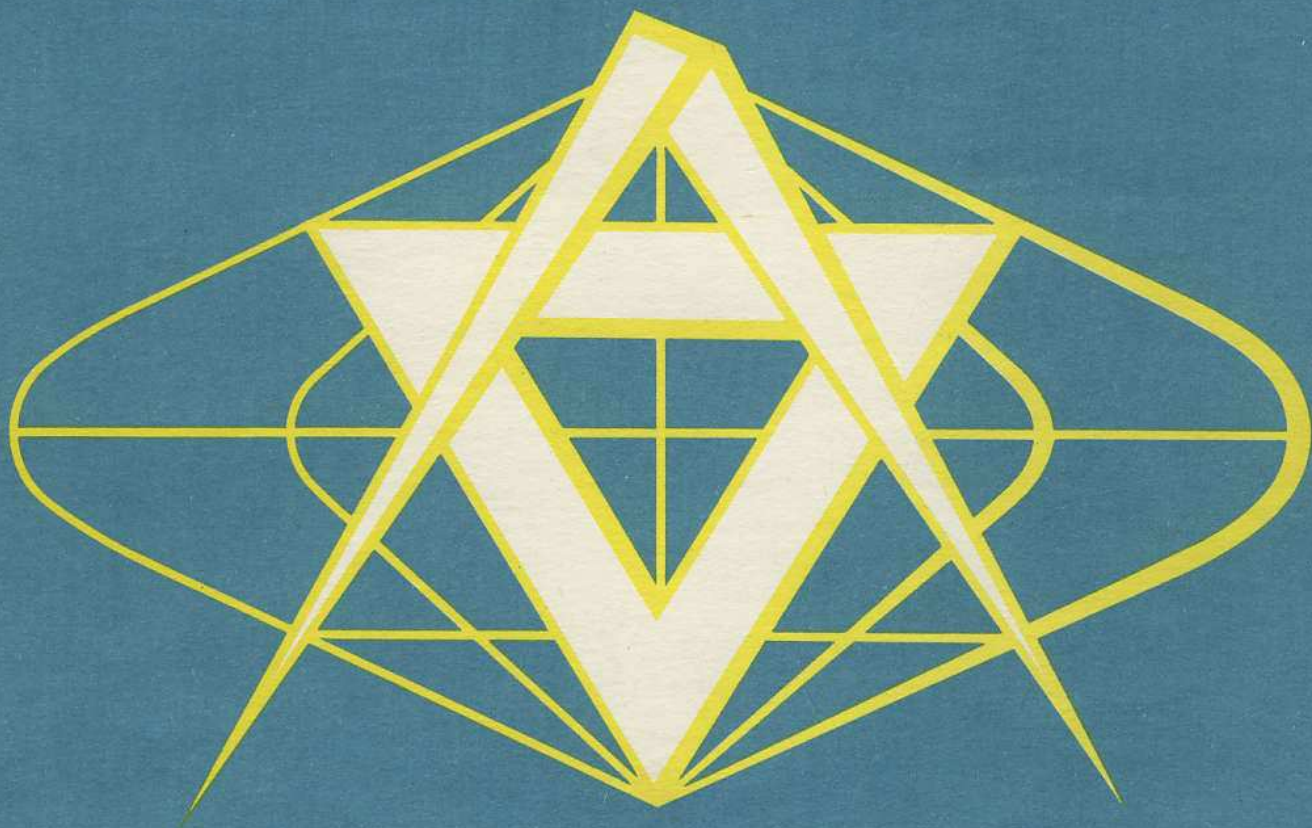


**SBORNÍK  
TOPOGRAFICKÉ  
SLUŽBY  
MNO**



**VOJENSKÝ  
TOPOGRAFICKÝ OBZOR**

**2/84**

## OBSAH

	strana
<b>Doc. Ing. Josef Kabeláč, CSc.:</b> Přenos směru a délky pomocí letadla — zobecnění metody hvězdné triangulace . . . . .	1
<i>Recenzent: prof. Ing. Lubomír Lauermann, CSc.</i>	
<b>Ing. Jiří Boháček — por. Ing. Karel Sukup:</b> Automatizovaná tvorba pozemkové mapy vojenských újezdů	13
<i>Recenzent: doc. Ing. František Miklošik, CSc.</i>	
<b>Pplk. Ing. Dalibor Moravec, CSc.:</b> Problém redukce bodové množiny ve strukturovaném programování . . . . .	20
<i>Recenzent: prof. Ing. Lubomír Lauermann, CSc.</i>	
<b>Mjr. Ing. Josef Janošec, CSc.:</b> Obecný model systému kartografické generalizace . . . . .	31
<i>Recenzent: plk. prof. Ing. Erhart Srnka, DrSc.</i>	



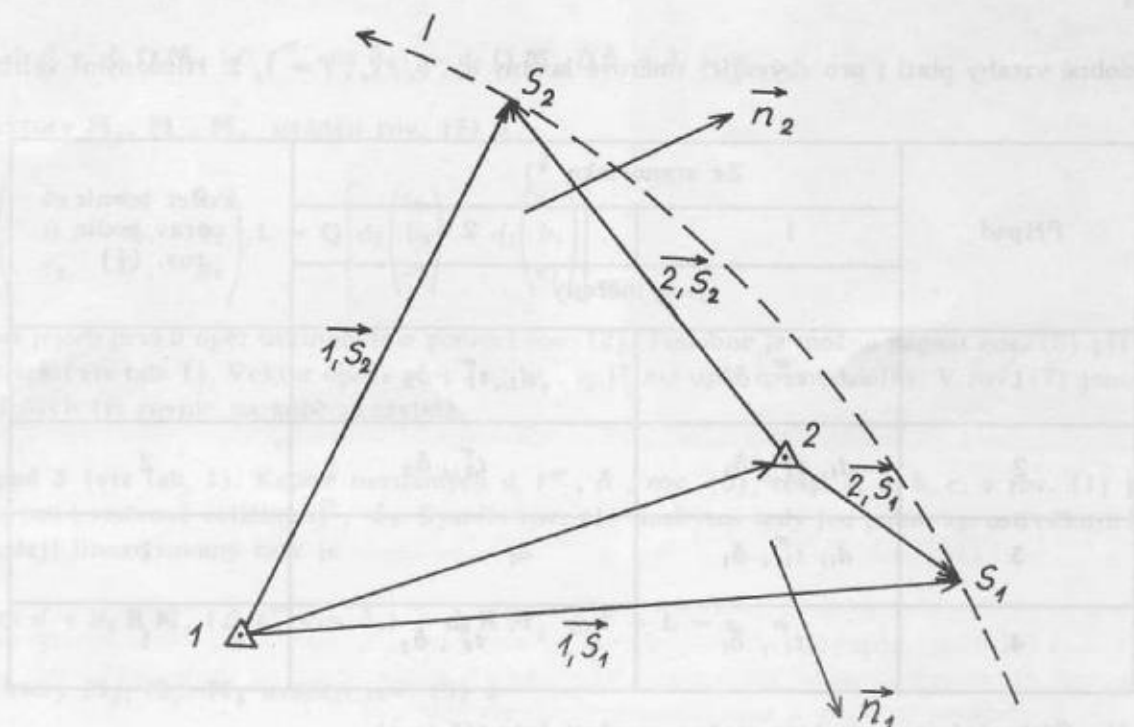
Doc. Ing. Josef Kabeláč, CSc.

### Přenos směru a délky pomocí letadla — zobecnění metody hvězdné triangulace

#### 1. Úvod

Metoda hvězdné triangulace finského geodeta Y. Väisäläho [1, 2] vešla ve všeobecné užívání po vypuštění umělých družic Země (UDZ). Úkolem této metody je zjištění směru spojnice dvou pozemních družicových stanic v rovníkovém astronomickém systému. Princip měření vysvětluje obr. 1. V okamžiku, kdy se UDZ nachází např. v bodě  $S_1$  své dráhy  $l$ , je její poloha fotografována společně s hvězdným pozadím, a to simultánně (nebo kvazisimultánně) z obou stanic 1 a 2. Ze snímků jsou získány greenwichský hodinový úhel a deklinace směrů  $\vec{1}, \vec{S}_1$  a  $\vec{2}, \vec{S}_1$ . Tyto veličiny definují směr normály  $n_1$ , která je kolmá k rovině  $1, 2, S_1$ , tzv. synchronní rovina. Stejným postupem získáme směr normály  $n_2$  k rovině  $1, 2, S_2$ , tj. opět její greenwichský hodinový úhel a deklinaci pomocí směrů  $\vec{1}, \vec{S}_2$  a  $\vec{2}, \vec{S}_2$ . Hledaný směr spojnice  $\vec{1}, \vec{2}$  je pak kolmý k normálám  $n_1$  a  $n_2$ , což je princip metody hvězdné triangulace. Čím více bude v prostoru určeno různě rozložených synchronních rovin, tím lépe bude zjištěn hledaný směr  $\vec{1}, \vec{2}$ .

Stejným způsobem je možno zjistit i směry spojnic mezi dalšími pozemními družicovými stanicemi. Získané směry vytvářejí místní kontinentální, případně i světové družicové sítě, jejichž strany jsou velikosti několika 1000 km.



Obr. 1. Princip hvězdné triangulace

Jestliže místo UDZ je použit nižší vysoký cíl, např. balón, dosahují délky stran velikosti asi 100 až 300 km [3 a 4]. Slouží k vybudování sítí tzv. 0-tého řádu, které jsou mezičlánkem mezi uvedenými sítěmi družicovými a existujícími sítěmi astronomicko-geodetickými. Délka jejich stran je asi 30 km. Rovněž mohou posloužit k budování geodetických základů v zemích, kde neexistují [4], nebo ke kontrole astronomicko-geodetických sítí již vybudovaných.

Právě popsaná metoda hvězdné triangulace [1, 2] pracuje jen se směry. Úkolem následujícího textu je zobecnění metody hvězdné triangulace, a to v tom smyslu, že kromě směrů jsou měřeny i délky stanovisko—cíl (družice, balón, letadlo apod.) Pod případy 1, 2, 3 a 4 v tab. 1 jsou uvedeny různé kombinace měřených veličin. Výrazy  $d_i$ ,  $t_i^{gr}$ ,  $\delta_i$ ,  $i = 1, 2$  značí zjištěné délky, greenwickské hodinové úhly a deklinace ze stanoviska  $i$  na cíl (viz též obr. 2).

V odstavci 2 je uvedena ve vší stručnosti potřebná teorie a v odstavci 3 je popsána praktická realizace zobecněné metody hvězdné triangulace.

## 2. Teorie zobecněné metody hvězdné triangulace

Body 1, 2 a C na obr. 2 představují pozemní stanoviska a cíl. Vektory  $\vec{d}$ ,  $\vec{d}_1$ ,  $\vec{d}_2$  mají délky  $d$ ,  $d_1$ ,  $d_2$  a směrové kosiny  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$ ,  $a_2$ ,  $b_2$ ,  $c_2$ , a to v souřadném systému, jehož počátek je libovolný, osa  $x$  leží v rovině rovníku a v rovině základního poledníku ( $\lambda = 0^\circ$ ), osa  $y$  v rovině rovníku ( $\lambda = 90^\circ$ ) a osa  $z$  ( $\delta = 90^\circ$ ) je doplňuje na pravouhlý pravotočivý systém. Podle obr. 2 platí:

$$\vec{d} + \vec{d}_2 = \vec{d}_1$$

a po rozepsání

$$\begin{aligned} da + d_2a_2 &= d_1a_1, \\ db + d_2b_2 &= d_1b_1, \\ dc + d_2c_2 &= d_1c_1, \end{aligned} \quad (1)$$

kde

$$\begin{aligned} a &= \cos \delta \cos t^{gr}, \\ b &= -\cos \delta \sin t^{gr}, \\ c &= \sin \delta \end{aligned} \quad (2)$$

Zcela obdobné vztahy platí i pro zbývající směrové kosiny  $a_i$ ,  $b_i$ ,  $c_i$ ,  $i = 1, 2$ . Hledanými veličinami

Případ	Ze stanoviska *)		Počet rovnic oprav podle rov. (1)
	1	2	
	jsou měřeny		
1	$d_1, t_1^{gr}, \delta_1$	$d_2, t_2^{gr}, \delta_2$	3
2	$d_1, t_1^{gr}, \delta_1$	$t_2^{gr}, \delta_2$	2
3	$d_1, t_1^{gr}, \delta_1$	$d_2$	1
4	$t_1^{gr}, \delta_1$	$t_2^{gr}, \delta_2$	1

\*) Číslování stanovisek je možno zaměnit (viz též text).

Tabulka 1. Různé případy měřených veličin

jsou  $d, a, b, c$ , resp.  $d, t^{gr}, \delta$ , spojnice  $\overline{1, 2}$  a měřenými  $d_i, t_i^{gr}, \delta_i$ , z nichž ovšem některé mohou být vynechány (viz tab. 1).

**Případ 1** (viz tab. 1). Rov. (1) nabízí tři nezávislé zprostředkující rovnice. Zavedeme

$$\begin{aligned} d &= d_0 + \Delta d, \\ t^{gr} &= t_0^{gr} + \Delta t^{gr}, \\ \delta &= \delta_0 + \Delta \delta, \end{aligned} \quad (3)$$

kde  $d_0, t_0^{gr}, \delta_0$  jsou přibližné známé hodnoty a  $\Delta d, \Delta t^{gr}, \Delta \delta$  jejich hledané opravy, vztažené ke spojnicím  $\overline{1, 2}$ . Rov. (3) dosadíme do rov. (2) a ty pak do rov. (1), které linearizujeme. Po úpravě dostáváme

$$\mathbf{M}_d \Delta d + d_0 \mathbf{M}_t (\Delta t^{gr} \cos \delta_0) + d_0 \mathbf{M}_\delta \Delta \delta + \mathbf{L} = \mathbf{v}, \quad (*) \quad (4)$$

kde vektory známých koeficientů zní

$$\mathbf{M}_d = \begin{pmatrix} a_0 \\ b_0 \\ c_0 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{M}_t = \frac{1}{\rho^0} \begin{pmatrix} -\sin t_0^{gr} \\ -\cos t_0^{gr} \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{M}_\delta = \frac{1}{\rho^0} \begin{pmatrix} -\sin \delta_0 \cos t_0^{gr} \\ \sin \delta_0 \sin t_0^{gr} \\ \cos \delta_0 \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Vektor absolutních členů a oprav je

$$\mathbf{L} = d_0 \begin{pmatrix} a_0 \\ b_0 \\ c_0 \end{pmatrix} + d_2 \begin{pmatrix} a_2 \\ b_2 \\ c_2 \end{pmatrix} - d_1 \begin{pmatrix} a_1 \\ b_1 \\ c_1 \end{pmatrix} \quad \mathbf{v} = \begin{pmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{pmatrix}, \quad (6)$$

a mají rozměr délky. Veličiny v absolutním členu s indexem 0 jsou spočteny z přibližně známých hodnot a ostatní z naměřených pomocí rov. (2).

**Případ 2** (viz tab. 1). Kromě neznámých  $d, t^{gr}, \delta$  v rov. (3), resp.  $d, a, b, c$  v rov. (1), je zde neznámou délka  $d_2$ , která nebyla měřena. Systém rovnic (1) poskytne tedy jen dvě zprostředkující rovnice. Jejich linearizovaný tvar je

$$\mathbf{Q} \mathbf{M}_d \Delta d + d_0 \mathbf{Q} \mathbf{M}_t (\Delta t^{gr} \cos \delta_0) + d_0 \mathbf{Q} \mathbf{M}_\delta \Delta \delta + \mathbf{L} = \mathbf{v}, \quad (7)$$

kde vektory  $\mathbf{M}_d, \mathbf{M}_t, \mathbf{M}_\delta$  uvádějí rov. (5) a

$$\mathbf{Q} = \begin{pmatrix} -b_2 & a_2 & 0 \\ 0 & -c_2 & b_2 \\ c_2 & 0 & -a_2 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{L} = \mathbf{Q} \left[ d_0 \begin{pmatrix} a_0 \\ b_0 \\ c_0 \end{pmatrix} - d_1 \begin{pmatrix} a_1 \\ b_1 \\ c_1 \end{pmatrix} \right]. \quad (8)$$

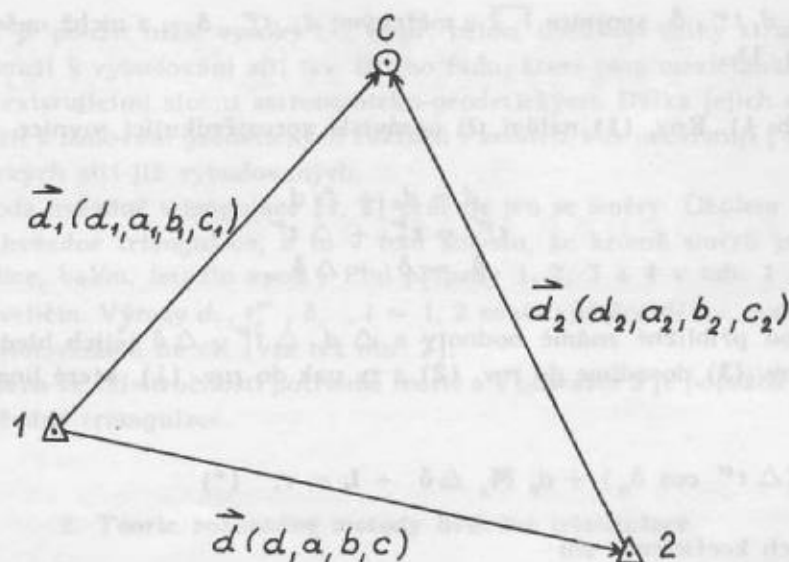
Výpočet jejích prvků opět uskutečníme pomocí rov. (2). Podobně je možno zapsat rov. (8) při záměně stanovisek (viz tab. 1). Vektor oprav  $\mathbf{v} = (v_x, v_y, v_z)^T$  má opět rozměr délky. V rov. (7) jsou jen dvě z uvedených tří rovnic na sobě nezávislé.

