písmena ani znaménka.

Je úředním jazykem ve Vatikánu (vedle italštiny, z níž se přebírají i názvy).

**Litevština:**ą (Ą), ę (Ę), è, ì (Į), ū (Ū), ù.

Je úředním jazykem v Litevské SSR (vedle ruštiny). Názvy se přepisují z litevštiny, event. transliterací z ruštiny.

**Lotyšština:** ā, ē, ģ (Ģ), ī, ķ (Ķ), ļ (Ļ), ņ (Ņ), ŗ (Ŗ), ū.

Je úředním jazykem v Lotyšské SSR (vedle ruštiny). Názvy se přepisují z lotyštiny, event. transliterací z ruštiny.

**Maďarština:** ö, ő, ü, ű.

Je úředním jazykem v Maďarsku.

**Malgaština:** nemá zvláštní písmena ani znaménka.

Je úředním jazykem v Malgašské republice (vedle francouzštiny). Názvy se přepisují z francouzštiny.

**Němčina:** ä, ö, ü; ß se často nahrazuje ss (velké písmeno vždy).

Je úředním jazykem v Německé demokratické republice, Německé spolkové republice, Rakousku, Lichtenštejnsku, Lucembursku (vedle francouzštiny) a ve Švýcarsku (vedle francouzštiny a italštiny). V Lucembursku se názvy přepisují z francouzštiny, ve Švýcarsku se přepisují ze všech tří jazyků podle národnostní většiny a též z rétorománštiny.

**Norština:** æ (Æ), å, ø.

Je úředním jazykem v Norsku, na Špicberkách, na ostrově Jan Mayen, na Bouvetově ostrově a na ostrově Petra I. V severním Norsku se přejímají názvy i z laponštiny.

**Polština:** ą (Ą), ć, ę (Ę), ł (Ł), ń, ś, ź, ż.

Je úředním jazykem v Polsku.

**Portugalština:** â, ã, ç, ê, ô, õ, ü.

Je úředním jazykem v Portugalsku a portugalských provinciích v Africe, na Kapverdských ostrovech, v Portugalské Guineji, na ostrovech sv. Tomáše a Príncipe, v Angole, Mosambiku, na Portugalském Timoru, v Brazílii (nepatrně pravopisem odlišná od evropské portugalštiny) a v Macau (vedle čínštiny; názvy se přepisují z čínštiny i portugalštiny).

**Rétorománština:** â, é, ê, ô, ü.

Z rétorománštiny se přepisují názvy ve větší části švýcarského kantonu Graubünden.

**Rumunština:** â, î, ș, ț.

Je úředním jazykem v Rumunsku.

**Slovinština:** je vedle srbštiny, charvátštiny a makedonštiny úředním jazykem v Jugoslávii (názvosloví se přebírá ze srbocharvátštiny.)

**Srbocharvátština** (srbština používá cyrilice, charvátština latinky; názvy v srbštině transliterované do latinky odpovídají názvům v charvátštině). Zvláštní písmena charvátštiny: ć, đ (Đ).

Srbocharvátština je vedle slovinštiny a makedonštiny úředním jazykem v Jugoslávii. Názvy se přepisují buď ze srbštiny (transliterací) nebo z charvátštiny (transpozicí).

**Swahilština:** nemá zvláštní písmena ani znaménka.

Je vedle angličtiny úředním jazykem v Keni, Ugandě a Tanzanii; názvy se přepisují ze swahilštiny.

**Španělština:** ñ, á, é, í, ó, ú, ü.

Je úředním jazykem ve Španělsku a ve španělských provinciích v Africe, ve Španělské severní Africe, ve Španělské Guineji, v Dominikánské republice, Guatemale, Hondurasu, Kostarice, na Kubě, v Mexiku, Nicaragui, Panamě, Salvadoru, Argentíně, Bolívii, Ecuadoru, Chile, Kolumbii, Paraguayi, Peru, Uruguayi, Venezuele, na Filipínách (vedle angličtiny a tagalštiny; názvosloví se převádí z anglického přepisu tagalštiny) a vedle angličtiny v Panamském průplavovém pásmu, Portoriku a Gibraltaru (v těchto zemích se názvy přepisují z angličtiny).

**Svédština:** ä, å, ö.

Je úředním jazykem ve Švédsku a ve Finsku (vedle finštiny; názvy se přepisují z finštiny).

**Turečtina:** â, ç, ğ, î (İ), ı (I), ö, ş, û, ü.

Je úředním jazykem v Turecku a vedle řečtiny na Kypru; názvy na Kypru se přepisují z řečtiny (z části pod vlivem anglického přepisu) a turečtiny.

**Vlámština:** nemá zvláštní písmena ani znaménka.

Je úředním jazykem v Belgii (vedle francouzštiny). Názvy se přepisují z vlámštiny i z francouzštiny).

**Vietnamština:** má značné množství diakritických znamének.

Při přepisu do češtiny vynecháváme všechna diakritická znaménka; vypouštíme rovněž všechny spojovníky mezi slabikami víceslabičných názvů a tyto názvy píšeme dohromady. Písmeno đ (Đ) přepisujeme jako d. Vietnamština je úředním jazykem ve Vietnamské demokratické republice a v Jižním Vietnamu.



## II. Zásady přepisu nelatinských abeced

Zeměpisné názvy z jazyků používajících nelatinských hláskových písem se přepisují transliterací.

Pro část těchto jazyků je způsob přepisu vysvětlen podrobněji, u ostatních se uvádí jen obecnější řešení.

### a) Jazyky užívající cyrilského písma (azbuky).

Vždy stejným způsobem se přepisují tato písmena:

а А = a	з З = z	н Н = n	у У = u
б Б = b	и И = i	о О = o	ф Ф = f
в В = v	й Й = j	п П = p	ц Ц = c
г Г = g	к К = k	р Р = r	ч Ч = č
д Д = d	л Л = l	с С = s	ш Ш = š
ж Ж = ž	м М = m	т Т = t	

Přepis ostatních písmen je uveden u jednotlivých jazyků.

**Bulharština:** еЕ = e, хХ = ch, щ Щ = št, ъ = ā, б = ' , юЮ = ju, я Я = ja.

Je úředním jazykem v Bulharsku.

**Ruština:** еЕ = e nebo je (na začátku slova, po samohlásce, po jeru); ёЁ = ě nebo jě (na začátku slova, po samohlásce, po jeru), v názvosloví se ponechává většinou e, je; хХ = ch; щ Щ = šč; ъ = vynechává se; ь = ' ; эЭ = e, юЮ = ju; я Я = ja; кс se přepisuje ve slovech neruského původu jako x (např. *Маркс* = *Marx*).

Ruština je úředním jazykem v SSSR - vedle jazyků jednotlivých SSR, autonomních SSR, autonomních oblastí a národnostních okruhů. Hlavními těmito jazyky užívajícími azbuky jsou: arménština, ázerbajdžánština, baškirština, běloruština, erzjanština a mokšanština (jazyk Mordvinů), gruzinština, kazachština, kirgizština, moldavština, tádžičtina, tatarština, turkmenština, udmurtština, ukrajinština, uzbečtina.

Názvy se přepisují z ruštiny (pouze v Estonské, Litevské, Lotyšské SSR a Karelské ASSR je lze přebírat transpozicí z domácích jazyků užívajících latinky).

**Srbocharvátština** (srbština používá cyrilice, charvátština latinky; názvy v srbštině po transliteraci do latinky jsou totožné s názvy v charvátštině).

Srbské písmo : ђ (Ђ) = đ (Đ), е = e, љ = lj, њ = nj, ђ = č, х = h, џ = dž.

Srbocharvátština je vedle makedonštiny a slovinštiny úředním jazykem v Jugoslávii. Názvy se přepisují buď ze srbštiny (transliterací) nebo z charvátštiny (transpozicí).

**Makedonština** používá cyrilice.

Je vedle srbštiny, charvátštiny a slovinštiny úředním jazykem v Jugoslávii; názvy se přepisují ze srbocharvátštiny.

**Mongolština** používá (od r. 1950) azbuku, která má též písmena jako azbuka ruská, navíc však má zvláštní písmena  $\Theta$ ,  $\Upsilon$  pro samohlásky, které přepisujeme jako  $\acute{o}$ ,  $\acute{u}$ ; transliterace je obdobná jako z ruské azbuky s těmito rozdíly:

ж = dž, з = dz, е = je, аа = á, ее = é, ии = í, оо = ó, уу = ú, юу = jú, яа = já.

Mongolština je úředním jazykem v Mongolské lidové republice (její přepis azbukou se částečně respektuje též v čínské autonomní oblasti Vnitřní Mongolsko).

### b) Ostatní nelatinské abecedy:

**Afghánština (paštó):** píše se modifikovaným písmem arabským zachycujícím pouze souhlásky.

Ty lze také podle transliterační tabulky přepsat. Avšak stanovení samohlásek při přepisu je velmi obtížné, a proto je nezbytné obrátit se na odborníka. Afghánština je (vedle perštiny) úředním jazykem v Afghánistánu.

**Arabština:** používá písmo, které obsahuje pouze souhlásky a dlouhé samohlásky; potud je transliterace bez obtíží. Výslovnost krátkých samohlásek v různých částech arabského jazykového území kolísá a jejich stanovení vyžaduje znalost arabštiny.

Některé zásady přepisu z arabštiny:

a) Řada arabských názvů začíná členem *al* - (např. *al-Káhira*), při přepisu do češtiny ho však vypouštíme (píšeme pouze: *Káhira*). Jde-li však o název složený, člen před druhou částí složeného názvu ponecháváme a píšeme mezi ním a slovem spojovník (např. *Dár al-Bajdá*).

b) Arabské hlásky „hamza“ a „ajn“ přepisujeme jen uvnitř slova (na začátku a na konci slova je nevyznačujeme) takto: jsou-li mezi souhláskou a samohláskou (nebo naopak), přepisujeme je apostrofem (např. *Saná'*) a vyznačujeme tak hiát (průzev - oddělení výslovnosti); jsou-li mezi dvěma samohláskami, nevyznačujeme je, protože v české výslovnosti nastává hiát automaticky (např. *Maán*).

c) Při přepisu v jednotlivých oblastech arabského jazykového území je třeba brát v úvahu místní dialektické odchylky; např. písmeno „džím“ (přepis „dž“) se v SAR vyslovuje jako „g“.

Arabština je úředním jazykem v Alžírsku, Iráku, Jemenu, Jordánsku, Kuvajtu, Libanonu, Libyi, Maroku, Saúdské Arábii, Sjednocené arabské republice, Súdánu, Sýrii, Tunisku, Smluvním Ománu, Kataru, Maskatu a Ománu; názvy se přepisují z arabštiny.

Vedle arabštiny je úředním jazykem:

angličtina v Bahrajnu a Jihoarabské federaci, názvy v Bahrajnu se přepisují z arabštiny, v Jihoarabské federaci z angličtiny; francouzština v Mali a v Mauretánii, názvy se přepisují z francouzštiny; italština a angličtina se somálštinou v Somálsku, názvy se přepisují z italštiny, v býv. Britském Somálsku z angličtiny; berberština v Alžírsku a Maroku, názvy se přepisují z arabštiny.

**Hebrejštiny (novohebrejský jazyk iwrit):** píše se písmem, které zachycuje pouze souhlásky, samohlásky se vyznačují pouze znaménky psanými většinou pod jednotlivými souhláskovými písmeny. Píše se odprava doleva. Při transliteraci se používá písmen, jež se všechna vyskytují v české latině; počet samohláskových znamének se zmenšuje z 12 na 5. Izraelské vícečlenné názvy se nespojují spojovníky; pouze člen *ha-* (nebo *he-*) se připojuje k následujícímu názvu spojovníkem. Hebrejštiny je úředním jazykem v Izraeli (zčásti je zde přípustná i arabština).

**Hindština:** používá dévanágarského písma.

Je úředním jazykem v Indii; z praktických důvodů se dočasně ponechává druhým úředním jazykem angličtina. Názvy se přepisují z hindštiny (i z jazyků drávidské skupiny).

