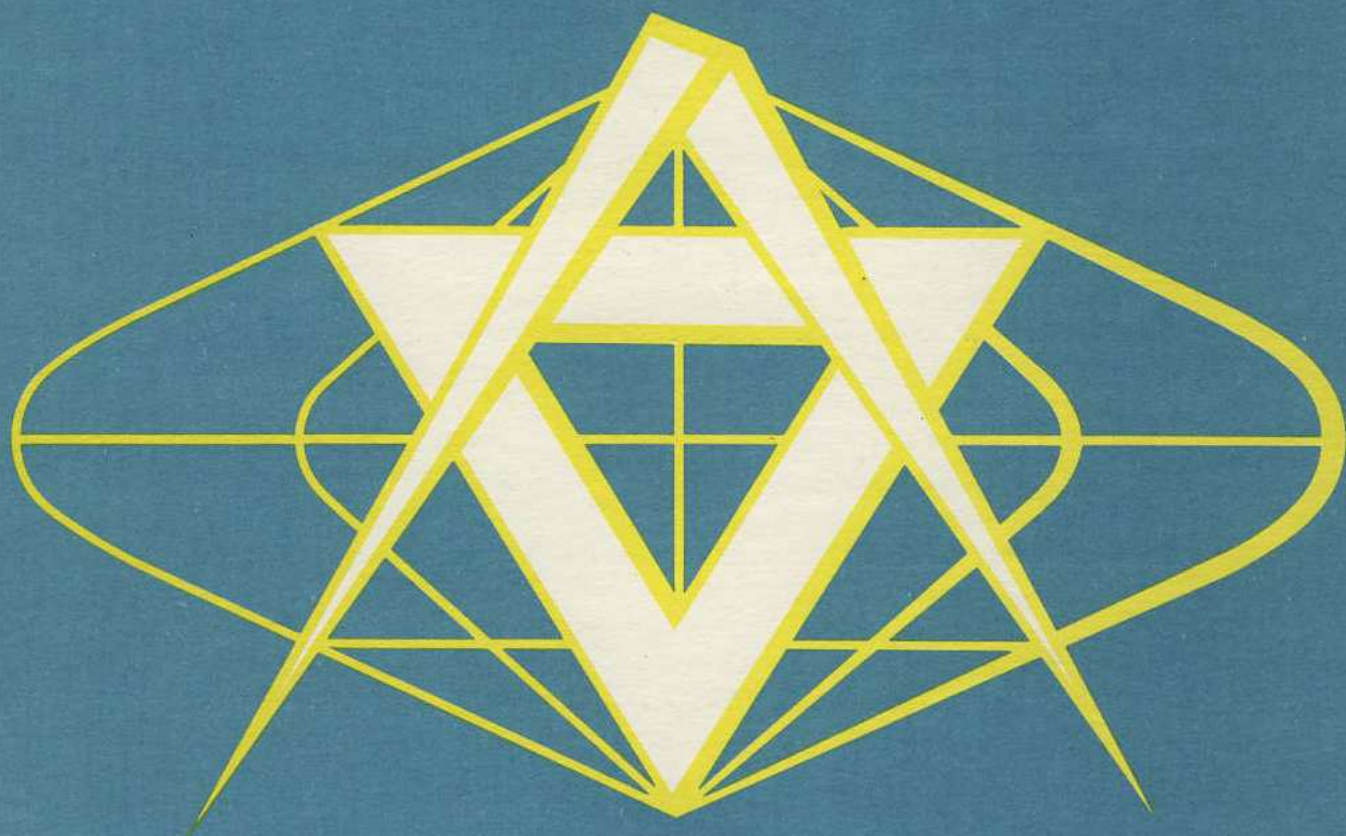


**SBORNÍK
TOPOGRAFICKÉ
SLUŽBY
MNO**



**VOJENSKÝ
TOPOGRAFICKÝ OBZOR**

2/85

O B S A H

| | Strana |
|---|--------|
| Doc. Ing. František Miklošik, CSc.: Někteřá teoretická východiska k zvýšení užité hodnoty topografických map | 1 |
| <i>Recenzent: plk. Ing. František Kučera</i> | |
| Pplk. Ing. Ladislav Buřita, CSc.: Banka kartografických dat | 11 |
| <i>Recenzent: plk. doc. Ing. Dalibor Vondra, CSc.</i> | |
| Pplk. Ing. Ladislav Buřita, CSc. — Ing. Boris Tichý: Banka kartografických dat — tvorba specificky kartografických datových struktur | 20 |
| <i>Recenzent: plk. doc. Ing. Dalibor Vondra, CSc.</i> | |
| Mjr. Ing. Josef Janořec, CSc.: Přispěvek k teorii kartografické čáry | 26 |
| <i>Recenzent: prof. Ing. Lubomír Lauer mann, CSc.</i> | |
| Pplk. Ing. Bohumil Hanák — Ing. Miloř Tůma: Využití symetrických souřadnic pro transformace zeměpisných geodetických souřadnic | 46 |
| <i>Recenzent: pplk. doc. Ing. Věnek Pavlca, CSc.</i> | |
| Mjr. Ing. Vladimír Šilhan: Operativní výpočet prvků vnější orientace kosmických fotografických snímků | 53 |
| <i>Recenzent: plk. doc. Ing. Josef Franěk, CSc.</i> | |
| Ing. Pavel Tetauer — kpt. Ing. Vladimír Hulman: Mikroprocesorový systém s pasívním grafickým televizním terminálem | 68 |
| <i>Recenzent: pplk. Ing. Bohumil Vavřina, CSc.</i> | |
| Ing. Rudolf Hovorka: Korundové rycí a řezací nástroje | 72 |
| <i>Recenzent: pplk. Ing. Bohumil Vavřina, CSc.</i> | |
| Ing. Marta Simonová: Zásady skladování fotomateriálů a fotochemikálií | 76 |
| <i>Recenzent: Ing. Jaromír Jeřek, CSc.</i> | |
| Pplk. Ing. Drahomír Duřátko, CSc.: Sovětská geodetická literatura a její přispěvek soudobé praxi a odborné přípravě | 82 |
| <i>Recenzent: plk. Ing. Stanislav Kvasnička, CSc.</i> | |
| Rozloučení s prof. dr. Ing. Bedřichem Chrástilem | 87 |
| Plk. doc. Ing. Josef Franěk, CSc. — 55 let | 88 |

Doc. Ing. František Miklošík, CSc.

Některá teoretická východiska k zvýšení užitné hodnoty topografických map

1. Úvod

V posledních třech desetiletích byl postupně vytvořen rozsáhlý soubor kvalitních topografických map v měřítkách 1:25 000 až 1:200 000. Aby vytvořené mapy mohly i v příštích letech dobře sloužit potřebám uživatelů a nebyly postupem času znehodnoceny, je nutná jejich trvalá aktualizace a obnova.

Hlavním cílem obnovy topografických map je uvést jejich obsah do souladu se změnami v krajině. Kromě toho je nutné při obnově postihnout i nejdůležitější změny požadavků uživatelů, vyjádřené v nových předpisech pro mapovou tvorbu. Obě tyto stránky technické kvality, a tedy i užitné hodnoty map lze v zásadě postihnout novým mapováním a kartografickým odvozením map menších měřítek. Možnosti takového postupu jsou však omezeny výrobními kapacitami, které jsou k dispozici. Nutné je proto využívat kapacitně úspornějších technologií spočívajících v opravě podkladů map současného vydání, i když takové řešení nemusí vždy plně zabezpečovat všechny požadavky technické kvality map stanovené v platných předpisech pro mapovou tvorbu.

Rozhodujícím kritériem pro volbu kompromisního způsobu řešení obnovy (aktualizace) topografických map se stává požadavek maximálně zlepšit užitnou hodnotu mapového díla jako celku při minimální nebo předem stanovené maximální přípustné spotřebě zdrojů. Úloha, před kterou jsou zde kartografové postaveni, je mnohem obtížnější než prosté mapování a tvorba odvozených map. Obtížnost spočívá nejen v otázkách technických a organizačních, ale také v dosud nedostatečném teoretickém zdůvodnění volby optimální varianty obnovy mapového díla. Chybí především vědecké zdůvodnění a kvantitativní vyjádření celkové užitné hodnoty (v hodnotové analýze používaný název funkčnosti) mapy a mapového díla, bez něhož nelze úspěšně využít metod hodnotové analýzy v kartografii a přijmout dostatečně zdůvodněné rozhodnutí.

V návaznosti na autorovy práce [1] a [2] jsou v tomto příspěvku naznačena některá teoretická východiska k řešení takové úlohy.

2. Stanovení základních funkcí topografických map

Topografické mapy měřítek 1:25 000 až 1:200 000 jsou využívány při řešení řady úkolů různého charakteru. Průzkumem literatury pojednávající o vojenské topografii a doplňkovým dotazníkovým šetřením byl získán poměrně rozsáhlý seznam úkolů vojenské praxe, při nichž jsou využívány topografické mapy. Jsou to např. tyto úkoly: studium prostoru bojové činnosti, vyhledání skrytých prostorů, určení prostorů rozmístění jednotek a útvarů, stanovení bojových úkolů jednotkám a útvarům, vyhledání nejvhodnější cesty k pochodu, orientace za pochodu, určování souřadnic cílů, určování vodorovných vzdáleností a převýšení objektů zobrazených v mapě, řízení bojové činnosti, hlášení o výsledcích bojové činnosti atd.

Aniž by bylo nutné ve výčtu pokračovat, je patrné, že takto konkrétně pojaté úkoly vojenské praxe mají různou úroveň komplexnosti a jsou vyjádřeny na různé úrovni obecnosti. Navíc jejich úplnější výčet by byl značně rozsáhlý, což velmi ztěžuje využití metod hodnotové analýzy k přípravě koncepce a k řízení obnovy topografických map.

Pro posuzování efektivnosti jednotlivých variant obnovy topografických map z hlediska potřeb uživatelů je žádoucí formulovat – pokud možno na stejné úrovni obecnosti – pouze základní funkce mapového díla. Takový pokus byl učiněn.

Ze zobecnění konkrétních úkolů vojenské praxe, při nichž je využívána topografická mapa, vyplynulo, že k základním funkcím topografických map patří především:

1. informační funkce;
2. funkce modelu k studiu vztahů mezi objekty a jevy;
3. funkce podkladu k projektování a plánování;
4. funkce nástroje řízení;
5. ilustrační funkce;
6. funkce podkladu k odvozování jiných map.

V smyslu plnění informační funkce mapa dovoluje především zjišťovat existenci objektů a jevů a jejich základní charakteristiky v zájmovém prostoru. Funkce modelu dovoluje studovat jak geometrické, tak i některé fyzikální vztahy (měřit vzdálenosti, souřadnice, určovat převýšení, magnetickou deklinaci atd.). Funkce podkladu k projektování a plánování zahrnuje všechny ty případy, kdy je na mapě tvořen návrh budoucího díla či budoucího jednání, ať už technického nebo vojenského charakteru. Funkce nástroje řízení zahrnuje všechny úlohy, kdy je mapa využívána při kontrolní a rozhodovací činnosti v reálném čase, tj. při realizaci projektovaného či plánovaného záměru. Ilustrační funkce doplňuje výklad, hlášení, pomáhá jednoznačně formulovat rozhodnutí atd. Funkce podkladu k odvozování jiných map postihuje potřeby racionalizace tvorby a obnovy map; týká se tedy především vnitřních potřeb kartografů.

Takto formulované základní funkce postihují všechny konkrétní úkoly řešené pomocí topografických map a popsané v [5]. Význam (váha) těchto funkcí je u jednotlivých měřítek topografických map poněkud rozdílná. Vyplyvá to z určení map jednotlivých měřítek a potvrzují to i výsledky předběžného dotazníkového šetření uvedené v tabulce 1.

Cím vyšší je bodové hodnocení funkce mapy, tím významnější je tato funkce pro uživatele mapy příslušného měřítká. I když jsou tyto výsledky získány pouze z omezeného souboru šetření, dosti zřetelně ukazují na diferenciaci v užití map ve smyslu vymezených funkcí, což nutně poznamenává i přístupy k jejich obnově.

Tabulka 1

| Funkce mapy | | Relativní bodové hodnocení | | | | |
|-------------|--------------------|----------------------------|----------|-----------|-----------|----------|
| | | 1:25 000 | 1:50 000 | 1:100 000 | 1:200 000 | Σ |
| 1 | Informační funkce | 130 | 115 | 73 | 57 | 375 |
| 2 | Studium vztahů | 124 | 111 | 87 | 76 | 398 |
| 3 | Podklad k projekci | 116 | 120 | 91 | 86 | 413 |
| 4 | Nástroj řízení | 80 | 98 | 119 | 118 | 415 |
| 5 | Ilustrace | 87 | 88 | 99 | 103 | 377 |
| 6 | Kartograf. podklad | 138 | 110 | 89 | 72 | 409 |

3. Kvantitativní vyjádření funkčnosti topografické mapy

Aby bylo možné průkazně hodnotit a zlepšovat funkčnost mapy, je nutné nejdříve zvolit vhodný soubor kritérií a zdůvodnit postup zjišťování úrovně splnění jednotlivých kritérií i celkové funkčnosti mapy. V této stati je uveden jeden z možných způsobů řešení.

3.1. Kritéria k posuzování funkčnosti mapy

Vzhledem k různému charakteru úloh řešených pomocí topografické mapy patrně nepostačí k vyjádření její funkčnosti (užitné hodnoty) pouze jediné kritérium.

V kartografické praxi je využívána k vyjádření technické kvality mapy celá řada kritérií. Jsou to např. tato kritéria: úplnost obsahu podle značkového klíče, přesnost zobrazení obsahu mapy, dodržení předepsané stupnice barev, přesnost soutisku barev, kvalita papíru atd. Takových kritérií se používá v kartografickém výrobním procesu velké množství. Mnohá z nich však mají význam především pro zabezpečení bezporuchové návaznosti dílčích činností a ve svém souhrnu dostatečně nepostihují všechny základní uživatelské funkce mapy. Proto byla doplněna předběžným dotazníkovým šetřením z hlediska potřeb uživatelů map. Po zobecnění získaných výsledků lze doporučit k vyjádření funkčnosti topografických map tato základní kritéria:

1. informační obsah mapy;
2. přesnost zobrazení objektů a jevů v mapě;
3. aktuálnost obsahu mapy (soulad obsahu mapy se skutečností);
4. rozsah a význam území zobrazeného v mapě;
5. kvalitu technického provedení mapy;
6. estetickou úroveň mapy (působivost, názornost, přehlednost atd.).

Tato kritéria mají při posuzování funkčnosti topografických map jednotlivých měřítek rozdílný význam (váhu). Vyplývá to rovněž z jejich rozdílného určení. Kvantitativně lze tuto závislost vyjádřit alespoň v relativním bodovém hodnocení pomocí vhodně voleného dotazníkového šetření. Ukázka prvních předběžných výsledků takového šetření je uvedena v tabulce 2.

Tabulka 2

| Kritérium k posuzování funkčnosti mapy | | Relativní bodové hodnocení | | | | |
|--|-----------------------|----------------------------|----------|-----------|-----------|----------|
| | | 1:25 000 | 1:50 000 | 1:100 000 | 1:200 000 | Σ |
| 1 | Obsah mapy | 45 | 45 | 42 | 38 | 170 |
| 2 | Přesnost zobrazení | 62 | 52 | 11 | 4 | 129 |
| 3 | Aktuálnost obsahu | 53 | 50 | 47 | 41 | 191 |
| 4 | Rozsah a význam území | 30 | 44 | 60 | 62 | 196 |
| 5 | Kvalita provedení | 17 | 15 | 22 | 22 | 76 |
| 6 | Estetická úroveň | 18 | 19 | 43 | 58 | 138 |

Číselné hodnoty z tabulky 2 mohou být použity ke stanovení váhy kritérií pro jednotlivá měřítka map. Podobným způsobem lze kvantifikovat též význam splnění kritérií pro zabezpečení jednotlivých funkcí mapy.

3.2. Způsob vyjádření úrovně splnění kritérií

Kritéria doporučená k posuzování (měření) funkčnosti (užitné hodnoty) mapy jsou kvantitativního i kvalitativního charakteru a nemají stejný rozměr. K využití metod hodnotové analýzy je proto nutné vyjádřit úroveň jejich splnění pomocí jednotné posuzovací stupnice [4]. Nejčastěji se používá stupnice z intervalu $\langle 0; 100 \rangle$. Způsob přiřazení konkrétní hodnoty při posuzování funkčnosti j -té mapy i -tého měřítka podle s -tého kritéria ($s = 1, 2, \dots, 6$) závisí však na charakteru kritéria. Zde je uvedeno pro každé kritérium jedno z možných řešení.

3.2.1. Informační obsah mapy

$$k_1^{(ij)} = (100 - \alpha^{(ij)}) \sqrt{\frac{M_i}{M_0}}, \quad (1)$$

kde

- α — koeficient (procento) snížení obsahu mapy vzhledem k platnému předpisu pro mapovou tvorbu,
- M_0 — měřítkové číslo základní mapy (v daném případě 25 000),
- M_i — měřítkové číslo posuzované mapy.