**Případ 3** (viz tab. 1). Kromě neznámých  $d, t^{gr}, \delta$ , rov. (3), resp.  $d, a, b, c$ , v rov. (1) jsou zde neznámými i směrové veličiny  $t_2^{gr}, \delta_2$ . Systém rov. (1) poskytne tedy jen jednu zprostředkující rovnici oprav. Její linearizovaný tvar je

$$\mathbf{R} \mathbf{M}_d \Delta d + d_0 \mathbf{R} \mathbf{M}_t (\Delta t^{gr} \cos \delta_0) + d_0 \mathbf{R} \mathbf{M}_\delta \Delta \delta + \mathbf{L} = \mathbf{v}, \quad (9)$$

kde vektory  $\mathbf{M}_d, \mathbf{M}_t, \mathbf{M}_\delta$  uvádějí rov. (5) a

$$\mathbf{R} = (a_2, b_2, c_2), \quad \mathbf{L} = d_2 - d_0. \quad (10)$$



Obr. 2. Body 1 a 2: pozemní družicová stanoviska, bod C: cíl (UDZ, balón, letadlo)

Směrové kosiny  $a_2, b_2, c_2$  přísluší neměřeným směrovým veličinám, a proto je nutno určit je z výrazů

$$a_2 = (d_1 a_1 - d_0 a_0) / d_2,$$

$$b_2 = (d_1 b_1 - d_0 b_0) / d_2,$$

$$c_2 = (d_1 c_1 - d_0 c_0) / d_2;$$

$$d_2^2 = (d_1 a_1 - d_0 a_0)^2 + (d_1 b_1 - d_0 b_0)^2 + (d_1 c_1 - d_0 c_0)^2. \quad (12)$$

Výpočet jednotlivých veličin opět uskutečnime pomocí rov. (2). Podobně je možno zapsat rov. (10, 11 a 12) při záměně stanovisek (viz tab. 1). Vektor oprav  $\mathbf{v} = (v_x, v_y, v_z)^T$  má opět rozměr délky. V rov. (9) je jedna rovnice z uvedených tří nezávislá.

**Případ 4** (viz tab. 1) respektuje klasickou metodu hvězdné triangulace. Z obou stanovisek 1 a 2 (viz obr. 2) jsou měřeny jen směrové veličiny  $t_i^{gr}, \delta_i, i = 1, 2$ . Systém rov. (1) poskytne jen jednu zprostředkující rovnici oprav, neboť neznámými jsou kromě  $d, t^{gr}, \delta$ , resp.  $d, a, b, c$ , i délky  $d_1$  a  $d_2$ . Z téže příčiny nedává tento případ možnost určení délky  $\overline{1, 2}$ . Linearizované zprostředkující rovnice, viz [1, 2], zní

$$\cos \beta (\Delta t^{gr} \cos \delta_0) + \sin \beta \Delta \delta - \vartheta = v', \quad (13)$$

kde

$$\cos \beta = a_N \sin t_0^{gr} - b_N \cos t_0^{gr}, \quad \sin \beta = c_N / \cos \delta_0,$$

$$-\vartheta = a_N \cos \delta_0 \cos t_0^{gr} - b_N \cos \delta_0 \sin t_0^{gr} + c_N \sin \delta_0.$$

Směrové kosiny  $a_N, b_N, c_N$  přísluší normále roviny 1, 2, C (obr. 2). Aby i rov. (13) měla rozměr délky, zapíšeme ji ve tvaru

$$\frac{1}{\rho} d_0 \cos \beta (\Delta t^{gr} \cos \delta_0) + \frac{1}{\rho} d_0 \sin \beta \Delta \delta - \frac{1}{\rho} d_0 \vartheta = v. \quad (14)$$

Rov. (14) je možné ovšem zapsat i pomocí rov. (5).

Rov. (4, 7, 9 a 14), po připojení příslušných vah, je možno použít jako linearizovaných zprostředkujících rovnic oprav pro konečné zpracování MNC. Jejich výběr závisí na druhu měřených veličin (viz tab. 1). Výsledkem je délka a směr spojnice  $\overline{1, 2}$ , viz rov. (3).

\*) Tučně jsou vytištěny vektory a matice.



### 3. Praktická realizace zobecněné hvězdné triangulace

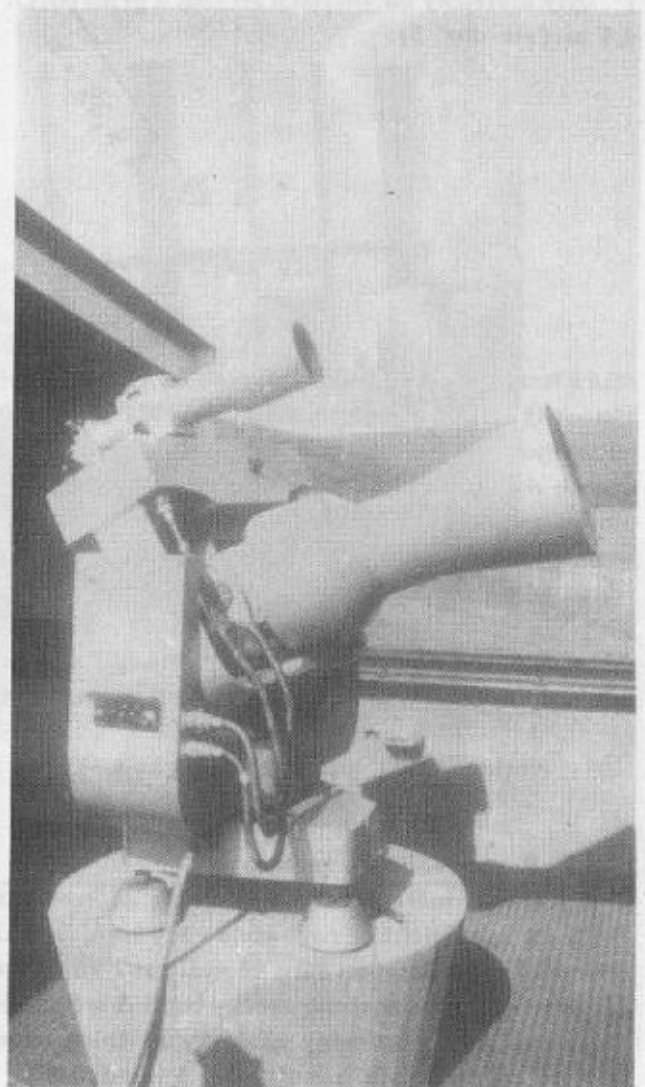
Zásadní rozdíl zde popsaného experimentu od jiných případů hvězdné triangulace je — kromě výše popsané teorie — v použití letadla jako cíle. Tím se sníží výška a přirozeně i vzdálenost pozemních stanovišek. Je tedy postup s užitím letadel vhodný pro měření v rámci státu. Odlišný je i postup měření, výpočetního zpracování a organizace příprav.

#### 3.1. Použité přístroje

Na stanovisku 1 bylo použito fotografické komory AFA 1000 ( $f = 1000$  mm,  $\phi = 140$  mm, zorné pole  $14^\circ \times 14^\circ$ ) v azimutální montáži. Komora byla opatřena žaluziovou uzávěrkou, která byla ovládána a napojena na námořní chronometr Nardin. Otevření a uzavření uzávěrky trvalo vždy 1 s. Celý



Obr. 4. Rubínový pulsní laser na stanovisku 1



Obr. 3. Družicová komora AFU 75 na stanovisku 2

system zaručoval přesnost lepší než 20 ms a posloužil jen pro registraci času přerušovaných stop drah hvězd. Na stanovisku 2 bylo použito družicové komory AFU 75 ( $f = 750$  mm,  $\phi = 200$  mm, zorné pole  $14^\circ \times 14^\circ$ ), a to režimu sledujícím zdánlivý pohyb hvězd (obr. 3). Jako fotomateriálu bylo použito filmu Izopanchrom (SSSR) o citlivosti v červené barvě asi  $33^\circ$  DIN. Na stanovisku 1 byl dále umístěn pulsní rubínový laser (obr. 4) o vlnové délce 694,3 nm, výstupní energie 0,5 J, šíře pulsu 30 ns, disperzní úhel  $2'$ , kadence  $1,2$  s<sup>-1</sup> a průměr reflektoru přijímače 440 mm. Přesnost každého měření byla lepší než 1,5 m. Na stanovisku 2 byl použit obdobný typ laseru, leč větší optické a energetické mohutnosti, s kadencí  $0,4$  s<sup>-1</sup> a přesností měření lepší než 0,4 m. Do příslušenství patří dále osciloskopy 70 MHz a 10 ns čítače. Jako nosiče zábleskového zařízení a laserových odrážeců bylo použito cvičného letounu L 29 — Delfin (obr. 5) s možností výstupu až do výšky 10 km. Záblesky byly vytvářeny pomocí dvou xenonových výbojek X, umístěných na špici letadla, v intervalu 2 s s přesností větší než 1 ms. Nesynchronnost záblesků byla hluboce pod 0,1 ms. Celkový možný počet záblesků je asi 1000. Příjem a časová registrace světelných záblesků byly uskutečněny pomocí reflektorů a časových zařízení laserových aparatur. Dva laserové odrážecí L, každý o ploše asi 400 cm<sup>2</sup>, s disperzním úhlem po odrazu  $1^\circ$ , byly umístěny na vnějších stranách přídavných palivových nádrží pod křídly ve vzájemné vzdálenosti 4,4 m (viz obr. 5).



Obr. 5. Letadlo L-29 — Delfin: X — xenové výbojky, L — laserové odrážecí

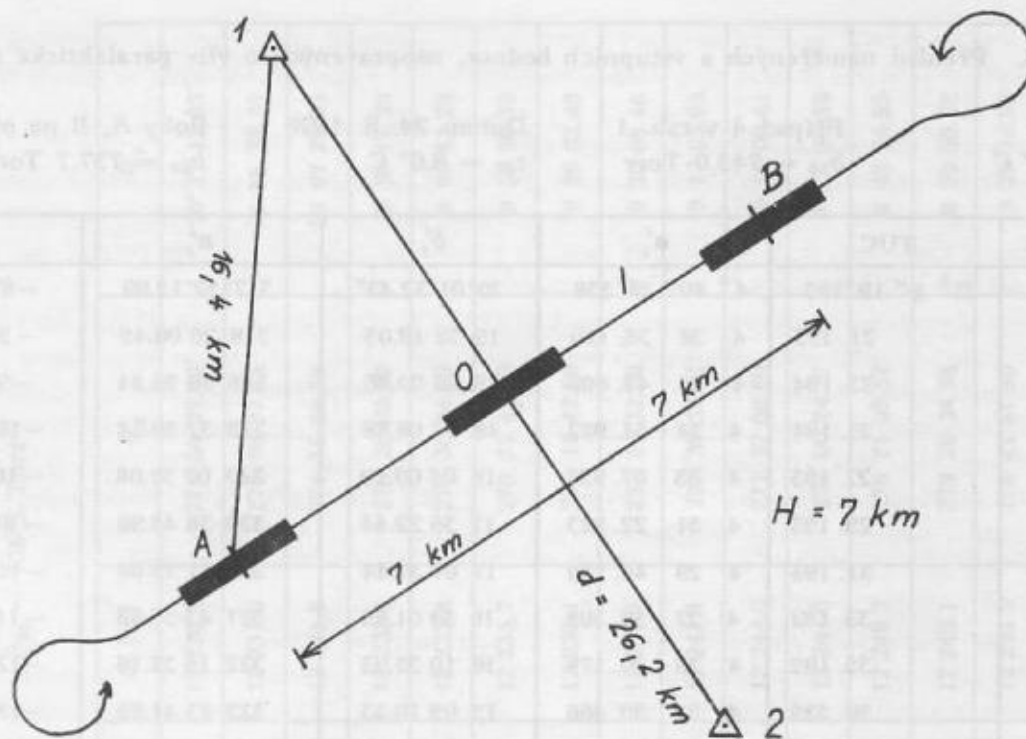
### 3.2. Popis realizace měření

K realizaci měření došlo v nocích z 23. na 24. a z 24. na 25. srpna 1976; obr. 6 ukazuje tuto situaci. Body 1 a 2, na nichž se nacházela vždy fotografická komora a laserová aparatura, jsou měřicí stanoviska. Přímka  $l$  značí letovou čáru ve výši asi 7 km. Je optimální, aby byla kolmá na spojnici  $\overline{1, 2}$  a procházela jejím středem. Vyznačené úsečky bodů  $A$  a  $B$  značí úseky letové čáry, ve kterých byly prováděny fotografické expozice a snímány záblesky ze špice letadla. Je optimální, aby  $\overline{O, A} = \overline{O, B} =$  výška letu  $H$ .

Tato měření byla simultánní. Výsledkem je topocentrický směr stanovisko — záblesk. V okolí bodu  $O$  byla prováděna laserová měření vzdáleností. Některé odražené laserové paprsky byly exponovány týmiž fotografickými komorami. Tato měření byla kvazisimultánní. Výsledkem je délka, případně délka i směr stanovisko — laserový odrážecí. V okolí bodů  $A$  a  $B$  bylo měřeno, jestliže se letadlo vzdalovalo od spojnice  $\overline{1, 2}$ , a v okolí bodu  $O$  v obou směrech letu. Při jednom přeletu celou laserovou čarou  $l$  bylo uskutečněno měření (fotografické nebo laserové) jen v okolí jediného z uvedených bodů  $A, B, O$ . Při jednom vzletu letadla, který trval asi 50 až 60 minut, bylo uskutečněno 5 až 11 přeletů a v obou nocích celkem 5 vzletů (tab. 2).

Komora AFA 1000 při sledování záblesků i odražených laserových paprsků byla nejprve nastálo otevřena a teprve po výstupu letadla ze zorného pole komory zapnut režim uzávěrky pro registraci času přerušovaných stop drah hvězd. U komory AFU 75 bylo zorné pole stále otevřeno. Během přeletu





Obr. 6. Situace měření 23. – 24. a 24. – 25. srpna 1976

body A a B bylo získáno na snímcích z každého stanoviště 1 a 2 až 25 obrazů záblesků. Na fotografickém materiálu se jeví jako ostře ohraničené kotouče o průměru až  $100\ \mu\text{m}$ . Během přeletů bodem O rovněž až 25 laserových obrazů, ovšem převážně ze stanoviště 2, neboť zde použité přístroje byly mohutnější a letová čára *l* (obr. 6) byla ke stanovišti 2 bližší. Ze stanoviště 1 byly expozice laserových obrazů velmi neúplné. Průměry obrazů činily  $20\ \mu\text{m}$  a  $50\ \mu\text{m}$  pro stanoviště 1 a 2. Zjišťování délek nepůsobilo žádné potíže. Pravidelná kadence záblesků i laserových pulsů byla uprostřed snímku narušena, což dovolilo snadné vzájemné přiřazení obrazů z obou stanovišť, jakož i přiřazení časů. Všechny druhy časových registrací byly převedeny na čas TUC srovnáním s časovým signálem OMA 50.

Během obou nocí bylo získáno asi 500 délek, exponováno 300 obrazů odražených laserových paprsků a 150 obrazů záblesků. Je nutno uvést, že více než polovina měření (tab. 2) měla experimentální charakter.

Rozdíl azimutů mezi záměry ze stanoviště 1 byl asi  $67^\circ$  a ze stanoviště 2 asi  $77^\circ$ . Zenitové vzdá-

Datum	Vzlet	Počet přeletů	Číslo snímků	Případ *)
23./24. 8. 1976	1	5	1 až 5	1 a 3
	2	11	6 až 16	1 a 3
24./25. 8. 1976	3	9	17 až 25	1 a 3
	4	7	26 až 32	1 a 3
	5	7	33 až 39	4

\*) Viz tab. 1.