**Irština** se píše zvláštním starobylym keltským písmem a transliteruje se takto:

▲ Δ = a	e e = e	í í = í	þ þ = ph
á Á = á	é é = é	l l = l	ʀ R = r
b B = b	f F = f	m M = m	ʀ S = s
þ Þ = bh	ʃ Š = fh	ṁ Ṃ = mh	ʃ Š = sh
c C = c	ʒ Ž = g	n N = n	c C = t
č Č = ch	ʒ Ž = gh	o O = o	č Č = th
ḍ Ḍ = d	h H = h	ó Ó = ó	u U = u
ḍ Ḍ = dh	i I = i	p P = p	ú Ú = ú

Je úředním jazykem v Irsku (vedle angličtiny). Názvy se přepisují z irštiny.

**Kambodžština** se píše hláskovým písmem indického původu. Pro přepis do češtiny se užívá zjednodušené transliterace; přitom se používá několika zvláštních diakritických znamének: a', â, è, ë, ò, ö, ù, û, ü, ũ. Kambodžské geografické názvy se píší dohromady bez spojov-

níku. Kambodžština je úředním jazykem v Kambodži. Protože kambodžština není dosud geografickým jazykem, přepisují se názvy z jiných jazyků, především z francouzštiny. V takto přepsaných názvech se uvedená zvláštní znaménka nevyskytují.

**Korejština:** Při přepisu se vychází ze středokorejské výslovnosti. V českém přepisu jsou slabiky psány kombinací samohlásek a, ä, e, i, o, ö, ō, u, ü, y se souhláskami b, č, d, g, h, ch, j, k, l, m, n, p, r, s, t, w. V češtině se při přepisu korejských geografických názvů používá 870 slabik. Český přepis odpovídá výslovnosti. Korejšťina je úředním jazykem v Korejské lidově demokratické republice a v Jižní Koreji.

**Laoština** se píše hláskovým písmem indického původu. Při přepisu do češtiny zjednodušenou transliterací se používá některých zvláštních diakritických znamének: a', ä', ä, e', i', o', ö, ō, ō, ō', u', ü, ü'. Laoské geografické názvy se píší dohromady bez spojovníku. Laoština není dosud geografickým jazykem, a proto se názvy z Laosu přepisují z jiných jazyků, především z francouzštiny. V takto transliterovaných názvech se uvedená zvláštní znaménka nevyskytují.

**Nepálština** se píše dévanágarským písmem. Je úředním jazykem v Nepálu (vedle hindštiny a tibetštiny) a z ní se také přebírají názvy.

**Perština** se píše arabským písmem, přizpůsobeným perskému jazyku, které obsahuje souhlásky. Krátké samohlásky nevyjadřuje vůbec a rovněž dlouhé samohlásky s výjimkou á nelze často přesně stanovit; proto je třeba obrátit se při přepisu perštiny na odborníka. Perština je úředním jazykem v Íránu.

**Řečtina** se transliteruje podle tabulky:

$\alpha A = a$	$\iota I = i$	$\pi \Pi = p$
$\beta B = v$	$\kappa K = k$	$\rho P = r$
$\gamma \Gamma = g$	$\lambda \Lambda = l$	$\sigma \Sigma = s$
$\gamma\gamma = ng$	$\mu M = m$	$\tau T = t$
$\gamma\kappa = nk$	$M\pi = B$ (na začátku slova)	$\upsilon Y = y$ (po $\alpha, \epsilon, \eta, o$ se přepisuje jako u)
$\gamma\chi = nch$	$\mu\pi = mb$ (uprostřed slova)	$\varphi \Phi = f$
$\delta \Delta = 'd$	$\nu N = n$	$\chi \chi = ch$ (Ch)
$\zeta Z = z$	$\xi \Xi = x$	$\psi \Psi = ps$ (Ps)
$\eta H = é$	$\omicron O = o$	$\omega \Omega = ó$
$\theta \theta = th, Th$		

Řečtina je úřední řečí v Řecku, mnišském státu Athos a vedle turečtiny na Kypru. Názvy na Kypru se přepisují z řečtiny a turečtiny.

**Siamština** se píše hláskovým písmem indického původu. Při přepisu do češtiny zjednodušenou transliterací se používá některých zvláštních diakritických znamének: ä, ä, ö, ö, ü, ü, ' (apostrofu). Thajské zeměpisné názvy se píší dohromady bez spojovníku. Siamština je úředním jazykem v Thajsku. Siamština není dosud geografickým jazykem, a proto se názvy z Thajska přepisují z jiných jazyků, především z angličtiny. V takto přepsaných názvech se uvedená zvláštní znaménka nevyskytují.

**Sinhalština** se píše hláskovým písmem indického původu. Při přepisu do češtiny zjednodušenou transliterací se užívá zvláštních diakritických znamének ä, ä. Zeměpisné názvy se píší bez spojovníku. Sinhalština je úředním jazykem na Cejlonu; v severní části ostrova se v úředním styku užívá také tamilštiny. Názvy se přepisují ze sinhalštiny.

**Urdština** užívá přizpůsobeného arabského písma, které obsahuje souhlásky. Nevyjadřuje krátké samohlásky a dlouhé samohlásky s výjimkou á nelze přesně stanovit. Proto je třeba obrátit se při přepisu urdštiny na odborníka. Urdština je vedle angličtiny úředním jazykem v Pákistánu. Ve Východním Pákistánu je úředním jazykem též bengálština.



### III. K přepisu písem slabičných a ideografických

*Amharština* se píše slabičným písmem, které obsahuje též 7 samohlásek. Názvy se přepisují zjednodušenou transliterací. Vícečlenné geografické názvy se píše odděleně bez spojovníku. Amharština je úředním jazykem v Etiopii. Protože amharština není dosud plně geografickým jazykem, přepisují se etiopské geografické názvy z jiných jazyků, především z angličtiny a italštiny.

*Barmština* je úředním jazykem v Barmě. Zeměpisné názvy se přepisují z barmštiny vědeckou romanizací, která obdobně jako fonetická transkripce dává pokyny k výslovnosti a zároveň naznačuje pravopisné rozdíly.

*Čínština* se píše znakovým písmem. Při přepisu se vychází ze severočínské výslovnosti v okolí Peking, v níž je 404 slabik vyskytujících se v zeměpisném názvosloví. Při transkripci do české latinky jsou tyto slabiky psány kombinací samohlásek a, e, i, o, u, ů se souhláskami c, č, f, g, ch, j, k, l, m, n, p, r, s, š, t, ť, n, ž; za souhláskami c, cch, č, čch, s, š, ž může stát pouhý odsuvník. Slabiky se oddělují spojovníkem. Čínština je úředním jazykem v Číně. Vedle ní se v příslušných autonomních oblastech užívá mongolštiny, ujurštiny a tibetštiny.

*Japonština* používá znakového písma doplněného dvěma slabičnými abecedami. Při transkripci do češtiny se užívá 222 slabik tvořených kombinací samohlásek a, á, e, i, o, ó, u, ú se souhláskami b, c, č, d, f, g, h, j, k, m, n, p, r, s, š, t, w, z, ž. Japonské názvy se přepisují těmito slabikami psanými dohromady bez spojovníku. Japonština je úředním jazykem v Japonsku, vedle angličtiny na Rjúkjú a Boninských ostrovech (na nich se názvy přepisují z angličtiny).

#### 5. Zásady užívání názvosloví v kartografických dílech

Způsob užití jednotlivých druhů názvů je dán účelem a druhem mapy. Rozdílné jsou požadavky na názvosloví např. topografické mapy měřítka 1 : 100 000 ze zahraničního území a fyzickogeografické mapy světa měřítka 1 : 50 000 000. Proto lze stanovit jen rámcové zásady užívání názvosloví pro jednotlivé druhy a měřítka map:

Pro názvosloví topografických map platí všeobecně zásada, že pro místní názvy a pro převážnou část pomístního názvosloví se užívá politickosprávního (původního) názvosloví. Pouze na topografických mapách malých měřítek a některých speciálních topografických mapách lze užít též vžitých českých názvů. Z místních názvů se užívá českých názvů jen pro větší a důležitá města, a to vždy ve formě dublety (na druhém místě a v závorce), např. *Paris (Paříž)*, *Dár al-Bajdá (Casablanca)*. Z pomístních názvů se používá vžitých českých názvů pro některé názvy územní (např. pouští, stepí, souostroví, ostrovů, poloostrovů apod.), pro popis rozsáhlých hydrografických objektů (oceánů, moří, zálivů, zátok, průlivů, částí mořského dna aj.) a pro popis rozsáhlých terénních tvarů (pohoří, nížin, rovin, plošin, pánví, mysů apod.), přičemž se tyto české názvy uvádějí vedle politickosprávních názvů ve formě dublety nebo pouze samotné. Pro státní a často i pro správní celky se užívá vžitých českých názvů. Rovněž vysvětlující popisy se uvádějí v českém znění.

Pro názvosloví na geografických a politických mapách větších měřítek platí podobné zásady jako pro mapy topografické jen s tím rozdílem, že lze ve větší míře — podle účelu mapy — uvádět vžité české názvy.

U názvosloví přehledných fyzickogeografických map, politických a jiných tematických map malých měřítek (např. map světa nebo kontinentů), na kterých se vyskytuje zpravidla poměrně málo názvů (spíše orientačního významu), dává se často i u místních názvů přednost vžitým českým názvům.

U tematických map větších měřítek se při stanovení zásad pro užívání názvosloví vychází především z účelu mapy. Také na nich se používá kombinovaného (politickosprávního i českého) názvosloví; českých názvů se užívá rovněž i pro speciální (tematický) obsah map.

*Některé další zásady pro tvorbu a užívání názvosloví:*

a) U názvů typu *Průliv La Manche, Poloostrov Kamčatka*, kde druhové označení není přímou součástí názvu, ale má pouze vysvětlující význam, a z grafického vyjádření je jasné, o jaký objekt jde, lze výraz označující druhové označení vypustit (*La Manche, Kamčatka*).

b) U názvů s neshodným přívlastkem v jednotném čísle (např. *Ostrov sv. Heleny*), kdy grafické vyjádření zřetelně označuje druh objektu, lze vypustit druhové označení a přívlastek psát v prvním pádu (*Sv. Helena*).

c) V mapě mají všechny názvy (kromě zkratk vysvětlujících popisů) povahu samostatné oznamovací věty, a proto se píše s velkým počátečním písmenem v prvním výrazu názvu, i když jde o jméno obecné: *Řeka sv. Vavřince, Ostrov Protinožců, Obratník Raka*. U názvů složených z více jmen obecných se píše velké počáteční písmeno jen u prvního výrazu (např. *Velká solná poušť*).

d) Pro zeměpisné názvy s volným pořadím slov volíme to pořadí, v kterém na prvním místě stojí rozlišovací přívlastek, např. *Balkánský poloostrov* (místo *Poloostrov Balkánský*).

e) Při určování zkratk druhových označení v zeměpisných názvech se vychází ze „Seznamu názvoslovných a zeměpisných zkratk“, vydaného z podnětu Vojenského zeměpisného ústavu názvoslovnou komisí ÚSGK; druhová označení však nelze zkracovat tam, kde by mohlo dojít k záměně jednotného a množného čísla (nelze např. psát zkráceně *Medvědí o.*, protože není jasné, jde-li o ostrov nebo ostrovy). Není přípustné tvořit zkratky typu *ovy*, nebo *o-vy* (pro ostrovy), které odporují tvorbě zkratk v českém (slovenském) jazyku.

f) Druhová označení (nebo jejich zkratky) v cizích názvech lze překládat do češtiny jen tehdy, je-li počestěný název srozumitelný a jazykově správný. Nelze např. francouzský název *Mon. Fre.* (= *Maison Forestière*) des Sept Fontaines převést do češtiny jako *mysl.* (= *myslivna*) des Sept Fontaines; obdobně pro *Bois des Deux Églises* nelze použít počestěné formy *Les des Deux Églises*. K těmto nedostatkům dochází zejména v topografických mapách; v těchto případech je třeba název uvést v původním znění a český význam druhového označení uvést v mimorámcových údajích mapy.