3.2.2. Přesnost zobrazení obsahu mapy

$$k_2^{(ij)} = 100 \frac{\sum_{k=1}^{K^{(i)}} \frac{m^{(jk)}}{n^{(jk)}} p^{(jk)}}{\sum_{k=1}^{K^{(i)}} p^{(jk)}}, \quad (2)$$

kde

- $K^{(i)}$ — počet kritérií přesnosti stanovených předpisem pro i -té měřítko (druh) mapy, např.: přesnost geodetických bodů, přesnost polohopisu, přesnost výškopisu atd.,
- $m^{(jk)}$ — počet případů splňujících k -té kritérium přesnosti u j -té mapy (i -tého měřítka); místo střední chyby je však třeba použít jako kritérium přesnosti hodnotu mezní odchylky, tj. např. dvojnásobek střední chyby,
- $n^{(jk)}$ — celkový počet kontrolovaných případů (bodů) u j -té mapy (i -tého měřítka) podle k -tého kritéria přesnosti,
- $p^{(jk)}$ — váha k -tého kritéria i -tého měřítka (druhu) mapy.

3.2.3. Aktuálnost obsahu mapy (soulad obsahu mapy se skutečností)

$$k_3^{(ij)} = 100 \frac{T_{mez}^{(ij)} - T^{(ij)}}{T_{mez}^{(ij)}}, \quad (3)$$

kde

- $T_{mez}^{(ij)}$ — doba, ve které j -tá mapa i -tého měřítka dosahuje hodnoty mezního zastarání (viz [2]),
- $T^{(ij)}$ — doba, která uplynula (uplyne) od termínu, pro který platil úplný soulad obsahu mapy se skutečností (může to být doba, která uplynula od termínu leteckého měřického snímkování), přičemž platí $T^{(ij)} < T_{mez}^{(ij)}$.

3.2.4. Rozsah a význam zobrazeného území

$$k_4^{(ij)} = 100 v^{(ij)}, \quad (4)$$

kde

- $v^{(ij)}$ — význam prostoru pro uživatele vyjádřený číslem z intervalu $\langle 0; 1 \rangle$. Může být např. určen jako podíl

$$\frac{t_{\min}}{t},$$

kde

- t_{\min} — minimální (nejkratší) požadovaná perioda obnovy (nebo požadovaná průměrná hodnota zastarání mapy) u nejdůležitějšího prostoru,
- t — předpokládaná perioda obnovy (nebo požadovaná průměrná hodnota zastarání obsahu) v prostoru posuzované mapy.

Jednotkou rozsahu zobrazeného území je zde zjednodušeně uvažován mapový list libovolného měřítka.

3.2.5. Kvalita technického provedení mapy

$$k_5^{(ij)} = 100 - \beta^{(ij)}, \quad (5)$$

kde

- $\beta^{(ij)}$ — srážka bodů (procent) za kvalitu technického provedení mapy, tj. za nedodržení platného klíče mapových značek, nepřesnosti v soutisku barev, nedostatky v kvalitě papíru atd.

3.2.6. Estetická úroveň mapy

$$k_6^{(ij)} = 100 - \gamma^{(ij)}, \quad (6)$$

kde

- $\gamma^{(ij)}$ — srážka bodů (procent) za nedostatky v estetické úrovni mapy.

3.3. Základní vztahy k vyjádření funkčnosti mapy

Autor v [3] dochází k závěru, že i když není možné vyjádřit užitnou hodnotu (funkčnost) výrobku nebo výkonu jediným měřítkem v nějaké absolutní stupnici, lze pro praktické potřeby dostatečně spolehlivě vyjádřit změnu užitné hodnoty v relativní formě. K tomu je však nutné znát úroveň splnění kritérií před a po změně výrobku a váhu kritérií, kterou jim přisuzují uživatelé výrobků. Ke kvantifikaci doporučuje používat kombinaci tří skupin metod: měřické metody (všude tam, kde to je možné), sociologické metody šetření pomocí dotazníků u uživatelů výrobků a analýzu odborných posudků.

Podle [4] lze k celkovému kvantitativnímu vyjádření stupně funkčnosti výrobku (${}^{\circ}F_r$) pro r -tou variantu jeho obnovy (inovace) napsat vztah

$${}^{\circ}F_r = \sum_{s=1}^K k_{rs} p_s, \quad (7)$$

kde

- k_{rs} — úroveň splnění s -tého kritéria při r -té variantě řešení,
- p_s — váha s -tého kritéria,
- K — počet použitých kritérií.

Úroveň splnění kritérií podle vztahů (1) až (6) je vyjádřena v jednotné posuzovací stupnici; je tudíž aditivní a lze ji přímo dosadit do vztahu (7). Pro funkčnost r -té varianty řešení obnovy j -té mapy i -tého měřítka pak platí vztah

$${}^{\circ}F_r^{(ij)} = (100 - \alpha_r^{(ij)}) \sqrt{\frac{M_i}{M_0}} \cdot p_1^{(ij)} + 100 \frac{\sum_{k=1}^{K^{(i)}} \frac{m_r^{(jk)}}{n_r^{(jk)}} \cdot p^{(ik)}}{\sum_{k=1}^{K^{(i)}} p^{(ik)}} \cdot p_2^{(i)} +$$

$$+ 100 \frac{T_{\text{mez}}^{(ij)} - T_r^{(ij)}}{T_{\text{mez}}^{(ij)}} \cdot p_3^{(ij)} + 100 v^{(ij)} \cdot p_4^{(ij)} + (100 - \beta_r^{(ij)}) \cdot p_5^{(ij)} + (100 - \gamma_r^{(ij)}) \cdot p_6^{(ij)}. \quad (8)$$

Index $r = 0, 1, 2, \dots$; pro označení funkčnosti současného stavu mapy (stavu mapy na začátku plánovacího období) se používá $r = 0$.

Podle [1] a [2] se jednotlivé vlastnosti mapy podmiňující její užitnost (funkčnost) neuplatňují ve všech případech jako vlastnosti souřadné, tj. vlastnosti působící víceméně nezávisle vedle sebe, ale jako vlastnosti různým způsobem na sobě závislé. Proto vztah (8) vyjadřuje skutečnou funkčnost mapy jen velmi přibližně. Např. vztah kritéria k_3 vyjadřujícího soulad obsahu mapy se skutečností má vzhledem k ostatním kritériím spíše multiplikační charakter. Podobně se jeví také vztah kritéria k_4 charakterizujícího rozsah a význam zobrazeného území. Proto k vyjádření celkové funkčnosti mapy lépe vyhovuje vztah

$$F_r^{(i)} = [(100 - \alpha_r^{(i)}) \sqrt{\frac{M_i}{M_0}} \cdot p_1^{(i)} + 100 \frac{\sum_{k=1}^{K^{(i)}} \frac{m_r^{(jk)}}{n_r^{(jk)}} \cdot p^{(ik)}}{\sum_{k=1}^{K^{(i)}} p^{(ik)}} \cdot p_2^{(i)} + (100 - \beta_r^{(i)}) \cdot p_5^{(i)} + (100 - \gamma_r^{(i)}) \cdot p_6^{(i)}] \frac{T_{mez}^{(i)} T_r^{(i)}}{T_{mez}^{(i)}} \cdot p_3^{(i)} \cdot \nu^{(i)} p_4^{(i)} \quad (9)$$

Protože kvantitativní vyjádření funkčnosti mapy má pouze relativní význam, není nutné (ani vhodné) hodnoty kritérií multiplikačního charakteru (k_3, k_4) v tomto vztahu násobit koeficientem 100.

4. Analýza možností zvyšování funkčnosti topografických map

Podle vztahu (9) lze funkčnost mapy zvýšit takovými technickými nebo organizačními opatřeními, která příznivě ovlivní hodnoty použitých kritérií. Může jít např. o doplnění změn buď všech, nebo alespoň některých prvků obsahu mapy, překreslení a doplnění obsahu mapy podle požadavků nového značkového klíče, zvýšení přesnosti, aktuálnosti, estetické úrovně i kvality technického provedení mapy novým mapováním nebo novým kartografickým odvozením, urychlení dodávky vytištěných map do výdejních míst atd.

4.1. Příklad jednotlivého nezávislého mapového listu

Pro jednotlivý list mapy, uvažovaný nezávisle na dalších listech mapového díla, lze podle zásad hodnotové analýzy doporučit takovou variantu jeho obnovy, pro kterou platí

$$\frac{F_r^{(i)}}{N_r^{(i)}} = \max, \quad (10)$$

kde

- $F_r^{(i)}$ — hodnota funkčnosti j -té mapy i -tého měřítka po r -té variantě řešení obnovy vypočítaná podle vztahu (9),
 $N_r^{(i)}$ — celkové náklady (nároky na zdroje) při r -té variantě obnovy uvažované mapy.

Zatímco při nezávislém hodnocení jednotlivého mapového listu zpravidla není nutné celkovou hodnotu nákladů (nároků na zdroje) předem omezovat, dochází při systémovém pojetí obnovy mapového díla jako celku, v jednotě s objektivně existujícími zdroji k zabezpečování jeho obnovy, k zásadní změně. Změna se týká nejen kvantitativní stránky, ale především kvalitativní stránky pojetí obnovy jednotlivých map jako částí mapového díla.

4.2. Možnosti zvyšování funkčnosti mapového díla jako celku

Topografické mapy měřítek 1:25 000 až 1:200 000 představují rozsáhlé mapové dílo, jehož trvalá obnova (aktualizace) odčerpává značné zdroje (kapacity). V dané ekonomické situaci nelze předpokládat jejich výraznější růst. Ani technický rozvoj u tohoto druhu odborných prací — trvale, i při automatizovaných technologiích, značně náročných na živou lidskou práci — nemůže z hlediska celkové produktivity prací při obnově map přinést rychlou a výraznou změnu. Navíc technický rozvoj vede k postupnému odčerpávání některých druhů kapacit, původně určených k obnově topografických map, na jiné druhy prací. Proto je reálnější předpokládat i pro příští léta pouze méně výraznou změnu celkové výkonnosti při zabezpečování obnovy topografických map.

Za předpokladu, že celkové možnosti zdrojů (kapacit) věnovaných obnově topografických map dosáhnou v plánovaném období hodnoty $M(Q)$, lze doporučit takovou variantu obnovy (takovou variantu použití daných zdrojů), pro kterou platí

$$\frac{1}{M(Q)} \sum_{i=1}^D \sum_{j=1}^{N^{(i)}} F_r^{(ij)} = \max, \quad (11)$$

kde

- D — počet měřítek mapového díla,
- $N^{(i)}$ — počet všech mapových listů i -tého měřítka,
- $F_r^{(ij)}$ — hodnota funkčnosti j -té mapy i -tého měřítka po r -té variantě řešení obnovy (r -té variantě použití zdrojů) vypočítaná podle vztahu (9).

Budou-li možnosti zdrojů $M(Q)$ v průběhu plánovacího období konstantní, nemusí být jejich hodnota ve vztahu (11) uvažována. Jednotlivé varianty řešení obnovy však musí být i v tomto případě projektovány tak, aby pro jejich nároky na zdroje $N(Q_r)$ platilo

$$N(Q_r) \leq M(Q). \quad (12)$$

Při hodnotové analýze navrhovaných variant obnovy mapového díla pomocí vztahu (11) se určí funkčnost F_0 současného stavu pro začátek plánovacího období (začátek periody obnovy). Hodnoty funkčnosti F_1, F_2, \dots pro jednotlivé varianty řešení obnovy se počítají pro konec plánovacího období (konec periody obnovy). Vychází-li $F_0 > F_r$ pro každé $r = 1, 2, \dots$, svědčí to o nedostatečnosti zdrojů $M(Q)$ zabezpečit trvalou obnovu mapového díla. Nutné je hledat možnosti rozšíření kapacit věnovaných této činnosti, případně možnosti redukce rozsahu nebo i obsahu mapového díla obnovovaného (spravovaného) danými kapacitami.

4.3. Vliv změny periody obnovy a doby trvání výrobního cyklu na změnu funkčnosti topografických map

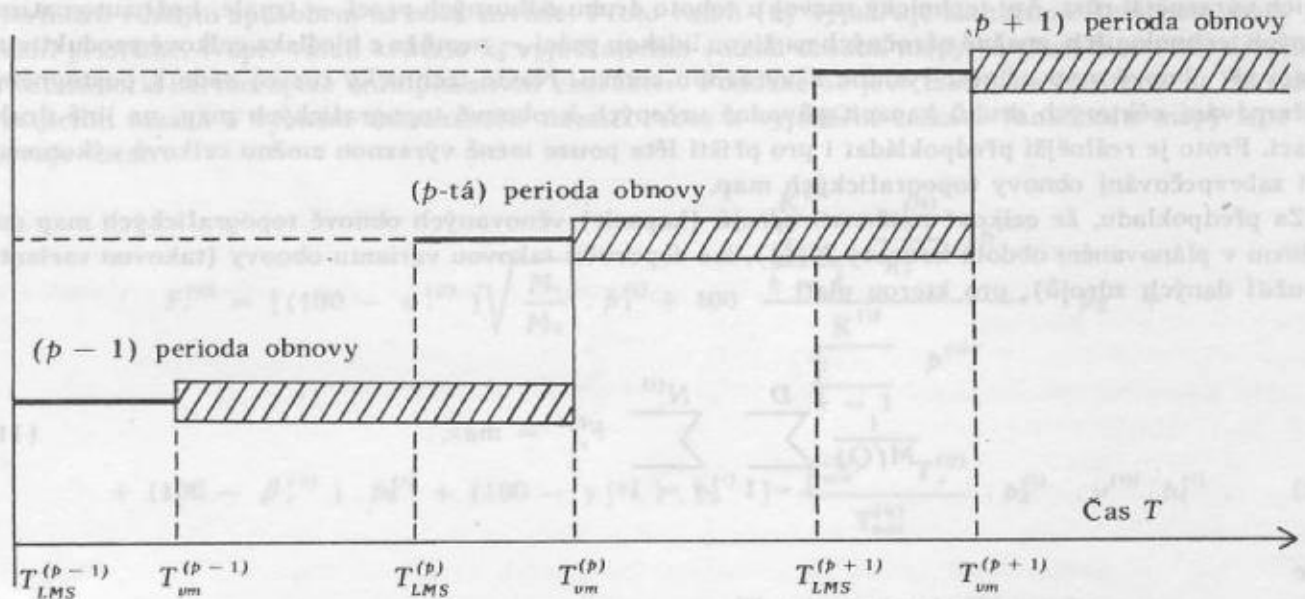
Základním cílem obnovy topografických map je uvést jejich obsah do souladu se změnami v krajině. Tento požadavek postihuje kritérium k_3 (aktuálnost obsahu mapy), jehož hodnota závisí podle vztahu (3)

- a) na době $T_{mez}^{(ij)}$, ve které mapa dosahuje hodnoty mezního zastarání;
- b) na době $T^{(ij)}$, která uplyne od termínu, pro který platil úplný soulad obsahu mapy se skutečností.

Hodnota $T_{mez}^{(ij)}$ závisí na charakteru území a na způsobu jeho kartografického zobrazení v mapovém listě. Při jednotném pojetí generalizace podle daného klíče mapových značek ji lze alespoň přibližně určit předem jako konstantu pro každý mapový list. Účelně lze tuto hodnotu měnit (zvětšovat) především změnou klíče mapových značek a změnou pojetí generalizace.

Hodnota $T^{(ij)}$ průběžně narůstá pro každý list mapového díla, i když není v plánovaném období obnovován (!). Počátek této doby je třeba počítat od okamžiku, pro který výchozí podklady (mapy, letecké měřické snímky, materiály DPZ apod.), z nichž je (bude) mapa tvořena (obnovována), zobrazují stav krajiny. Pro obnovu topografických map to je dosud nejčastěji termín leteckého měřického snímkování.

Dobu $T^{(ij)}$ lze účelně měnit (zkracovat) především zkracováním period obnovy mapového díla a zkracováním výrobního cyklu obnovy mapy.