Tabulka 2. Přehled měření 23. a 24. srpna 1976

Tabulka 3. Přehled naměřených a vstupních hodnot, neopravených o vliv paralaktické refrakce  $\bar{R}$

Snímky 36  
 $t_{10} = 10,5^\circ \text{C}$

Případ 4 v tab. 1  
 $b_{10} = 743,0 \text{ Torr}$

Datum 24. 8. 1976  
 $t_{20} = 8,0^\circ \text{C}$

Boby A, B na obr. 6  
 $b_{20} = 737,7 \text{ Torr}$

ZÁBLESK	TUC	$\alpha'_1$	$\delta'_1$	$\alpha'_2$	$\delta'_2$
105	23 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> 19. <sup>s</sup> 195	4 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 28. <sup>s</sup> 538	20° 01' 32.43"	317° 52' 12.09	-8° 54' 54.46"
106	21. 195	4 38 35. 120	19 32 19.05	318 26 00.45	-9 19 52.71
107	23. 194	4 36 43. 602	19 03 09.86	318 59 36.54	-9 44 25.49
108	25. 194	4 34 54. 922	18 34 06.88	319 32 56.34	-10 08 24.48
109	27. 193	4 33 07. 927	18 05 09.19	320 05 59.08	-10 32 05.09
110	29. 193	4 31 22. 923	17 36 22.44	320 38 45.96	-10 55 15.41
111	31. 193	4 29 40. 156	17 07 37.44	321 11 19.04	-11 18 02.58
112	33. 192	4 27 59. 398	16 39 01.85	321 43 35.63	-11 40 31.53
113	35. 192	4 26 20. 178	16 10 33.93	322 15 35.16	-12 02 45.18
114	39. 525	4 22 50. 466	15 09 10.33	323 23 41.69	-12 49 51.16
115	45. 990	4 17 47. 371	13 38 51.02	325 02 17.39	-13 57 05.93
116	47. 990	4 16 17. 004	13 11 08.14	325 32 26.43	-14 17 23.48
117	49. 990	4 14 49. 141	12 43 32.92	326 02 30.77	-14 37 22.89

Snímky 37  
 $t_{10} = 10,5^\circ \text{C}$

Případ 4 tab. 1  
 $b_{10} = 743,0 \text{ Torr}$

Datum 25. 8. 1976  
 $t_{20} = 8,0^\circ \text{C}$

Body A, B na obr. 6  
 $b_{20} = 737,7 \text{ Torr}$

ZÁBLESK	TUC	$\alpha'_1$	$\delta'_1$	$\alpha'_2$	$\delta'_2$
104	00 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> 04. <sup>s</sup> 848	7 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> 29. <sup>s</sup> 958	46° 09' 00.88"	277° 48' 30.42"	19° 57' 10.36"
105	06. 848	7 19 27. 419	46 23 45.05	277 08 06.34	20 22 39.31
106	08. 847	7 22 24. 295	46 38 19.31	276 27 59.87	20 47 30.32
107	10. 847	7 25 21. 422	46 52 37.48	275 48 03.86	21 11 49.21
108	12. 846	7 28 18. 288	47 06 30.35	275 08 20.73	21 35 42.72
109	14. 846	7 31 14. 448	47 19 51.92	274 28 43.78	21 59 11.06
110	16. 846	7 34 10. 955	47 32 43.01	273 49 16.26	22 22 11.20
111	18. 846	7 37 07. 993	47 45 04.13	273 09 50.76	22 44 40.47
112	20. 845	7 40 04. 324	47 56 59.49	272 30 30.37	23 06 37.97
113	22. 845	7 43 01. 143	48 08 32.77	271 51 28.42	23 28 09.45
114	24. 845	7 45 57. 849	48 19 50.98	271 12 39.84	23 49 08.78
116	32. 844	7 57 35. 097	49 01 41.36	268 40 23.95	25 09 51.58
117	34. 843	8 00 26. 806	49 11 08.29	268 03 00.07	25 29 16.89
118	36. 843	8 03 17. 630	49 20 18.85	267 25 58.62	25 48 20.37
119	38. 842	8 06 07. 517	49 28 59.29	266 49 14.32	26 06 42.09

Tabulka 4. Přehled naměřených a vstupních hodnot, neopravených o vliv paralaktické refrakce  $\bar{R}$

Snímek 09      Případ 1 a 3 v tab. 1      Datum 23. 8. 1976      Bod 0 na obr. 6  
 $t_{10} = 9,5^\circ \text{C}$        $b_{10} = 741,5 \text{ Torr}$        $t_{20} = 6,0^\circ \text{C}$        $b_{20} = 736,5 \text{ Torr}$

LASEROVÝ ODRAZ	TUC	$d_1$ [m]	$\alpha_1$	$\delta_1$	$d_2$ [m]	$\alpha_2$	$\delta_2$
1	22 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 38 <sup>s</sup> .147	17 578.0	—	—	12 230.9	275° 54' 25.60"	10° 21' 12.03"
112	38. 315	17 578.7	3 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup> .283	35° 24' 57.04"	12 231.0	275 58 37.85	10 18 28.37
2	38. 995	17 580.5	—	—	12 231.8	276 15 38.88	10 07 25.95
113	39. 498	17 581.8	3 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> 46 <sup>s</sup> .878	35° 08' 09.78"	12 232.4	276 28 09.82	9 59 17.39
3	39. 843	17 583.6	—	—	12 233.4	276 36 44.89	9 53 42.29
4	40. 690	17 588.0	—	—	12 235.7	276 57 45.29	9 39 56.53
5	41. 539	17 593.3	—	—	12 238.1	277 18 42.89	9 26 02.45
115	41. 897	17 595.5	3 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup> .818	34° 33' 53.64"	12 239.1	227 27 32.38	9 20 08.46
6	42. 387	17 597.9	—	—	12 241.1	227 39 37.11	9 12 03.95
116	43. 101	17 601.6	3 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> 39 <sup>s</sup> .770	34° 16' 22.34"	12 244.0	277 57 08.69	9 00 09.61
7	43. 234	17 602.6	—	—	12 244.6	278 00 24.57	8 57 56.55
8	44. 083	17 608.9	—	—	12 248.2	278 21 09.52	8 43 35.55
117	44. 305	17 610.6	3 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> 19 <sup>s</sup> .963	33° 58' 36.53"	12 249.1	278 26 34.38	8 39 50.52
9	44. 932	17 615.4	—	—	12 251.9	278 41 51.90	8 29 14.96
118	45. 506	17 619.7	3 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup> .891	33° 40' 38.64"	12 254.5	278 55 51.02	8 19 25.94
10	46. 372	17 627.3	—	—	12 258.5	279 16 57.02	8 04 37.29



lenosti byly v průměru  $67^\circ$  pro stanoviště 1 a  $63^\circ$  pro stanoviště 2. Výška letu se pohybovala od 6,3 km do 7,3 km. Během jednoho přeletu byly však v rozmezí 15 m. Průměrná rychlost letu byla 370 km/hod.

### 3.3. Zpracování získaného měřického materiálu

Pro demonstraci procesu numerického zpracování byly z uvedeného souboru měření vybrány snímky č. 36, 37 a 09 (tab. 2). U snímků 36 a 37 byly simultánně měřeny směrové veličiny (případ 4 v tab. 1). Číselné hodnoty uvádí tab. 3. U snímku 09 délkové i směrové veličiny (případ 1 a 3 v tab. 1). Číselné hodnoty uvádí tab. 4. Tato měření kvazisimultánní.

Snímky byly prověřeny na monokomparátoru ASCORECORD fy Zeiss, Jena. U snímků ze stanoviště 1 byl každý obraz záblesků nebo odražených laserových paprsků vyhodnocován samostatně [5], a proto nebyla zaváděna oprava z distorze objektivu komory AFA 1000. Na snímcích ze stanoviště 2 bylo vyhodnocováno současně několik obrazů. Opravy z distorze objektivu komory AFU 75 byly zaváděny podle [6]. Ze snímků 36 a 37 (případ 4 tab. 1) byly získány pouze směrové veličiny, tj. topocentrické rektascenze a deklinace stanoviště — cíl. Označme je  $\alpha'_1, \delta'_1, \alpha'_2, \delta'_2$  \*) pro stanoviště 1 a 2. Jelikož zde jde o měření přesně simultánní, jsou hodnoty  $\alpha'_1, \delta'_1, \alpha'_2, \delta'_2$  \*) přímo výsledkem vyhodnocení snímků (viz tab. 3).

U snímků 09 se jedná o příklad 1 a 3 tab. 1 (viz též text v odst. 2). Směrové veličiny byly získány ze snímků výše popsaným způsobem. Délky byly vypočteny ze získaných časových rozdílů. Použitá hodnota  $299\,792,5 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$  pro rychlost světla byla redukována podle zjištěných meteorologických údajů v místě stanoviště, ve výšce letadla i v mezivýškách [7]. Dále byly připojeny konstanty aparatur, zpoždění a délky byly redukovány na průsečíky optických a vertikálních os příslušných fotografických komor.

Jelikož jde u snímků 09 o kvazisimultánní měření, bylo nutno směrové veličiny a délky převést početně na simultánní. Byly proto převedeny veličiny získané ze stanoviště 2 lineární interpolací na časy měření stanoviště 1. Směrové i délkové údaje byly pak ještě redukovány na jediný laserový odrážec. Zvolen byl vždy odrážec bližší ke stanoviště 1. Tab. 4 uvádí numerické hodnoty takto získaných veličin. V případě 1 (viz tab. 1) jsou to veličiny  $d_1, d_2$  a  $\alpha'_1, \delta'_1, \alpha'_2, \delta'_2$  \*) laserových odrazů 112, 113, 115 až 118 a v případě 3 (viz tab. 1) to jsou veličiny  $d_1, d_2$  a  $\alpha'_2, \delta'_2$  \*) laserových odrazů 1 až 10. Tab. 3 a 4 dále obsahují teploty  $t_{10}, t_{20}$  a tlaky  $b_{10}, b_{20}$  na stanovištích 1 a 2.

Rovňkové souřadnice  $\alpha'_1, \delta'_1, \alpha'_2, \delta'_2$  v tab. 3 a 4 je nutno opravit o vliv paralaktické refrakce, která byla vypočtena podle [8]. Tento postup vyžaduje znalost nadmořské výšky cíle (letadla) s přesností asi 20 m pro náš případ. Výšky jsou však známy až po celkovém výpočtu. Proto bylo vyrovnání celého projektu provedeno dvakrát, včetně dvojího výpočtu výšek a paralaktické refrakce. Bližší je uvedeno v [9].

Po zavedení oprav z paralaktické refrakce byly získány opravené hodnoty topocentrických deklinací  $\delta_1, \delta_2$ , rektascenzí  $\alpha_1, \alpha_2$  a z nich pomocí časů TUC pak greenwichské hodinové úhly  $t_1^{gr}, t_2^{gr}$ . Hodnoty  $d_1, t_1^{gr}, \delta_1, d_2, t_2^{gr}, \delta_2$  společně s vahami  $p$  byly vstupními hodnotami pro vyrovnání a vstupují do linearizovaných rovnic oprav pro zprostředkující měření (viz rov. 4, 9 a 14). Váhy  $p = 1/m^2$  byly připisovány absolutním členům rovnic, kde střední kvadratické chyby  $m$  byly získány podle zákona o přenášení chyb, a byly tedy funkcí středních kvadratických chyb  $m_a$  v rektascenzi  $m_\delta$  v deklinaci a  $m_d$  v délce. Byly použity hodnoty  $m_a \cos \delta = m_\delta = \pm 2''$  pro všechny směrové veličiny, získané z obou komor,  $m_{d_1} = \pm 1,5 \text{ m}$  a  $m_{d_2} = \pm 0,4 \text{ m}$  pro všechny délky získané z laserové aparatury na stanoviště 1 a 2. Váhy se pohybovaly v rozmezí od 0,4 do 5,3.

### 3.4. Výsledné hodnoty

Po vypuštění některých obrazů, které se nacházely především na okrajích snímků, bylo sestaveno celkem 56 zprostředkujících rovnic oprav. Pro případ 4 (tab. 1) 28 zprostředkujících rovnic (14), a to 13 ze snímků 36 a 15 ze snímků 37. V tab. 3 jsou uvedeny jako záblesky. Pro každý záblesk byla sestavena vždy jedna zprostředkující rovnice oprav (14). Tyto rovnice sloužily k určení rovňkových souřadnic  $t^{gr}, \delta$  směru spojnice  $\bar{1}, \bar{2}$ . Pro případy 1 a 3, snímky 09, bylo získáno 28 rovnic oprav. Z toho 18 pro případ 1, kdy jsou známy směry a délky z obou stanoviště. V tab. 4 jsou to laserové odrazy 112, 113, 115 až 118. Každý z nich dává 3 rovnice oprav (4). A dále 10 rovnic pro případ 3, kdy jsou známy směry i délky ze stanoviště 2 a ze stanoviště 1 jen délky. V tab. 4 jsou laserové odrazy 1 až 10. Každý

\*) Oprava z vlivu paralaktické refrakce je zavedena až později.

Neznámé	$\Delta d$	$\Delta t^{gr}$	$\Delta \delta$
$\Delta d$	1	-0,05	0,18
$\Delta t^{gr}$		1	-0,21
$\Delta \delta$			1

Tabulka 5. Hodnoty korelačních koeficientů

z nich dává jen jednu rovnici oprav (9). Rovnice oprav (4 a 9) sloužily především k určení délky  $d$  spojnice  $\overline{1, 2}$ .

Společné vyrovnání všech 56 rovnic oprav (4, 9 a 14) poskytlo výsledné hodnoty

$$\begin{aligned} d &= 26\,134,85 \text{ m} \pm 0,33 \text{ m}, \\ t^{gr} &= -128^\circ 38' 58,0'' \pm 1,09'', \\ \delta &= 17^\circ 49' 14,8'' \pm 1,06'', \end{aligned}$$

kde střední jednotková chyba je  $\pm 1,22$ . Tab. 5 uvádí hodnoty korelačních koeficientů neznámých. Vyrovnáním pouze směrových veličin (případ 4, snímky 36 a 37) pomocí 28 rovnic oprava (14), byly získány výsledné hodnoty

$$\begin{aligned} t^{gr} &= -128^\circ 38' 58,9'' \pm 0,57'', \\ \delta &= 17^\circ 49' 12,9'' \pm 0,57'', \end{aligned} \quad (16)$$

kde střední jednotková chyba je  $\pm 0,61''$ . Vyrovnáním délkových a směrových veličin (příklad 1 a 3, snímky 09) pomocí 28 rovnic (4 a 9) byla získána výsledná hodnota délky

$$d = 26\,136,04 \pm 0,26 \text{ m}, \quad (17)$$

kde střední jednotková chyba je  $\pm 0,77$  m. Výsledné směrové veličiny spojnice  $\overline{1, 2}$  nemají zde platnost, neboť synchronní roviny svírají příliš malé úhly. Oprava z rozdílu TUI-TUC nebyla připojena.

Spojnice  $\overline{1, 2}$  je tím určena délkou a směrem.

#### 4. Závěr

Popsaná metoda je rozšířením (zobecněním) metody hvězdné triangulace [1, 2], neboť byly zjišťovány směry a délky. Pro určení délkového měřítka postačí měřit délky jen z jednoho pozemního stanoviště. Pak by ovšem bylo nutné použití zábleskového zařízení současně s laserovým měřením. Společná expozice záblesků i odražených laserových paprsků na obou stanovištích úlohu částečně dubluje. Při zvětšení a zkvalitnění odrazové plochy laserových odražečů je možno délky záměr podstatně zvětšit.

Měřický postup po stránce organizace a vzájemného propojení byl konkrétně ověřen a vyhovuje praktickým požadavkům. Zpracování vyžaduje zvýšenou pozornost při zavádění oprav z paralaktické refrakce a distorze objektivu.

Metoda byla numericky demonstrována na třech dvojicích snímků. Výsledná přesnost směrových veličin (hodnoty 15 a 16) je uspokojivá. Ne tak u zjištěné délky (viz hodnoty 15 a 17). Při větší délce spojnice  $\overline{1, 2}$  a při použití týchž laserových aparatur ovšem relativní přesnost stoupá. Výsledky získané z vyrovnání (viz hodnoty 15, 16 a 17) jsou ve vzájemné shodě. Střední kvadratické chyby  $m$ ,  $\cos \delta$  a  $m_\delta$  jsou prakticky shodné, což odpovídá splněným podmínkám optimalizace, kdy totiž výška letu  $H = \overline{O, A} = \overline{O, B}$  (viz obr. 6).

Získaná délka a směrové veličiny spojnice  $\overline{1, 2}$  dovolují dále přenos geodetických zeměpisných souřadnic včetně elipsoidické výšky. Rozšířená metoda hvězdné triangulace umožňuje tedy i výpočet převýšení s přesností, které odpovídá požadavkům technické nivelace.

Aplikace uvedené metody hvězdné triangulace, jsou-li měřeny směry i délky, je vhodná nejen při budování 0-tého řádu, ale i řádů nižších, při kontrole sítí existujících, při měřeních ve vysokých horách, inženýrsko-geodetických, v letectví i meteorologii.

Její možná aplikace je i ve vojenství. Především dovoluje netradiční přenos směru a délky, a tedy i určení polohy na velké vzdálenosti, a to bez použití rozvíjení měřických prací pozemních na jedné straně a bez použití UDZ na straně druhé. Postup s užitím letadel je tedy vhodný pro měření, prováděné v rámci státu.

Dále je možno ze snímku určit prostorovou polohu cíle (letadla) pro každý záblesk či odraz laserového paprsku, a to s relativní přesností několika centimetrů. Tím je vlastně zkonstruována prostorová trajektorie letu, umožňující zjištění okamžité výšky a projekce dráhy na povrch Země v závislosti na čase, který je udáván na 0,001 s. Je tedy možno zjistit i okamžitou rychlost. Popis výpočtů uvedených veličin včetně praktických ukázek trajektorií je uveden v [10].

Použití letadla se jeví předností z hlediska organizace, manévrovatelnosti během měření, minimálního přenosu chyb a z hlediska časového programu. Pro získání 100 optimálně rozložených synchronních rovin, tj. při měření směrových veličin 100 zprostředkujících rovnic, postačí 3 letové hodiny, tj. asi 5 hodin celkem.

V závěru děkuji všem spolupracovníkům za nezištnou pomoc při přípravě, realizaci a zpracování měření.

#### Literatura:

1. VÄISÄLÄ, Y.: An astronomical method of triangulation. Sitz. der Finn. Akad. der Wissen. 1946, Helsinki 1947.
2. VÄISÄLÄ, Y — OTERMA, L.: Anwendung der astronomischen Triangulationsmethode. Veröff. des Finn. Geod. Inst., No 53, Helsinki 1960.
3. KAKKURI, J.: Stellar triangulation with balloon-borne beacons. Veröff. des Finn. Geod. Inst., No 76, Helsinki 1973.
4. MAKEK, K. H. — REHSE, H.: A technology of stellar triangulation by means of balloon-borne beacons. 3rd Inter. Sympos. Geodesy and Physics of the Earth, Weimar 1976.
5. MARSÍK, Z.: Transformation of plate co-ordinates to equatorial co-ordinates. Studia geoph. et geod., 12, 1968.
6. NAGY, S.: Soukromé sdělení.
7. HOVORKA, F. — KONRÁD, M. — UTEKAL, I.: Satellite ranging of Hradec Králové, 3rd Inter. Sympos. Geodesy and Physics of the Earth, Weimar 1976.
8. OTERMA, L.: Computing the refraction for the Väisälä astronomical method of triangulation. Turku 1960.
9. KABELÁČ, J.: Projekt triangulace na vysoké cíle. Zpráva o řešení státního úkolu č. II-1-4/7. Praha, ČVUT 1980.
10. KABELÁČ, J.: Die Erweiterung und Realisation der Methode der Stellartriangulation. Wiss. Zeit. der TU Dresden, 1980.