g) Při uvádění cizích pomístních názvů, které již samy obsahují druhové označení (např. *Topozero*), je zbytečné a nevhodné uvádět ještě české druhové označení (*Jezero Topozero*).

h) Zásady pro používání spojovníku ve vícelslovných názvech psaných na mapě ve dvou nebo několika řádcích:

- nevyskytují-li se spojovníky v názvu, nemůžeme je uvádět ani při rozdělení názvu na více řádek, např. název *Kostelec nad Černými lesy* se uvede ve dvou řádcích takto:

*Kostelec  
nad Černými lesy.*

Jen výjimečně, jsou-li části názvu na různých řádcích značně daleko od sebe a mohlo by dojít k pochybnostem, zda nejde o dva nebo více názvů, lze použít na začátku následujícího řádku spojovníku;

- jsou-li spojovníky v názvu obsaženy, uvádí se spojovník na konci předcházejícího i následujícího řádku, např. název *Châlons-sur-Marne* se píše ve dvou řádcích takto:

*Châlons-  
-sur-Marne;*



- společná část názvů objektů, ležících v těsné blízkosti a majících v názvu pouze rozdílné přívlastky, se uvádí jen jednou podle typu:

Horní-

Prostřední- -Lhota

Dolní-

## 6. Současná situace v tvorbě kartografického názvosloví

Orgánem stanovícím zásady tvorby a užívání kartografického názvosloví v ČSSR je názvoslovná komise při ÚSGK (dále jen NK). Byla zřízena po reorganizaci NKK dne 23. června 1958 podle § 4, odst. 3 vládního nařízení č. 1/1954 Sb. a její působnost započala 1. ledna 1959. Podle současně vydaného organizačního řádu je NK odborným poradním orgánem ÚSGK pro pomístní a geografické názvosloví užívané na kartografických dílech. NK plní tyto úkoly:

a) vypracovává zásady pro stanovení zeměpisných názvů a přepis cizích zeměpisných názvů do češtiny a podle nich tyto názvy stanoví;

b) spolupracuje při úpravě správného geografického názvosloví pro vydávání kartografických děl s ústavu ÚSGK, ústředními úřady, geografickými a filologickými pracovišti Československé akademie věd, vysokými školami a jinými vědeckými institucemi;

c) sleduje způsoby užívání geografického názvosloví na kartografických dílech vydávaných v ČSSR a v zahraničí;

d) podává odborné informace, posudky, návrhy, vysvětlení a zprávy ve věcech názvosloví a doporučuje ÚSGK k vydání publikace v oboru pomístního a geografického názvosloví;

e) dbá na uplatňování zásad pro jednotnou úpravu geografického názvosloví v ČSSR ve všech oblastech veřejného a kulturního života.

Pracovní úkoly NK se stanoví s ohledem na potřeby ÚSGK, ministerstva národní obrany - vojenské topografické služby, jakož i jiných ústředních úřadů a odborných institucí.

NK se skládá z předsedy, kterým je doc. dr. Jaromír Janka z pedagogické fakulty University Karlovy v Praze, z tajemníka a členů. Členy názvoslovné komise jsou zástupci ÚSGK, ministerstva národní obrany - vojenské topografické služby (v současné době pracují v NK 3 příslušníci VTS), ministerstva vnitra, ministerstva školství a kultury, ministerstva zemědělství, lesního a vodního hospodářství, Československé akademie věd, University Karlovy, Českého vysokého učení technického a jiných ústředních úřadů a institucí.

Pracovními orgány NK jsou odborné komise:

- a) pro pomístní a geografické názvosloví na území ČSSR,
- b) pro přepis latinských abeced,
- c) pro přepis nelatinských abeced,
- d) pro názvy orientálních jazyků,
- e) pro historickogeografické názvosloví,
- f) pro slovenské pomístní a geografické názvosloví.

Výsledkem činnosti NK je řada interních publikací, které v podstatné míře přispěly k zlepšení situace v československém kartografickém názvosloví a jsou velmi užitečnými pomůckami při tvorbě kartografických děl. Dosud byly vydány:

Směrnice pro úpravu pomístního názvosloví,

Zásady pro tvorbu geografického názvosloví,

Seznam vžitých českých zeměpisných názvů,

Seznam názvoslovných a zeměpisných zkratk,

Seznam názvosloví orografických celků ČSSR (v současné době se z podnětu Geografického ústavu ČSAV vymezení a názvy orografických celků ČSSR přepracovávají),



Hlavní pomístní názvy kraje Karlovarského,  
Hlavní pomístní názvy kraje Libereckého,  
Hlavní pomístní názvy kraje Ústeckého,  
Seznam vodních toků a ploch ČSSR v rozsahu mapy 1 : 400 000,  
Seznam hraničních toků československo-polských, I. etapa,  
Seznam hraničních toků ČSSR-NDR,  
Seznam průsmeků a sedel ČSSR,  
Seznam propastí v ČSSR.

Seznamy zeměpisných názvů:

- č. 1 - Indie
- č. 2 - Barma, Cejlon, Nepál, Pákistán
- č. 4 - Turecko
- č. 5 - Afghánistán, Írán
- č. 6 - Bahrajn, Irák, Izrael, Jemen, Jordánsko, Katar, Kuvajt, Libanon,  
Maskat a Omán, neutrální území, Sýrie, Saúdská Arábie, Smluvní Omán
- č. 9 - Kambodža, Laos, Thajsko, Vietnam
- č. 11 - Bulharsko, Jugoslávie
- č. 12 - Řecko.

### 7. Další úkoly kartografického názvosloví

Z toho, co bylo dosud uvedeno, je zřejmé, že československé kartografické názvosloví dosáhlo již dobré úrovně. Pro zabezpečení dalších úkolů, které budeme v budoucnu plnit, je třeba, aby se z hlediska potřeb Československé lidové armády činnost v oblasti názvosloví zaměřila na tyto hlavní úkoly:

- a) Zpracovat seznamy pomístních názvů z území ČSSR nejméně v rozsahu mapy měřítka 1 : 50 000.
- b) Zabezpečit, aby ministerstvo vnitra svými orgány centrálně sledovalo změny v místních názvech, k nimž dochází především slučováním obcí, a soustavně je publikovalo.
- c) Urychleně dokončit přepracovávané vymezení a názvy orografických celků ČSSR a zajistit jeho dlouhodobější stabilitu, aby nedocházelo k neustálým jeho změnám.
- d) Z hlediska operačních i kartografických potřeb zpracovat jednotnou terminologii druhových označení útvarů horizontální a zvláště pak vertikální členitosti; termíny dosud užívané různými pracovišti a odborníky se liší a nemají jednotný výklad.
- e) Zpracovat podrobnější orografické členění jednotné koncepce z území evropských států.

#### Literatura:

- Cermák J.: Problém geografických názvů v mapách. Vojenskozeměpisný sborník 1919-1949, VZÚ Praha 1950, str. 95-97.
- Janka J.: České zeměpisné názvosloví. Sborník Vysoké školy pedagogické v Praze - Přírodní vědy I, PSN Praha 1957, str. 147-161.
- Janka J.: Úkoly a práce názvoslovné komise. Sborník Pedagogického institutu v Praze - Přírodní vědy I, SPN Praha 1961, str. 489-514.
- Organizační řád názvoslovné komise při ÚSGK. Praha 1958.
- Materiály NK při ÚSGK z let 1959 až 1964.
- Pokorný O.: O názvosloví na mapách, zejména na školních mapách historických. Sborník Československé společnosti zeměpisné 65, Praha 1960, str. 126-137.
- Weygandt H.: Die Namengebung in Karten und Atlanten. Petermanns Geographische Mitteilungen 102, Gotha 1958, str. 223-227.
- Meynen E.: Schritte auf dem Wege zu einer Standardisierung geographischer Namen für den deutschen Sprachbereich und ihre Bedeutung für die internationale Standardisierung geographischer Namen. Kartographische Nachrichten 9, Bielefeld 1959, str. 1-6.
- Обščаја инструкција по перодачи географических названий на картach. Geodezizdat Moskva 1954.

## Metody určování střední výšky a jeho výsledky pro Československo

Střední výška částí zemského povrchu se určuje různým způsobem. Při metodách, které označíme jako *průměrové*, lze ji vypočítat jako *prostý aritmetický průměr*

(1) z nadmořských výšek vrcholových a údolních kót vybraných ve vyšetřované části terénu zpravidla tak, aby obojích byl stejný počet,

(2) z nadmořských výšek bodů rozložených rovnoměrně po vyšetřované ploše (vrcholů čtvercové nebo rovnostranné trojúhelníkové sítě),

(3) ze středních výšek svislých, mezi sebou rovnoběžných a stejně vzdálených roviných profilů vyšetřované části terénu,

(4) z odhadnutých středních výšek stejně velkých plošných částí vyšetřovaného území (např. čtvercových polí) nebo

(5) z odhadnutých středních výšek nebo výšek středů terénních prvků, v něž se vyšetřované území rozdělí rozvodními, údolními, úpatními nebo jinými terénními čarami; střední výška celého území vypočítává se potom nikoli jako prostý, ale jako tzv. vážený aritmetický průměr

$$v_0 = \frac{\sum_{i=1}^n v_i p_i}{P},$$

takže vedle odhadnutých nebo interpolovaných středních výšek  $v_i$  středů terénních prvků je třeba znát i plošné výměry  $p$  všech ( $n$ ) terénních prvků na vyšetřované ploše  $P$ .

Odhadování středních výšek plošných prvků je na přechodu ke způsobům dalším, které vyžadují vyměření ploch vymezených na vyšetřovaném území vrstevnicemi a výpočet střední výšky jako podílu z objemu a základny terénního tělesa. Objem  $V$  terénního tělesa mezi terénní plochou a jejím průmětem  $P$  se vypočítává, jakoby každá mezivrstevnicová vrstva o výšce  $\Delta v$  byla válcem, komolým kuzelem nebo jiným geometrickým tělesem, nebo se vyhovuje hladkému charakteru topografické plochy a planimetrické výsledky se zpracovávají metodou hypsografické křivky. Tyto metody se označují jako *hypsometrické* nebo *volumometrické*.

Pro výpočet střední výšky nějaké části topografické plochy z planimetrických výsledků získaných měření na jejím vrstevnicovém obraze doporučil *Kořistka* vzorce, podle nichž se objem každé vrstvy terénního tělesa mezi dvěma horizontálními rovinami počítá jako objem komolého kužele o výšce  $\Delta v$ , dolní základně  $p_1$  a horní základně  $p_2$ :

$$V = \frac{\Delta v}{3} (p_1 + \sqrt{p_1 p_2} + p_2)$$

Při *sudém* počtu vrstev o výšce rovné vrstevnicovému rozdílu  $\Delta v$  je objem celého terénního tělesa

$$V = \frac{\Delta v}{3} (p_1 + 4p_2 + 2p_3 + 4p_4 + 2p_5 + \dots + 4p_{n-1} + p_n),$$

přičemž  $n$  je liché číslo.

Při *lichém* počtu vrstev lze objem nejnižší vrstvy vypočítat zvlášť podle již uvedeného vzorce pro jednu vrstvu nebo objem nejvyšší vrstvy  $v$  podle

$$V = \frac{v}{3} p_n, \quad \text{popř. } V = \frac{v}{2} \left( p_n + \frac{\pi v^2}{3} \right)$$

podle toho, má-li vrcholová partie terénu jehlancový nebo kuželový, popř. tabulový tvar.