Obr. 1. Vztah periody obnovy, výrobního cyklu a doby využívání mapy

Podle obr. 1 např. p -tá perioda obnovy každé mapy začíná leteckým měřickým snímkováním, tj. v termínu $T_{LMS}^{(p)}$, a končí vydáním mapy (dodáním obnovené mapy do výdejního místa) v termínu $T_{um}^{(p)}$. Teprve od tohoto okamžiku může obnovená mapa plnit svou funkci, a to až do doby, než bude nahrazena mapou z další obnovy v termínu $T_{um}^{(p+1)}$. Proto doba $T^{(ij)}$ pro mapu p -té periody obnovy je hodnotou z intervalu $\langle T_{um}^{(p)} ; T_{um}^{(p+1)} \rangle$. Její průměrná hodnota $\bar{T}_p^{(ij)}$, charakterizující průměrnou hodnotu zastarání mapy p -tého obnoveného vydání, je podle obr. 1 daná vztahem

$$\bar{T}_p^{(ij)} = T_{um}^{(p)} - T_{LMS}^{(p)} + \frac{1}{2} [T_{um}^{(p+1)} - T_{um}^{(p)}]. \quad (13)$$

Doba trvání výrobního cyklu při p -té periodě obnovy $t_{VC}^{(p)}$ je dána vztahem

$$t_{VC}^{(p)} = T_{um}^{(p)} - T_{LMS}^{(p)}, \quad (14)$$

doba trvání p -té periody obnovy $t_{PO}^{(p)}$ je dána vztahem

$$t_{PO}^{(p)} = T_{um}^{(p+1)} - T_{um}^{(p)}. \quad (15)$$

Po dosazení z rovnice (14) a (15) do (13) platí

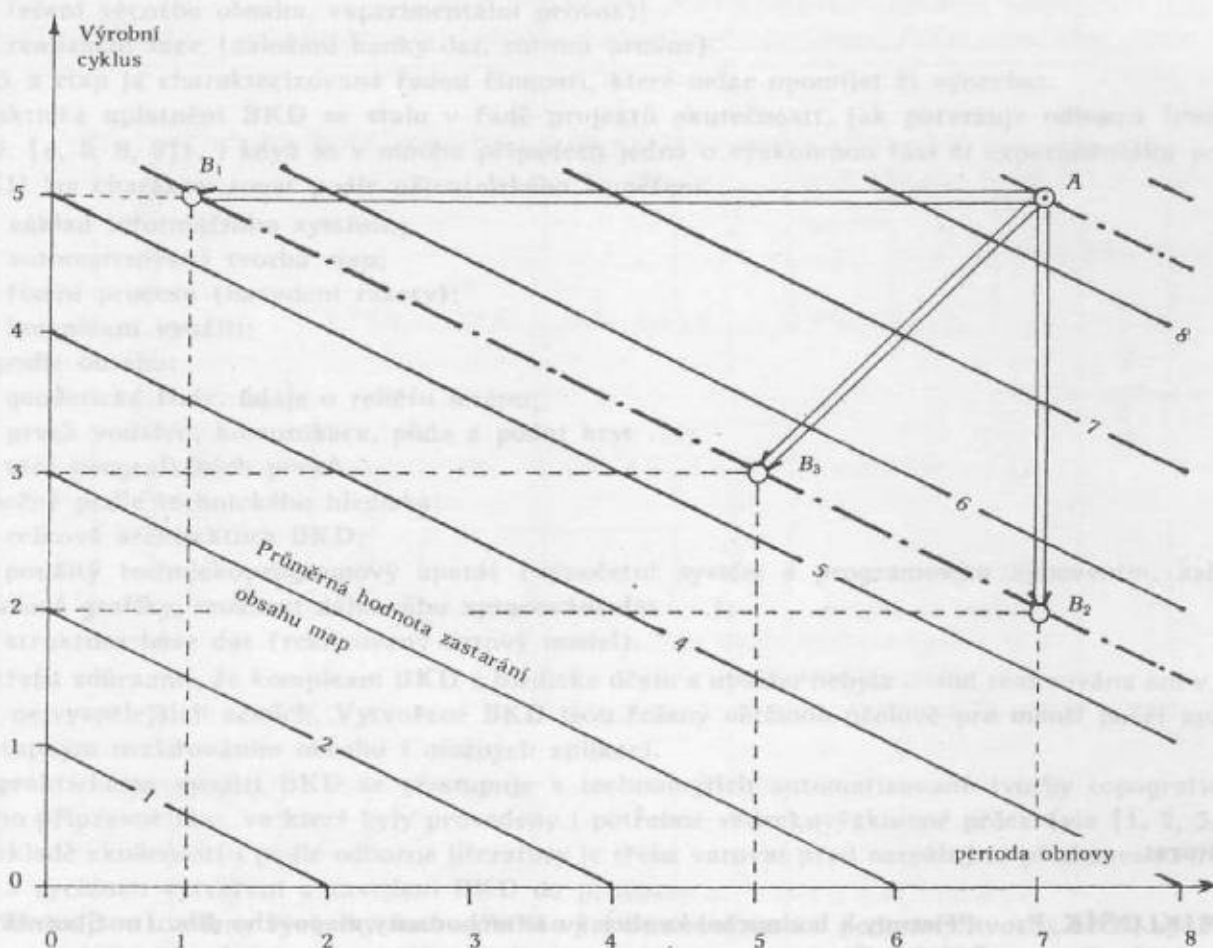
$$\bar{T}_p^{(ij)} = t_{VC}^{(p)} + \frac{1}{2} t_{PO}^{(p)}. \quad (16)$$

Podobně pro diferenční změnu hodnoty průměrného zastarání obsahu mapy $\Delta T^{(ij)}$ lze psát obecný vztah

$$\Delta T^{(ij)} = \Delta t_{VC} + \frac{1}{2} \Delta t_{PO} \quad (17)$$

Tento výsledek je velice závažný, neboť ukazuje, že např. zkrácení periody obnovy se projeví ve snížení průměrné hodnoty zastarání obsahu mapy pouze polovinou své hodnoty, zatímco zkrácení doby trvání výrobního cyklu se projeví ve snížení průměrné hodnoty zastarání obsahu mapy celou svojí hodnotou. Přitom zkracování periody obnovy je vždy velmi nákladnou záležitostí, protože převážně závisí na růstu zdrojů (kapacit a jejich výkonnosti) věnovaných obnově map, zatímco zkracování výrobního cyklu je převážně v možnostech přípravy a řízení těchto prací, s mnohem nižšími nároky na zdroje.

Z grafu na obr. 2 je patrné, že průměrná hodnota zastarání obsahu mapy nemůže být kratší než doba trvání výrobního cyklu, i kdyby perioda obnovy byla libovolně krátká. Bude-li např. perioda obnovy zkrácena ze 7 let na pouhý 1 rok (při zachování doby trvání výrobního cyklu 5 let), zkrátí se průměrná doba zastarání obsahu mapy z 8,5 na 5,5 roku. Stejného zlepšení funkčnosti mapy však lze dosáhnout při zachování sedmileté periody obnovy zkrácením výrobního cyklu z pěti na dva roky. Není-li tak výrazné zkrácení výrobního cyklu možné, lze úlohu řešit např. kombinací zkrácení periody obnovy na 5 let a zkrácení výrobního cyklu na 3 roky.



Obr. 2. Vliv změny periody obnovy a doby trvání výrobního cyklu na průměrnou hodnotu zastarání obsahu mapy

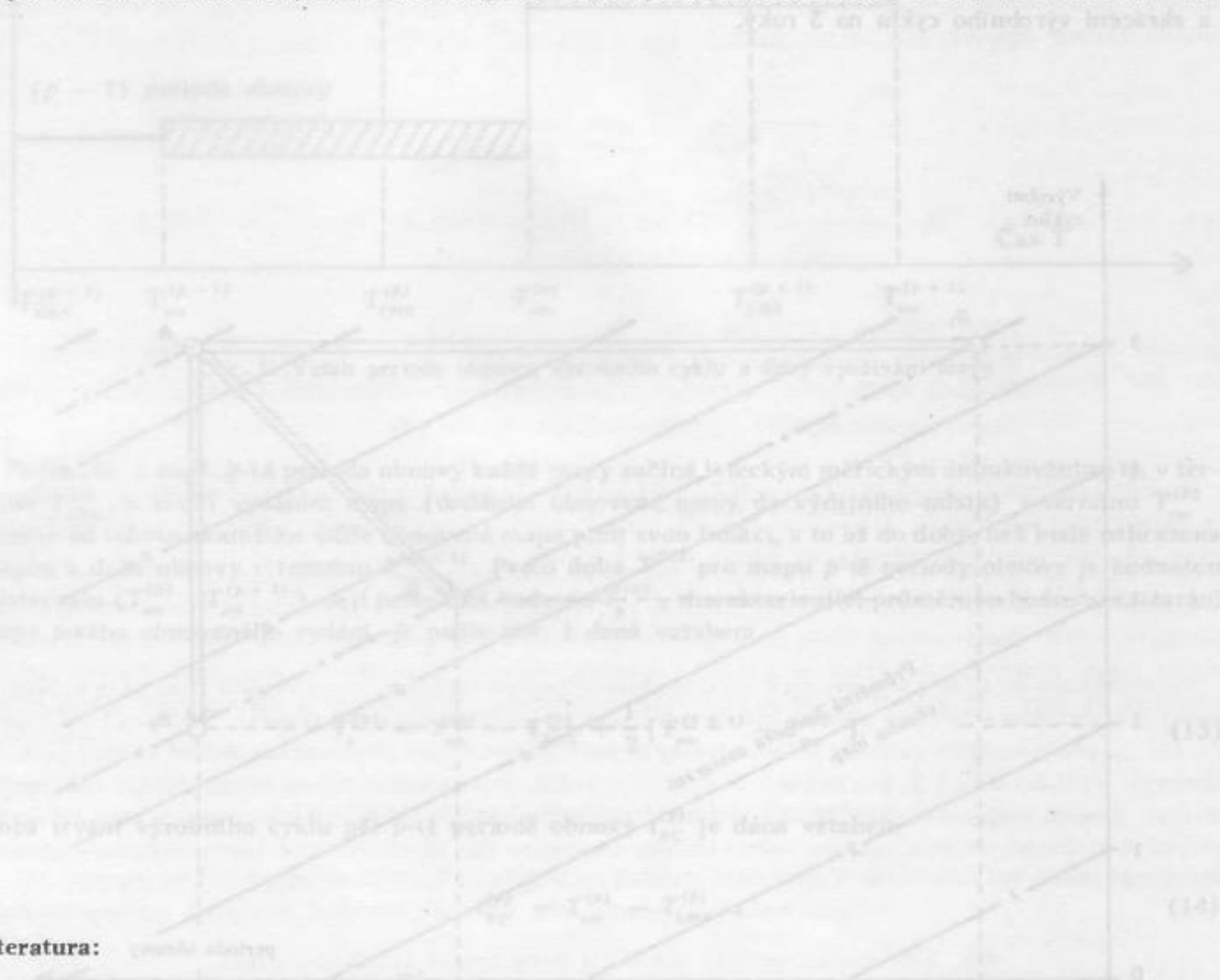
5. Závěr

Vedle již tradičních cest zvyšování efektivity tvorby a výroby map, spočívajících převážně na vědeckotechnickém rozvoji, vědecké poznání přináší i další velmi významné možnosti. Nesporně k nim patří též studium a využívání metod hodnotové analýzy ve všech fázích tvorby a výroby map.

Metody hodnotové analýzy jsou dnes intenzivně rozvíjeny a úspěšně využívány v mnoha oborech ve všech technicky vyspělých zemích světa. Jejich pronikání do kartografie je teprve v začátcích, přesto přináší již dnes cenné teoretické poznatky a praktické závěry. Svědčí o tom též obsah tohoto příspěvku.

Problém zvýšení užité hodnoty mapy a mapového díla v daných technických a ekonomických podmínkách souvisí s řešením řady vědeckovýzkumných problémů. Některé z nich byly zde uvedeny a podle možnosti naznačeny i způsoby jejich řešení. Byly vytypovány základní funkce topografických map a kritéria k posuzování úrovně jejich splnění. Pro další rozvoj teorie i praxe v kartografii byly formulovány základní vztahy ke kvantitativnímu vyjádření funkčnosti mapy a analyzovány některé možnosti zvýšení funkčnosti topografických map měřítkové řady 1:25 000 až 1:200 000. Při analýze byla věnována zvláštní pozornost zejména působení faktoru času v návaznosti na autorovy práce [1] a [2].

Dosažené výsledky mohou být využity zejména při projektování a plánování obnovy topografických map a k orientaci dalšího výzkumu v kartografii ve prospěch zvýšení užité hodnoty (funkčnosti) map.



Literatura:

- [1] MIKLOŠÍK, F.: Přístupy k hodnocení kvality a užité hodnoty mapového díla. In: Sborník celostátní konference ČSVTS. Úkoly rozvoje vědy a techniky geodézie a kartografie v 8. pětiletém plánu. Praha 1984.
- [2] MIKLOŠÍK, F.: Význam faktoru času v kartografii. In: Sborník 7. kartografické konference ČSVTS. Bratislava 1984, s. 57–67.
- [3] SOMMER, M.: Zur Bestimmung des Gebrauchswertes geodätisch-kartographischer Erzeugnisse und Leistungen. [K určení užité hodnoty geodeticko-kartografických výrobků a výkonů.] Vermessungstechnik, 1983, č. 1, s. 8–10.
- [4] VLČEK, R.: Příručka hodnotové analýzy. Praha, SNTL 1983. 302 s.
- [5] Vojenská topografie. Praha 1978. 424 s.

Do redakce došlo 26. dubna 1986.

Banka kartografických dat

1. Úvod

Budování banky kartografických dat (BKD) je složitý proces, který zahrnuje komplex problémů výzkumného, provozního, materiálního i kádrového charakteru. Je třeba řešit otázky technického vybavení, specifikovat obsah BKD a vytvořit programový komplex pro práci s bázi dat. V článku jsou uvedeny výsledky dosavadního výzkumu možností a podmínek tvorby BKD, využitelné při automatizované tvorbě topografických map.

Na základě lit. [5] se předpokládají následující etapy vývoje banky dat:

- přípravné fáze (důvody tvorby, racionalizace současných projektů, analýza uživatelských požadavků, posouzení stavu);
- vývojová fáze (plán postupu řešení, systémová analýza, programové řešení, technické zabezpečení, řešení věcného obsahu, experimentální provoz);
- realizační fáze (založení banky dat, rutinní provoz).

Každá z etap je charakterizovaná řadou činností, které nelze opomíjet či vynechat.

Praktické uplatnění BKD se stalo v řadě projektů skutečností, jak potvrzuje odborná literatura (např. [4, 6, 8, 9]), i když se v mnoha případech jedná o výzkumnou fázi či experimentální provoz.

BKD lze charakterizovat podle uživatelského zaměření:

- základ informačního systému;
- automatizovaná tvorba map;
- řízení procesu (navedení rakety);
- komplexní využití;

dále podle obsahu:

- geodetické body, údaje o reliéfu terénu;
- prvek vodstvo, komunikace, půda a půdní kryt ...;
- více geografických prvků

a konečně podle technického hlediska:

- celková architektura BKD;
- použitý technickoprogramový aparát (výpočetní systém s programovým vybavením, zařízení počítačové grafiky, možnost dálkového zpracování dat ...);
- struktura báze dat (realizovaný datový model).

Je třeba zdůraznit, že komplexní BKD z hlediska účelu a obsahu nebyla a tudíž realizována ani v technicky nejvyspělejších zemích. Vytvořené BKD jsou řešeny většinou účelově pro menší počet aplikací s postupným rozšiřováním obsahu i možných aplikací.

K praktickému využití BKD se přistupuje v technologiích automatizované tvorby topografických map po přípravné fázi, ve které byly provedeny i potřebné vědeckovýzkumné práce (viz [1, 2, 3, 7]). Na základě zkušeností i podle odborné literatury je třeba varovat před nereálnými představami o snadnosti a rychlosti vytvoření a zavedení BKD do provozu.

V článku jsou uvedeny výsledky dosavadního výzkumu možností a podmínek tvorby BKD, využitelné při automatizované tvorbě topografických map.

2. Obsah banky kartografických dat

Datová základna BKD je determinována uživatelskými požadavky (tvorbou topografických map ...) a možnostmi technickoprogramového aparátu. Pro praktické fungování BKD je třeba stanovit:

- celkový objem zpracovávaných dat (zájmový prostor);
- objem báze dat (jednotku dat přístupnou programovému systému řízení báze dat jako celek) – ukládací jednotku;
- dílčí část báze dat vhodnou pro zpracování – základní snímací jednotku.

Datová základna BKD obsahuje:

- množinuází dat;
- systém metainformačních, informačních, pracovních a archívních souborů;
- nezbytné konvenční podklady.

Na podkladě výsledků databázového modelování geografické reality a jejího odrazu v topografické mapě (viz [1]) lze pro BKD vhodně aplikovat síťový a relační model báze dat. Výběr modelu je určen oblastí využití BKD. V databankových technologiích automatizované tvorby map se výhodněji uplatní síťový model – jeho logické schéma báze dat je na obr. 1, popis v tab. 1.

Důvody:

- lépe odpovídá struktuře kartografických dat (složitost, stabilita vztahů, relativní stálost);
- nepožadujeme zpracování v reálném čase.

Pro bližší charakteristiku logického schématu báze dat (obr. 1) lze klasifikovat následující typy datových struktur:

- informační a služební (BANKA, JEDNOTKA, ZÁHLAVÍ, RASTR);
- primární kartografické (ŘADA, POPIS, ELEMENT, PLOŠKA);
- odvozené z primárních (INVERTOV);
- specificky kartografické (VZTAH, ŘETĚZ, SLED, SOUSTAVA);
- pro uživatelské potřeby (CHARAKTER, OBSAH).