Do redakce došlo dne 29. 9. 1983.



## Automatizovaná tvorba pozemkové mapy vojenských újezdů

### 1. Úvod

Projekt nového mapování, využívající dostupné automatizační prostředky, byl nazván „pozemková mapa vojenských újezdů“, zkráceně POMAVÚ.

Cílem projektu POMAVÚ bylo zpracovat technologii automatizované tvorby a obnovy pozemkové mapy vojenských újezdů ve formě upravené základní mapy ČSSR v měřítku 1:5000. Snahou autorů bylo tuto technologii koncipovat tak, aby bylo dosaženo maximálních úspor lidské práce prováděné v terénu převedením některých nezbytných prací do laboratorních podmínek s využitím nejmodernější automatizační techniky.

### 2. Tvorba programového systému POMAVÚ

Vlastní tvorbě projektu POMAVÚ předcházela důsledná analýza současného stavu, tj. stavu podkladů a podmínek pro velkoměřítkové mapování ve vojenských újezdech. Výsledkem analýzy bylo konstatování skutečností uvedených již v úvodu článku. Předprojektovým průzkumem se zjistilo, že v působnosti resortu ČÚGK a SÚGK existuje a je využíván automatizovaný systém tvorby map velkých měřítek nazvaný „MAPA“, který upřednostňuje klasický způsob geodetického měření pro získání souřadnic podrobných bodů. Alternativním vstupem u tohoto systému je také vstup souřadnic podrobných bodů získaných fotogrammetrickým měřením, jenž je v současné době využíván. Úkolem předprojektového průzkumu bylo seznámit se s možnostmi programového systému „MAPA“ a stanovit stupeň jeho využitelnosti v podmínkách topografické služby.

Převedení rozsáhlého systému programů „MAPA“ do podmínek topografické služby by nebylo jednoduché a vyžádalo by si značnou dobu, která z důvodu nutnosti provedení některých nezbytných úprav korespondovala s časovými i materiálními požadavky projekce nového systému POMAVÚ.

Efektivní využití programového systému „MAPA“ mělo některá omezení:

- protože v podmínkách nového mapování byla stanovena jako prioritní měřická metoda fotogrammetrického vyhodnocení snímkové dvojice bez provedení absolutní orientace, nebylo systém „MAPA“ možné použít bez úprav jeho fotogrammetrických vstupů;

- grafický výstup systému „MAPA“ umožňoval jen částečnou automatizaci kartografických prací (automatizace značkového klíče):

- 19 % značek plně automatizovat,

- 50 % značek částečně,

- 31 % značek nebylo možno automatizovat vůbec;

- dokumentace programového systému neodpovídala předpisům ČSLA a musela by se převážně vytvářet nově. To by vedlo k podrobnému studiu stávajícího programového díla, což je značně časově náročné, mnohdy náročnější než nové vyřešení dané problematiky,

- s ohledem na částečnou odlišnost systému „MAPA“ a „POMAVÚ“ by bylo nutné některé programové prvky přepracovat nebo chybějící vytvořit.

Výše uvedená omezení vedla k rozhodnutí vytvořit nový programový systém tak, aby využíval, tam kde je to výhodnější, logickou strukturu projektu „MAPA“, několik vypracovaných programů vhodných pro využití a dále některé dílčí technologické postupy.

Výběr vhodných prvků konzultoval řešitelský tým s odborníky resortu ČÚGK. S jejich pomocí byly také na počítači zavedeny a odzkoušeny programy přebírané z projektu „MAPA“. Na základě zkušeností bylo stanoveno schéma tvorby nového programového díla a na jeho základě určeny samostatně řešitelné problémové oblasti. Pro řízení a koordinaci prací prováděných v jednotlivých samostatně řešitelných oblastech byla zvolena metoda síťových grafů, která umožnila provádění dílčích kontrol stavu řešení a funkce projektu v uzlových bodech tvorby projektu. Při dokončení dílčí samostatné části projektu bylo

provedeno vyzkoušení všech jeho funkcí na modelových datech a následovalo začlenění této části do celého systému. Projekční práce byly ukončeny v souladu s plánovaným termínem.

### 3. Popis programového systému

#### 3.1. Definice systému

Programový systém POMAVÚ zabezpečuje automatizovanou tvorbu a obnovu velkoměřítkových map sloužících pro:

- vedení evidence pozemků,
- tvorbu podkladů speciálních lesních hospodářských map trustu VLS,
- územní plánování.

Na základě automatizovaného zpracování vzniká na výstupu účelová mapa v měřítku 1:5000 nazvaná „pozemková mapa vojenských újezdů“. Obsahuje všechny předepsané mimorámové údaje stanovené normou ČSN 01 3411 pro mapy velkých měřítek (upravenou s ohledem na automatizované zpracování kartografických originálů rytím) a je vyhotovena ve čtyřbarevném provedení.

#### 3.2. Technologie tvorby a obnovy map

Poměrně složité vazby mezi uživatelem a zpracovatelem pozemkové mapy jsou znázorněny schematicky na obr. 1. Je nutné podotknout, že za obsahovou náplň nového mapování plně zodpovídá uživatel a kvalita jeho práce je limitujícím faktorem kvality mapování. Proto musí uživatel k automatizovanému zpracování dodávat zodpovědně připravené podklady ve formě fotogrammetrických náčrtů a předpisů pro kresbu a výpočet výměr, což jsou základní pracovní materiály.

Po zpracování projektu mapování uživatel zasílá zpracovateli seznamy souřadnic bodů hranic vojenských újezdů; pokud je nemá, předkládá grafické podklady pro jejich získání. Souběžně probíhá proces tvorby LMS a vyhotovení odvozených podkladů až do fáze vyhotovení zvětšenin pro uživatele a zhuštění bodového pole metodou AAT (analytické aerotriangulace) pro mapovaný prostor. Na pracovišti AKS (automatizovaný kartografický systém Digikart) je provedeno zpracování grafických podkladů do formy průsvitek hraničních bodů vojenského újezdu. Ty jsou vráceny se zvětšeninami uživateli, který na jejich podkladě vyhotoví fotogrammetrické náčrty. Popis obrazové informace zakreslené na fotogrammetrickém náčrtu zaznamená uživatel ve formě předpisu pro kresbu a výpočet výměr a předpisu geodetických úloh. Uvedené podklady odešle uživatel zpět zpracovateli, který provede vlastní automatizované zpracování až do fáze vyhotovení kartografických originálů (rytých nebo slupovaných).

Vstupy do automatizovaného zpracování:

- seznam souřadnic bodů hranic vojenských újezdů, popřípadě i hranic katastrálních území,
- předpisy pro kresbu a výpočet výměr,
- registrované body podrobného bodového pole, které jsou výsledkem fotogrammetrického vyhodnocení,
- souřadnice geodetických bodů vybraných automaticky z registru polohových geodetických bodů,
- předpisy pro určení souřadnic bodů pomocí geodetických úloh.

Smyslem obnovy je uvést stav na původních mapových podkladech do souladu se skutečným stavem. Technologie obnovy je zřejmá z obr. 1. Uživatel provede zákres změn do mapových listů nebo přímo do zvětšenin LMS a předepíše opravy souborů, které předá k automatizovanému zpracování.

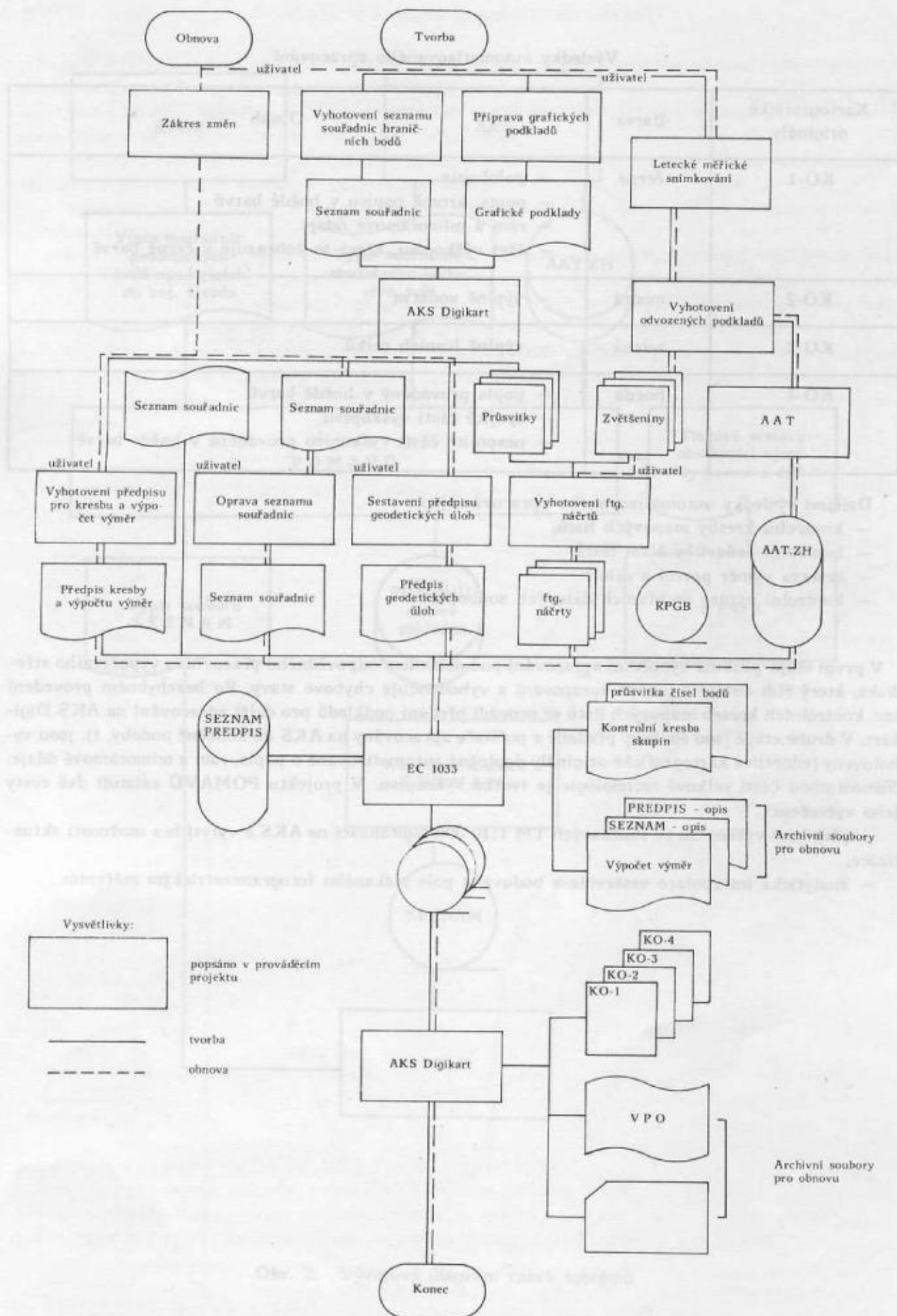
Vstupy do automatizovaného zpracování obnovy map:

- zákres změn polohopisu a popisu do mapových listů nebo zvětšenin,
- předpis oprav archivních datových souborů,
- předpis nových geodetických úloh.

#### 3.3. Automatizované části technologie tvorby a obnovy map

Automatizované zpracování grafických podkladů je možno rozdělit, jak vyplývá z obr. 1, do dvou základních etap:

- výpočetní zpracování na počítači,
- výpočetní zpracování na AKS Digikart.



Obr. 1. Vývojový diagram toku a strojového zpracování dat



### Výsledky automatizovaného zpracování

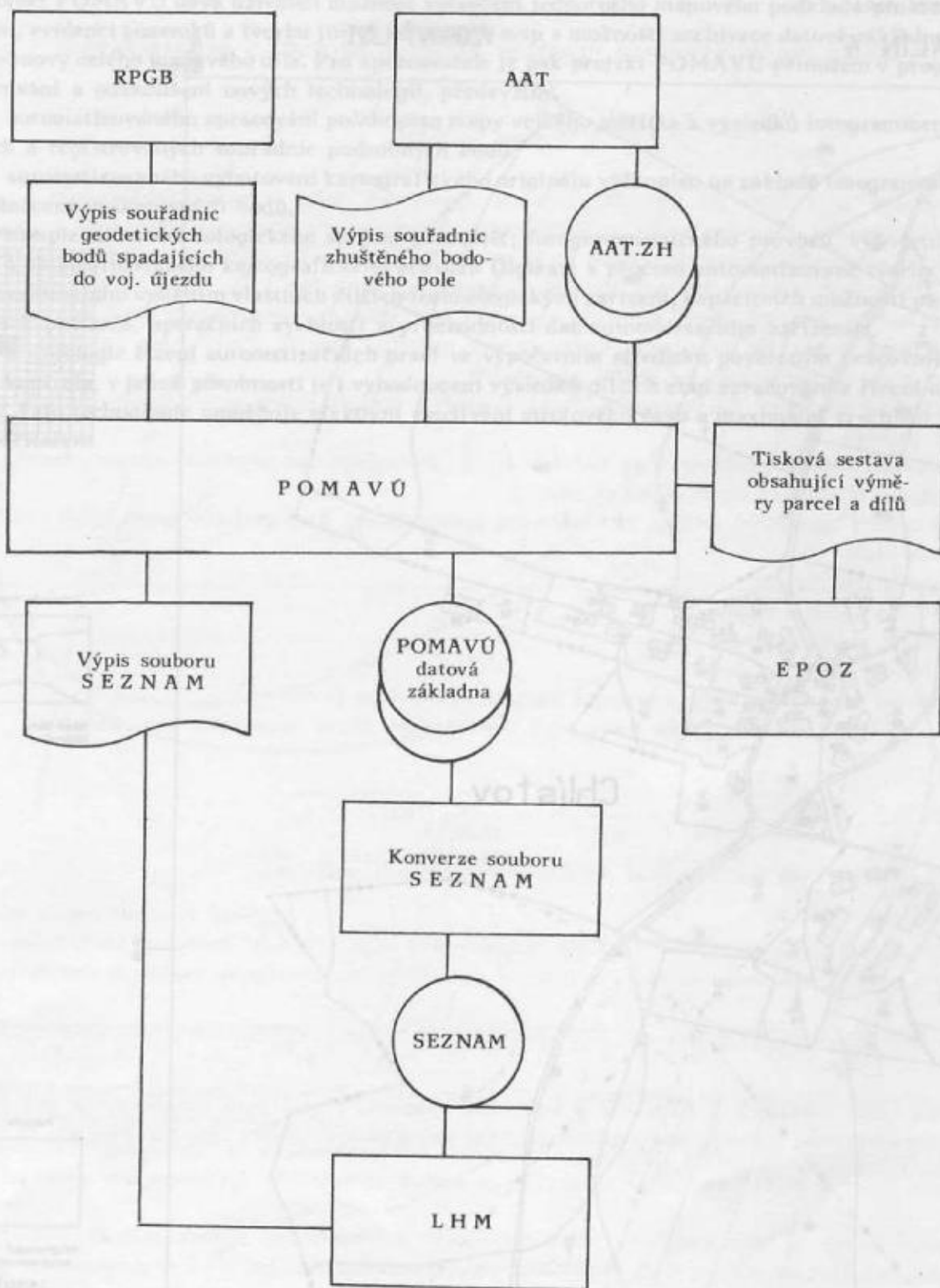
Kartografické originály	Barva	Obsah
KO-1	černá	<ul style="list-style-type: none"> <li>– polohopis</li> <li>– popis, kromě popisu v hnědé barvě</li> <li>– rám a mimorámové údaje</li> <li>– část výškopisu, která se zobrazuje v černé barvě</li> </ul>
KO-2	modrá	– výplně vodstva
KO-3	zelená	– výplně lesních celků
KO-4	hnědá	<ul style="list-style-type: none"> <li>– popis prováděný v hnědé barvě</li> <li>– spojitě části výškopisu</li> <li>– nespojitě části výškopisu prováděné v hnědé barvě</li> </ul>

Dalšími výsledky automatizovaného zpracování jsou:

- kontrolní kresby mapových listů,
- kontrolní průsvitky čísel bodů,
- sestava výměr parcel a dílů,
- kontrolní výpisy archívních datových souborů.

V první etapě probíhá výpočetní zpracování pod dohledem odpovědného pracovníka výpočetního střediska, který řídí automatizované zpracování a vyhodnocuje chybové stavy. Po bezchybném provedení tzv. kontrolních kreseb mapových listů se provádí předání podkladů pro další zpracování na AKS Digi-kart. V druhé etapě jsou soubory předané z počítače zpracovány na AKS do konečné podoby, tj. jsou vytvořeny jednotlivé kartografické originály doplněné automatizovaně o popis, rám a mimorámové údaje. Samostatnou částí celkové technologie je tvorba výškopisu. V projektu POMAVÚ existují dvě cesty jeho vytvoření:

- přebírání výškopisu ze současných TM 1:10 000 digitalizací na AKS a vyrytí bez možnosti aktualizace,
- analytická interpolace vrstevnic z bodového pole získaného fotogrammetrickým měřením.