Místo vypočítávání objemů vrstev konečné mocnosti  $\Delta v$  můžeme pomocí hypsografické křivky sčítat objemy vrstev nekonečně tenkých. *Hypsografická křivka udává závislost ploch uza-*

vřených horizontálními křivkami na jejich nadmořské výšce. Pro konstrukci hypsografické křivky je vždy třeba planimetrovat plochy všech vrstevnic a jejich hodnoty ( $m_p$ -krát zmenšené) přiřazovat jako pořadnice  $p$  k úsečkám  $v$ , znázorňujícím (v měřítku  $1 : m_v$ ) jejich nadmořské výšky.

Z toho vyplývá, že plocha uzavřená hypsografickou křivkou, osou  $v$  a kterýmikoli dvěma pořadnicemi  $p$  udává (až na koeficient  $m_p \cdot m_v$ , vyplývající z měřítek, jichž bylo použito ke znázornění ploch horizontálních křivek a ke znázornění výšek) měrné číslo objemu terénního tělesa mezi horizontálními křivkami  $p_a$  a  $p_b$ .

Tímto způsobem se převádí určení objemu na měření plošné:

$$V = m_p \cdot m_v \cdot P,$$

kde  $P$  je plocha uzavřená hypsografickou křivkou, osou  $v$  a krajními pořadnicemi  $p$ .

Moduly  $m_p$  a  $m_v$  použité při konstrukci hypsografických křivek pro tuto stať jsou v obr. 1  $m_p = 800 \text{ km}^2$ ,  $m_v = 0,01 \text{ km}$  a v obr. 3  $m_p = 0,0625 \text{ km}^2$  a  $m_v = 0,001 \text{ km}$ .

Z hypsografické křivky můžeme určit střední výšku vyšetřované části povrchu krajiny jako výšku válce (nebo hranolu), jenž má stejný objem a stejnou základnu jako vyšetřované topografické těleso:

$$v_0 = V : P$$

(objem topografického tělesa pod topografickou plochou dělen obsahem její základny).

Správné hodnotě volumetrické střední výšky se touto metodou více přiblížíme než přibližnými vzorci doporučovanými pro určení střední výšky, výše uvedený vzorec Kořistkův nevyjímajíc.

Při určování středních výšek přírodních, hospodářských a administrativních celků na československém státním území použili autoři dále citovaných prací různého pracovního postupu, což se projevilo ve výsledných charakteristikách. Předdeslali jsme proto stručný přehled nejpoužívanějších metod a v následující části se pokusíme o vysvětlení rozporů ve výsledcích starších prací z našeho státního území; za hlavní cíl položili jsme si však vyvození středních výšek pro dnešní administrativní rozdělení, abychom poskytli náhradu za údaje pozbyví novou územní organizací aktuální upotřebitelnosti, a pro některá v československém zeměpisu používaná dělení horopisná, abychom ucelili - alespoň pokud jde o střední výšky - několikrát započaté a nikdy nedokončené pokusy v tomto směru. Výsledky získané pro orografické celky byly už otištěny ve Zprávách GÚ ČSAV (viz seznam literatury); střední výšky pro celky nejnověji (1964) navržené geografickými ústavami ČSAV a SVA jsou vepsány do kartogramu (obr. 4)  $1 : 3\,000\,000$  na konci tohoto článku.

Předpokladem pro vyvození orometrických charakteristik jsou řádné výškopisné mapy. Proto se první spolehlivější údaje o střední nadmořské výšce našich krajín datují až z doby po ukončení III. vojenského mapování a vydání speciálních map  $1 : 75\,000$ . Snahy o vystižení krajinných částí nějakou soubornou číselnou charakteristikou jsou však starší, a není proto divu, že hned v počátcích výškopisných, tenkrát často jen amatérsky prováděných prací se vyskytly pokusy o stanovení středních hodnot. Jedním z prvních je fyzickogeografická studie o Vysokých Tatrách od vídeňského středoškolského profesora *W. Fr. Warhanka* (1857), ke které je přiložena malá mapa (cca  $1 : 890\,000$ ) s vrstevnicemi  $1500'$ ,  $2000'$ ,  $3000'$ , . . .  $8000'$  prostoru mezi Oravou, Váhem, Popradem a Dunajcem. V práci je uvedena i střední nadmořská výška území mezi jmenovanými čtyřmi řekami, totiž  $2828'$  ( $= 894 \text{ m}$ ). Autor se sám pozastavil nad touto nízkou hodnotou, když ji srovnával se střední výškou Krkonoš, pro něž uvedl  $v_0 = 950 \text{ m}$ .



Pro svůj výpočet měl Warhanek k dispozici jen rozlohy výškových stupňů změřené na zmíněné mapě; ve čtv. geogr. milích bylo

nad 8000'	0,12
7000'—8000'	1,38
4000'—7000'	3,00
3000'—4000'	6,50
2000'—3000'	25,50
1500'—2000'	37,00
pod 1500'	1,25
<u>celkem</u>	<u>74,75</u>

Objem horstva, potřebný pro výpočet střední výšky, získal Warhanek jako součet objemů válců nad jednotlivými vrstevnicemi. Tím se stalo, že objem i střední výška mu vyšly větší, než kdybychom je počítali z hypsografické křivky. Když si tuto křivku z Warhankových údajů sestrojíme, dostaneme  $v_0 = 2420'$  (víd. stop) = 765. Ze speciálních map 1 : 75 000 došel A. Holle (1909) pro toto území k  $v_0 = 935$  m.

Když roku 1858 uveřejnil K. Kořistka svoji základní studii o metodách a použití hypso-metrických prací, podal také výslednou střední nadm. výšku pražského okolí zobrazeného na jeho mapě ( $P = 31,26$  čtv. mil)  $v_0 = 939,76'$  (= 297 m).

K práci o Vysokých Tatrách (1864) připojil sice Kořistka vrstevnicovou mapu 1 : 100 000, ale nevyhodnotil ani rozlohy výškových stupňů, ani střední výšku. Teprve v pozdějších svých pracích o Českém středohoří a dalších severočeských pohořích (1870), o Krkonoších a Jizerských horách (1877), o východních Čechách (1903) uváděl Kořistka vždy nejen rozlohu výškových stupňů (po 100 m), ale také střední nadm. výšky, např. pro Jizerské hory 532 m, pro Krkonoše 828 m, pro Orlické hory 509 m atd. Kořistkovy výškopisné práce a mapy zůstaly bohužel torzem, když se vrstevnicové mapy staly běžným produktem vojenských mapování. Tím také ustalo systematické vyhledávání orometrických charakteristik u nás a jen výjimečně byly publikovány údaje další; mezi nimi je pozoruhodné hlavně Leitpoldovo zjištění střední výšky Čech - 445 m n. m.

Hlavní příčinou rozdílů mezi středními výškami orografických celků uváděnými různými autory není ani tak různost výpočtové metody, ale odlišné vymezení jimi vyšetřovaného, ač stejně pojmenovaného území. Ke dvěma již citovaným údajům pro Krkonoše můžeme připsat ještě tři další, takže máme alespoň pět hodnot pro stejně nazvané území: 1) Warhanek 950 m, 2) Kořistka 828 m, 3) Zeithammer 680 m, 4) území na úpatnicové mapě 1 : 200 000 940 m a 5) území orografického celku vymezeného podle názvoslovné komise ÚSGK 845 m, přičemž poslední dvě hodnoty platí jen pro českou část pohoří.

Různé ohraničení území vyvolává u Krkonoš při zabrání rozsáhlejších podhorských partií (Zeithammer) značné snížení střední výšky. Podle přibližného vzorce Nikolajejova měla by se střední výška vyšetřovaného horstva při zdvihu základny, od níž výšky zpracováváme, o 100 m zvýšit o 60 m. Počítáme-li v Krkonoších se základnou 325 m n. m., vychází nám z hypsografické křivky  $v_0 = 665$  m a pro části Krkonoš nad výškou

400 m	$v_0 = 699$ m	100 m	1000 m	$v_0 = 1179$ m	63 m
500 m	799 m	91 m	1100 m	1242 m	74 m
600 m	890 m	77 m	1200 m	1316 m	78 m
700 m	967 m	77 m	1300 m	1383 m	62 m
800 m	1044 m	68 m	1400 m	1445 m	102 m
900 m	1112 m	67 m	1500 m	1547 m	

Mezi řádky uvedené difference ukazují, že hodnota střední výšky vzrůstá v Krkonoších při zvyšování základny průměrně o 73 m na 100 m.

Rozdílnost výškových charakteristik vyvozených různými autory pro odlišné orografické celky přidává další důvod pro oprávněnost požadavku, aby tyto celky byly jednoznačně a jednoduše delimitovány. Při kartometrickém (orometrickém) zpracovávání fyzickogeografických celků pro různé účely fyzickogeografické lze důsledkům nestejného vymezení celků alespoň částečně čelit uspořádáním hypsometrických výsledků způsobem patrným z právě uvedené tabulky pro Krkonoše.

Oživení orometrických prací nastalo po I. světové válce prací J. Čermáka a jeho pokračovatelů U. Kolaříka a Iv. Honla, ale jejich metodika a zaměření byly podstatně jiné. Dříve zmíněné práce si kladly za cíl charakterizovat přírodní celky, kdežto tabelární přehledy těchto tří autorů se týkaly jen tehdejších jednotek administrativních - okresů. Poněvadž střední výšková charakteristika byla uvedena jen pro Čechy (a to ještě jen jako průměr ze středních výšek okresů; 488 m), odvodil K. Kuchař z údajů jmenovaných autorů střední nadm. výšky tehdejších československých zemí, ale současně uveřejnil i výsledky planimetrování výškových stupňů na mapě 1 : 1 000 000 a střední výšky vyvozené metodou hypsografické křivky. Rozdíly mezi oběma výsledky byly dosti značné a stejného smyslu.

Země	Č.-K.-H.	Kuchař	Rozdíl
Čechy	480,2	468,9	+11,3
Morava	435,4	423,9	+11,5
Slezsko	501,2	474,5	+26,7
Země Moravsko-slezská	446,3	432,4	+13,9
České země	468,7	456,4	+12,3
Slovensko	506,0	470,5	+35,5
Podkarpatská Rus	618,4	568,9	+49,5
Československo	495,2	473,3	+21,9

Kuchař se tenkrát pokusil o ocenění svých vlastních výsledků i výsledků z materiálu svých předchůdců a vyslovil domněnku, že obojí jsou příliš vysoké vlivem použitých map a metod, ač jeho byly už nižší o hodnoty uvedené v předcházející tabulce.