Při jiných aplikacích BKD (např. jako lokalizačního základu pro informační systémy) je výhodnější relační model.

Důvody:

- pružné manipulování s daty a schopnost vytvářet nepředpokládané vztahy mezi daty;
- zpracování dat v reálném čase.

Relační schéma BKD

$$REL_{BKD} = \{ REL_E, REL_X, REL_Q, REL_S \}$$

tvoří množina relací:

$$REL_E = (KL_E, Z, T, KL_Q, KL_S) \text{ – relace popisující element,}$$

kde

- KL_E – klíč relace,
- Z – záhlaví elementu,
- KL_Q – klíč relace kvalitativních vlastností,
- KL_S – klíč relace průběhu elementu,
- T – typ elementu.

$$REL_X = (KL_E, S_i, S_j, X) \text{ – relace charakterizující textový popis,}$$

kde

- S_i – počáteční bod platnosti popisu,
- S_j – koncový bod platnosti popisu,
- X – popis.

$$REL_Q = (KL_Q, Q_1, Q_2, \dots, Q_k) \text{ – relace kvalitativních vlastností,}$$

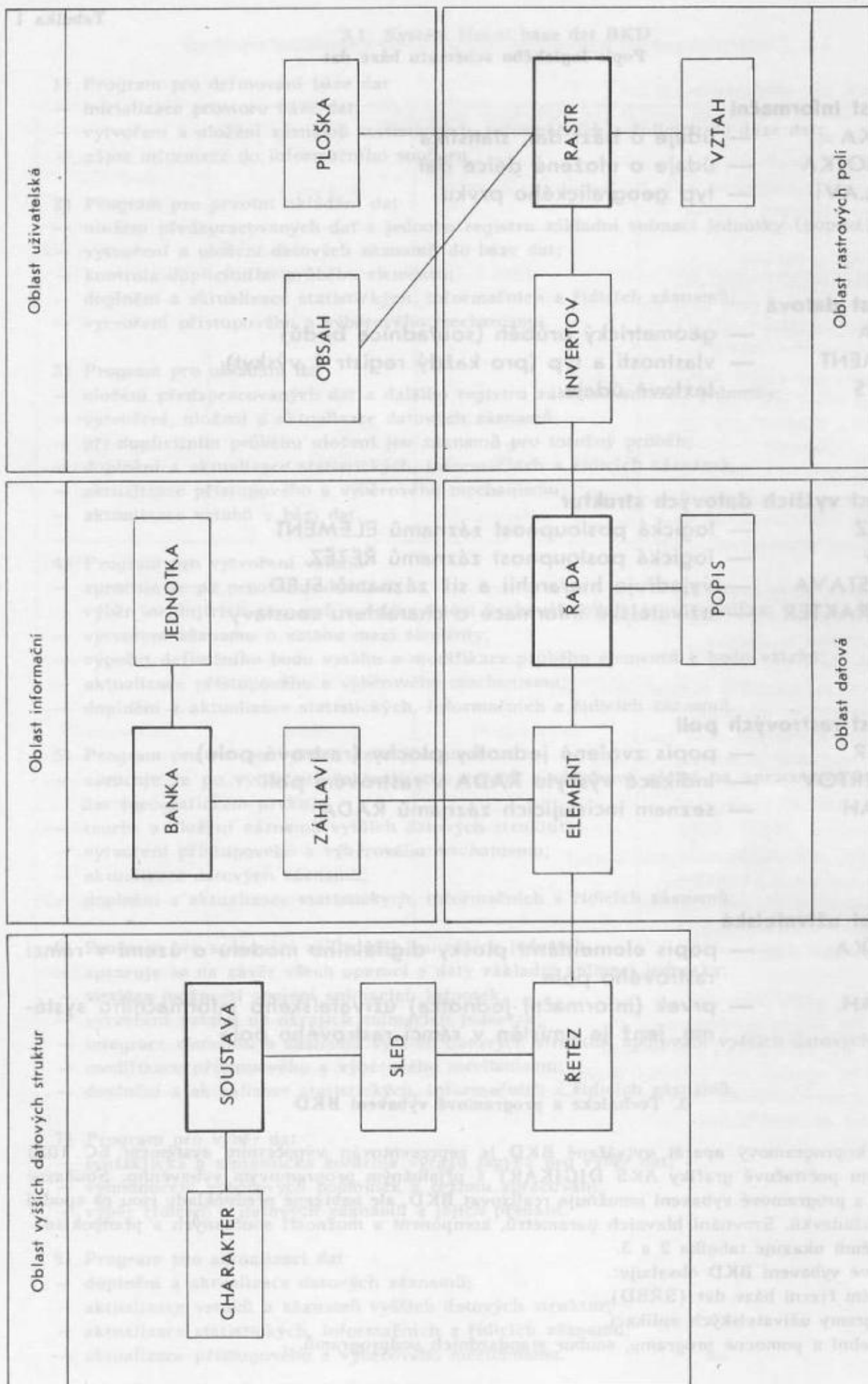
kde

- Q_k – kvalitativní vlastnost elementu.

$$REL_S = (KL_S, S_1, S_2, \dots, S_n) \text{ – relace průběhu elementu,}$$

kde

- S_n – souřadnice definičního bodu.



Obr. 1. Logické schéma báze dat

Popis logického schématu báze dat

1. Oblast informační

- BANKA — údaje o bázi dat, statistika
 JEDNOTKA — údaje o uložené délce dat
 ZÁHLAVÍ — typ geografického prvku

2. Oblast datová

- ŘADA — geometrický průběh (souřadnice bodů)
 ELEMENT — vlastnosti a typ (pro každý registr 1 výskyt)
 POPIS — textové údaje

3. Oblast vyšších datových struktur

- ŘETĚZ — logická posloupnost záznamů ELEMENT
 SLED — logická posloupnost záznamů ŘETĚZ
 SOUSTAVA — vyjadřuje hierarchii a síť záznamů SLED
 CHARAKTER — uživatelské informace o charakteru soustavy

4. Oblast rastrových polí

- RASTR — popis zvolené jednotky plochy (rastrové pole)
 INVERTOV — indikace výskytu ŘADA v rastrovém poli
 VZTAH — seznam incidujících záznamů ŘADA

5. Oblast uživatelská

- PLOŠKA — popis elementární plošky digitálního modelu o území v rámci rastrového pole
 OBSAH — prvek (informační jednotka) uživatelského informačního systému, jenž je umístěn v rámci rastrového pole

3. Technické a programové vybavení BKD

Technickoprogramový aparát vytvářené BKD je reprezentován výpočetním systémem EC 1033 a systémem počítačové grafiky AKS DIGIKART s příslušným programovým vybavením. Současné technické a programové vybavení umožňuje realizovat BKD, ale nabízené předpoklady jsou na spodní hranici požadavků. Srovnání hlavních parametrů, komponent a možností současných a předpokládaných systémů ukazuje tabulka 2 a 3.

Programové vybavení BKD obsahuje:

- systém řízení báze dat (SRBD),
- programy uživatelských aplikací,
- služební a pomocné programy, soubor standardních podprogramů.

3.1. Systém řízení báze dat BKD

- 1) Program pro definování báze dat
 - inicializace prostoru báze dat;
 - vytvoření a uložení záznamů statistických, informačních a řídicích do báze dat;
 - zápis informace do informačního souboru.
- 2) Program pro prvotní ukládání dat
 - uložení předzpracovaných dat z jednoho registru základní snímací jednotky (poprvé);
 - vytvoření a uložení datových záznamů do báze dat;
 - kontrola duplicitního průběhu elementů;
 - doplnění a aktualizace statistických, informačních a řídicích záznamů;
 - vytvoření přístupového a výběrového mechanismu.
- 3) Program pro ukládání dat
 - uložení předzpracovaných dat z dalšího registru základní snímací jednotky;
 - vytvoření, uložení a aktualizace datových záznamů;
 - při duplicitním průběhu uložení jen záznamů pro totožný průběh;
 - doplnění a aktualizace statistických, informačních a řídicích záznamů;
 - aktualizace přístupového a výběrového mechanismu;
 - aktualizace vztahů v bázi dat.
- 4) Program pro vytvoření vztahů
 - zpracuje se po prvotním ukládání;
 - výběr incidujících záznamů v definovaném kruhovém okolí, jejich analýza;
 - vytvoření záznamu o vztahu mezi elementy;
 - výpočet definičního bodu vztahu a modifikace průběhu elementů k bodu vztahu;
 - aktualizace přístupového a výběrového mechanismu;
 - doplnění a aktualizace statistických, informačních a řídicích záznamů.
- 5) Program pro tvorbu vyšších datových struktur
 - zpracuje se po vytvoření (aktualizaci) vztahů a obsahově závisí na zpracovávaném registru dat (geografickém prvku);
 - tvorba a uložení záznamů vyšších datových struktur;
 - vytvoření přístupového a výběrového mechanismu;
 - aktualizace datových záznamů;
 - doplnění a aktualizace statistických, informačních a řídicích záznamů.
- 6) Program pro spojování základních snímacích jednotek
 - zpracuje se na závěr všech operací s daty základní snímací jednotky;
 - analýza možností spojení snímacích jednotek;
 - vytvoření vztahů na okrajích snímacích jednotek;
 - integrace elementů a záznamů vyšších datových struktur, spojování vyšších datových struktur;
 - modifikace přístupového a výběrového mechanismu;
 - doplnění a aktualizace statistických, informačních a řídicích záznamů.
- 7) Program pro výběr dat
 - syntaktická a sémantická kontrola výrazů jazyka pro výběr dat;
 - vyhodnocení výběrových podmínek a režimu zpracování;
 - výběr řídicích a datových záznamů a jejich předání.
- 8) Program pro aktualizaci dat
 - doplnění a aktualizace datových záznamů;
 - aktualizace vztahů a záznamů vyšších datových struktur;
 - aktualizace statistických, informačních a řídicích záznamů;
 - aktualizace přístupového a výběrového mechanismu.

3.2. Služební a pomocné programy, soubor standardních podprogramů

- 1) Program pro předzpracování dat
 - převod dat na standardní formát pro uložení do báze dat;
 - kontrola dat;
 - generování totožných elementů;
 - transformace souřadnic bodů do jednotného formátu;
 - redukce bodových množin.
- 2) Kontrolní programy
 - kontrolní výpis z báze dat;
 - kontrolní kresba části báze dat;
 - kontrola integrity báze dat.
- 3) Programy pro řízení datové základny
 - přehled o systémuází dat;
 - přehled o obsahu báze dat;
 - práce s číselníky.
- 4) Programy pro zabezpečení báze dat
 - statické zabezpečení systémuází dat;
 - dynamické zabezpečení báze dat.
- 5) Standardní podprogramy
 - řešení standardních situací programu;
 - transformace souřadnic;
 - převody datových kódů;
 - odvození parametrů z nomenklatury mapy;
 - redukce bodové množiny;
 - testování kruhového okolí bodu;
 - pro geometrické modelování elementů.

3.3. Aplikační programy

- 1) Programy automatizované generalizace
 - generalizace říčních soustav;
 - generalizace stojatého vodstva;
 - generalizace komunikací;
 - generalizace sídel . . .
- 2) Programy grafického výstupu pro topografické a speciální mapy
 - výběr dat pro zvolený prostor;
 - převod dat do formátu pro kresbu;
 - výpočetní operace pro grafický výstup;
 - transformace kódů dat na značkové klíče;
 - speciální grafické úlohy.

| TECHNICKÉ VYBAVENÍ VÝPOČETNÍHO SYSTÉMU | | | |
|---|---|--|---|
| Zařízení, parametr | Současné | Požadované | Poznámka |
| Počítač — kapacita OP — rychlost výpočtu — externí paměti | EC 1033 512 kBy 200 tis. op/s disky 29 MBy MGP | JSEP 2 2 až 4 MBy 1 mil. op/s disk 200 (500) MBy MGP velkokapacitní | — grafové operace, rozsáhlá data — tvorba složených struktur — spojování snímacích jednotek — integrace bází dat — rozsah zpracovaných dat — složitost výpočtů — zvětšení ukládací jednotky (BD) — komplexní využití BKD |
| Další požadavky: | | | |
| — místní a vzdálená terminálová síť s alfanumerickými a grafickými stanicemi (interaktivní zpracování dat a programů) | | | |
| — procesor báze dat (databázový počítač) | | | |
| PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ VÝPOČETNÍHO SYSTÉMU | | | |
| Komponenta | Současná | Požadovaná | Poznámka |
| Operační systém Databázový systém | OS/JS 6.1. IDMS 4.5. | OS/JS virtuální • IDMS vyšší verze • tříúrovňové archit. | — komplexní činnost a využití BKD (IDD, telekomunik., uživatel. jazyky, interaktiv. editory) |
| Grafika | OKP/FORTRAN | GKS | — grafická interakce ve vyšším programovacím jazyce |
| Další požadavky: | | | |
| — telekomunikační programové vybavení | | | |
| — textový editor pro interaktivní programování | | | |
| — systém automatizovaného projektování | | | |
| — komponenty automatizovaného provozu | | | |

- [7] MORAVEC, D. Databázové technologie automatizované výroby topografických map. *Sborník topografického sběru* 1983, č. 2, s. 30–53.
- [8] STAUFENBIEL, W. Das topographische Datenbanksystem Topes. *Nachricht. aus dem Karten- und Vermessungsw.* 1980, č. 81, s. 101–110.
- [9] WEBER, W. Bericht über Informationsreise zu Dienststellen mit automatisierter Kartographiestellung in den USA. *Nachricht. aus dem Karten und Vermessungsw.* 1981, č. 83, s. 157–162.

| TECHNICKÉ VYBAVENÍ PRACOVIŠTĚ POČÍTAČOVÉ GRAFIKY | | | |
|--|--------------------|---|--|
| Zařízení, parametr | Současné | Požadované | Poznámka |
| Příprava dat | DIGIPOS | <ul style="list-style-type: none"> • zař. k automatiz. sledov. čar a rastr. snímání • zař. k vyhodn. snímků | <ul style="list-style-type: none"> – podstatné zvýšení produktivity práce v přípravě dat – zvýšení přesnosti a odstranění vlivu lidského faktoru |
| Počítač | ADT 4100 | <ul style="list-style-type: none"> • ADT 4700 • SM 52/11 | – potřebné zdroje počítače pro efektivní zpracování kartografických dat |
| – operační paměť | 32 kslov | 1 Mslov | |
| Grafický výstup | DIGIGRAF 3,5 G | <ul style="list-style-type: none"> • DIGIGRAF s mikropočítačem • rastrový souřadnicový zapisovač | – pružnější zpracování výsledné kresby |
| Další požadavky: <ul style="list-style-type: none"> – místní terminálová síť s grafickými stanicemi – velkokapacitní externí paměti s přímým přístupem – interface na výpočetní systém | | | |
| PROGRAMOVÉ VYBAVENÍ PRACOVIŠTĚ POČÍTAČOVÉ GRAFIKY | | | |
| Komponenta | Současná | Požadovaná | Poznámka |
| Operační systém | DOS III | DOS IV, DOS RV | – multiterminálový režim |
| – překladač vyšších jazyků | FOR | FOR, PASCAL, ADA | – zpracování kartografických dat |
| – grafika | SFS | GKS | – grafická interakce |
| Mikroprogramy | generátory symbolů | systém generátorů symbolů | – pružný grafický výstup |
| Další požadavky: <ul style="list-style-type: none"> – programové vybavení pro interaktivní grafiku – programové vybavení pro rozpoznávání obrazců (převod rastrových dat na vektorový tvar) – „menu pro snímání dat“ | | | |

4. Možnosti praktického uplatnění BKD

Pro společenskou praxi mají značný a trvalý význam informace o geografické realitě. Tyto informace ve formě banky kartografických dat umožňují jejich automatizované využití. Je zřejmé, že tvorba a údržba BKD bude nákladná činnost, a proto je nutné její výsledky maximálně využít.

Z analýzy potřeb geografických informací vychází hrubá představa o možnostech využití BKD:

- jako integrujícího segmentu databankových technologií automatizované tvorby a obnovy topografických a speciálních map;
- jako součásti automatizovaného systému řízení rozlehlých vojenských systémů — vstup informací o geografické realitě;
- ve spojení s digitálním modelem o území by mohl být vytvořen informační systém o území;
- jako lokalizačního základu dalších informačních systémů z oblasti národního hospodářství, výzkumu životního prostředí, vojenství apod.