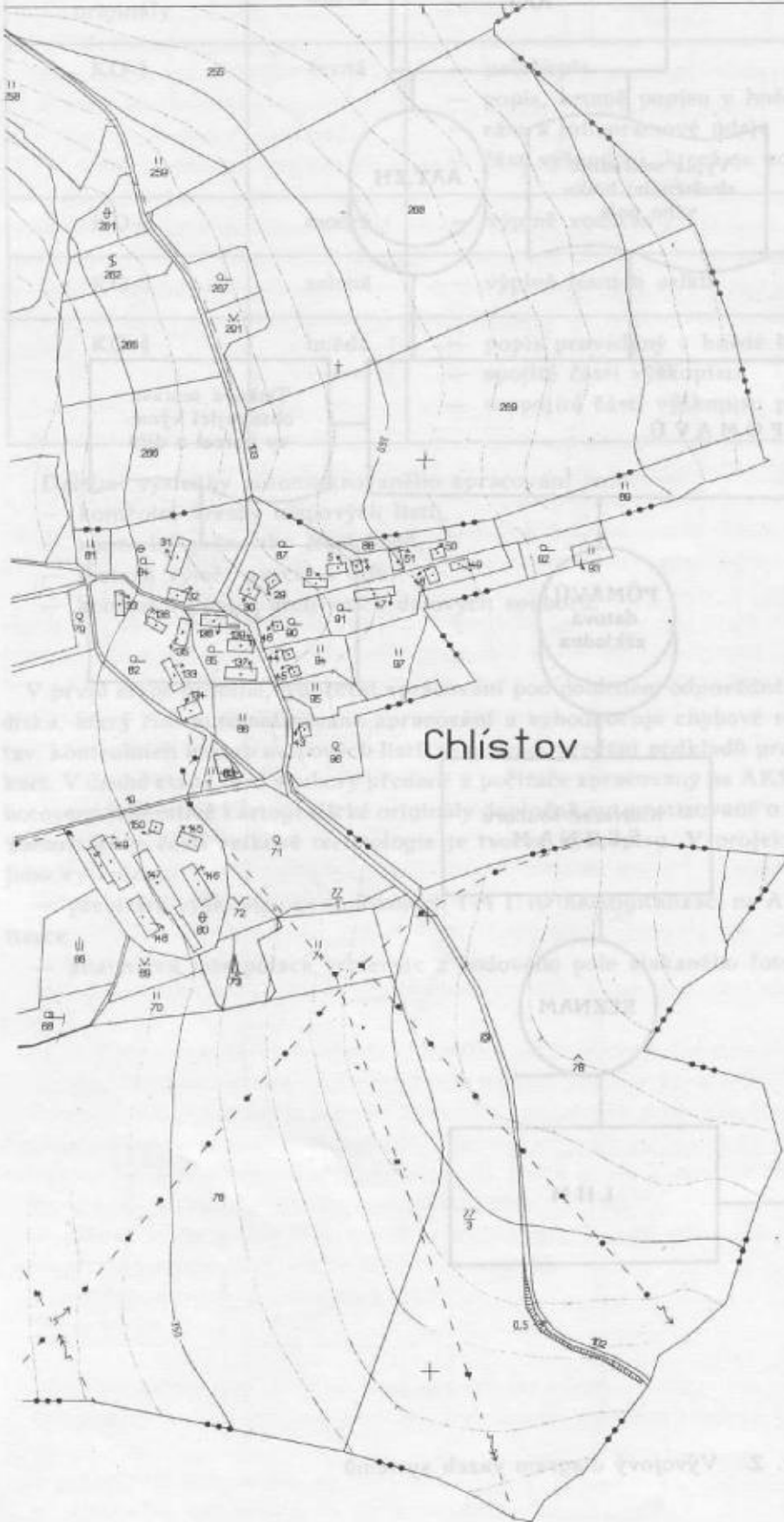
Obr. 2. Vývojový diagram vazeb systémů

POZEMKOVÁ MAPA  
VÚ HALÍN 4

VZOROVÝ LIST

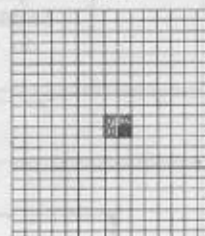
NÁCHOD 6-B

6150  
1032



Chlístov

Kač 1x10



Katastrální hranice



Právní město  
2002/10/10

5-B

Polohe



517/10/10/10/10  
fotogrammetrická m.

Výřez



517/10/10/10/10  
1:1000



#### 4. Závěr

Projekt POMAVÚ dává uživateli možnost vytvoření jednotného mapového podkladu pro územní plánování, evidenci pozemků a tvorbu jiných účelových map s možností archivace datové základny a urychlené obnovy celého mapového díla. Pro zpracovatele je pak projekt POMAVÚ přínosem v programovém zpracování a odzkoušení nových technologií, především:

- automatizovaného zpracování polohopisu mapy velkého měřítka z výsledků fotogrammetricky měřených a registrovaných souřadnic podrobných bodů,
- automatizovaného vyhotovení kartografického originálu výškopisu na základě fotogrammetrického vyhodnocení výškopisných bodů,
- komplexního technologického spojení pracovišť; fotogrammetrického provozu, výpočetního střediska a automatizovaného kartografického provozu Digikart v procesu automatizované tvorby a obnovy map s optimálním využitím vlastních dílčích technologických zařízení, kapacitních možností paměťových jednotek počítače, operačních rychlostí a průchodnosti dat automatizačním zařízením,
- technologie řízení automatizačních prací ve výpočetním středisku pověřeným pracovníkem technické kontroly, v jehož působnosti je i vyhodnocení výsledků dílčích etap zpracování a řízení opravných cyklů. Tato technologie umožňuje efektivní využívání strojového času a maximální zrychlení průchodu dat počítačem.

#### Literatura:

1. Programový systém MAPA-EC 1033. Praha, VSGÚ 1980.
2. Směrnice pro tvorbu základní mapy ČSSR velkého měřítka, Praha, ČÚGK 1981.
3. ČSN 01 3411. Mapy velkých měřítek, kreslení a značky.
4. Směrnice pro technicko-hospodářské mapování. Praha, ČÚGK 1981.

Do redakce došlo dne 16. 4. 1984.

## Problém redukce bodové množiny ve strukturovaném programování

### 1. Zadání problému

Kartografické jevy jsou při automatizovaném zpracování map reprezentovány topologickými datovými strukturami. Kartografické čáry nahrazujeme bodovými množinami  $(x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n)$ . Pro grafické znázornění postačují bodové množiny, v nichž jsou zachovány počáteční, koncové body a body s výraznými změnami křivosti původních kartografických čar.

Redukce bodové množiny kromě věrné rekonstrukce nebo případné generalizace tvarů musí splňovat požadavek krátkého trvání výpočtu a malé potřeby operační paměti. Proto bude výhodné sestavit algoritmus redukce vycházející ze zadání parametrů:

— maximálně přípustné vzdálenosti  $VZD$ , která tvoří kruhovou oblast postupně určovaných výchozích bodů redukce,

— konvenčně zvolené hodnoty zóny redukce  $KHZ$ , jež určuje pro příslušné skupiny bodů uvnitř kruhové oblasti výchozích bodů eliptické zóny.

Stanovení hodnot parametrů se děje s ohledem na zpracovávaný kartografický prvek, účel a měřítko zobrazované mapy.

Zavedeme-li značení:

- $a$  — velká poloosa elipsy,
- $b$  — malá poloosa elipsy,
- $i$  — index výchozího bodu,
- $j$  — index posledního bodu v kruhové oblasti  $VZD$   $i$ -tého bodu,
- $s_{ij}$  — vzdálenost  $i$ -tého a  $j$ -tého bodu, jenž jsou ohnisky elipsy vytvářející zónu redukce, se vztahy

$$b = \frac{s_{ij}}{KHZ}, \quad a = \frac{s_{ij}}{2KHZ} \sqrt{KHZ^2 + 4},$$

pak podle obrázku body ležící v zóně redukce musí splňovat podmínku

$$(x_k, y_k) \in z_r, \quad \text{pro } k = i, i+1, \dots, j-1,$$

kde

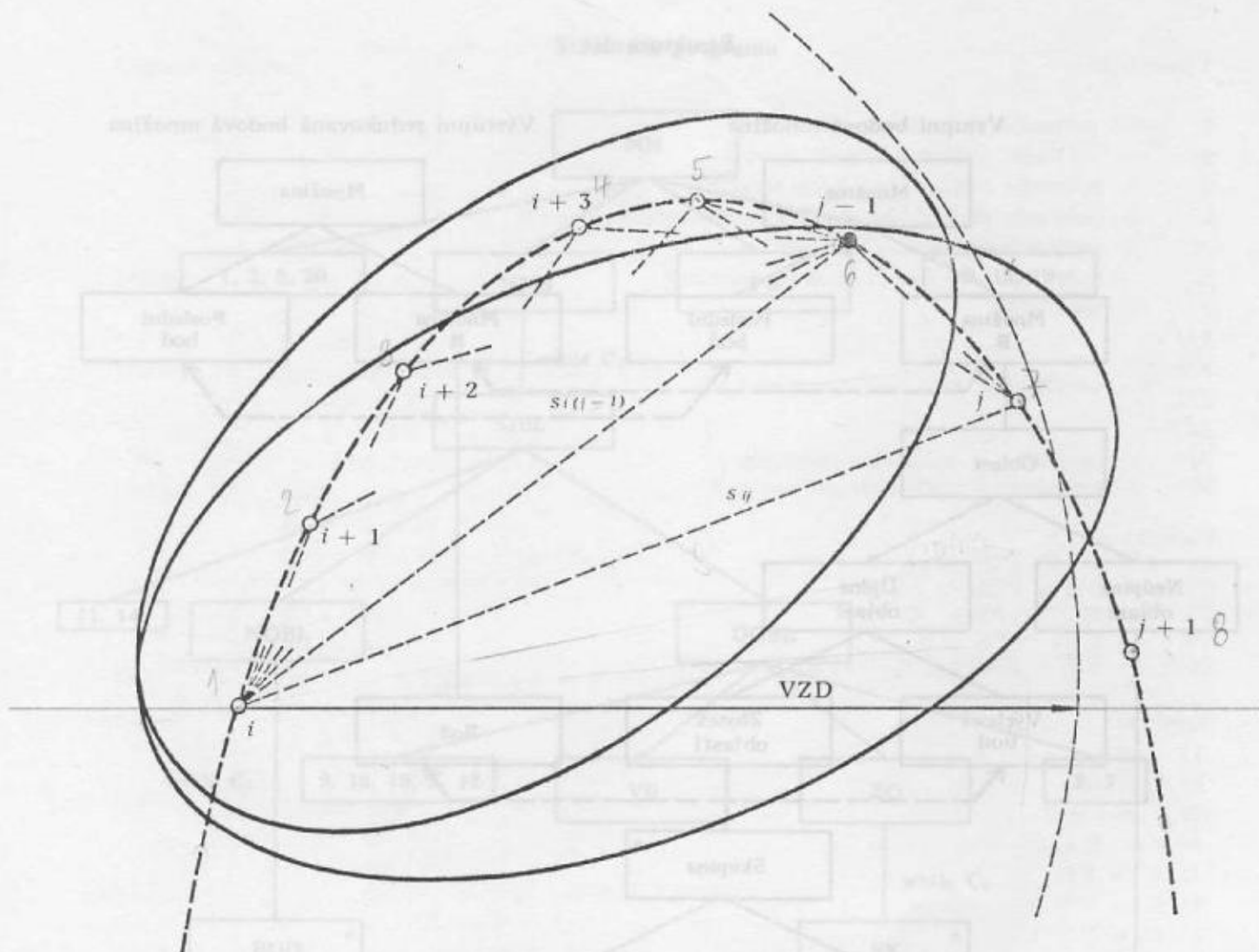
$$z_r = \frac{s_{ij}}{KHZ} \sqrt{KHZ^2 + 4} \geq \sqrt{(x_i - x_k)^2 + (y_i - y_k)^2} + \sqrt{(x_j - x_k)^2 + (y_j - y_k)^2}.$$

Uvedená fakta postačují k formulování algoritmu redukce, ovšem není zaručeno, že při použití běžné programátorské techniky bude splněn zejména požadavek rychlosti výpočtu. Problém byl proto řešen strukturovaným programováním.

### 2. Strukturované programování

Uvedené programování je logicky svázaným a teoreticky podloženým souborem pravidel, jejichž uplatnění napomáhá sestavování přehledných, srozumitelných a standardizovaných programů schopných údržby i dalšího rozvoje. Strukturované programování můžeme orientovat buď funkčně, nebo datově, což představuje Jacksonův směr. Obecně platí, že úlohy je nezbytné rozkládat na hierarchické struktury částí s odpovídajícími programovými složkami, na každé úrovni se omezit na tři formáty struktur — sekvenci, iteraci a selekci — a programové složky uzavírat, tj. nepoužívat nekontrolovatelné „GOTO“.

Jacksonův směr strukturovaného programování vychází z předpokladu, že řešení úlohy je bez problému, pokud má program či programový systém stejnou strukturu jako zpracovávaná data.



Obr. 1. Kruhová oblast a zóny reprodukce

Program je navrhován v krocích:

- respektování prostředí úlohy a jeho zaznamenání definováním struktur zpracovávaných dat,
- vytvoření struktury programu založeného na strukturách dat se specifikací podmínek iterací a selekcí,
- definování úlohy dostupnými základními operacemi a jejich přiřazení odpovídajícím složkám struktury programu,
- přepis programové struktury do logického schématu jednoduchým, na implementačním programovacím jazyce nezávislým pseudokódem,
- kódování programu v implementačním jazyce s využitím možností operačního systému a standardních programových prostředků, ladění a odstranění formálních chyb v textu programu.

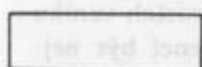
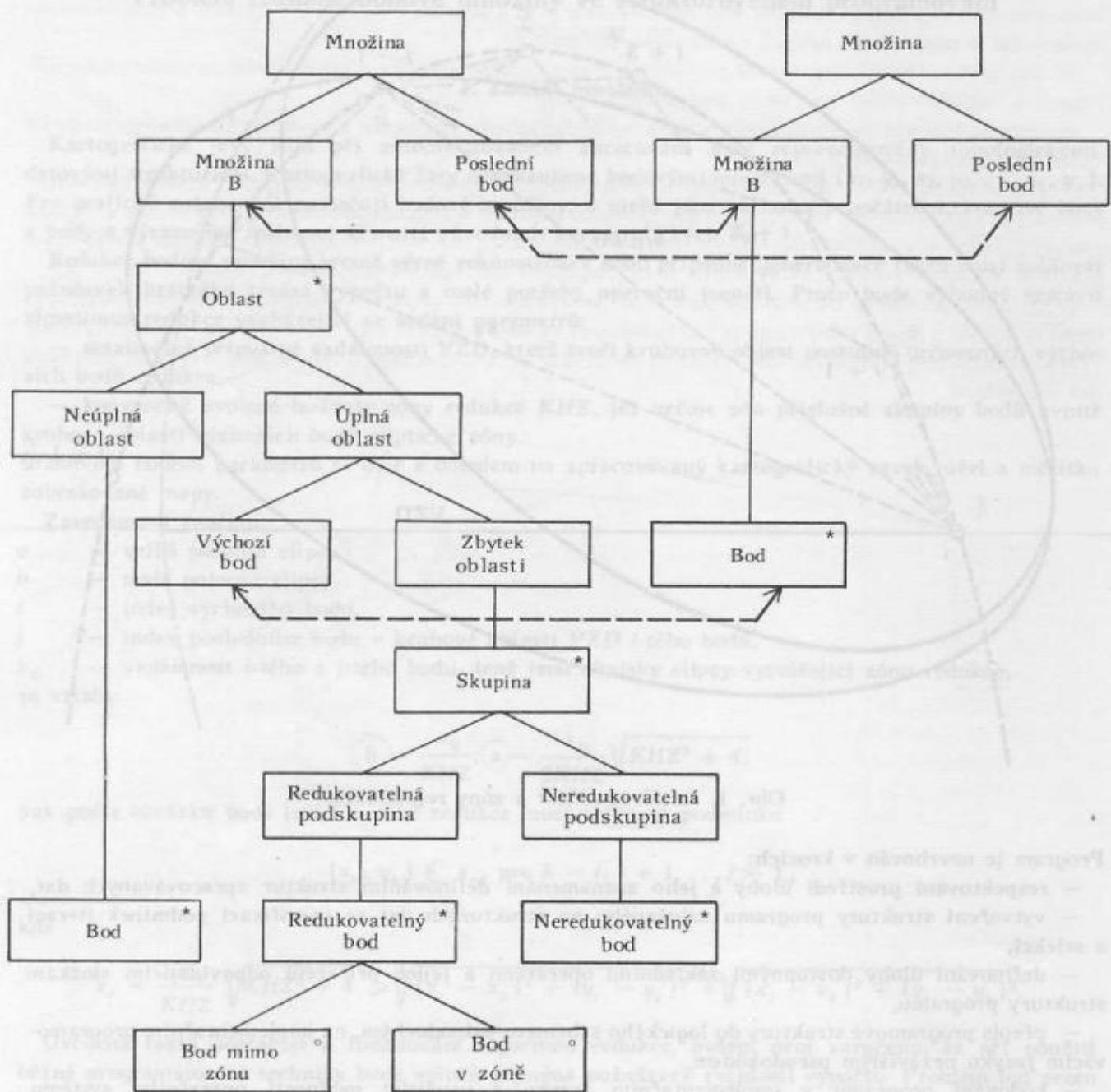
Prvořadým úkolem datově orientovaného strukturovaného programování je vývoj samozřejmě správných programů, protože logické chyby jsou nutně vylučovány již v prvních čtyřech krocích vzniku programových produktů. Program je správný, protože byl správně navržen a má tendenci být nejrychlejším ze všech programů řešících stejnou úlohu. Souběžně s návrhem programu vzniká programová dokumentace a lze prakticky mnohem lépe řídit práci programátorského týmu. Je zřejmé, že strukturované programování není vhodné pro všechny typy úloh, ovšem jejich množina je dostatečně velká, pokrývá většinu kartografických aplikací a odstraňuje takzvané umělecké programování, jehož produkty jsou obtížně srozumitelné jiným programátorům, často i autorovi při větším časovém odstupu. Pokusíme se nyní řešit konkrétní úlohu, tj. redukci bodové množiny, datově orientovaným strukturovaným programováním. Sestavíme struktury dat, strukturu programu, podmínky, operace, logické schéma, text podprogramu redukce v jazyce FORTRAN IV ADT a jeho optimalizovanou verzi.