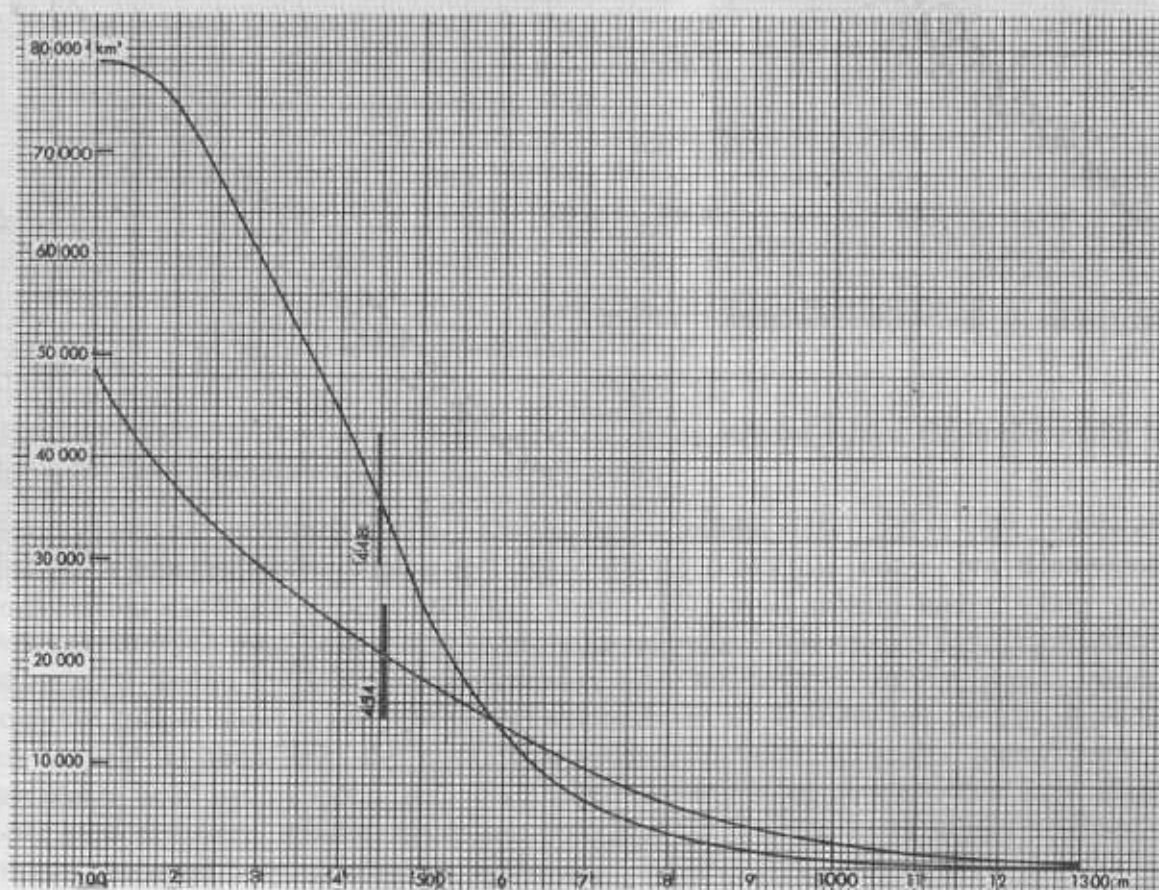
Stejnou metodou (hypsografickými křivkami), ale z podrobnějšího materiálu (planimetrováním na mapách 1 : 75 000) vyvodil Kuchař r. 1949 střední nadm. výšky a některé další charakteristiky okresů z rozsáhlé kolektivní práce prováděné tenkrát v kartografickém oddělení Geografického ústavu Karlovy university. Poněvadž krátce před uveřejněním těchto výsledků došlo k novému administrativnímu rozdělení, přepočítal Kuchař střední výšky i pro nové okresy a otiskl je současně. O rok později sumarizoval rozlohy výškových stupňů v tabulku pro České země a pro Slovensko, ale nevyvodil tenkrát střední výšky našich zemí.

Doplňuji tyto údaje podle nově sestrojených hypsografických křivek (viz obr. 1); vycházejí střední výšky  $v_0$  (1), které v následující tabulce srovnáváme s výsledky  $v_0$  (2) Kuchařova měření z r. 1933 a s výsledky  $v_0$  (3) vypočítanými z údajů středních výšek uveřejněných Geodetickým a topografickým ústavem, jichž použijeme ještě při dalších úvahách:

	$v_0$ (3)	$v_0$ (2)	$v_0$ (1)	(2)-(1)	(3)-(1)
České země	447,7	456,4	453,3	8,7	5,6
Slovensko	453,7	470,5	461,3	16,8	8,1
Československo	450,0	461,8	456,3	11,8	6,3



Vidíme, že z podrobnějšího hypsografického materiálu (mapy 1 : 75 000) vychází střední výška českých zemí o 9 m menší než z původního měření na mapě 1 : 1 000 000 a pro Slovensko dokonce o 17 m menší. V prvním sloupci předcházející tabulky uvedené střední výšky jsou však také o 6 m, resp. o 8 m menší, než vychází z map GTÚ. O vysvětlení rozdílů (3)-(1) se dále ještě pokusíme. Rozdíly (2)-(1) - i když údaje pro Slovensko nejsou pro změny územního rozsahu zcela srovnatelné - potvrzují domněnku vyslovenou Kuchařem, že měřeními na podrobnějších mapách se hypsometrickou metodou dojde ke správnějším, číselně menším hodnotám středních výšek než při metodě průměrové. Také grafické srovnání výšek všech okresů (viz grafy 2a, b, c pro Čechy, Moravu se Slezskem a pro Slovensko, v nichž úsečkami bodů jsou  $v_0$  jmenovaných tří autorů a pořadnicemi  $v_0$  Kuchařovy) ukazuje velmi zřetelně tento systematický rozdíl.

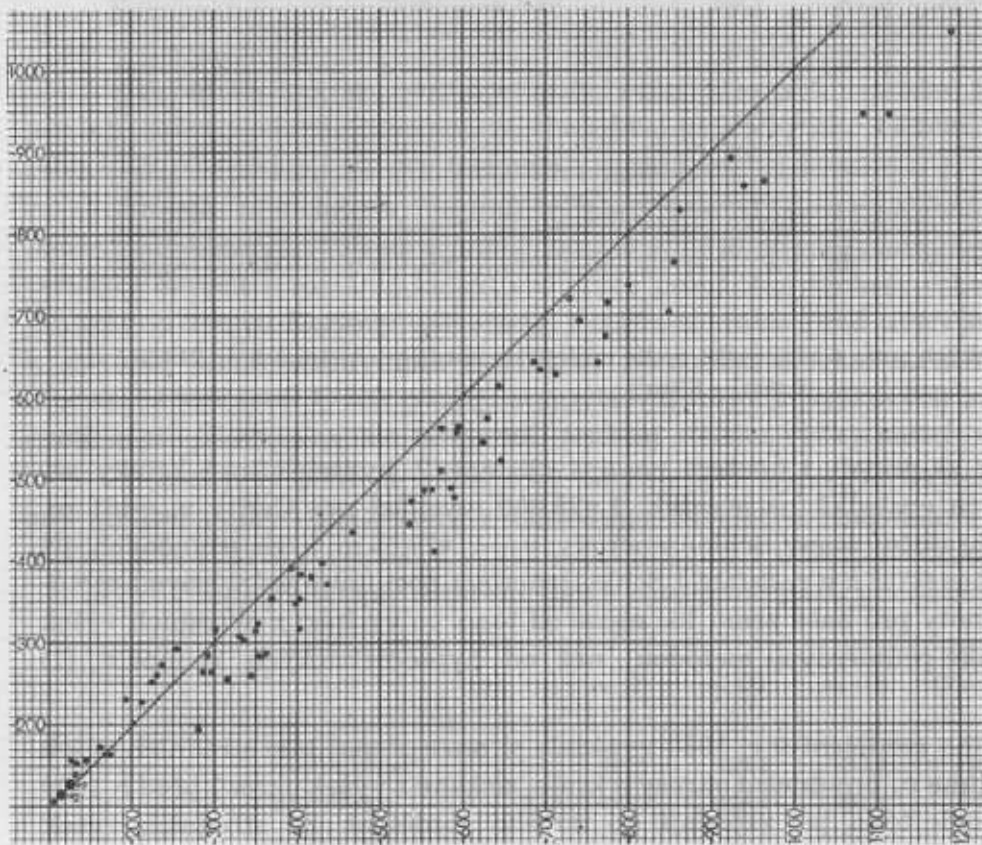
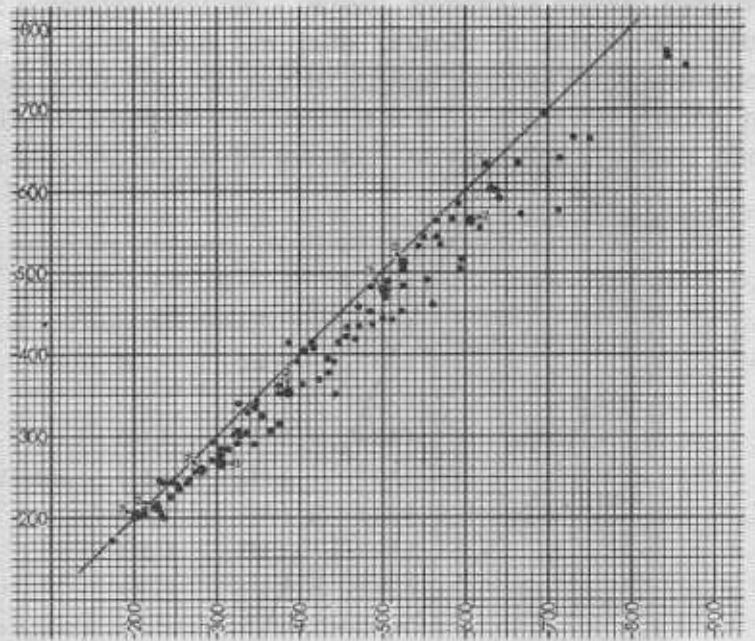
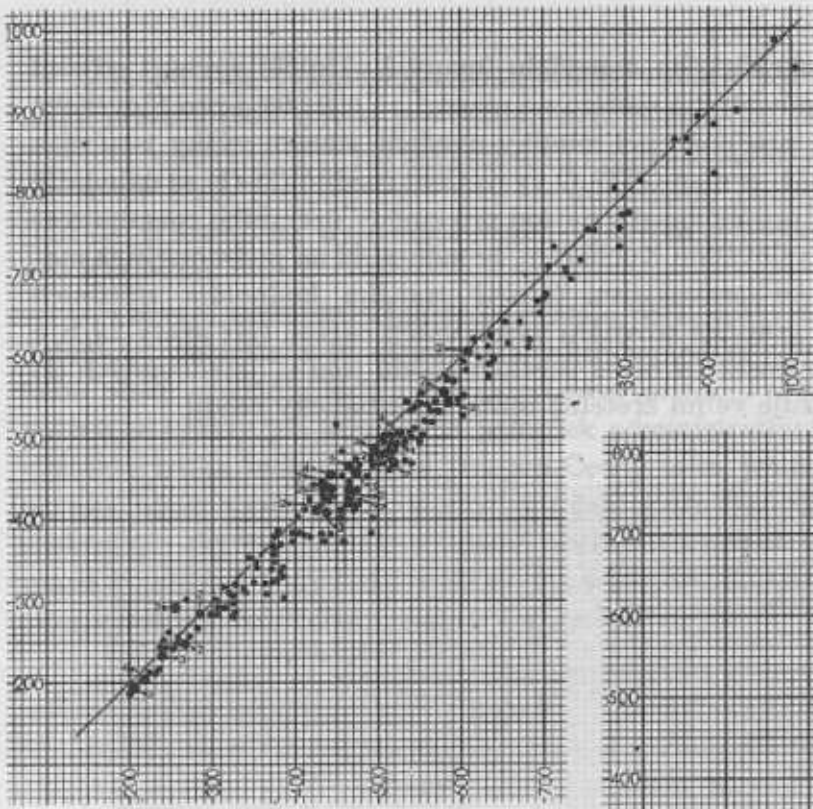


Obr. 1. Hypsografická křivka Českých zemí a Slovenska podle měření na speciálních mapách 1 : 75 000 (1 mm<sup>2</sup> = 8 km<sup>2</sup>).

Tomuto zjištění dávají za pravdu i některá novější zjištění. Z hypsografické křivky sestrojené podle planimetrických výsledků na mapách 1 : 75 000 vychází pro Čechy  $v_0 = 461$  m, kdežto z nedávno vydané zahraniční mapy Schleusenerovy  $v_0 = 470,65$  m a ze zmíněných již údajů GTÚ  $v_0 = 470,28$  m. Práce GTÚ a v podstatě i Schleusenerova postupují průměrovou metodou, a proto se výsledné hodnoty pro naše země liší méně od toho, co vychází z okresních výšek Čermákových (vyvozených také průměrovou metodou), než od hypsometrických hodnot  $v_0$  (1) a (2) předcházející tabulky.

Změna administrativního rozdělení v r. 1960 vyžádala si nové přepočítání středních výšek okresů. Na konci článku uvádíme  $v_0$  pro dnešní okresy a kraje, získané z výšek okresů před r. 1949 (popř. z výšek jejich částí) podle toho, jak zapadají do nového rozdělení. Ze středních výšek dnešních okresů vychází posléze pro České země  $v_0 = 452,34$  m, pro Slovensko 457,96 m a pro celý stát  $v_0 = 454,49$  m.