Literatura:

- [1] BUŘITA, L.: Model banky dat kartografických informací. [Kandidátská disertace.] Brno 1984. — VAAZ.
- [2] BUŘITA, L.: Model banky kartografických dat. Sborník topografické služby MNO, 1983, č. 2, s. 34—44.
- [3] BUŘITA, L. — MORAVEC, D.: Aplikace systému řízení báze dat IDMS v kartografii. Sborník topografické služby MNO, 1982, č. 2, s. 11—16.
- [4] FISCHER, E. — UHRIG, H.: Digitale kartographische Datenbank 1:1 000 000 für die BRD. Nachricht. aus dem Karten- und Vermessungsw., 1981, č. 86, s. 85—94.
- [5] CHVALOVSKÝ, V.: Banky dat. Praha, SNTL 1984.
- [6] LEHMBROCK, H. — OSTER, M.: Die automationsgestützte Fortführung der Topographischen Karte 1:25 000 in Nordrhein-Westfalen. Kartographische Nachrichten, 1981, č. 2, s. 52—59.
- [7] MORAVEC, D.: Databankové technologie automatizované tvorby topografických map. Sborník topografické služby MNO, 1983, č. 2, s. 30—33.
- [8] STAUFENBIEL, W.: Das topographische Datenbanksystem Topsy. Nachricht. aus dem Karten- und Vermessungsw., 1980, č. 81, s. 101—110.
- [9] WEBER, W.: Bericht über Informationsreise zu Dienststellen mit automationsgestützter Kartenherstellung in den USA. Nachricht. aus dem Karten- und Vermessungsw., 1981, č. 85, s. 137—162.

Do redakce došlo 9. října 1984.

Banka kartografických dat

Tvorba specificky kartografických datových struktur

1. Úvod

Obecná problematika tvorby banky kartografických dat (BKD) byla již popsána v článku Banka kartografických dat [3] a tento článek lze chápat jako navazující. Za specificky kartografické datové struktury (dále již jen struktury) označili autoři VZTAH, ŘETĚZ, SLED, SOUSTAVU.

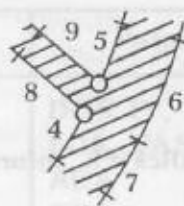
Uvedené struktury vyjadřují geografický pohled na primární digitalizovaná data ve smyslu požadavků na automatizovanou tvorbu map. Všechny uvedené struktury jsou algoritmicky vytvářeny v bázi dat, z čehož nutně plynou požadavky na pořízení dat a nároky na programové vybavení BKD. Při přípravě dat (digitalizaci) musí být nutně dodržena požadovaná přesnost a metodický postup, neboť ve značné míře určují úspěšnost práce programů při vytváření struktur. Programové vybavení musí vyřešit všechny standardní situace tvorby struktur a převážnou většinu mezních situací. Pouze ve výjimečných případech bude třeba se spolehnout na kvalifikovaný manuální zásah školeného operátora (správy báze dat, kartografa-specialisty apod.), jenž doplní či opraví práci programového vybavení.

2. Pojem specificky kartografických datových struktur

VZTAH je definován, incidují-li ve zvoleném kruhovém okolí svými koncovými a počátečními body:

- 3 a více elementů;
- 2 elementy (speciální případy).

Pokud se jedná pouze o elementy určitého geografického prvku, hovoříme o tzv. primárních VZTAZÍCH. Například pro prvek vodstva:



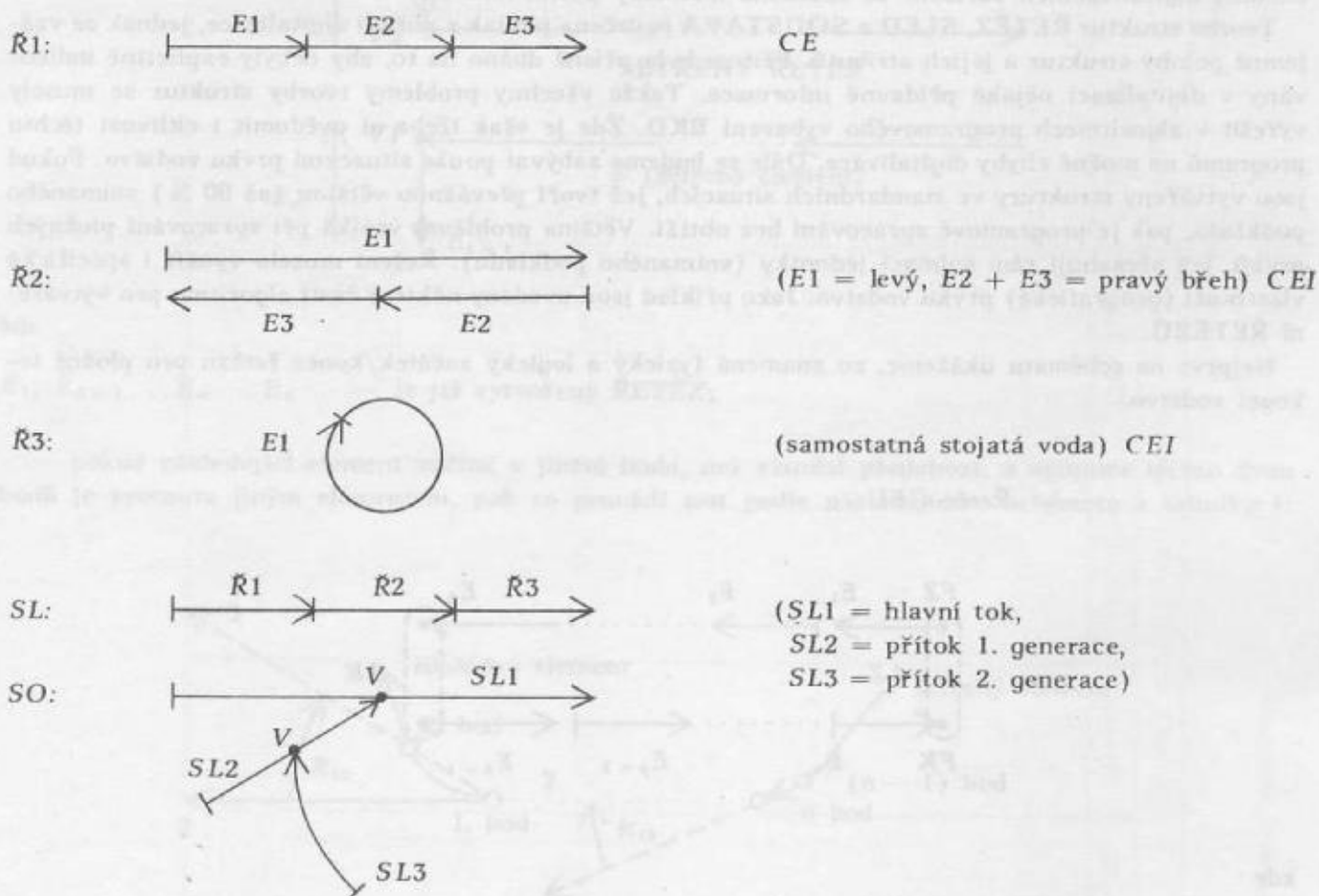
1, 2, 3, ... 12 elementy
○ primární VZTAH

Datová struktura ŘETĚZ je prvním hierarchickým stupněm logického sloučení elementů. Do ŘETĚZU jsou spojeny ty elementy, které na sebe fyzicky přímo navazují a neliší se od sebe typem (plošný – čárový). ŘETĚZY nemají žádná větvení. Například pro registr vodstva je ŘETĚZEM taková část vodního toku, v jejímž průběhu není žádný přítok, bifurkace ani změna typu. Pro stojaté vody (plošné) je řetězem obvod celé vodní nádrže (rybníky, jezera ...).

Druhým hierarchickým stupněm logického sloučení je SLED, jehož prvky jsou výše popsané ŘETĚZY. Do jednoho SLEDU jsou spojeny ty ŘETĚZY, které na sebe fyzicky navazují a logicky tvoří geografické objekty. Pro registr vodstva je SLED tvořen souvislým úsekem vodního toku, včetně vodních nádrží, jimiž protéká, například hlavní tok řeky od pramene po ústí, celé vedlejší rameno, celý plavební kanál a podobně.

Nejvyšším stupněm logického sloučení struktur je SOUSTAVA. V každé SOUSTAVĚ jsou sjednoceny všechny navzájem související SLEDY. Pro registr vodstva je SOUSTAVA tvořena hlavním tokem a všemi jeho přítoky, jež jsou v SOUSTAVĚ uspořádány podle generací přítoků ve směru toku. SOUSTAVY jsou většinou tvořeny (vzhledem k rozsahu báze dat) fragmenty z říčních soustav.

Například pro prvek vodstva:



Legenda:

| | | | |
|----|----------|-----|--------------------------|
| E | element | CEI | element plošného vodstva |
| Ř | RETĚZY | CE | element čárového vodstva |
| SL | SLEDY | V | VZTAH |
| SO | SOUSTAVY | | |

3. Problematika tvorby specificky kartografických datových struktur

Vytvoření záznamu VZTAH znamená řešení následujících operací:

- vyhledání incidujících elementů v určeném kruhovém okolí;
- analýza vybrané množiny elementů;
- výpočet bodu vztahu (těžiště);
- vytvoření struktury VZTAH a zápis do báze dat;
- modifikace elementů zúčastněných ve vztahu.

Hlavním přínosem algoritmického (programového) řešení VZTAHŮ v bázi dat je oproštění digitalizace od explicitní indikace vztahů (označování elementů tvořících VZTAH). Na druhé straně jsou kladeny požadavky na přesnost a metodiku digitalizace. Podstatné pro rozbor situace při vzniku VZTAHU jsou:

- vzdálenost digitalizovaných bodů;
- velikost kruhového okolí pro výběr elementů do vztahu;
- střední chyba digitalizace.

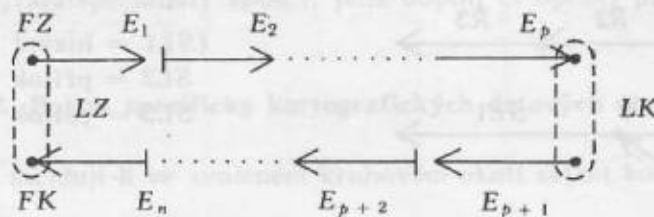
Volba kruhového okolí musí při optimální metodě digitalizace zabezpečit, aby nedošlo k chybně vytvořenému VZTAHU (nezapojení elementu, chybnému spojení krátkého elementu svým začátkem a koncem . . .) či k neoprávněnému vzniku VZTAHU (spojeny elementy, které k sobě logicky nepatří).

Rozbor a experimenty byly provedeny v [1], kruhové okolí má velikost $40 \text{ mm} \cdot 10^{-2}$. Praktické poznatky ze zkušebního provozu ukazují potřebu a další možnost tuto hodnotu ještě snížit přesnější prací obsluhy digitalizačních zařízení za současné metodiky pořizování dat.

Tvorba struktur ŘETĚZ, SLED a SOUSTAVA je určena jednak z pořadí digitalizace, jednak ze vzájemné polohy struktur a jejich atributů. Přitom bylo přísně dbáno na to, aby nebyly explicitně indikovány v digitalizaci nějaké přídavné informace. Takže všechny problémy tvorby struktur se musely vyřešit v algoritmech programového vybavení BKD. Zde je však třeba si uvědomit i citlivost těchto programů na možné chyby digitalizace. Dále se budeme zabývat pouze situacemi prvku vodstvo. Pokud jsou vytvářeny struktury ve standardních situacích, jež tvoří převážnou většinu (až 90 %) snímaného podkladu, pak je programové zpracování bez obtíží. Většina problémů vzniká při zpracování plošných prvků, jež přesahují rám snímací jednotky (snímaného podkladu). Řešení muselo využít i specifické vlastnosti (geografické) prvku vodstvo. Jako příklad jsou uvedeny některé části algoritmu pro vytváření ŘETĚZŮ.

Nejprve na schématu ukážeme, co znamená fyzický a logický začátek/konec řetězu pro plošné tekoucí vodstvo.

Řetěz CEI:



kde

- | | | |
|----|--|--------------------------|
| FZ | — fyzický začátek | } ŘETĚZU $E_1 \dots E_n$ |
| FK | — fyzický konec | |
| LZ | — logický začátek | |
| LK | — logický konec | |
| • | — primární nebo vnější (průsečík s rámem) VZTAH | |
| ⋯ | — dvojice VZTAHŮ logického začátku a konce ŘETĚZU. | |

Před určením logického konce CEI-ŘETĚZU tekoucího vodstva se provádí následující operace:

- výpočet fyzické délky ŘETĚZU (po elementech od FZ do FK);
- určení bodu PRUM, stejně vzdáleného do FZ a FK;
- vyhledání nejbližšího primárního nebo vnějšího VZTAHU od PRUM a dohledání doplňujícího VZTAHU do dvojice.

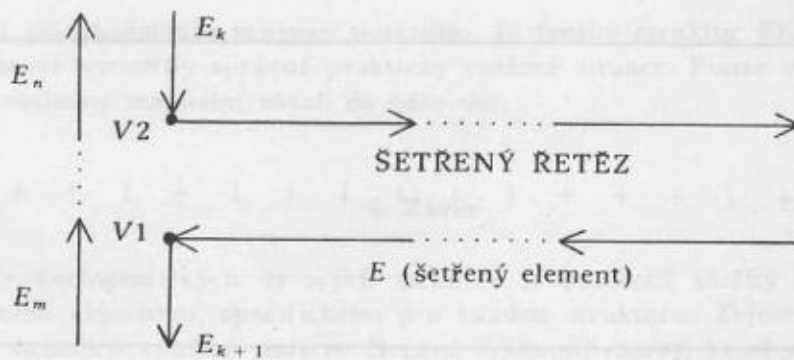
Dále jsou uvedeny podstatné podmínky zjišťování, zda se šetřený element obrysu plošného vodstva má zapojit do již založeného (vytvořeného) ŘETĚZU.

a) Před šetřeným elementem:

- změna záhlaví nebo typu (z CEI na CE);
- změna logického pořadí snímání;
- začíná v primárním vztahu (CEI, CEI), který byl již v ŘETĚZU zpracován;
- začíná v jiném bodě, než skončil předchozí element, a spojnice těchto dvou bodů je protnuta jiným elementem.

b) Za šetřeným elementem:

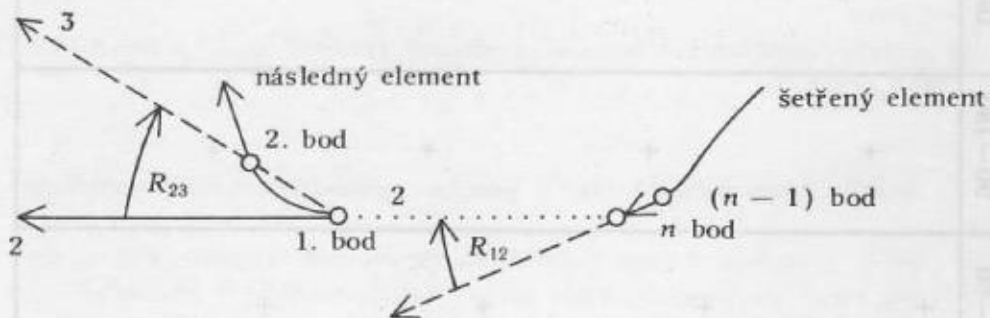
- ukončení elementu v bodu, který je fyzickým začátkem tohoto ŘETĚZU;
- ukončení elementu ve VZTAHU V1 (CEI, CEI), který tvoří logickou dvojici ve VZTAHU V2 (CEI, CEI) a je logickým začátkem tohoto ŘETĚZU (viz schéma):



kde

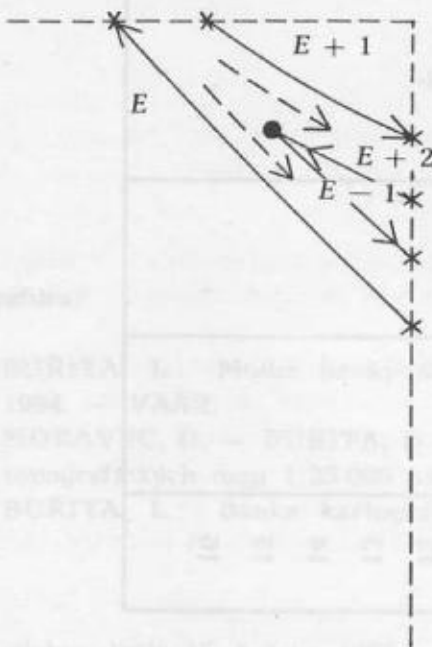
$E_k, E_{k+1} \dots E_m \dots E_n$ — je již vytvořený ŘETĚZ;

— pokud následující element začíná v jiném bodu, než skončil předchozí, a spojnice těchto dvou bodů je protnuta jiným elementem, pak se provádí test podle následujícího schématu a tabulky 1:



c) Pokud E končí vnějším VZTAHEM a $E + 1$ začíná vnějším VZTAHEM:

- zjišťujeme, zda je mezi těmito vztahy na sekčním rámu další vnější VZTAH (např. viz schéma):
- ANO — řetěz je ukončen,
- NE — prohledáváme další elementy.