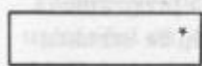
## Struktura dat

Vstupní bodová množina

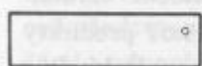
Výstupní redukovaná bodová množina



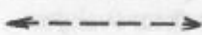
sekvence



iterace

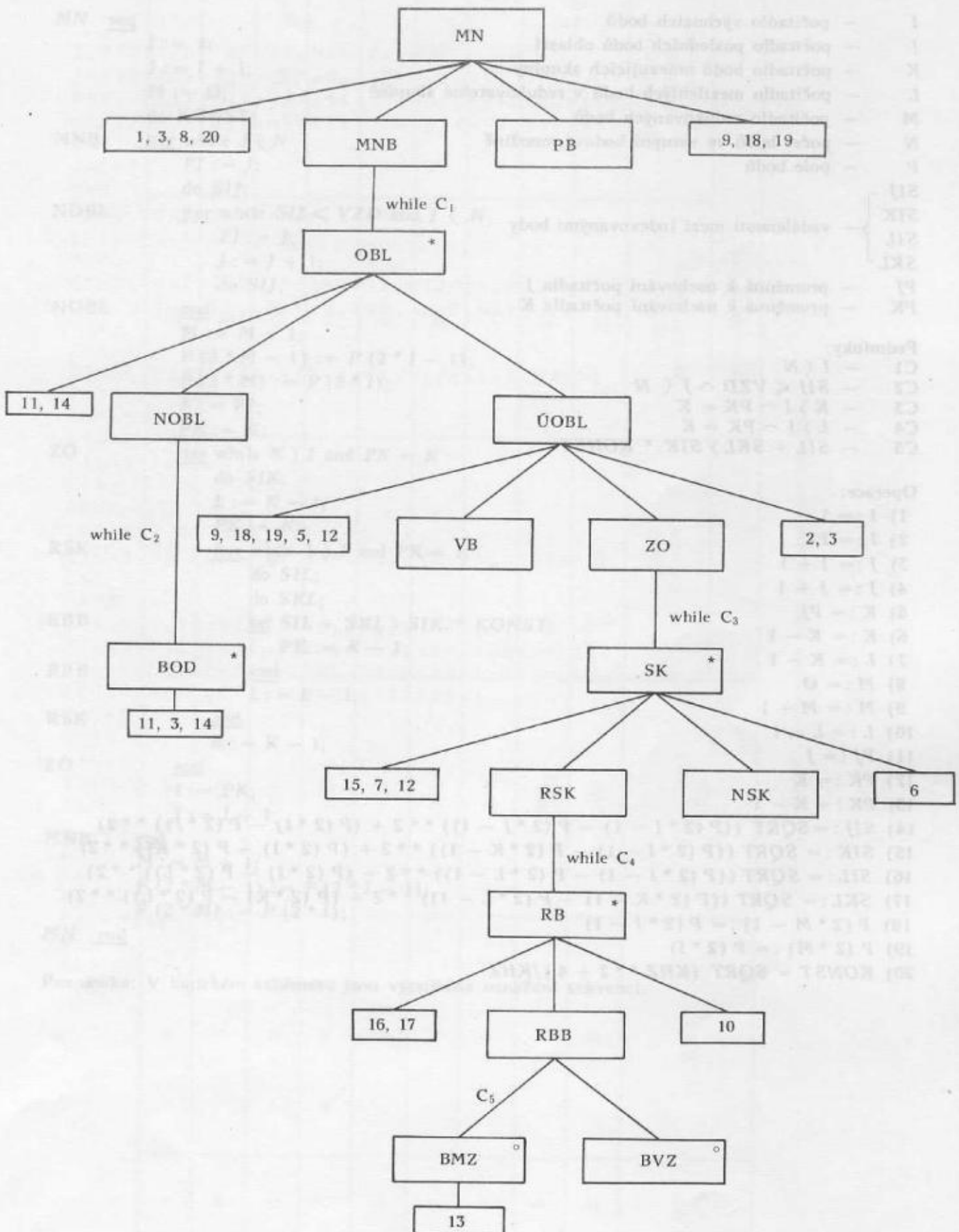


selekce



korespondence

# Struktura programu



Vysvětlivky:

- $I$  — počítadlo výchozích bodů
- $J$  — počítadlo posledních bodů oblasti
- $K$  — počítadlo bodů omezujících skupiny
- $L$  — počítadlo mezilehlých bodů v redukovatelné skupině
- $M$  — počítadlo redukováných bodů
- $N$  — počet bodů ve vstupní bodové množině
- $P$  — pole bodů

- $SIJ$
  - $SIK$
  - $SIL$
  - $SKL$
- vzdálenosti mezi indexovanými body

- $PJ$  — proměnná k uschování počítadla  $J$
- $PK$  — proměnná k uschování počítadla  $K$

Podmínky:

- $C1$  —  $I < N$
- $C2$  —  $SIJ \leq VZD \wedge J < N$
- $C3$  —  $K > I \wedge PK = K$
- $C4$  —  $L > I \wedge PK = K$
- $C5$  —  $SIL + SKL > SIK * KONST$

Operace:

- 1)  $I := 1$
- 2)  $I := PK$
- 3)  $J := I + 1$
- 4)  $J := J + 1$
- 5)  $K := PJ$
- 6)  $K := K - 1$
- 7)  $L := K - 1$
- 8)  $M := \emptyset$
- 9)  $M := M + 1$
- 10)  $L := L - 1$
- 11)  $PJ := J$
- 12)  $PK := K$
- 13)  $PK := K - 1$
- 14)  $SIJ := \text{SQRT} ((P(2 * I - 1) - P(2 * J - 1)) ** 2 + (P(2 * I) - P(2 * J)) ** 2)$
- 15)  $SIK := \text{SQRT} ((P(2 * I - 1) - P(2 * K - 1)) ** 2 + (P(2 * I) - P(2 * K)) ** 2)$
- 16)  $SIL := \text{SQRT} ((P(2 * I - 1) - P(2 * L - 1)) ** 2 + (P(2 * I) - P(2 * L)) ** 2)$
- 17)  $SKL := \text{SQRT} ((P(2 * K - 1) - P(2 * L - 1)) ** 2 + (P(2 * K) - P(2 * L)) ** 2)$
- 18)  $P(2 * M - 1) := P(2 * I - 1)$
- 19)  $P(2 * M) := P(2 * I)$
- 20)  $KONST = \text{SQRT} (KHZ ** 2 + 4.) / KHZ$



Logické schéma:

MN	<u>seq</u>	<pre>I := 1; J := I + 1; M := Ø; do KONST;</pre>		
MNB	<u>iter</u>	while $I < N$ <pre>PJ := J; do SIJ;</pre>		
NOBL	<u>iter</u>	while $SIJ < VZD$ and $J < N$ <pre>PJ := J; J := J + 1; do SIJ;</pre>		
NOBL	<u>end</u>	<pre>M := M + 1; P (2 * M - 1) := P (2 * I - 1); P (2 * M) := P (2 * I); K := PJ; PK := K;</pre>		
ZO	<u>iter</u>	while $K > I$ and $PK = K$ <pre>do SIK; L := K - 1; PK := K;</pre>		
RSK	<u>iter</u>	while $L > I$ and $PK = K$ <pre>do SIL; do SKL;</pre>		
RBB	<u>sel</u>	$SIL + SKL > SIK * KONST$ <pre>PK := K - 1;</pre>		
RBB	<u>end</u>	$L := L - 1;$		
RSK	<u>end</u>	$K := K - 1;$		
ZO	<u>end</u>	<pre>I := PK; J := I + 1;</pre>		
MNB	<u>end</u>	<pre>M := M + 1; P (2 * M - 1) := P (2 * I - 1); P (2 * M) := P (2 * I);</pre>		
MN	<u>end</u>			

Poznámka: V logickém schématu jsou vypuštěna označení sekvencí.

Tabulka výpočetních časů pro množinu 536 bodů

Poř. číslo	KHZ	VZD [10 <sup>-2</sup> mm]	Čas výpočtu [s]		
			původní redukce	strukturovaná redukce	strukturovaná redukce s optimalizací
1	3	300	28	20	15
2	3	600	27	22	19
3	3	900	26	21	20
4	4	300	28	20	16
5	4	600	27	21	19
6	4	900	27	22	20
7	5	300	28	20	16
8	5	600	27	22	20
9	5	900	28	24	21

## Strukturovaný podprogram

```

SUBROUTINE RMN(P,N,KHZ,VZD)
INTEGER I,J,K,L,M,N,PJ,PK,KHZ
REAL P(1),SIJ,SIK,SIL,SKL,KONST,X1,Y1,X2,Y2
S(X1,X2,Y1,Y2)=SQRT((X1-X2)**2+(Y1-Y2)**2)
I=1
J=I+1
M=0
KONST=SQRT(KHZ**2+4.)/KHZ
1 IF(I.GE.N)GOTO 8
PJ=J
SIJ=S(P(2*I-1),P(2*J-1),P(2*I),P(2*J))
2 IF(.NOT.(SIJ.LE.VZD.AND.J.LT.N))GOTO 3
PJ=J
J=J+1
SIJ=S(P(2*I-1),P(2*J-1),P(2*I),P(2*J))
GOTO 2
3 M=M+1
P(2*M-1)=P(2*I-1)
P(2*M)=P(2*I)
K=PJ
PK=K
4 IF(.NOT.(K.GT.I.AND.PK.EQ.K))GOTO 7
SIK=S(P(2*I-1),P(2*K-1),P(2*I),P(2*K))
L=K-1
PK=K
5 IF(.NOT.(L.GT.I.AND.PK.EQ.K))GOTO 6
SIL=S(P(2*I-1),P(2*L-1),P(2*I),P(2*L))
SKL=S(P(2*K-1),P(2*L-1),P(2*K),P(2*L))
IF(SIL+SKL.GT.SIK*KONST)PK=K-1
L=L-1
GOTO 5
6 K=K-1
GOTO 4
7 I=PK
J=I+1
GOTO 1
8 M=M+1
P(2*M-1)=P(2*I-1)
P(2*M)=P(2*I)
N=M
END

```



Strukturovaný podprogram s optimalizací

```

SUBROUTINE RMO(P,N,KHZ,VZD)
INTEGER I,J,K,M,N,PJ,KHZ
REAL P(1),SIJ,PSIJ,SIK,SJK,KONST
I=1
J=I+1
M=0
KONST=SQRT(KHZ**2+4.)/KHZ
1 IF(I.GE.N)GOTO 7
2 SIJ=SQRT((P(2*I-1)-P(2*J-1))**2+(P(2*I)-P(2*J))**2)
IF(.NOT.(SIJ.LE.VZD.AND.J.LT.N))GOTO 3
PSIJ=SIJ
J=J+1
GOTO 2
3 M=M+1
P(2*M-1)=P(2*I-1)
P(2*M)=P(2*I)
PJ=I+1
J=J-1
K=J-1
4 IF(K.LE.I)GOTO 6
SIK=SQRT((P(2*I-1)-P(2*K-1))**2+(P(2*I)-P(2*K))**2)
SJK=SQRT((P(2*J-1)-P(2*K-1))**2+(P(2*J)-P(2*K))**2)
IF(SIK+SJK.GT.PSIJ*KONST)GOTO 5
K=K-1
PJ=J
GOTO 4
5 J=J-1
PSIJ=SQRT((P(2*I-1)-P(2*J-1))**2+(P(2*I)-P(2*J))**2)
PJ=J
K=J-1
GOTO 4
6 I=PJ
J=I+1
GOTO 1
7 M=M+1
P(2*M-1)=P(2*I-1)
P(2*M)=P(2*I)
N=M
END

```

## Původní podprogram

```

SUBROUTINE REDMN(POLE,N,KH,DE)
DIMENSION POLE(1)
I=1
M=1
1 J=1
2 IF(I+J.EQ.N)GOTO 6
K=I+J
R=SQRT((POLE(2*I-1)-POLE(2*K-1))**2+(POLE(2*I)-POLE(2*K))**2)
IF(DE.LT.R)GOTO 3
J=J+1
GOTO 2
3 J=J-1
L=I+J-1
K=I+J
R=SQRT((POLE(2*I-1)-POLE(2*K-1))**2+(POLE(2*I)-POLE(2*K))**2)
4 IF(L.LT.I)GOTO 5
S=SQRT((POLE(2*I-1)-POLE(2*L-1))**2+(POLE(2*I)-POLE(2*L))**2)
T=SQRT((POLE(2*L-1)-POLE(2*K-1))**2+(POLE(2*L)-POLE(2*K))**2)
S=S+T
U=R*SQRT(KH**2+4.)/KH
IF(S.GT.U)GOTO 3
L=L-1
GOTO 4
5 IF(J.EQ.0) J=J+1
POLE(2*M-1)=POLE(2*I-1)
POLE(2*M)=POLE(2*I)
M=M+1
I=I+J
GOTO 1
6 IF(J.NE.1)GOTO 3
POLE(2*M-1)=POLE(2*I-1)
POLE(2*M)=POLE(2*I)
M=M+1
K=I+J
POLE(2*M-1)=POLE(2*K-1)
POLE(2*M)=POLE(2*K)
N=M
END

```

### 3. Závěr

Datově orientované strukturované programování bylo aplikováno na jednoduchém, ale z hlediska kartografických úloh typickém problému redukce v bodové množině. Výsledky řešení potvrdily vlastnosti této programátorské, možná projektantské techniky.

Strukturovaný podprogram redukce je přehlednější, srozumitelnější, neobsahoval žádné logické ani syntaktické chyby, což se nedalo tvrdit o nestruturovaném podprogramu. Že je strukturovaný návrh opravdu nejrychlejší variantou redukce, vyplývá z tabulky výpočetních časů pro množinu 536 bodů pořízenou digitalizací kartografické čáry v časovém režimu. Úplné ověření bylo samozřejmě provedeno na reprezentativní množině parametrů a se souborem kartografických čar.

Strukturované programování poskytuje možnost sestavit pro zadanou úlohu odpovídající program, aniž práce řešitele závisí na momentálním nápadu či intuici. Uvedený technologický postup zvyšuje produktivitu práce, minimalizuje ladění na počítači, usnadňuje aktualizaci programu nebo programového systému. Významným přínosem strukturovaného programování je standardizace činností a zkvalitnění řízení práce programátorského týmu.

```
1 J=1  
2 GOTO 2  
3 N=M+1  
4 P(2*N-1)=P(2+1-1)  
5 R(2*N-1)=R(2+1-1)+R(2*N-2)+R(2*N-3)  
6 P(2*N)=P(2*N-1)+P(2*N-2)  
7 R(2*N)=R(2*N-1)+R(2*N-2)+R(2*N-3)  
8 N=N+1  
9 IF N=536 GOTO 10  
10 PRINT P(2*N), R(2*N)  
11 GOTO 2  
12 END
```

#### Literatura:

1. DRBAL, P. — VANÍČEK, J.: Technologie strukturovaného programování. [Učební texty.] Praha, Kancelářské stroje, k. ú. o., 1982.
2. MORAVEC, D.: Metody automatizované generalizace na vojenských speciálních mapách. [Kandidátská disertace.] Brno 1981. — Vojenská akademie A. Zápotockého.

Do redakce došlo dne 26. 3. 1984.



## Obecný model systému kartografické generalizace

Postupné zavádění automatizace do kartografické tvorby je doprovázeno novými požadavky na rozvoj teoretické, vědeckotechnické i praktické kartografie. Jedním z nosných procesů, které ovlivní úspěšnost zavádění automatizace, je kartografická generalizace.

Konvenční technologie, které dodnes v československé i zahraniční kartografické tvorbě převládají, řeší kartografickou generalizaci prakticky stejně jako v počátcích mapové tvorby. Obecné zkušenosti generací tvůrců mapy jsou shrnuty do vesměs verbálně formulovaných pravidel a pokynů, které bývají doplněny převážně censálními ustanoveními o výběru jednotlivých prvků. Právě ve volně formulovaných pravidlech spočívá nejednotnost jejich výkladu a subjektivní přístup k jejich realizaci. Do popředí odborného zájmu vystupuje požadavek na zkoumání možností objektivizace procesu kartografické generalizace, na jeho algoritmizaci a komplexní řešení, tj. řešení ve všech souvislostech mezi zobrazovanými objekty a jevy reálného komplexu krajinné sféry.

V řadě publikovaných prací byly sděleny informace o dosažených dílčích úspěších při automatizaci jednotlivých geografických prvků nebo samostatných generalizačních metod. Pro podrobnou analýzu a postupné řešení jednotlivých částí kartografické generalizace, které by byly integrovatelné do systému komplexního řešení automatizované tvorby, vzniká potřeba vytvořit jednotné matematické vyjádření celého procesu, které přispěje k objektivizaci.