Obr. 2a, b, c. Střední výšky okresů Čech, Moravy se Slezskem a Slovenska (grafické srovnání hodnot Čermákových, Kolaříkových a Honlových s výsledky Kuchařovského).

Přehled o dosud vyvozených středních výškách našich zemí uzavíráme tabulkou, ve které jsou uvedeny všechny zmíněné hodnoty (nově vyvozené a jinde dosud nepublikované jsou označeny\*):

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Čechy	480,2	468,9	460,8*	470,6*	470,3*	—
Morava	435,4	423,9	—	—	—	—
Slezsko	501,2	474,5	—	—	—	—
Země Moravsko-slezská	446,3	432,4	—	—	420,2	—
České země	468,7	456,4	447,7*	—	453,3*	452,3*
Slovensko	506,0	470,5	453,7*	—	461,3*	458,0*
Podkarpatská Rus	618,4	568,9	—	—	—	—
Československo 1933	495,2	473,3	—	—	—	—
Československo 1949	—	461,8*	450,0*	—	456,3*	454,5*

Poznámka: (a) = Čermák, Kolařík, Honl; (b) = Kuchař 1933; (c) = hypsografické křivky z měření 1949; (d) = Schleusener; (e) = GTÚ; (f) = průměr z okresů 1960.

Ze všeho tohoto materiálu můžeme vyvodit, že za střední výšku Československa lze přijmout zaokrouhlenou hodnotu 450 m.

Pro vyvozování středních výšek jakýchkoli částí našeho státu hodí se velmi dobře elaborát Geodetického a topografického ústavu (GTÚ), poněvadž poskytuje údaje pro dostatečně malá pole, jimiž lze bez násilností vyplnit kterékoli území. GTÚ určil střední nadm. výšky podle nových československých map 1 : 25 000, a to pro pole mapy 1 : 5 000, tj. pro pole přibližně  $5\frac{1}{4}$  km<sup>2</sup>. Podle sklonitosti terénu byl v každém poli mapy 1 : 5 000 vybrán určitý počet vrcholových a údolních kót (při sklonech do 3° 3 body, při sklonech 3°–6° 5 bodů, při 6°–12° 10 bodů a při sklonech nad 12° 20 bodů) tak, aby na každou vrcholovou kótu připadla jedna kóta údolní, a z výšek těchto bodů byl vypočten průměr. Z takto získaných středních výšek byly dále vyvozeny, opět jako průměry, střední výšky pro pole mapy 1 : 10 000, 1 : 25 000 a 1 : 50 000. Střední výšky takto vyvozené byly namátkově ověřovány planimetrickým měřením; reálné střední chyby tím zjištěné činily ±9 m na listech se sklonem do 3° a ±12 m na listech ostatních. Konečně ze zprávy o této práci vyplývá, že při střední chybě ve střední výšce pole mapy 1 : 5 000 v hodnotě ±20 m jsou střední výšky pro pole 1 : 10 000 udány s přesností ±10 m, pro listy mapy 1 : 25 000 ±5 m atd.

Obdobná, byť méně podrobná práce německá (Schleusenerova) vychází z polí o rozloze 4–32 km<sup>2</sup>, pro něž byly střední výšky odhadovány na vrstevnicových mapách a nakonec publikovány pro pole německých messtischblattů 1 : 25 000 o rozloze cca 125 km<sup>2</sup>. Schleusenerové odhadové metodě bychom měli dát přednost před schematickou metodou průměrovou, ale záleží přirozeně i na použitém vrstevnicovém materiálu a na čase, který lze odhadům věnovat, i na zkušenosti pracovníků. Schleusener přiznává, že dosud nemáme systematické šetření o spolehlivosti odhadu střední výšky polí a že metoda byla zvolena hlavně jako časově méně náročná, než je určování průměru z výšek interpolovaných ve vrstevnicové mapě pro rovnoměrně a poměrně hustě rozložené body. K tomu můžeme dodat, že pro odhadování středních výšek plošných částí se skutečně hodí jen vrstevnicové mapy menších měřítek. Jedině na nich a při vhodném výškovém rozdílu vrstevnicovém můžeme se vycvičit v představové modelaci tvarů terénních částí a v odhadování výšky plošiny, do níž by bylo možné hmotu terénního tvaru zarovnat. Ve větším mapovém měřítku je tato představivost značně ztížena; avšak i při

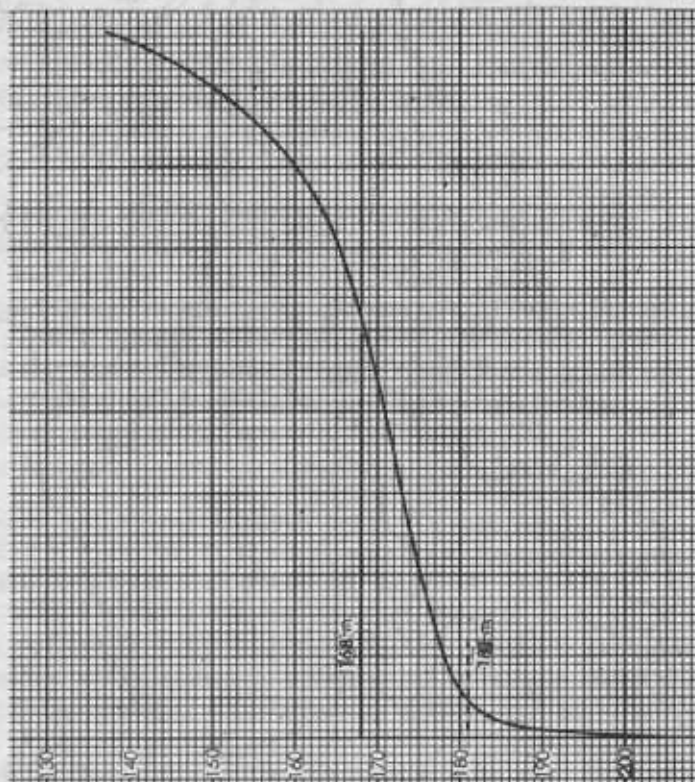




Pro kontrolu, zda i zde se projeví rozdíl mezi průměrovými a hypsometrickými výpočty jako kladný, použijeme planimetrických výsledků z obou zmíněných speciálních map:

Výška	Speciální mapa		
	4051	4151	dohromady
nad 800 m		2,206 km <sup>2</sup>	
700 m	0,200 km <sup>2</sup>	33,242 km <sup>2</sup>	
600 m	6,916 km <sup>2</sup>	170,977 km <sup>2</sup>	
500 m	119,878 km <sup>2</sup>	440,630 km <sup>2</sup>	
400 m	648,884 km <sup>2</sup>	1 817,454 km <sup>2</sup>	
300 m	930,394 km <sup>2</sup>	1 004,258 km <sup>2</sup>	
200 m	999,151 km <sup>2</sup>	1 004,258 km <sup>2</sup>	
$v_0$ (hyps.)	419 m	494 m	456,5 m
$v_0$ (GTÚ)	425 m	503 m	464,0 m
$v_0$ (Schl.)			472,0 m

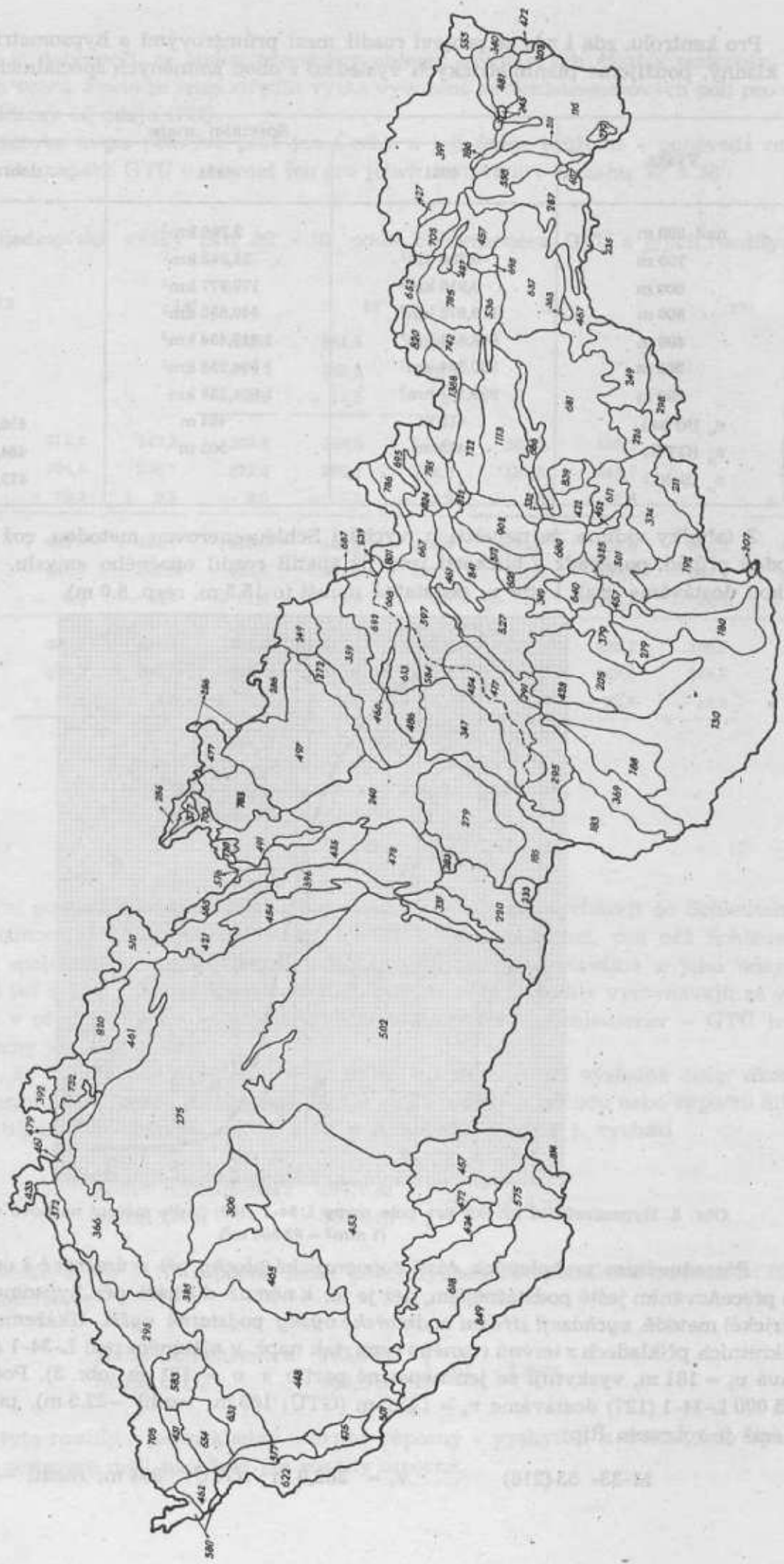
Z tabulky vidíme, že největší  $v_0$  vychází Schleusenerovou metodou, což však může být náhodný případ, poněvadž v blízkosti jsme již zjistili rozdíl opačného smyslu. Hypsografickou křivkou dostáváme však i zde  $v_0$  podstatně menší (o 15,5 m. resp. 8,0 m).



Obr. 3. Hypsografická křivka pro pole mapy L 34-1 (109) podle měření na nové mapě 1 : 25 000. (1 mm<sup>2</sup> = 62 500 m<sup>2</sup>)

Přeceňováním vrcholových částí topografické plochy při průměrové i odhadové metodě, a to přeceňováním ještě podstatnějším, než je to, k němuž dochází při hypsometrické (volumetrické) metodě, vycházejí střední nadmořské výšky podstatně vyšší. Ukážeme to na několika konkrétních příkladech z terénů různého typu; tak např. v nížinném poli L-34-1 (109)), pro něž se udává  $v_0 = 181$  m, vyskytují se jen nepatrné partie s  $v > 181$  m (obr. 3). Podobně pro mapu 1 : 5 000 L-34-1 (127) dostáváme  $v_0 = 142,5$  m (GTÚ: 165 m; rozdíl -22,5 m), pro pole 1 : 5 000, v němž je zobrazen Říp:

M-33- 53 (218) .....  $v_0 = 282,0$  m GTÚ: 304 m; rozdíl -22,0 m.



pro horská pole, např. z Velké Fatry:

M-33-111 (113)	$v_0 = 899,0$ m	GTÚ: 949 m; rozdíl $-50,0$ m,
M-33-111 ( 83)	$v_0 = 1375,0$ m	GTÚ: 1453 m; rozdíl $-78,0$ m.