Legenda:

| | | |
|----------------|--------------|---------|
| — — — — — | — sekční rám | } VZTAH |
| × | — vnější | |
| • | — primární | |
| $E - 1, E$ | — ŘETĚZ 1 | |
| $E + 1, E + 2$ | — ŘETĚZ 2 | |

Tabulka rozdílů směrniců

Tabulka 1

| Poř. čís. | Rozdíl směrniců 1-2 (R_{12}) | | | | Rozdíl směrniců 2-3 (R_{23}) | | | | Pokračování řetězu |
|--------------|----------------------------------|--------|---------|---------|----------------------------------|--------|---------|---------|-----------------------|
| | 0-90 | 90-180 | 180-270 | 270-360 | 0-90 | 90-180 | 180-270 | 270-360 | |
| | 1 | + | | | | + | | | |
| 2 | + | | | | | + | | | + |
| 3 | + | | | | | | + | | - |
| 4 | + | + | | | | | | + | + |
| 5 | | | | | | | | | + |
| 6 | | + | | | | | | | - |
| 7 | | + | | | | | | | - |
| 8 | | + | | | | | | | - |
| 9 | | | + | | | | | | - |
| 10 | | | + | | | | | | - |
| 11 | | | | | | | | | + |
| 12 | | | | | | | | | - |
| 13 | | | | | + | | | | - |
| 14 | | | | | + | | | | - |
| 15 | | | | | + | | | | + |
| 16 | | | | | + | | | | + |

Praktické ověření při zkušebním provozu potvrdilo, že tvorba struktur RETÉZ je algoritmizovatelná, že se programově vytvořily správně prakticky veškeré situace. Pouze v ojedinělých případech se musel provádět následný manuální zásah do báze dat.

4. Závěr

Tvorba specificky kartografických datových struktur je poměrně složitý problém, jenž spočívá v nalezení optimálního algoritmu, specifického pro každou strukturu. Zejména vytváření struktury RETÉZ v mezních situacích (plošné vodstvo členěné sekčními rámy), které mohou dosáhnout velké variability, považují autoři článku za obtížně algoritmizovatelné. Naštěstí, jak ukazují praktické zkušenosti, je takových situací minimálně. Cílem článku bylo ukázat některé problémy, které byly vyřešeny ve prospěch tvorby specificky kartografických struktur.

Literatura:

- [1] BURITA, L.: Model banky dat kartografických informací. [Kandidátská disertace.] Brno 1984. — VAAZ.
- [2] MORAVEC, D. — BURITA, L. — TICHÝ, B.: Databankové technologie tvorby prvku vodstvo topografických map 1:25 000 až 1:200 000, technologický blok "Organizace dat.", Praha 1984.
- [3] BURITA, L.: Banka kartografických dat. Sborník topografické služby MNO, 1985, č. 2.

Příspěvek k teorii kartografické čáry

V kartografické praxi můžeme označit jako problém způsoby zobrazování průběhu liniových prvků mapového obrazu. Jednak proto, že charakter linie je odlišný v závislosti na konkrétním prvku nebo i jeho vnitřních podmínkách, ale také proto, že vzhledem k účelu vytvářeného kartografického díla, uplatněnému stupni generalizace a měřítkovému přechodu není vždy jednoznačné, zda zevšeobecněná a zobrazená linie věrně odpovídá charakteru zobrazovaného území a skutečnému průběhu prvku.

V současné době, kdy dochází k postupnému zavádění automatizace do kartografické praxe, vystupuje problém způsobů zobrazování průběhu liniových prvků ještě více do popředí. V praxi automatizačních projektů byla použita různá řešení, která byla většinou aplikována z jiných oborů lidské činnosti a snad i proto spolehlivě řešila liniové elementy jen některých kartografických prvků, navíc při splnění určitých konkrétně stanovených podmínek.

Uvedený stav vyvolal potřebu hlubší analýzy procesu s důrazem na specifické kartografické podmínky. Libovolný druh liniového prvku v mapě je označován pojmem *kartografická čára*. Její analýza v procesu automatizovaného zpracování a zkušenosti získané při algoritmizaci některých úloh vedly autora k dalšímu rozpracování teorie kartografické čáry; jeho příspěvek k teorii kartografické čáry je obsahem článku.

Poznámka: Ve vztazích uvedených v textu jsou užívány symboly $(, \dots,)$ pro n -tici, $\{ \}$ pro množinu, $[\]$ pro uspořádanou množinu.

1. Analýza kartografické čáry v procesu automatizovaného zpracování

Kartografická čára je v procesu automatizovaného zpracování chápána jako souřadnicová interpretace definičních bodů elementu geografického prvku, zobrazovaného v kartografickém díle.

Data pro automatizované zpracování kartografické čáry mohou být získávána:

- metodami přímého měření v terénu, vyhodnocením fotogrammetrických modelů apod.;
- kartografickými metodami pomocí speciálních zařízení (digitalizátorů, scannerů aj.);
- výpočetním předzpracováním (interpolací) dat získaných předchozími metodami.

Výsledkem je číselný model elementu kartografické čáry.

$$e = (n, [sou]) , \quad n \geq 2, \quad (1)$$

kde

- e – element,
- n – počet definičních bodů,
- sou – souřadnice definičního bodu.

$$sou = (X, Y) \text{ nebo } sou = (X, Y, Z).$$

Prostorový model geografického prvku je v mapě zobrazen rovinnými souřadnicemi. V následujícím textu budou uvažovány jen rovinné souřadnice (X, Y) , u kterých je předpokládáno, že byly pořízeny digitalizací.

Vedle kvantitativní složky $(n, [sou])$ je element nositelem informace o konkrétním geografickém prvku, podle něhož lze geometrický charakter kartografické čáry rozčlenit na:

- a) **polygonální**: linie je matematicky definována souřadnicemi vrcholů polygonu (energetická vedení, kanály, vodovody aj.);
- b) **křivkový**:
 - s průběhem definovatelným matematickým vyjádřením geometrických tvarů v rovině (železnice, dálnice, ..., většinou uměle vytvořené objekty),
 - obecný křivkový (vodní toky, pozemní komunikace nižších kategorií, apod.);

c) kombinovaný: kombinace polygonálního a křivkového charakteru kartografické čáry (hranice, ohrady apod.).

Libovolným způsobem realizovaný element je vstupem do systému automatizovaného zpracování kartografické čáry, který definujeme jako množinu následujících částí:

1. digitalizace;
2. kontrola správnosti zobrazení skutečného průběhu elementu do jeho datového (digitálního) tvaru;
3. prvotní ošetření digitalizovaných dat;
4. kontrola identity elementů kartografické čáry;
5. redukce bodové množiny elementu kartografické čáry;
6. uložení elementu do báze dat;
7. výběr elementů z báze dat a jejich případná integrace;
8. zevšeobecnění elementů;
9. rekonstrukce redukované bodové množiny;
10. vykreslení kartografické čáry.

V optimální variantě je element kartografické čáry zpracováván postupně všemi částmi systému. Prakticky však existuje celá řada variant, odpovídající účelu zpracování (kontrolní grafické výstupy, experimentální ověření apod.).

Jestliže zavedeme pomocné označení částí systému C_i , kde i = pořadové číslo části z předchozího textu, pak vstupní a výstupní hodnoty části charakterizují následující n -tice.

$$C_1 = e = (n, [sou]), \quad (2)$$

$$C_2 = e = (n, [sou]), \quad (3)$$

$$C_3 = e_u = (n_u, [sou]_u), \quad (4)$$

kde

$n_u \leq n_r$,
 $[sou]_u \subseteq [sou]$,
 index " u " — upravený.

$$C_4 = ([sou]_1, n_1, [sou]_2, n_2, ko, v), \quad (5)$$

kde

$[sou]_1, [sou]_2$ — množiny souřadnic 1. a 2. elementu,
 n_1, n_2 — počty definičních bodů 1. a 2. elementu,
 ko — parametr přesnosti pořizování dat nebo požadované přesnosti (kruhové okolí),
 v — indikace výsledku porovnání.

$$C_5 = ([sou], n, [sou]_r, n_r, \{pa_r\}), \quad (6)$$

kde

$[sou]_r, n_r$ — výstupní (redukovaný) element,
 $\{pa_r\}$ — množina vstupních parametrů zvolené metody.

$$C_6 = n, [sou], \{pa_{bd}\}, \quad (7)$$

kde

$\{pa_{bd}\}$ — množina dat, specifikujících uložení elementu v bázi dat.

$$C_7 \equiv e = (n, [sou]). \quad (8)$$

$$C_8 = ([sou], n, [sou]_r, n_r, \{pa_{ze}\}), \quad (9)$$

kde

$\{pa_{ze}\}$ — množina parametrů pro zevšeobecnění.

$$C_9 = ([sou], n, \{pa_{vs}\}, [sou]_{vy}, n_{vy}, \{pa_{vy}\}, \{pa_{te}\}), \quad (10)$$

kde

$[sou]_{vy}, n_{vy}$ — výstupní element ve tvaru povelů pro kreslicí zařízení,
 $\{pa_{vs}\}, \{pa_{vy}\}, \{pa_{te}\}$ — množiny parametrů: vstupních, výstupních (v povelích), technologické varianty vykreslení.

$$C_{10} = ([e_{vy}], \{pa_{te}\}), \quad (11)$$

kde

$[e_{vy}]$ — uspořádaná množina výstupních elementů.

Podrobnější popis jednotlivých částí je uveden v [4]. Ze závěrů analýzy je nejdůležitější konstatování, že podstatné řešení systému spočívá v algoritmizaci:

- kontroly identity elementů kartografické čáry;
- redukce bodové množiny a zevšeobecnování kartografické čáry;
- rekonstrukce redukované bodové množiny.

2. Stručný přehled používaných řešení

Kartografická čára je obrazem geografického prvku, jehož průběh je v mapě zobrazen linií. V konvenční kartografické tvorbě realizuje kartograf zevšeobecnování tvarů přístupem „od obecného k zvláštnímu“. Automatizované zpracování liniových prvků není výlučně kartografickou problematikou a dosud navržené algoritmy našly uplatnění tam, kde jsou výsledky práce graficky zobrazovány.

Přehled o současném stavu je uveden například v [3], [4], [7]. Specifika automatizovaného zpracování kartografické čáry ve srovnání s řešením redukce, aproximace nebo počítačového návrhu obecné čáry spočívá v řešení její generalizace nebo též zevšeobecnění tvarů. Hlavní požadavek je kladen na zachování charakteristických zvláštností průběhu kartografické čáry (přímých a křivkových úseků, zlomů, výrazných nepravidelných tvarů apod.). Je to složitý úkol, který naráží na různá omezení při matematickém popisu.

Některá řešení využívají klouzaového průměru (Töpfer [12]) na čarách s konstantní vzdáleností souřadnic opěrných bodů, které jsou podle velikosti odvozeného měřítka jednoduše redukovány. Gottschalk [2] nahrazuje definující bodovou množinu aproximujícím polynomem a opěrné body vybírá z původní bodové množiny na základě kritické vzdálenosti po sobě následujících bodů, stanovené harmonickou analýzou definující bodové množiny. Při vlastní generalizaci tvarů určuje maximální hodnoty křivostí a jim odpovídající úseky jsou při užití statistické analýzy pro jejich amplitudy a délky testovány a pak vypouštěny nebo ponechány. Interpolaci křivek realizuje polynomem 3. stupně.

Další metody určují redukci bodové množiny testováním výskytů bodů v algoritmicky definovaném pro měnícím okolí kartografické čáry. Tondl [11] a Moravec [7] testují ve zvoleném kruhovém okolí (zóně redukce), jehož střed leží v prvním ohnisku parametricky stanoveného eliptického okolí, polohu mezilehlých bodů. Jestliže jsou všechny uvnitř elipsy, pak testovaný úsek čáry charakterizují souřadnice jejich ohnisek a druhé ohnisko se stává středem nové zóny redukce. Je-li některý z mezilehlých bodů mimo plochu elipsy, pak se stává druhým ohniskem elipsy a postup se opakuje, dokud nejsou všechny body uvnitř plochy.

Jiní autoři definují parametrická okolí úhlovými nebo délkovými kritérii a matematickologickými algoritmy realizují zevšeobecnování tvarů.

Grafická kvalita obrazu kartografické čáry je závislá na zvolené metodě rekonstrukce redukované nebo zevšeobecněné bodové množiny. Často jsou výsledky znehodnocovány tím, že užitá metoda předpokládá přibližně stejnou vzdálenost po sobě následujících bodů a definující bodová množina požadavek nerespektuje. Nejčastěji je používáno polynomů (až pátého stupně), spline funkcí, popřípadě exponenciálních funkcí s vyrovnáním. Kovařík [5] například prokládá definující bodovou množinu kruhovými oblouky.

Většina publikovaných algoritmů pro zevšeobecnování tvarů vychází z „mikroprostoru“, tj. z několika málo bodů definující bodové množiny, v nichž jsou hledány charakteristické vlastnosti pro stanovení

parametrů matematických funkcí, kterými je kartografická čára nahrazována. Tyto metody vyžadují splnění řady předpokladů, jako například přibližně stejné vzdálenosti definičních bodů, dosazování parametrů podle konkrétního druhu čáry, omezení z hlediska uzavřenosti a otevřenosti kartografické čáry.

Peuckert v [9] publikoval teorii kartografické čáry, která umožňuje chápat její digitální zobrazení jako konečnou množinu definičních bodů, kterou lze nahradit hraničním čtyřúhelníkem, určeným šířkou, délkou a obecným směrem. Linie je dělitelná na podúseky, pro které lze opět sestrojít hraniční čtyřúhelníky. Určováním charakteristických bodů a limitních hodnot šířky, délky a typických hodnot směrů podúseků je využito teorie kartografické čáry pro řešení její generalizace, ale i pro řešení dalších praktických úloh při automatizovaném zpracování liniových prvků.

Peuckertova teorie byla autorem příspěvku rozšířena a rozpracována až do návrhu matematických algoritmů, což tvoří obsah třetí kapitoly.

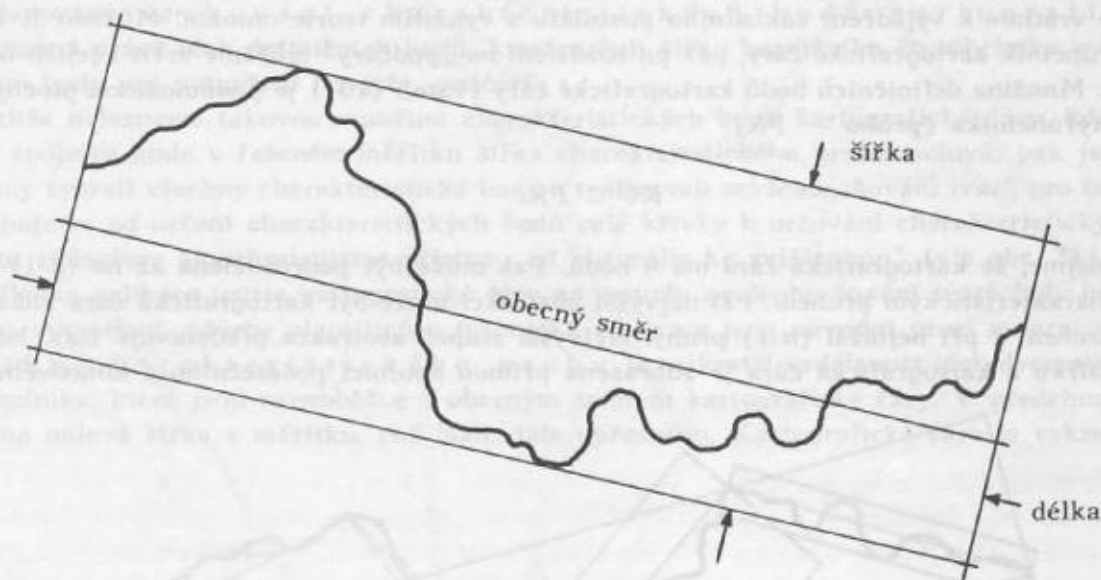
3. Příspěvek k teorii kartografické čáry

Teorie kartografické čáry vychází ze základního postulátu, který zní: **kartografická čára může být vždy dělena na menší části.**

Jak uvádí Peuckert v [9], může být kartografická čára definována:

1. obecným směrem;
2. šířkou;
3. délkou hraničního čtyřúhelníka (charakteristického pruhu).

Jestliže z charakteristik vytvoříme pravoúhlý čtyřúhelník, což je zobrazeno na obr. 1, který budeme nazývat **hraniční čtyřúhelník**, pak jich vzhledem k obecnému směru můžeme vytvořit nekonečně mnoho. Charakteristickými body kartografické čáry jsou její počátek a konec. V dalších



Obr. 1

úvahách budeme předpokládat, že je obecný směr hraničního čtyřúhelníka určen těmito body. Využijeme-li základní postulát o možnosti prakticky nekonečného dělení kartografické čáry a představíme si hraniční čtyřúhelník ve tvaru čtverce, jehož strana je rovna například hodnotě nejmenší jednotky odečítacího zařízení (u Digiposu 0,01 mm), a další dělení čáry uvedeným způsobem omezíme, pak budeme diferenciální plošku čtverce nazývat **definiční bod**. Úplná množina všech za sebou následujících definičních bodů určuje průběh kartografické čáry.

$$KC = \{B_{i_u}\} = B_{1_u}, B_{2_u}, \dots, B_{n_u}, \quad (12)$$

kde

B_{i_u} — i -tý definiční bod úplné množiny.