Obsahem článku je popis kartografické generalizace prostřednictvím matematických modelů. V textu je uplatněn systémový přístup s využitím základních pravidel, která formuloval Langefors [8] a byla autorem příspěvku uvedena [5].

### 1. Modelové vyjádření podstatného okolí systému kartografické generalizace

Aslanikišvili [1] vytvořil filozofické pojetí kartografie. Vycházel z kategorií prostor a čas, na které aplikoval teorii poznání. Kartografii vymezil předmět poznání, její objektivní jazyk a metodu. Kartografickou generalizaci definoval jako součást kartografické metody. Rozlišil dvě základní stránky generalizace: *k a r t o g r a f i c k é a b s t r a h o v á n í* jako zjednodušený odraz konkrétního prostoru, předmětů a jevů objektivní reality a *k a r t o g r a f i c k é z e v š e o b e c n ě n í* jako objemové a obsahové zevšeobecnění obsahu předmětů kartografického zobrazení. Generalizační výběr neodlišuje od pojmu zevšeobecnění.

Pro analýzu procesu automatizované tvorby map a systému jejího řešení bude používáno **modelové vyjádření předmětu kartografického poznání**. Při popisu modelů budou užívány následující symboly:  $( \dots )$  pro  $n$ -tici,  $\{ \}$  pro množinu,  $[ \ ]$  pro uspořádanou množinu.

Každá část systému přijímá z podstatného okolí informace pro vlastní činnost, které nazýváme vstupem. Podstatné okolí systému (části systému) očekává výsledek, který nazýváme výstupem.

V s t u p e m do části (podsystemu) teoretické, vědeckotechnické i praktické kartografie je objektivní realita (teritoriální komplex krajinné sféry). Chápeme ji jako množinu všech objektů a jevů v jejich vzájemných vztazích. Objekty a jevy, které budou objektem kartografické metody poznání v reálném komplexu krajinné sféry, budeme označovat jako *g e o g r a f i c k é p r v k y*. Jejich existence je nezávislá na našem vědomí, vyskytují se v obecném prostoru a čase. Kvantitativní a kvalitativní charakteristiky teritoria, objektů, jevů a jejich vztahů, čímž rozumíme definici prostoru, času, stanovení jednotek měření, hodnot rozměrů objektů, jejich typizaci, kvalifikaci jevů, kvalifikaci vztahů atd., nejsou v objektivní realitě ještě určeny. Znázornění objektivní reality *m o d e l e m r e á l n ě h o k o m p l e x u k r a j i n n ě s f é r y* je uvedeno ve vztahu (1).

$$R_{s(t)} = \{o_1, o_2, \dots, o_t, \dots, o_n, j_1, j_2, \dots, j_t, \dots, j_m\}, \quad (1)$$

kde

- $o_i$  — objekty reálného komplexu krajinné sféry,
- $j_i$  — jevy reálného komplexu krajinné sféry,
- $R_{s(t)}$  — model reálného komplexu krajinné sféry,
- $s$  — prostor,
- $t$  — čas.

Aplikací metod měření, typizace, kvalifikace a kvantifikace na model reálného komplexu krajinné sféry vznikají informace o objektech a jevech. Rozsah, přesnost a podrobnost informací jsou stanoveny účelem a požadavky na výsledný kartografický produkt (mapu, kartogram, kartodiagram atd.). Při zobrazení množiny geografických prvků do tvaru geografických informací je realizován proces výběru geografických prvků z množin objektů a jevů reálného komplexu krajinné sféry. Uvedený proces řeší s **b ě r i n f o r m a c í**. Libovolná informace o geografickém prvku musí jednoznačně stanovit:

- definici vztahu ke způsobu vyjádření v prostoru, tj. určení druhu prostorového souřadnicového určování prvku, matematické vyjádření fyzikálních vlastností objektů nebo charakteristik jevů ( $S_i$ ),
- typ geografického prvku ( $GP_i$ ),
- kvantitativní určení ( $KV$ ),
- kvalitativní charakteristiky ( $Q$ ),
- vyjádření vztahu k ostatním geografickým prvkům ( $V$ ),
- další informace ( $D$ ), které zpřesňují geografický prvek z hlediska jeho následného využití (pro kartografické, geografické, národohospodářské a jiné účely).

Model reálného komplexu krajinné sféry se zobrazí na model geografických informací:

$$R_{s(t)} \rightarrow R_{s(t)}^{ge},$$

který můžeme popsat následujícím způsobem:

$$R_{s(t)}^{ge} = (GP_1, GP_2, \dots, GP_i, \dots, GP_n), \quad (2)$$

$$GP_i = \{(S_1, \{[GE]\}), (S_2, \{[GE]\}), \dots, (S_i, \{[GE]\}), \dots, (S_n, \{[GE]\})\}, \quad (3)$$

$$GE = (KV, Q, V, D). \quad (4)$$

Jediný výskyt  $i$ -tého geografického prvku, obzvláště u objektů liniového charakteru, bývá vyjádřen množinou elementů, tj. základních entit geografické informace ( $GE$ ).

V automatizované kartografii se ze získaných informací tvoří báze dat nebo banky dat a hovoříme o s **b ě r u d a t**. Obecně dochází k procesu zobrazení modelu geografických informací na model geografických dat:

$$R_{s(t)}^{ge} \rightarrow R_{s(t)}^{gd},$$

jehož typickým znakem je převod do jednotného druhu prostorového souřadnicového určování všech geografických prvků ( $S_{ge}$ ). Realizací modelu geografických dat je ukončen proces přetvoření vnímané objektivní reality v numerickou a je definován vstup do podsystému kartografické metody poznání.

$$R_{s(t)}^{gd} = (S_{ge}, GP_1, GP_2, \dots, GP_n), \quad (5)$$

$$GP_i = [GE_1^d, GE_2^d, \dots, GE_j^d, \dots, GE_n^d]. \quad (6)$$

$GE_i^d$  — element, základní ukládací jednotka dat geografické informace (zobrazení elementů geografických informací na data),

$n$  — počet druhů geografických prvků.

Horová [2] takto vyjádřený model označuje jako konkrétní prostor.

Realizací modelu geografických dat vznikají datové báze, které mohou být účelně organizovány v bance geografických dat. Časová a ekonomická náročnost procesu sběru dat vyžaduje, aby informace, uložené zejména v položce  $D$  ze vztahu (4), byly dostatečně široké a umožňovaly mnohoúčelové využití nejen kartografické účely. Vícenásobné využití předpokládá pravidelnou údržbu a aktualizaci datové báze.

V předchozím textu byl pomocí matematických modelů definován vstup pro část obecného systému poznání, tj. pro kartografickou metodu poznání. Na stejné úrovni budeme hodnotit i očekávaný výstup řešení, kterým je výsledný kartografický produkt.

V dalším textu bude používán jen pojem mapa. Od mapy je očekáváno, že objektivně, prostřednictvím svého jazyka (speciálních obrazově znakových modelů) vytvoří obraz teritoriálního komplexu krajinné sféry jako zmenšený a zevšeobecněný odraz objektivní reality, který je znázorněn modelem mapy.

$$R'_{s(t)} = (S_{ka}, P_{GP_1}, P_{GP_2}, \dots, P_{GP_i}, \dots, P_{GP_n}), \quad (7)$$

kde

$S_{ka}$  — systém kartografického vyjádření geografických prvků, definující kartografické zobrazení a souřadnicovou rekonstrukci geografických prvků,

$P_{GP_i}$  — množina obrazů (picture)  $i$ -tého geografického prvku.

Rozdíl mezi skutečnou objektivní realitou a vjemem, dosaženým z mapy, nazývá Ratajski stupněm správnosti převodu [11].

Definicí výstupu (modelu mapy) ze systému komplexní automatizace tvorby a obnovy map je uzavřena definice podstatného okolí systému v systému geografických věd. V následující části bude analyzován vlastní systém formou určení obecného modelu systému kartografické generalizace.

## 2. Obecný model systému kartografické generalizace

Do procesu kartografické tvorby vstupují tyto základní informace:

— g e o g r a f i c k á d a t a, definovaná modelem geografických dat ( $R_s^{gd}$ ) ve vztahu (5);  
— d o p l ň k o v é i n f o r m a c e, které určují souřadnicové systémy geografických dat a informací, jejich sémantickou (konceptuální), logickou, případně fyzickou strukturu, stanovují stáří informací, jejich přesnost, a další informace, které dokreslují kvalitu informací a dat;

— p o ŝ a d a v k y n a t v o r b u m a p y, z nichž je nejdůležitější účel mapy. Jemu odpovídá měřítko a stanovení prostředků grafického vyjádření, které jsou formalizovány množinou předpisů, směrnic a pravidel pro kartografickou tvorbu. (Předpisy, směrnice a pravidla mají charakter zobecněné zkušenosti.) Vlastností konkrétního modelu reálného komplexu krajinné sféry je charakter zobrazovaného území.

Proces zpracování geografických dat vzhledem k jejich kvalitativním změnám můžeme rozčlenit do tří etap, které jsou popsány v následujícím textu.

### 2.1. Vytvoření kartografických dat

Model geografických dat je zobrazen na model kartografických dat:

$$R_s^{gd} \rightarrow R'_{s(t)}^{kd}$$

přičemž účel mapy ovlivňuje:

- celkový počet typů vybíraných geografických prvků,
- transformaci lokalizačních dat do roviny kartografického zobrazení a změnu měřítka.

$$R'_{s(t)}^{kd} = (S_{ka}, GP_1^{ki}, GP_2^{ki}, \dots, GP_i^{ki}, \dots, GP_m^{ki}), \quad (8)$$



$$GP_i^{ki} = [KI_1, KI_2, \dots, KI_j, \dots, KI_n], \quad (9)$$

$$KI_j = [(KV', Q', V', D')_j^p]. \quad (10)$$

$GP_i^{ki}$  — množina objektů  $i$ -tého geografického prvku transformovaná do vyjádření kartografickými informacemi,

$KI_j$  — uspořádaná množina elementů kartografických dat  $j$ -tého výskytu  $i$ -tého geografického prvku,

$m$  — počet vybraných typů geografických prvků v modelu reálného komplexu krajinné sféry,

$n$  — počet výskytů  $i$ -tého geografického prvku,

$p$  — počet elementů kartografických dat  $j$ -tého výskytu  $i$ -tého geografického prvku,

$KV'$  — kvantitativní určení elementu kartografických dat,

$Q'$  — kvalitativní charakteristika elementu kartografických dat,

$V'$  — definice vztahu elementu k jiným elementům kartografických dat,

$D'$  — další vybraná data pro zpřesnění charakteristik elementu kartografických dat.

Odlišení geografických a kartografických dat spočívá ve změně jejich kvality. Geografická data musí být využitelná nejen pro kartografické aplikace, jsou tedy obecnější, i když byla získána kartometrickými metodami, například digitalizací kartografického podkladu.

## 2.2. Vytvoření grafických dat

V procesu kartografické tvorby jsou kartografická data zobrazována na data grafická, která určují konkrétní zobrazení geografických prvků do požadovaného grafického vyjádření. Model konkrétního reálného komplexu krajinné sféry, vyjádřený kartografickými daty ( $R'_{s(t)}^{kd}$ ), se zobrazí na model grafických dat ( $R'_{s(t)}^{gr}$ ).

$$R'_{s(t)}^{gr} = (S_{gr}, GR_1^d, GR_2^d, \dots, GR_i^d, \dots, GR_n^d), \quad (11)$$

$$GR_i^d = \{[E_{gr}]\}, \quad (12)$$

$$[E_{gr}] = [(X, Y)]. \quad (13)$$

$GR_i^d$  — množina elementů  $i$ -tého grafického prvku,

$E_{gr}$  — element  $i$ -tého grafického prvku jako uspořádaná množina jeho definičních bodů,

$(X, Y)$  — souřadnice definičního bodu v lokálním souřadnicovém systému mapy,

$S$  — systém zobrazení grafických prvků, který definuje lokální souřadnicový systém mapy, tvary a rozměry grafických symbolů a jejich vztah ke grafickým datům.

Výskyt geografického prvku je určen množinou grafických dat a výsledný vjem (chápání) znaku jako prvku vznikne jejich realizovanou kompozicí.

## 2.3. Zobrazení grafických dat

Závěrečnou etapou je zobrazení modelu grafických dat na model mapy (viz vztah (7)):

$$R'_{s(t)}^{gr} \rightarrow R'_{s(t)},$$

$$R'_{s(t)} = (S_{ka}, P_{GP_1}, P_{GP_2}, \dots, P_{GP_i}, \dots, P_{GP_n}),$$

$$P_{GP_i} = \{[GR_{(i),1}^d, GR_{(i),2}^d, \dots, GR_{(i),c}^d]\}_1^p. \quad (14)$$

$GR_{(i),j}^d$  — množina elementů  $j$ -tého grafického prvku, zobrazující část  $i$ -tého geografického prvku,

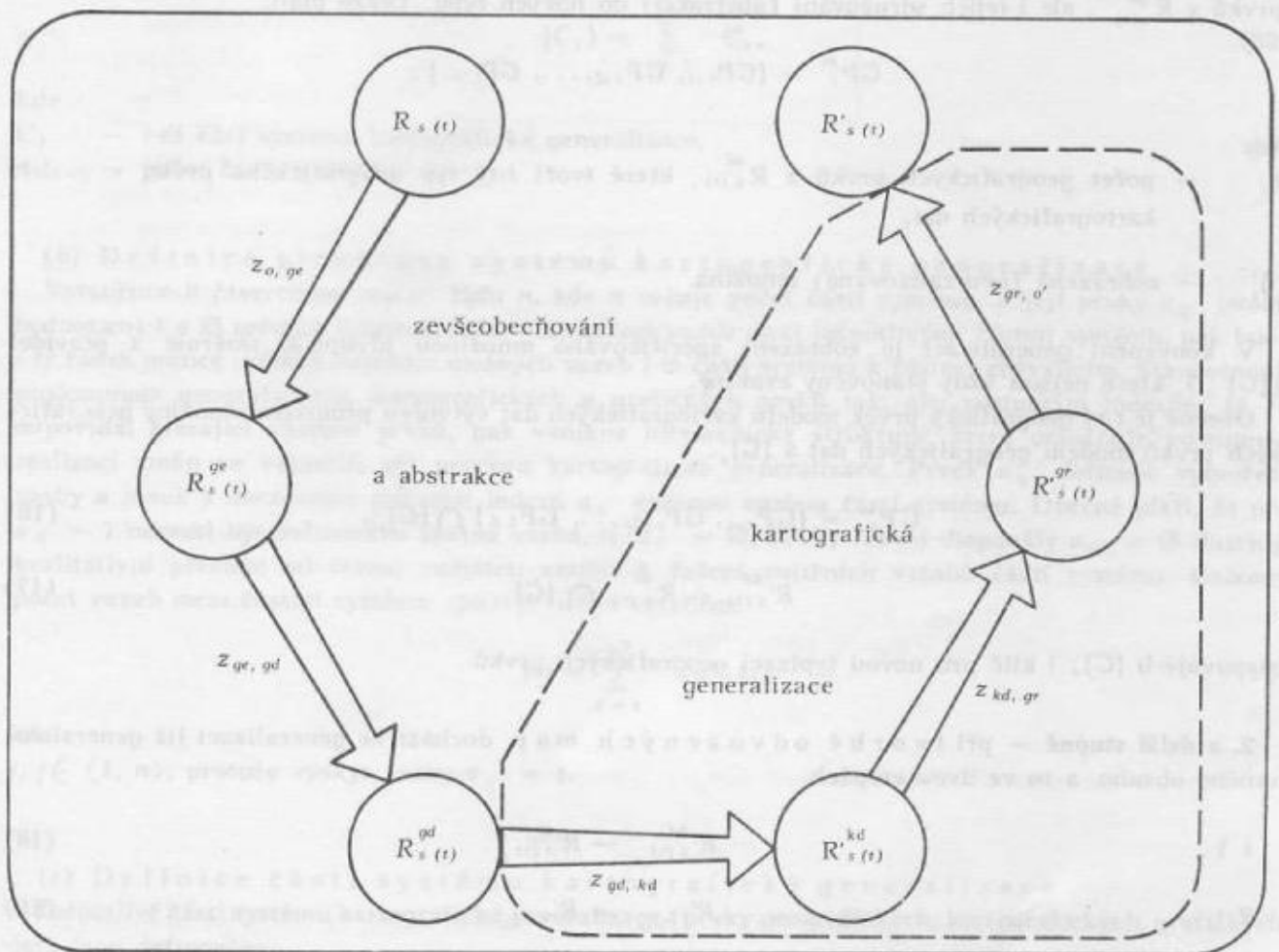
$c$  — počet grafických prvků, které zobrazují  $i$ -tý geografický prvek,

$p$  — počet obrazů  $i$ -tého geografického prvku.

Na obr. 1 je znázorněno místo kartografické generalizace v procesu zevšeobecnování a abstrakce modelů reálného komplexu krajinné sféry. Spojnice mezi jednotlivými modely (z.,) znázorňují procesy zobrazení původního modelu na nový. Kartografická generalizace jako odraz zevšeobecnování



a abstrakce v kartografické metodě poznání skutečnosti se projeví ve spojnicích  $Z_{gd, kd}$ ,  $Z_{kd, gr}$ ,  $Z_{gr, o'}$ . Z obr. 1 je zřejmé, že kartografická generalizace je proces několikastupňového zevšeobecnování.