Důsledky těchto nadhodnocení se přirozeně přenášejí do charakteristik přírodních i správních celků, pro něž  $v_0$  vyvozujeme. Pro Velkou Fatru byly svého času uveřejněny hypsometrické výsledky a  $v_0 = 791,0$  m (pro stejně vymezené území z map GTÚ 805,2 m; rozdíl  $-14,2$  m), kdežto opačné případy nacházíme mnohem řídkěji, oba ojediněle, např. u Vihorlatu, pro který  $v_0 = 312,0$  m (GTÚ: 310,2 m).

Z uvedeného přehledu metod, které u nás byly zkoušeny a ověřovány, i z nastrádaného kartometrického materiálu by se mohlo zdát, že otázka střední výšky územních částí Československa je dostatečně zodpověděna. Přesto musíme mít údaje kartogramu (obr.4) a tabulky za dočasné a to proto, že mají různý mapový podklad i způsob zpracování. Údaje  $v_0$  pro orografické celky jsou odvozeny průměrovou metodou, kdežto pro správní celky vycházejí z hypsometrických měření. Homogenní a srovnatelné údaje bude možné vyvodit z nových čs. map, které při dosavadních měřeních nebyly ještě k dispozici, a předtím bude ještě třeba dalších studií metodologických, zejména řešení otázky, jak jsou výsledky hypsometrické metody ovlivňovány měřítkem a výškovým vrstevnicovým rozdílem použité topografické mapy. Dále bude nutné studium přesnosti odhadové metody atd., vše s tím cílem, aby práce byla co nejspolehlivější a nejehospodárnější. Do té doby následující tabulky vyhoví při srovnávání různých zeměpisných ukazatelů a jejich rozložení, a proto se s mapami středních výšek, tak jak jsou zde uvedeny, na jejichž hodnotách se ani při novém přeměření asi nevyskytnou podstatné změny, počítá i v připravovaném Národním atlasu Československa.

#### Literatura:

- K. Kořistka: Studien über die Methoden und Benützung hypsometrischer Arbeiten; Gotha 1858.
- W. Warhanek: Die Hohe Tatra, eine physikalisch-geographische Skizze (Programm Oberrealschule Landstrasse in Wien) 1857.
- A. Holle: Einteilung und Orometrie des Tatragebirges (Abh. Geogr. Ges., 8); Wien 1909.
- K. Kořistka: Terén a poměry výšek v Středohoří a pískových horách severních Čech (1869, 1870); Hory Jizerské a Krkonošské (1877); Východní Čechy (1903, 1906); Praha (Arch. pro přírodov. prozk. Čech).
- K. Kořistka: Die Hohe Tatra in den Central-Karpathen; Gotha 1864.
- G. Leitpoldt: Über die mittlere Höhe Europa's; Plauen 1874.
- Sv. Zeithammer: Morfometrie Krkonoš a Jizerských hor; Praha (diss.) 1930 - viz Kartogr. přehl. 2; str. 14.
- O. Kudrnovská: Střední výšky orografických celků Československa (Zprávy Geografického ústavu ČSAV); Opava 1964, č. 2 a 5; viz též O. Kudrnovská: Hodnoty středních výšek v Československu a revize dosud použitých metod (Sborník ČSSZ; 68, str. 94-96), 1963.
- M. K. Bočarov-S. A. Nikolajev: Matematiko-statističeskije metody v kartografii; Moskva 1957.
- J. Čermák: Průměrné nadmořské výšky soudních okresů v Čechách (Výroční zpráva VZÚ), Praha 1921.
- U. Kolařík: Střední nadm. výšky soudních okresů země Moravskoslezské (tamtéž), Praha 1931.
- U. Kolařík - I. Honl: Střední nadm. výšky soudních okresů země Slovenské a Podkarpatoruské (tamtéž), Praha 1932.
- K. Kuchař: Střední nadm. výška československých zemí (Statist. obz. 14), Praha 1933.
- K. Kuchař: Stanovení morfografických charakteristik čs. státního území (Kartogr. přehl. 4, str. 28-49, 108-114); Praha 1949.
- Geodetický a topografický ústav: (Střední nadm. výšky pro pole mapy 1 : 5 000; 42 listy mapy 1 : 200 000), Praha 1961.
- A. Schleusener: Karte der mittleren Höhen von Zentraleuropa (Inst. f. angew. Geodäsie), Frankfurt a. M. 1959.



Střední výšky orografických celků úpatnicové mapy 1:200 000

Banskobystrická vrchovina	515	Hronská tabule	200
Belanské kopce → Podunajská nížina		Hronský Inovec	480
Belanské Tatry → Tatry		Hruboskalská vysočina	310
Berounská plošina	330	Hrubý Jeseník	670
Bělohorská plošina	310	Hřebený	420
Bílé Karpaty	430	Chebská pánev	480
Boskovická brázda → Moravské mezihoří		Chočské pohorie	825
Branisko	765	Chrbát → Podunajská nížina	
Brdy	625	Chřiby	315
Breznianská kotlina	585	Ipeľská pánev	165
Brněnská vyvřelina → Moravské mezihoří		Ipeľská tabule	205
Císařský les → Karlovarská vysočina		Javorie	610
Čerhovské pohorie	715	Javorníky	600
České středohoří	350	Ještědské pohoří → Lužické hory	
České Švýcarsko	330	Jihlavské vrchy → Českomoravská vysočina	
Českokobudějovická pánev	405	Jizerské hory	560
Českolipská plošina	310	Jižní podhůří Brd a Hřebenů	330
Českomoravská vysočina z toho: Žďárské vrchy	505	Juhoslovenský kras	460
Jihlavské vrchy	715	Karlovarská vysočina:	
Český les	625	Císařský les	695
Čierna hora	525	Tepelská plošina	505
Detvianské podhorie Pol'any	535	Kašperské podhůří → Podhůří Šumavy	
Děčínské stěny	385	Klatovské podhůří → Podhůří Šumavy	
Dokesko	305	Košická pánev	280
Dolné Ipeľsko	140	Kotliny horní Nitry	370
Dolní Poohří	235	Kozákov → Lužické hory	
Dolnomoravský úval	190	Králický Sněžník	820
Doupovské hory	535	Kremnické pohorie	705
Drahanská vysočina	445	Krkavecká pahorkatina	410
Dunajovické vrchy → Pavlovská vrchovina		Krkonoše	940
Dyjskosvratecký úval	225	Krupinská vrchovina	380
Džbán	380	Krušné hory	685
Falknovský příkop	460	Kysucká vrchovina	715
Filakovská vrchovina	295	Levočské pohorie	820
Hlučínská pahorkatina	255	Liberecká sníženina	395
Hornádska časť → Spišská kotlina		Liptovská kotlina	725
Hornomoravský úval	240	Liptovské Tatry → Tatry	
Hornoslezská rovina	220	Litenčické vrchy	330
Hostýnské vrchy	375	Lopejská kotlina	565
Hosúsovské podhorie Juhoslovenského krasu	295	Lubovnianská vrchovina	640
Hranická vysočina	340	Lučenecká pánev	245
		Lužická vrchovina → Lužické hory	

Lužické hory:		Podhůří Moravskoslezských Beskyd	375
Rumburská pahorkatina	420	Podhůří Novohradských hor	625
Lužická vrchovina	475	Podhůří Orlických hor	435
Ještědské pohoří	515	Podhůří Šumavy:	
Kozákov	460	Klatovské podhůří	505
Malá Fatra:		Kašperské podhůří	620
skupina Velkéj Lúky	800	Prachaticko-českokrumlovské podhůří	670
skupina Krivána	885	Podhůří Ždánického lesa	235
Malá Haná	385	Podřipsko	235
Malé Karpaty	405	Podtatranská brázda	905
Milíč	430	Podunajská nížina	135
Moravská brána	270	z toho: Chrbát	170
Moravské mezihoří:		Belanské kopce	175
Boskovická brázda	395	Pohorelská kotlina	735
Brněnská vyvěřelina	375	Pořana	930
Moravskotřebovská ploš.	420	Polomené hory	300
Moravskoslezské Beskydy	660	Popradská část → Spišská kotlina	
Moravskotřebovská plošina		Popričný	535
→ Moravské mezihoří		Potiská nížina	135
Moravský kras	440	Považské kotliny	285
Muránsky kras	875	Považský Inovec	410
Mužský	295	Prachaticko-českokrumlovské podhůří → Podhůří Šumavy	
Myjavská pahorkatina	300	Prešovské hory	535
Nitranská tabule	215	Průhonická plošina	295
Nízké Tatry	1015	Radečsko-křivoklátská vrchovina	425
Nízký Jeseník	505	Radyňská vrchovina	460
Novohradské hory	715	Rakovnická pahorkatina	420
Oderské vrchy	430	Rimavská pánev	235
Ondavská vrchovina	375	Rožňavská kotlina	380
Oravská kotlina	660	Rumburská pahorkatina → Lužické hory	
Oravská Magura	955	Rychlebské hory	535
Oravská vrchovina	685	Severní podhůří Brd a Hřebemů	350
Orlické hory	740	Severočeský hnědouhelný úval	275
Ostravsko-karvinská pánev	240	Skorušinské pohorie	870
Ostrov	115	Skupina Krivána → Malá Fatra	
Pavlovská vrchovina	195	Skupina Velkéj Lúky → Malá Fatra	
z toho: Pavlovské vrchy	255	Slánská plošina	275
Dunajovické vrchy	255	Slatinská kotlina	380
Pavlovské vrchy → Pavlovská vrchovina		Slovenské Beskydy	740
Pliešovecká kotlina	370	Slovenské Rudohorie	660
Plzeňská pánev	345	Smrčiny	595
Podještědí	355	Spišská kotlina:	
Podkozákovsko	375	Popradská část	476
Podhorie Popričného	240		
Podhorie Slovenského rudohoria	355		
Podhorie Slovenských Beskyd	785		
Podhůří Českého lesa	445		
Podhůří Chřibů	210		
Podhůří Krkonoš (Podkrkonoší)	455		
Podhůří Litenčických vrchů	265		

Hornádska časť	550	Třeboňská pánev	475
Spišská Magura	865	Turčianská kotlina	500
Strážovská hornatina	525	Úval Doubravky	260
Střední Polabí	240	Užská hornatina	505
Středočeská žulová vrchovina	450	Velká Fatra	905
Stříbrská vrchovina	445	Vizovické vrchy	405
Sudetská sníženina	560	Vltavotýnská pahorkatina	445
Sudetské mezihoří	525	Vsetínské vrchy	585
Svätokrižská kotlina	295	Všerubské mezihoří	505
Svitavská plošina	415	Vtáčnik	660
Šarišská vrchovina	485	Vyhorlat	520
Štiavnické pohorie	515	Vysoké Tatry - Tatry	
Šumava	870	Vyškovská brána	275
Tachovská brázda	525	Záhorská nížina	180
Tanvaldské vrchy	565	Ztratenská hornatina	850
Tatry:		Zvolenská kotlina	340
Belanské Tatry	1305	Žatecká plošina	280
Liptovské Tatry	1370	Ždánický les	290
Vysoké Tatry	1490	Žďárské vrchy → Českomoravská vysočina	
Tepelská plošina → Karlovarská vysočina		Železné hory	435
Tribeč	385	Žiar	620
Trnavská tabule	180	Žilinská kotlina	465
		Žitavská tabule	245