Pro automatizované zpracování je technickými prostředky sběru dat vytvořena jiná množina definičních bodů, která splňuje předpoklad přesnosti v mezích přesnosti technologického postupu. To znamená, že z hlediska Guassova zákona chyb 95 % odchylek skutečné polohy bodu od digitalizované nepřesáhne hodnotu dvojnásobku střední chyby použité metody. Byla-li data pořízena jako výsledek geodetických měření, popřípadě digitalizována ve větším měřítku, než jsou algoritmickými postupy zpracovávána, pak je jejich přesnost ještě vyšší. Použitá metoda sběru dat současně zabezpečuje, aby definiční body, kterých je menší počet než v úplné množině $\{B_i\}_n$, zachovaly všechny charakteristické rysy kartografické čáry.

Pro výpočetní zpracování je kartografická čára definována množinou definičních bodů s přesností odpovídající předchozí úvaze.

$$KC = \{B_i\} = B_1, B_2, \dots, B_n, \quad (13)$$

kde

$n \langle n_u, n_u$ — počet definičních bodů úplné množiny.

Jsou-li definiční body současně charakteristickými body kartografické čáry, pak je spojnice po sobě následujících bodů přímková a rekonstrukce čáry je realizovatelná vytvořením $(n-1)$ spojnic definičních bodů. To znamená, že je kartografická čára zobrazena jako polygon s vrcholy v definičních bodech.

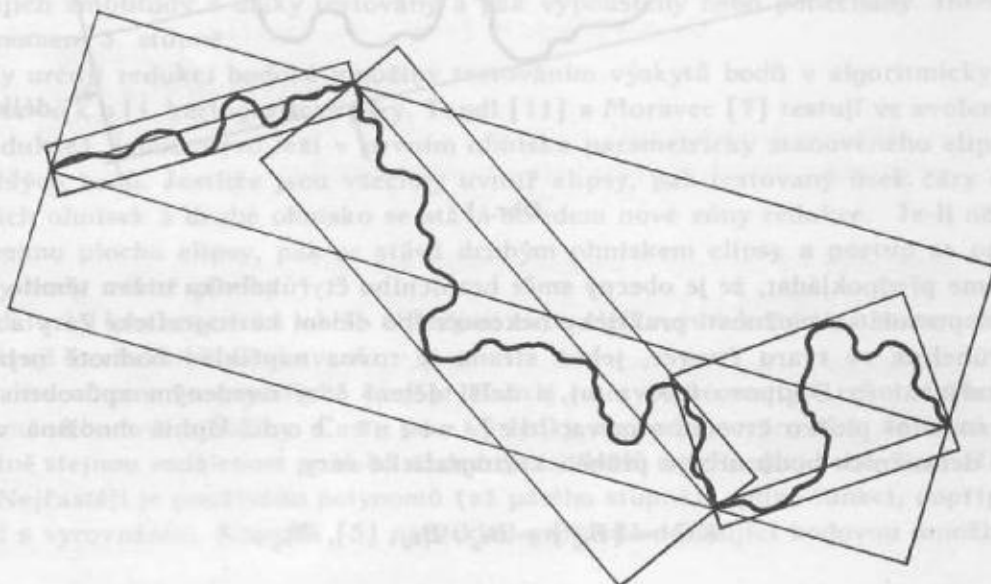
Vzhledem k snahám o vyjádření kartografické čáry matematickou funkcí a vzhledem k výše uvedeným úvahám uvádíme následující závěr: **v procesu automatizovaného zpracování je kartografická čára reprezentována množinou diskrétních hodnot souřadnic definičních bodů, které mohou, ale nemusí mít spojitý charakter.**

Je vhodné, aby algoritmické řešení odpovídalo uvedenému závěru.

V předchozí části jsme vysvětlili a definovali pojmy: hraniční čtyřúhelník, obecný směr a definiční bod. Nyní se vrátíme k vyjádření základního postulátu s využitím teorie množin. Můžeme-li vyjádřit hraniční čtyřúhelník kartografické čáry, pak po rozdělení na „podčáry“ můžeme určit i jejich hraniční čtyřúhelníky. Množina definičních bodů kartografické čáry (vztah (13)) je podmnožinou plochy jejího hraničního čtyřúhelníka (pruhu — PR).

$$KC \subset PR. \quad (14)$$

Předpokládejme, že kartografická čára má n bodů. Pak může být podrozdělena až na $(n-1)$ podčar s vlastním charakteristickým pruhem. Při nejvyšší abstrakci může být kartografická čára znázorněna jen jedním pruhem a při nejnižší $(n-1)$ pruhy. Nejvyšší stupeň abstrakce představuje stav, kdy pruh má nulovou šířku a kartografická čára je zobrazena přímkou spojnici počátečního a koncového bodu.



Obr. 2

Jinými slovy, se zmenšováním stupňů abstrakce je kartografická čára pokrývána stále se zmenšujícími pruhy (viz obr. 2), pro které platí, že součet jejich ploch je menší než plocha pruhu původního. Vztah (15) a obr. 2 jsou převzaty z [9].

$$PR^1 \supseteq PR_1^2 \cup PR_2^2 \supseteq \dots \supseteq \bigcup_{i=1}^k PR_i^k \supseteq \dots \supseteq \bigcup_{i=1}^n PR_i^n, \quad (15)$$

kde
 PR_i^k — i -tý pruh k -tého stupně abstrakce.

Celkový počet možných kombinací pro rozdělení čáry o n definičních bodech je

$$\frac{(n-1) \cdot n}{2},$$

což je zároveň počet možných pruhů. S rostoucím počtem „podčar“ (rozdělení původní kartografické čáry) klesá počet definičních bodů, i když jejich celková množina je stále stejná.

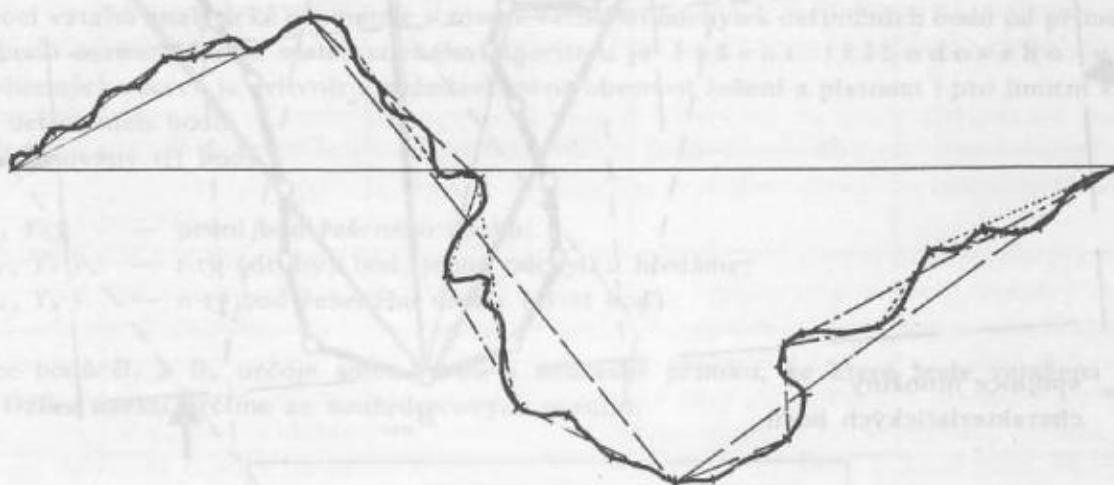
4. Aplikace teorie kartografické čáry na metodu zevšeobecnování tvarů

Kartografická čára je při limitní změně měřítka zobrazena jako přímá spojnice počátečního a koncového bodu, což znamená, že všechny mezilehlé body mají tak malou odchylku od přímé spojnice krajních bodů, že šířka charakteristického pruhu je pro limitní měřítko nulová. V procesu zevšeobecnování je požadováno zachování charakteristických bodů kartografické čáry, to znamená právě těch definičních bodů, které určují šířku hraničního čtyřúhelníka a pak se stávají dělicími body pro vytvoření nových „podčar“.

Jestliže nalezneme takovou množinu charakteristických bodů kartografické čáry, kde pro všechny jejich spojnice bude v řešeném měřítku šířka charakteristického pruhu nulová, pak jsme z původní množiny vybrali všechny charakteristické body a realizovali zevšeobecnování tvarů pro řešené měřítko. Postupujeme od určení charakteristických bodů celé křivky k určování charakteristických bodů částí a tímto způsobem algoritmizujeme přístup „od obecného ke zvláštnímu“ (viz obr. 3).

Myšlenka aplikace teorie kartografické čáry na metodu zevšeobecnování tvarů byly převzata z [9], ale její vysvětlení, návrhy algoritmů a technická realizace jsou původní prací autora příspěvku.

Šířka charakteristického pruhu je nejkratší vzdálenost těch dvou stran hraničního čtyřúhelníka, které jsou rovnoběžné s obecným směrem kartografické čáry. V předchozím textu byla popsána nulová šířka v měřítku, což bude dále upřesněno. Kartografická čára je vykreslována podle



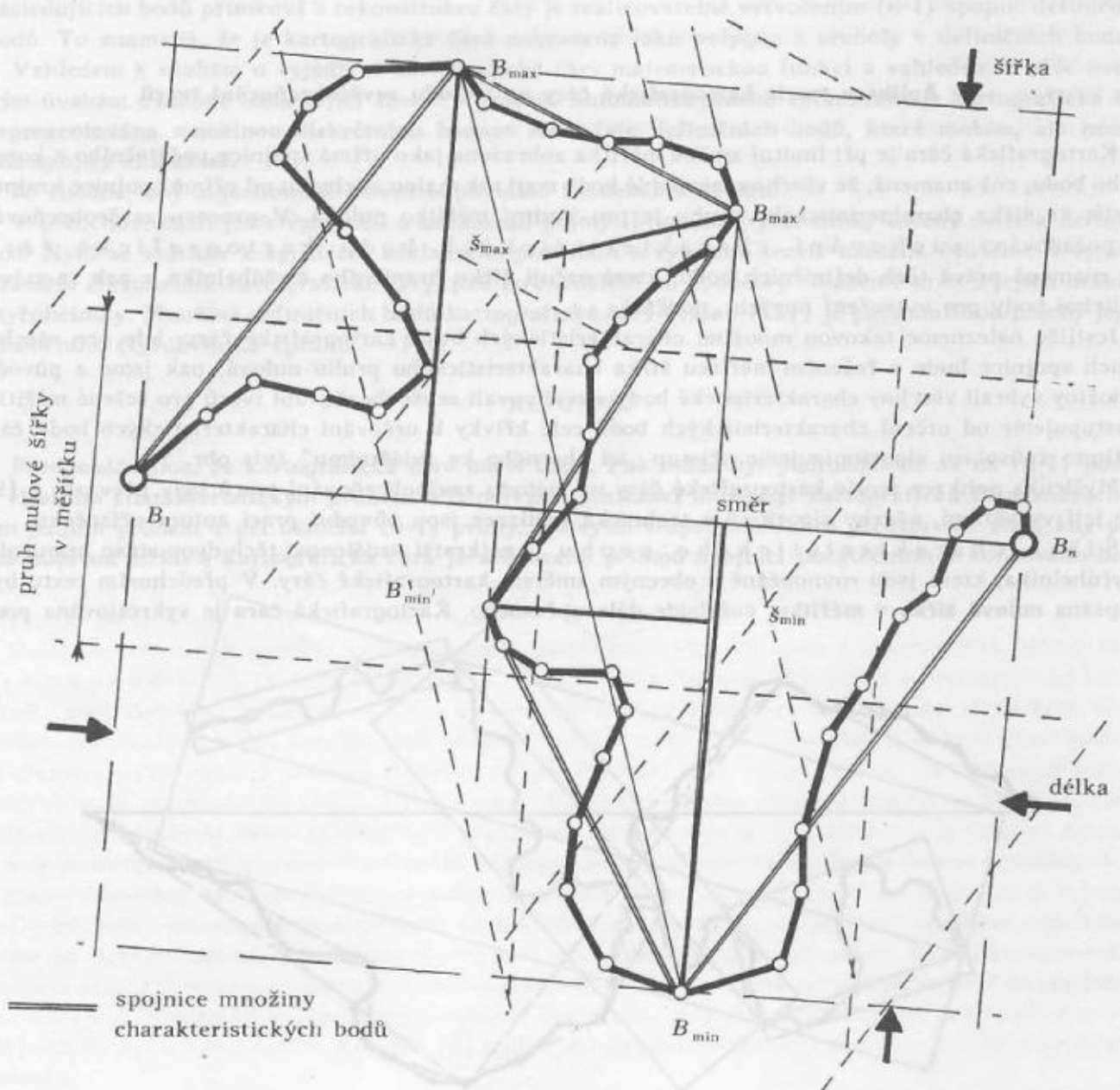
Obr. 3

značkového klíče různými silami čar, z nichž prakticky nejtenčí je 0,1 (0,08) mm. Souřadnice definičních bodů jsou při přechodu z měřítka 1:ME_i do měřítka 1:ME_j zmenšovány v poměru 1:MFA, kde

$$MFA = \frac{ME_j}{ME_i} \quad (16)$$

je měřítkový faktor. Jestliže spojíme počáteční a koncový bod kartografické čáry přímkou a kolem ní si představíme pruh o stanovené síle čáry, pak mezilehlé body uvnitř nebo na hranici plochy vymezené pruhem nemají podstatný vliv na rekonstrukci čáry, nejsou charakteristickými body a šířku hraničního čtyřúhelníka v měřítku můžeme považovat za nulovou. Přístup k definici velikosti nulové šířky v měřítku pro algoritmus výpočetního řešení je v podstatě dvojitý:

- pracujeme-li se souřadnicemi v měřítku 1:ME_i, pak sílu čáry nebo jemu odpovídající parametr násobíme hodnotou měřítkového faktoru;
- pracujeme-li se souřadnicemi v měřítku 1:ME_j, pak parametr zůstává beze změny.

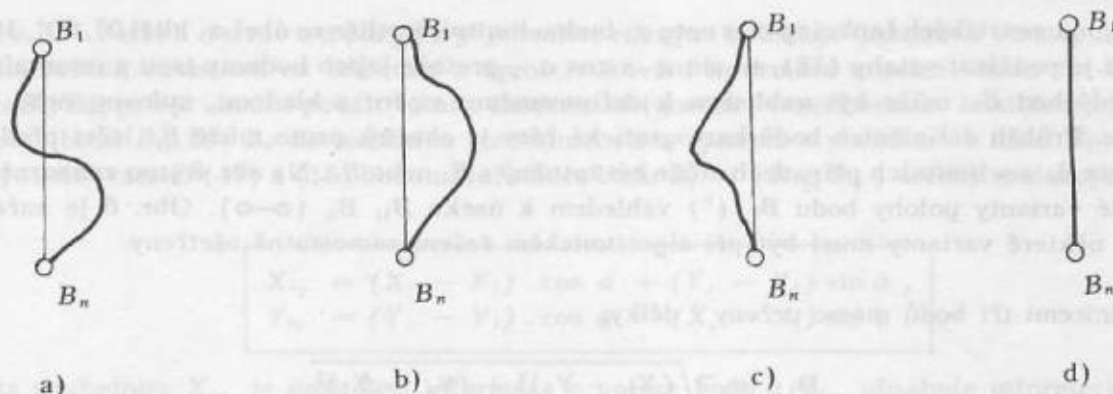


Obr. 4

5. Algoritmus určování charakteristických bodů

Předpokládejme, že je kartografická čára definována vztahem (13). Postupujeme-li od obecného ke zvláštnímu, pak první a poslední bod (B_1, B_n) určují směr a délku charakteristického pruhu. Pro všechny mezilehlé body určíme velikosti jejich odchylek od přímé spojnice krajních bodů. Šířka charakteristického pruhu je určena extrémními odchylkami; kladná — ξ_{\max} — určuje bod B_{\max} a záporná — ξ_{\min} — určuje bod B_{\min} (viz obr. 4). Šířku pak určíme ze vztahu $\xi = \xi_{\max} - \xi_{\min}$. Leží-li body B_{\max} a B_{\min} mimo pruh nulové šířky v měřítku, pak jsou charakteristickými body. Znamená to, že řešenou kartografickou čáru nelze zevšeobecnit (abstrahovat) a současně nahradit jen dvěma body. B_{\max} a B_{\min} jsou dělicími body kartografické čáry. První úsek, který je stejným způsobem analyzován, je určen body B_1 a B_{\max} nebo B_{\min} , podle toho, který z extrémů je prvnímu bodu blíže. (Na obr. 4 je B_{\max}' charakteristickým bodem úseku B_{\max} , B_{\min} a B_{\min}' úseku B_{\max}' , B_{\min} .)