Obr. 1 Kartografická generalizace v procesu zevšeobecnování a abstrakce modelů reálného komplexu krajinné sféry

- $R_s(t)$  — model reálného komplexu krajinné sféry
- $R_s^{ge}(t)$  — model geografických informací reálného komplexu krajinné sféry
- $R_s^{gd}(t)$  — model geografických dat reálného komplexu krajinné sféry
- $R'_s^{gd}(t)$  — model grafických dat reálného komplexu krajinné sféry
- $R'_s^{kd}(t)$  — model kartografických dat reálného komplexu krajinné sféry
- $R'_s(t)$  — model mapy reálného komplexu krajinné sféry
- $z, \dots$  — proces zobrazení původního modelu na nový

**1. stupeň** — prvotní znázornění geografických dat kartografickými daty, což představuje vytvoření kartografických dat pro výchozí (základní) mapu, v automatizované kartografii vytvoření banky kartografických dat reálného komplexu krajinné sféry.

Cílové atributy položky  $S_{ko}$  ze vztahu (8), které ovlivňují míru 1. stupně kartografické generalizace jsou především:

- kartografické zobrazení, které vzhledem k souřadnicové soustavě geografických dat, určující rozměr prvků v  $(X, Y, Z)$  nebo  $(X, Y)$ , stanovuje exaktně matematické vztahy transformace;
- měřítko základní mapy (1:ME);
- typizace geografických prvků pro základní mapu, která ovlivňuje nejen výběr geografických prvků z  $R_{s(t)}^{gd}$ , ale i jejich sdružování (abstrakci) do nových typů. Takže platí:

$$GP_i^{ki} = \{GP_{i,1}, GP_{i,2}, \dots, GP_{i,d}\}'$$

- kde
- $d$  – počet geografických prvků z  $R_{s(t)}^{gd}$ , které tvoří  $i$ -tý typ geografického prvku v modelu kartografických dat,
  - $\{\}'$  – zobrazená (generalizovaná) množina.

V konvenční generalizaci je zobrazení specifikováno množinou předpisů, směrnic a pravidel  $\{(G)_z\}$ , které nejsou vždy stanoveny exaktně.

Obecně je  $i$ -tý geografický prvek modelu kartografických dat vytvořen průnikem množiny geografických prvků modelu geografických dat s  $\{(G)_z\}$ .

$$GP_i^{ki} = \{GP_{i,1}, GP_{i,2}, \dots, GP_{i,d}\} \cap \{(G)_z\}, \quad (16)$$

$$R'_{s(t)}^{kd} = R_{s(t)}^{gd} \cap \{(G)_z\}, \quad (17)$$

stanovuje-li  $\{(G)_z\}$  i klíč pro novou typizaci geografických prvků.

**2. a další stupně** – při tvorbě odvozených map dochází ke generalizaci již generalizovaného obsahu, a to ve dvou etapách:

$$1) \quad R'_{s(t)_o}{}^{kd} \rightarrow R'_{s(t)_o}{}^{gr}, \quad (18)$$

$$2) \quad R'_{s(t)_o} \rightarrow R'_{s(t)_o}, \quad (19)$$

kde

- $v, o$  – měřítko výchozí a odvozené.

Generalizace je realizována vzhledem k měřítku výchozí mapy:

(a) skokem, tj. ze základního měřítka 1:ME<sub>z</sub> do 1:ME<sub>i</sub>:

$$R'_{s(t)_i} = R'_{s(t)_o}{}^{kd} \cap \{(G)_{z \rightarrow i}\}; \quad (20)$$

(b) postupně, tj. z měřítka 1:ME<sub>i</sub> do 1:ME<sub>j</sub>:

$$R'_{s(t)_j} = R'_{s(t)_i} \cap \{(G)_{i \rightarrow j}\}. \quad (21)$$

Postupná realizace měřítkových přechodů při automatizované kartografické generalizaci by vyžadovala vytváření nových bank kartografických dat nebo datovýchází se současným průmětem změn výchozích podmínek do vlastní algoritmizace kartografické generalizace  $\{(G)_{i \rightarrow j}\}$ . Jestliže budou algoritmy generalizačních postupů dostatečně obecné, pak bude při odvozování skokem zachována obsahová návaznost objektů a jevů i v celé měřítkové řadě.

Kartografická generalizace modelu reálného komplexu krajinné sféry neobsahuje všechny možné varianty řešení, ale systém automatizované kartografické generalizace je musí zvažovat a algoritmicky řešit. Aplikujeme-li 4 úlohy systémové práce, pak pro libovolný stupeň kartografické generalizace platí následující určení systému.

(a) Definice systému kartografické generalizace jako množiny částí

Části systému tvoří všechny předpokládané prvky (geografických, kartografických, grafických dat), které budou generalizovány.

$$\{C_i\} = \sum_{i=1}^n C_i, \quad (22)$$

kde

$C_i$  —  $i$ -tá část systému kartografické generalizace,

$n$  — počet částí systému.

(b) Definice struktury systému kartografické generalizace

Vytvoříme-li čtvercovou matici řádu  $n$ , kde  $n$  určuje počet částí systému, a její prvky  $a_{ij}$  budou hodnotami 1 a  $\emptyset$  určovat existenci nebo neexistenci vazeb mezi jednotlivými částmi systému, pak bude  $i$ -tý řádek matice určovat množinu možných vazeb  $i$ -té části systému k částem zbývajícím. Stanovíme-li posloupnost geografických, kartografických a grafických prvků tak, aby rostoucím indexům  $(i, j)$  odpovídal klesající význam prvků, pak vznikne hierarchická struktura, která umožňuje postupnou realizaci změn ve vztazích při procesu kartografické generalizace. Prvek  $a_{ij}$  definuje vytvoření vazby a prvek s obráceným pořadím indexů  $a_{ji}$  zpětnou vazbou částí systému. Obecně platí, že pro  $a_{ij} = 1$  nemusí být definována zpětná vazba, tj.  $a_{ji} = \emptyset$ . Prvky hlavní diagonály  $a_{ii} = \emptyset$  ilustrují kvalitativní přechod od řešení vnějších vztahů k řešení vnitřních vztahů částí systému. Celkový počet vazeb mezi částmi systému ( $po$ ) je určen vztahem:

$$po = \sum_{k=1}^{n^2} (a_{ij})_k, \quad (23)$$

kde

$i, j \in \langle 1, n \rangle$ , protože výskyt vazby  $a_{ij} = 1$ .

(c) Definice částí systému kartografické generalizace

Jednotlivé části systému kartografické generalizace (prvky geografických, kartografických, grafických dat) jsou definovány:

- **strukturou**,
- **hodnotovým vyjádřením**, které je soustředěno v elementech a reprezentováno druhy prvků základních entit,
- **apriorními charakteristikami**, které nejsou vyjádřeny ani hodnotou, ani strukturou, ale vyplývají z logiky technologických postupů sběru dat nebo známých vlastností geografických objektů a jevů.

Jestliže vytvoříme seznam všech druhů výše uvedených charakteristik všech částí systému kartografické generalizace a budeme jej nazývat parametry systému ( $pa$ ), pak jejich uspořádaná množina definuje část systému ( $C_i$ ).

$$C_i = [pa_{1i}, pa_{2i}, \dots, pa_{ji}, \dots, pa_{mi}]. \quad (24)$$

$pa_{ji}$  —  $j$ -tý druh parametru v  $i$ -té části systému, kde  $j \in \langle 1, m \rangle$ ,

$m$  — počet druhů parametrů.

Vytvoříme matici typu  $(n, m)$ , kde  $n$  bude určovat počet částí systému a  $m$  počet druhů parametrů a prvky matice  $b_{ij}$  budou hodnotami  $\emptyset$  a 1 označovat výskyt  $j$ -tého druhu parametru v  $i$ -té části systému. Takováto matice definuje strukturální dekompozici celého systému kartografické generalizace do úrovně elementárních parametrů, tedy takových přesně definovaných datových položek, jejichž různé hodnoty přímo ovlivňují způsob generalizace. Seznam parametrů  $i$ -té části systému je zřejmý z  $i$ -tého řádku matice a seznamu částí, v kterých se vyskytuje  $j$ -tý parametr, je v  $j$ -tém sloupci. Rozlišení úrovně struktury v parametrech umožňuje generalizaci nejen elementů, ale i jejich seskupení. Vyšší úroveň struktury je pojmovým zevšeobecněním úrovně v rámci jedné části systému, případně více částí systému.

(d) Určení systému kartografické generalizace

Ve vztahu (16) jsme kartografickou generalizací označili  $\{G\}_z$ , ve vztahu (20) —  $\{G\}_{z-i}$ , (21) —  $\{G\}_{i-j}$ . Obecně budeme používat symbol  $G$ . Realizaci kartografické generalizace můžeme vyjádřit:

$$G = \sum_{i=1}^n g_i \sum_{j=1}^p (C_{i,j}), \quad (25)$$

kde

$i \in \langle 1, n \rangle$  a  $j \in \langle 1, p \rangle$ ,

$$g_i = [g_{1i}, g_{2i}, \dots, g_{ki}, \dots, g_{hi}], \quad (26)$$

$g_i$  — posloupnost generalizačního postupu  $i$ -té části systému,

$g_{ki}$  —  $k$ -tý generalizační postup  $i$ -té části systému, kde  $k \in \langle 1, h_i \rangle$ ,

$n$  — počet částí,

$p$  — počet výskytů části systému,

$h_i$  — počet generalizačních postupů  $i$ -té části (posloupnosti).

Pro všechny generalizační postupy ( $g_{ki}$ ) celého systému vytvoříme uspořádané množiny těch parametrů ( $pa_{ji}$ ), které jsou  $k$ -tým postupem zpracovávány ( $pa_{ji}$  je definován ve vztahu (24)).

$$g_{ki} = [pa_{1i}, pa_{2i}, \dots, pa_{ji}, \dots, pa_{mi}], \quad (27)$$

kde

$j \in \langle 1, m \rangle$ .

Celkový počet generalizačních postupů ( $po_{gp}$ ) vypočteme ze vztahu:

$$po_{gp} = \sum_{i=1}^n h_i. \quad (28)$$

Jestliže setřídíme množiny generalizačních postupů  $\{g_{ki}\}$  podle druhů a počtů parametrů ( $pa_{ji}$ ), pak ty za sebou následující generalizační postupy, jejichž seznamy parametrů se od sebe liší pouze indexy  $i$  a algoritmické řešení je použitelné pro více částí systému, označujeme jako metody kartografické generalizace.

Obecné rozřídění metod kartografické generalizace bylo uvedeno řadou autorů ([7], [9], [13]):

- metoda výběru,
- metoda zevšeobecnování tvarů,
- metoda zevšeobecnování kvalitativních a kvantitativních charakteristik,
- nahrazení obrazů jednotlivých předmětů jejich hromadným označením.

Staufenbiehl [68] uvádí tyto základní postupy při kartografické generalizaci: výběr, typizace, zobecnění, zjednodušení, zhodnocení, zvětšení, potlačení.

Ze vztahu (26) je evidentní, že jednotlivá metoda nebo postup řeší zpravidla jen část generalizace a bez vzájemného prolínání s ostatními metodami nebo postupy nedosáhne objektivních a homogenních výsledků. Základem objektivizace je posloupnost generalizačního postupu ( $g_i$ ), která v podstatě vždy určuje:

- generalizační výběr:
- kvalitativní složkou („CO“ vybrat),
- kvantitativní složkou („KOLIK“ vybrat),
- způsob zevšeobecnování a abstrakce:

určuje „JAK“ zevšeobecnit a abstrahovat v souladu s parametry ( $pa_{ji}$ ) ve vztahu (27). Druhy parametrů definují, zda jejich hodnoty budou zevšeobecnovány a abstrahovány. Vzhledem ke vztahům (4), (10), (24) můžeme určit následující základní úlohy zevšeobecnování:

- pro KV, KV':



- zevšeobecňování tvarů (pro lokalizační data liniových a aerálových objektů),
- zevšeobecňování dat kvantitativních charakteristik objektů a jevů,
- pro  $Q, Q'$ :
- zevšeobecňování dat kvalitativních charakteristik,
- pro  $V, V'$ :
- zevšeobecňování vztahů,
- pro  $D, D'$ :
- zevšeobecňování dalších dat,
- pro struktury:
- zevšeobecňování struktury,
- pro apriorní charakteristiky:
- zevšeobecňování apriorních charakteristik.

Sdružování jednotlivých výskytů geografických, kartografických a grafických prvků do jejich společného vyjádření (viz vztahy (15) a (22)) řeší **základní úlohy kartografické abstrakce** takto:

- pro více prvků téže části systému (uvnitř  $\{C_i\}$ ),
- pro sdružení několika částí systému ( $\{C_i, C_j, \dots, C_k\}$ ).

Kartografickou abstrakci je nutné řešit v jednotě složek objemových a obsahových.

### 3. Závěr

Výsledkem analýzy procesu vzniku a vytváření informací a dat o předmětech a jevech reálného komplexu krajinné sféry při tvorbě map je jejich zjednodušené vyjádření pomocí matematických modelů. Jednotlivé modely na obr. 1 vyjadřují kvalitativně odlišná zobrazení objektivní reality, přičemž proces měnící kvalitu výchozího modelu na nový je znázorněn spojnici z . . .

Kartografická generalizace je součástí spojníc  $z_{gd, kd}$ ,  $z_{kd, gr}$ ,  $z_{gr, o'}$ . Při využití modelového vyjádření byl definován obecný model systému kartografické generalizace. Podle Langeforse [8] jej můžeme označit jako „nepřehledný systém“, tj. takový systém, jehož počet částí a vzájemných vazeb je tak velký, že jeho celou strukturu nemůžeme sledovat najednou. Pro realizace takových systémů je doporučováno vycházet z prioritní tvorby podsystémů.

Komplexní automatizovaná kartografická generalizace (G) spočívá v algoritmizaci, programovém řešení a ověření:

- jednotlivých generalizačních postupů  $g_{ki}$  (vztah (27)),
- metod kartografické generalizace jako společných (obecnějších) řešení generalizačních postupů,
- posloupností generalizačních postupů jednotlivých částí systému  $g_i$  (viz vztah (26)),
- sdružování skupin částí systému (např. vodstvo, komunikace, sídla . . .),
- celého systému.

Postupnou dekompozicí a analýzou spojníc z obr. 1 lze matematickými prostředky zobrazit jejich strukturu. Prvky jsou algoritmickými postupy zpracovávány a tvoří tak základ matematicko-logického modelu procesu kartografické tvorby.

Modelové vyjádření procesu zevšeobecnování a abstrakce reálného komplexu krajinné sféry je příspěvkem k rozvoji poznání kartografické tvorby ze zorného úhlu její automatizace, je příspěvkem k objektivizaci kartografické generalizace a k vývoji automatizačních technologií.

#### Literatura:

1. ASLANIKASVILI, A. F.: Metakartografija. Tbilisi 1974.
2. HOROVÁ, M.: Teoretické aspekty řešení standardizace v automatizované kartografii. In: Studia Geographica 84, Brno 1983.
3. HSU, M. L.: The cartographer's conceptual process and thematic symbolization. The American Cartographer, 6, 1979, č. 2.
4. JANOŠEC, J.: Analýza metod generalizace vhodných pro automatizaci tvorby vojenských topografických map [Pís. referát k odborné kandidátské zkoušce.] Brno 1982.
5. JANOŠEC, J.: Příspěvek k systémovému řešení automatizované kartografické generalizace. VTO, 1982, č. 2.
6. JANOŠEC, J.: Příspěvek k systémovému řešení metod automatizované kartografické generalizace. [Kandidátská disertace.] Brno 1984. — Vojenská akademie A. Zápotockého.
7. KOVAŘÍK, J. — VEVERKA, B.: Kartografická tvorba. [Skriptum.] Praha, ČVUT 1980.
8. LANGEFORS, B.: Teoretická analýza informačních systémů. Bratislava, ALFA 1981.
9. LAUERMANN, L.: Technická kartografie I. a II. [Skriptum.] Brno 1974, 1978.
10. MORRISON, J. L.: The science of cartography and its essential processes. International Yearbook of Cartography, 1976.
11. RATAJSKI, L.: Zasady logiczno-semiotyczne uporządkowania i standaryzacji znaków kartograficznych. Polski przegląd kartograficzny, 1971, č. 3.
12. SALIŠČEV, K. A.: Generalizacija v jeje razvitii i sovremennom sostojanii. Itogi nauki i tehniki. Moskva, Kartografija 1982.
13. SALIŠČEV, K. A.: Kartovedenije. Moskva 1976.
14. SRNKA, E.: K současnému stavu teorie a praxe kartografické generalizace. GaKO, 1978, č. 8.
15. STAUFENBIEHL, W.: Automatische Datenverarbeitung in topographischen Kartographie. Kartographische Nachrichten, 1976, č. 3–6.

Do redakce došlo dne 13. 4. 1984.

## СОДЕРЖАНИЕ

Кабелач, Я.: Перенос направления и расстояния с помощью самолета — обобщение метода звездной триангуляции . . . . .	1
Богачек, Я. — Сукуп, К.: Автоматизированное создание кадастральной карты военных полигонов . . . .	13
Моравец, Д.: Проблема редуцирования совокупности пунктов при структурном программировании . . . .	20
Яношец, Я.: Общая модель системы картографической генерализации . . . . .	31

---

## INHALT

Kabeláč, J.: Richtungs- und Längeübertragung mit Hilfe eines Flugzeuges — Verallgemeinerung der Methode der Sterntriangulation . . . . .	1
Boháček, J. — Sukup, K.: Automatisierte Herstellung der Grundstückkarte der Militärbezirke . . . . .	13
Moravec, D.: Problem der Reduktion einer Punktmenge in strukturierter Programmierung . . . . .	20
Janošec, J.: Allgemeines Systemmodell der kartographischen Generalisierung . . . . .	31