Střední výšky orografických celků podle Návoslovné komise

Česká vysočina:		(sudetská soustava)	
(středočeská soustava):		Lužické hory	480
Českomoravská vrchovina	500	Lužická pahorkatina	420
Žďárské vrchy	675	Ještědské pohoří	550
Jihlavské vrchy	655	Liberecká kotlina	480
Středočeská vrchovina	470	Jizerské hory	780
Brdy	525	Jizerské podhůří	420
Hřebeny	380	Krkonoše	845
Křivoklátská vrchovina	435	Krkonošské podhůří	460
Pražská plošina	310	Broumovské mezihoří	510
Karlštejnská plošina	380	Orlické hory	655
Rakovnická plošina	360	Orlické podhůří	385
Džbán	420	Králický Sněžník	775
Plzeňská pánev	375	Rychlebské hory	660
Plzeňská pahorkatina	470	Hrubý Jeseník	720
(jihočeské pánve)		Jesenické podhůří	510
Třeboňská pánev	460	Nízký Jeseník	510
Rudolfovský práh	495	Oderské vrchy	465
Budějovická pánev	455	Vidnavská pahorkatina	355
(šumavská soustava)		Osoblažská pahorkatina	335
Novohradské hory	790	Hlučínská pahorkatina	255
Novohradské podhůří	585	(středomoravská soustava)	
Šumava	829	Drahanská vrchovina	450
Šumavské podhůří	545	Moravský kras	480
Blanský les	675	Brněnská vrchovina	320
Český les	625	Boskovická brázda	340
Všerubská brána	500	Třebovské mezihoří	445
Choďská pahorkatina	475	(moravské úvaly)	
Tachovská brázda	515	Ostravská pánev	240
(krušnohorská soustava)		Moravská brána	275
Smrčiny	610	Hornomoravský úval	245
Krušné hory	700	Vyškovská brána	270
Chebská pánev	430	Dyjsko-svratecký úval	220
Sokolovská pánev	450	Dolnomoravský úval	190
Slavkovský les	670	Západní Karpaty:	
Tepelská plošina	495	(vnější karpatský oblouk)	
Doupovské hory	590	Pavlovské vrchy	240
Žatecká plošina	285	Ždánický les	275
Mostecká pánev	290	Chřiby	340
České středohoří	350	Chřibské podhůří	260
Děčínské stěny	375	Litenčické vrchy	305
(česká tabule)		Hostýnské vrchy	425
Polabí	250	Vsetínské vrchy	590
Dokská pahorkatina	335	Vizovické vrchy	380
Jičínská pahorkatina	290	Bílé Karpaty	415
		Javorníky	600

Moravskoslezské Beskydy	645	(sopečné Karpaty)	
Beskydské podhůří	350	Pohronský Inovec	440
Myjavská pahorkatina	290	Vtáčnik	640
Slovenské Beskydy	790	Kremnické pohorie	700
Kysucká vrchovina	665	Žiarska kotlina	325
Oravská Magura	810	Zvolenská kotlina	400
Oravská kotlina	665	Štiavnické pohorie	485
Skorušinské pohorie	790	Krupinská vrchovina	435
Spišská Magura	820	Javorie	605
Lubovnianska vrchovina	660	Polana	665
Levočské pohorie	820	(jihoslovenské kotliny)	
Šarišská vrchovina	465	Ipelská kotlina	205
Čerchovské pohorie	655	Lučenská kotlina	245
(krystalicko-druhohorní Karpaty)		Rimavská kotlina	235
Malé Karpaty	365	Košická kotlina	270
Považský Inovec	430	(vnitrokarpatský sopečný oblouk)	
Strážovská hornatina	525	Milič	375
Žilinská kotlina	450	Slanské pohorie	505
Považský úval:		Cerová vrchovina	290
Trenčianska kotlina	250	Burda	205
Ilavská kotlina	280	(vnitrokarpatské pánve)	
Bytčianska kotlina	365	Záhorská nížina	175
Turčianska kotlina	505	Podunajská nížina	135
Malá Fatra	835	Podunajská pahorkatina:	
Liptovská kotlina	730	Trnavská pahorkat.	180
Chočské pohorie	820	Nitrianska pahorkat.	225
Tatry:		Žitavská pahorkatina	210
Západné Tatry	1335	Pohronská pahorkat.	200
Vysoké Tatry	1450	Ipelská pahorkatina	205
Belanské Tatry	1225	Potiská nížina	125
Popradská kotlina	710	Východní Karpaty:	
Hornádska kotlina	545	Nízké Beskydy	375
Branisko	690	Užská hornatina	525
Čierna hora	555	Vihorlat	425
Hornonitrianska kotlina	335	Popričný	430
Trábeč	365		
Žiar	600		
Velká Fatra	895		
Nízke Tatry	1020		
Horehronský úval	665		
Slovenské rudohorie	635		
Muránska planina	890		
Stratenská hornatina	845		
Rožňavská kotlina	380		
Slovenský kras	445		
Zemplínské vrchy	220		

## STŘEDNÍ NADMOŘSKÉ VÝŠKY OKRESŮ

K r a j	v <sub>0</sub>	P (km <sup>2</sup> )	K r a j	v <sub>0</sub>	P (km <sup>2</sup> )
Hlavní město Praha	290	185,29	Severočeský kraj	386	7 816,89
Středočeský kraj	349	11 297,48	Česká Lípa	321	1 153,21
Benešov	436	1 472,90	Děčín	394	908,78
Beroun	385	719,87	Chomutov	530	935,81
Kladno	320	715,01	Jablonec n. Nisou	569	401,91
Kolín	276	828,83	Liberec	441	921,60
Kutná Hora	369	954,16	Litoměřice	262	1 031,92
Mělník	217	708,26	Louny	308	1 123,41
Mladá Boleslav	268	1 039,59	Most	417	466,74
Nymburk	213	899,35	Teplice	439	469,16
Praha - východ	295	756,54	Ústí nad Labem	357	404,35
Praha - západ	338	630,18	Východočeský kraj	428	11 252,42
Příbram	467	1 642,85	Havlíčkův Brod	476	1 276,42
Rakovník	419	929,94	Hradec Králové	248	873,59
Jihočeský kraj	560	11 348,64	Chrudim	416	1 029,61
České Budějovice	476	1 624,75	Jičín	311	889,76
Český Krumlov	717	1 624,95	Náchod	439	860,78
Jindřichův Hradec	517	1 942,57	Pardubice	262	888,29
Pelhřimov	544	1 293,85	Rychnov n. Kněžnou	437	999,16
Písek	434	1 164,61	Semily	522	699,14
Prachatice	781	1 367,98	Svitavy	482	1 335,16
Strakonice	501	1 030,43	Trutnov	577	1 137,37
Tábor	476	1 299,50	Ústí n. Orlicí	454	1 263,14
Západočeský kraj	543	10 865,94	Jihomoravský kraj	377	15 019,29
Domažlice	478	1 140,12	Blansko	463	939,84
Cheb	574	933,64	Brno - město	266	180,56
Karlovy Vary	614	1 594,42	Brno - venkov	317	1 124,81
Klatovy	628	1 939,43	Břeclav	201	1 207,93
Plzeň - město	335	117,44	Gottwaldov	389	1 014,37
Plzeň - jih	406	1 071,13	Hodonín	263	1 086,87
Plzeň - sever	379	1 373,50	Jihlava	580	1 180,64
Rokycany	459	574,76	Kroměříž	307	816,20
Sokolov	603	752,49	Prostějov	318	848,33
Tachov	567	1 369,01	Třebíč	460	1 518,94



K r a j	v <sub>0</sub>	P (km <sup>2</sup> )	K r a j	v <sub>0</sub>	P (km <sup>2</sup> )
Uherské Hradiště	318	991,88	Trenčín	368	1 338,60
Vyškov	324	803,26	Trnava	264	1 360,32
Znojmo	304	1 636,11	Středoslovenský kr.	611	17 970,20
Žďár nad Sázavou	549	1 669,55	Banská Bystrica	817	2 076,36
Severomoravský kraj	535	11 065,57	Čadca	637	910,74
Bruntál	580	1 744,95	Dolný Kubín	812	1 661,19
Frýdek - Místek	503	1 302,24	Liptovský Mikuláš	985	1 965,62
Karviná	280	346,83	Lučenec	374	2 050,26
Nový Jičín	359	935,23	Martin	705	1 125,92
Olomouc	361	1 448,54	Považská Bystrica	464	1 194,53
Opava	368	1 171,48	Prievidza	522	959,06
Ostrava - město	233	138,29	Rimavská Sobota	360	1 815,48
Přerov	321	883,41	Zvolen	429	1 831,02
Šumperk	552	1 951,54	Ždiar nad Hronom	536	1 264,29
Vsetín	523	1 143,06	Žilina	608	1 115,73
Západoslovenský kr.	238	14 859,37	Východoslovenský kr.	490	16 179,38
Bratislava - město	201	191,40	Bardejov	411	1 776,84
Bratislava - venkov	237	1 416,46	Humenné	417	2 111,22
Dunajská Streda	117	1 078,45	Košice	371	1 607,45
Galanta	141	982,53	Michalovce	231	1 874,61
Komárno	138	1 100,08	Poprad	898	2 328,06
Levice	234	1 551,36	Prešov	513	1 950,82
Nitra	257	1 442,98	Rožňava	559	1 625,74
Nové Zámky	166	1 346,70	Spišská Nová Ves	679	1 529,72
Senica	308	1 690,73	Trebišov	179	1 374,92
Topolčany	311	1 359,76			

## Časopisy docházející v r. 1965 do odborné knihovny VZÚ

### Domácí časopisy

Československá fotografie	Přehled literatury pro polygrafický průmysl
Geodetický a kartografický obzor	Překlady z odborné literatury
Chemické listy	Říše hvězd
Informační zprávy o nové technice	Sbírka zákonů
Jemná mechanika a optika	Sborník čs. společnosti zeměpisné
Knihovník	Svět techniky
Lidé a země	Technická práce
Mechanizace a automatizace administrativy	Technický magazín T 65
Normalizace	Technický týdeník
Ochranné známky a chráněné vzory	Typografia
Papír a celulóza	Věstník úřadu pro normalizaci a měření
Plánované hospodářství	Vynálezy
Plastické hmoty a kaučuk	Bojová příprava
Podniková organizace	PVOS a letectvo
Práce a mzda	Týl a zásobování
Předpoklady rozvoje vědy a techniky	Vojenská technika

### Zahraniční časopisy

#### SSSR:

Astronomičeskij žurnal  
Geodezija i kartografija  
Izvestija Vsesojuznogo geografičeskogo obščestva  
Poligrafija  
Referativnyj žurnal: geodezija  
Referativnyj žurnal: geografija-kartografija  
Referativnyj žurnal: tehnologija i oborudovanije  
celljulozno-bumažnogo i poligrafičeskogo proizvodstva (otděl. vypusk)  
Žurnal naučnoj i prikladnoj fotografii i kinematografii

#### Polsko:

Geodezja i kartografia  
Prace Instytutu geodezji i kartografii  
Przegląd geodezyjny

#### NDR:

Bild und Ton  
Papier und Druck  
Petermanns Geographische Mitteilungen  
Vermessungstechnik  
Veröffentlichungen des Geodät. Instituts Potsdam

Zeitschrift f. wissenschaftliche Photographie,  
Photophysik u. Photochemie

#### NSR:

Allgemeine Vermessungs-Nachrichten  
Bildmessung und Luftbildwesen  
Kartographische Nachrichten  
Der Polygraph  
Vermessungstechnische Rundschau  
Zeitschrift für Vermessungswesen

#### Švýcarsko:

Graphische Neuheiten- und Fachkartei

#### USA:

The National Lithographer  
Photogrammetric Engineering  
Surveying and Mapping

#### Anglie:

The British Printer  
Photographic Abstracts

#### Kanada:

Canadian Surveyor