Obecně při řešení úseku daného krajními body mohou vzniknout čtyři typy situace, které jsou zobrazeny na obr. 5:



Obr. 5

- a) v úseku jsou charakteristické body s kladnou i zápornou odchylkou;
- b) v úseku jsou charakteristické body s kladnou odchylkou;
- c) v úseku jsou charakteristické body se zápornou odchylkou;
- d) v úseku nejsou charakteristické body.

Dělení úseku na podúseky („podčáry“) probíhá, dokud nejsou všechny úseky typu d). Mezilehlé body úseku typu d) nejsou charakteristickými body, a proto nejsou do dalšího zpracování přejímány.

Matematický algoritmus vyhledání charakteristických definičních bodů má v podstatě určit pomocí vztahů analytické geometrie v rovině velikosti odchylek definičních bodů od přímé spojnice krajních bodů úseku. Jádrem matematického algoritmu je řešení tříbodového vztahu. Hledání vhodných vzorců je ovlivněno požadavkem na obecnost řešení a platnost i pro limitní kombinace poloh tří definičních bodů.

Máme definovány tři body:

- $B_1 = (X_1, Y_1)$ — první bod řešeného úseku;
- $B_i = (X_i, Y_i)$ — i -tý (druhý) bod, jehož odchylku hledáme;
- $B_n = (X_n, Y_n)$ — n -tý bod řešeného úseku (třetí bod).

Spojnice bodů B_1 a B_n určuje směr úseku a současně přímku, ke které bude vztažena odchylka bodu B_i . Délku úseku určíme ze souřadnicových rozdílů.

$$D_{1, n} = \sqrt{(X_n - X_1)^2 + (Y_n - Y_1)^2} \quad (17)$$

Délka úseku $D_{1, n}$ bude limitní, jestliže $X_1 = X_n$ a $Y_1 = Y_n$, tedy počáteční a koncový bod úseku jsou totožné.

Směr úseku určuje úhel otočení (α) vzhledem ke kladnému směru osy X souřadnicové soustavy rovinných souřadnic. Ze souřadnicových rozdílů a délky můžeme vypočítat hodnoty goniometrických funkcí úhlu α .

$$\cos \alpha = \frac{(X_n - X_1)}{D_{1, n}}, \quad \sin \alpha = \frac{(Y_n - Y_1)}{D_{1, n}}, \quad (18)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(Y_n - Y_1)}{(X_n - X_1)}, \quad \operatorname{cotg} \alpha = \frac{(X_n - X_1)}{(Y_n - Y_1)}. \quad (19)$$

Hodnoty goniometrických funkcí $\operatorname{tg} \alpha$ a $\operatorname{cotg} \alpha$ budou limitní, jestliže se úhel α blíží $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$. Vhodnější je používat vztahy (18), tj. $\sin \alpha$ a $\cos \alpha$, protože jejich hodnoty jsou z intervalu $\langle 0, 1 \rangle$.

Mezilehlý bod B_i může být vzhledem k definovanému směru s kladnou, nulovou nebo zápornou odchylkou. Průběh definičních bodů kartografické čáry je obecný, proto může B_i ležet před B_1 , mezi B_1 a B_n , za B_n a v limitních případech může být totožný s B_1 nebo B_n . Na obr. 8 jsou znázorněny všechny typické varianty polohy bodu B_i ($^\circ$) vzhledem k úseku B_1, B_n (\circ — \circ). Obr. 6 je zařazen také proto, že některé varianty musí být při algoritmickém řešení samostatně ošetřeny.

Souřadnicemi tří bodů máme určeny i délky:

$$D_{1, i} = \sqrt{(X_i - X_1)^2 + (Y_i - Y_1)^2}$$

$$D_{i, n} = \sqrt{(X_n - X_i)^2 + (Y_n - Y_i)^2}.$$

| odchylka | B_i před B_1 | B_i nad B_1 | B_i mezi B_1, B_n | B_i nad B_n | B_i za B_n |
|----------|------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|----------------|
| + | | | | | |
| 0 | | | | | |
| - | | | | | |

Obr. 6

Jestliže spustíme kolmici z bodu B_i na spojnici B_1, B_n , pak vzdálenost od paty kolmice k bodu B_i je hledanou odchylkou.

Zkoumáme-li velikost odchylek a předpokládáme znalost vzdáleností $D_{1,i}$ a $D_{1,n}$, přičemž poloha bodů B_1 a B_i je stabilní, pak množina všech různých poloh bodů B_n leží na kružnici o poloměru $D_{1,n}$ se středem v B_1 . Geometrickým místem pat kolmic, spuštěných z bodu B_i na spojnice B_1, B_n je kružnice o poloměru $1/2 D_{1,i}$ se středem v bodu $B_s = (X_s, Y_s)$, kde

$$X_s = \frac{1}{2} (X_1 + X_i), Y_s = \frac{1}{2} (Y_1 + Y_i).$$

Tato skutečnost znamená, že velikost odchylek se pohybuje v intervalu $\langle -D_{1,i}; +D_{1,i} \rangle$ (viz obr. 7). Jestliže zvolíme jako neměnné polohy bodu B_1 a B_n , pak budou možné hodnoty odchylek z intervalu $\langle -D_{1,n}; +D_{1,n} \rangle$. Velikost odchylek tedy bude:

$$\begin{aligned} \text{pro } D_{1,i} < D_{1,n} &\in \langle -D_{1,i}; +D_{1,i} \rangle, \\ \text{pro } D_{1,n} < D_{1,i} &\in \langle -D_{1,n}; +D_{1,n} \rangle. \end{aligned}$$

Určení velikosti odchylky je možné různými způsoby. Chceme-li však splnit podmínky obecného řešení, závislosti na orientaci a zprostředkování informace o poloze bodu B_i vzhledem ke spojnici B_1, B_n , pak je vhodné použít vztahy shodnostní (shodné) transformace. Jestliže transformujeme souřadnice bodů B_1, B_i, B_n do lokálního souřadnicového systému s počátkem v bodu $B_1 = (X_1, Y_1)$, pak s využitím vztahů (17) a (18) budou souřadnice bodu $B_i = (X_{iT}, Y_{iT})$ určeny následujícími vztahy:

$$\begin{aligned} X_{iT} &= (X_i - X_1) \cdot \cos \alpha + (Y_i - Y_1) \sin \alpha, \\ Y_{iT} &= (Y_i - Y_1) \cdot \cos \alpha - (X_i - X_1) \sin \alpha. \end{aligned} \quad (20)$$

Hodnota souřadnice X_{iT} je nositelem informace o poloze bodu a Y_{iT} obsahuje informaci o odchylce (viz obr. 6).

6. Praktické užití teorie kartografické čáry

Pro ověření teoretických principů a navržených zásad matematické algoritmizace bylo autorem příspěvku zpracováno programové řešení podstatné části systému automatizovaného zpracování kartografické čáry, což v souladu se závěry analýzy (část I příspěvku) znamenalo vytvoření podprogramů pro:

- kontrolu identity elementů kartografické čáry;
- redukci bodové množiny a zevšeobecnování kartografické čáry;
- rekonstrukci redukované bodové množiny.

Podrobnější popis algoritmů řešení s vývojovými diagramy je uveden ve [4]. Podprogramy byly realizovány v programovacích jazycích PL/1 a FORTRAN IV/ADT a ověřeny na počítačích EC 1033 a ADT 4100. Z ověření vyplynuly pro jednotlivé části systému podprogramů následující základní poznatky:

- algoritmus kontroly identity kartografické čáry je nezávislý na počtu definičních bodů v obou porovnávaných elementech, na odlišných vzdálenostech bodů. Spolehlivě ošetřuje i úseky, ve kterých dochází k prudkým změnám směru, je vhodný pro všechny typy geometrického charakteru kartografické čáry (polygonální, křivkové, kombinované);

- redukce bodové množiny a zevšeobecnování kartografické čáry jsou vyřešeny jediným algoritmem, který odpovídá výkladu teorie kartografické čáry. Výsledky výpočetního ověření částečně dokumentují kvantitativní charakteristiky, které jsou uvedeny na obr. 8, kde pro zvolené parametry kruhového okolí a měřítkového přechodu uvádějí počet zachovaných bodů z původní bodové množiny. Na obr. 9 až 15 jsou uvedeny kopie výsledných rytin vzorku kartografické čáry po redukci a zevšeobecnění z měřítka 1:25 000 postupně až do 1:1 000 000. V horní části každého obrázku je realizována přímková spojnice redukované definiční bodové množiny v měřítku digitalizace (1:25 000), v dolní části obrázku je čára vykreslena v měřítku, do něhož byla redukce provedena při použití podprogramu pro rekonstrukci redukované bodové množiny. Výsledky prokázaly, že jsou zachovány všechny charakteristické body

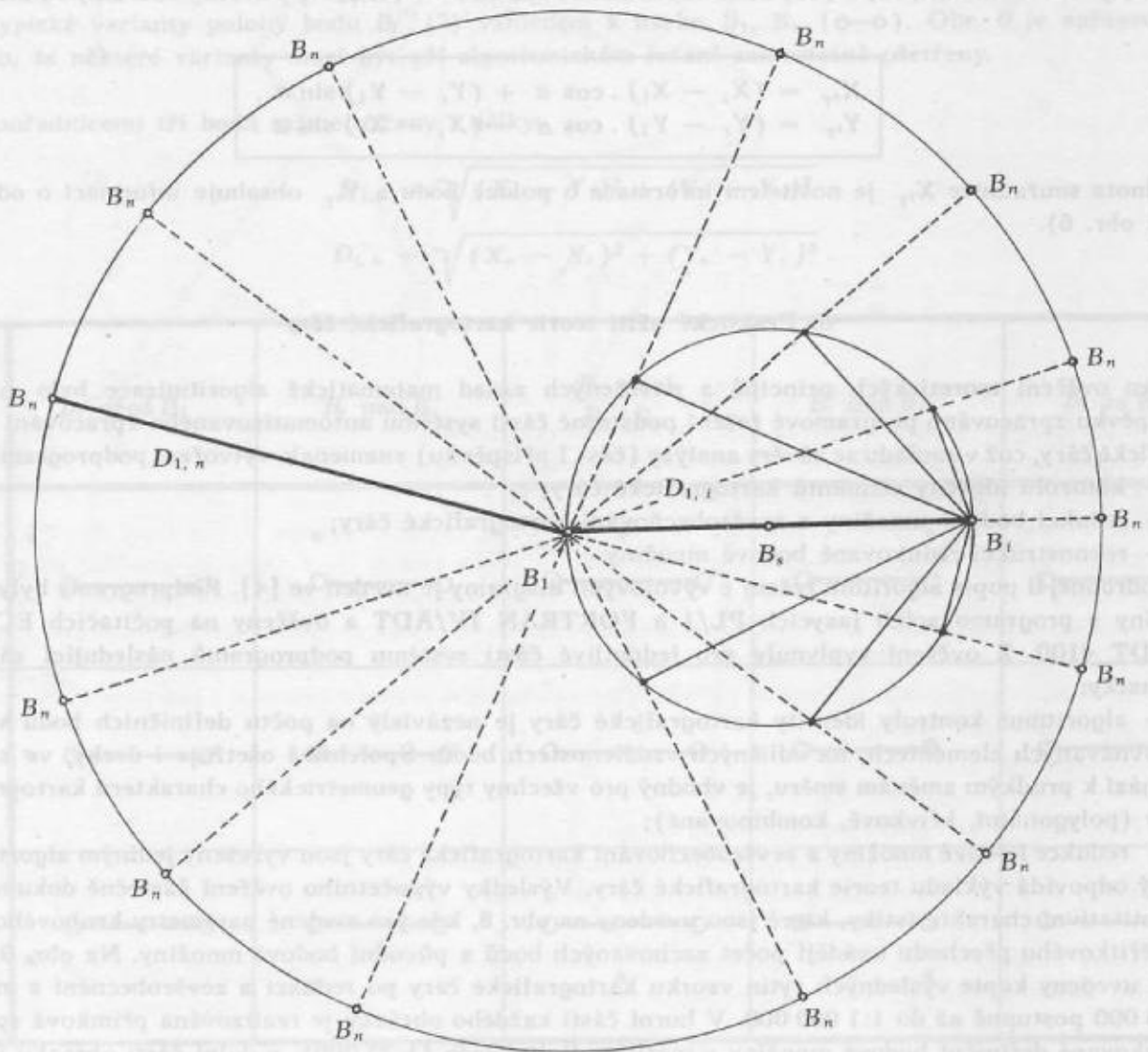
kartografické čáry, přičemž nezáleží na směru redukce. Řešení je vhodné pro generalizaci skokem, protože zachovává pro různá výstupní měřítka stejné body;

— algoritmus rekonstrukce redukované bodové množiny vkládá mezi charakteristické body mezilehlé body tak, aby jejich odchylky od přímé spojnice po sobě následujících bodů nepřesáhly parametricky zadané kruhové okolí. Použité řešení odstranilo závislost na přibližně stejné vzdálenosti po sobě následujících bodů, možnost vzniku „překmitů a smyček“.

7. Závěr

Při současném stavu zavádění automatizace do kartografické praxe je řešení systému automatizovaného zpracování kartografické čáry potřebným krokem ke sjednocení metod pro různé druhy automatizačních technologií. Na základě analýzy kartografické čáry v procesu jejího zpracování a zhodnocení současného stavu a používaných metod byl vypracován příspěvek k teorii kartografické čáry, vyjádřen způsob její aplikace na řešení metody zevšeobecňování tvarů a formulovány matematické základy algoritmu řešení.

Navržená teorie byla prakticky ověřena na realizovaných podprogramech, které řeší podstatné části systému automatizovaného zpracování kartografické čáry. V závěru můžeme konstatovat, že navržená teorie byla na omezeném vzorku v podstatě ověřena. Její širší využití bude záviset na aplikaci programových řešení do technologické praxe, a to nejen pro kartografické účely.



Obr. 7

* KVANTITATIVNÍ CHARAKTERISTIKA REDUKCE KARTOGRAFICKÉ ČÁRY *

VZOREK ČISLO : 1

MERITNO DIGITALIZACE : 1 : 25 000

POČET BODŮ = 856

| * KRUHOVÉ * | | POČET BODŮ PO REDUKCI DO MERITNA | | | | | | | | | | |
|-------------|-----|----------------------------------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
| * OKOLI * | | 1 : | 1 : | 1 : | 1 : | 1 : | 1 : | 1 : | 1 : | 1 : | 1 : | |
| * * | | 25000 | 50000 | 100000 | 200000 | 500000 | 1000000 | 1000000 | 1000000 | 1000000 | 1000000 | |
| * 5. * | * * | 465 | I | 335 | I | 228 | I | 141 | I | 78 | I | 44 |
| * 10. * | * * | 335 | I | 228 | I | 141 | I | 96 | I | 44 | I | 21 |
| * 15. * | * * | 259 | I | 168 | I | 116 | I | 73 | I | 30 | I | 15 |
| * 20. * | * * | 228 | I | 141 | I | 96 | I | 55 | I | 21 | I | 14 |
| * 40. * | * * | 141 | I | 96 | I | 55 | I | 27 | I | 14 | I | 7 |
| * 100 * | * * | 78 | I | 44 | I | 21 | I | 14 | I | 6 | I | 5 |
| * 200 * | * * | 44 | I | 21 | I | 14 | I | 7 | I | 5 | I | 2 |

Obr. 8

Kontrolní kresba digitalizované kartografické čáry:

původní měřítko: 1:25 000
počet definičních bodů: 856



Obr. 9

Kartografická čára po redukcí do měřítka: 1:25 000

počet def. bodů: před redukcí — 856
po redukcí — 228

kruhové okolí (KO) — 20
měř. faktor (MFA) — 1

Rekonstrukce čáry v měřítku 1:25 000

def. interval (MEV) — 5
kruhové okolí (KO) — 20

Obr. 10

Kartografická čára po redukcí do měřítka: 1:50 000

počet def. bodů: před redukcí — 856
po redukcí — 141

kruhové okolí (KO) — 20
měř. faktor (MFA) — 2

Rekonstrukce čáry v měřítku 1:50 000

Obr. 11

Kartografická čára po redukcí do měřítka: 1:100 000

počet def. bodů: před redukcí — 856
po redukcí — 96

kruhové okolí (KO) — 20
měř. faktor (MFA) — 4

Rekonstrukce čáry v měřítku 1:100 000

úhel zřezání (VZV) — 8
kruhové okolí (KO) — 30

úhel zřezání — 20
úhel zřezání (VZV) — 400

Kartografická čára po redukcí do měřítka: 1:100 000

Obr. 12

Kartografická čára po redukci do měřítka: 1:200 000

počet def. bodů: před redukcí — 856
po redukcí — 55

kruhové okolí (KO) — 20
měř. faktor (MFA) — 8

Rekonstrukce čáry v měřítku 1:200 000

Obr. 13

Kartografická čára po redukcí do měřítka: 1:50 000

počet def. bodů: před redukcí — 856
po redukcí — 21

kruhové okolí (KO) — 20
měř. faktor (MFA) — 20

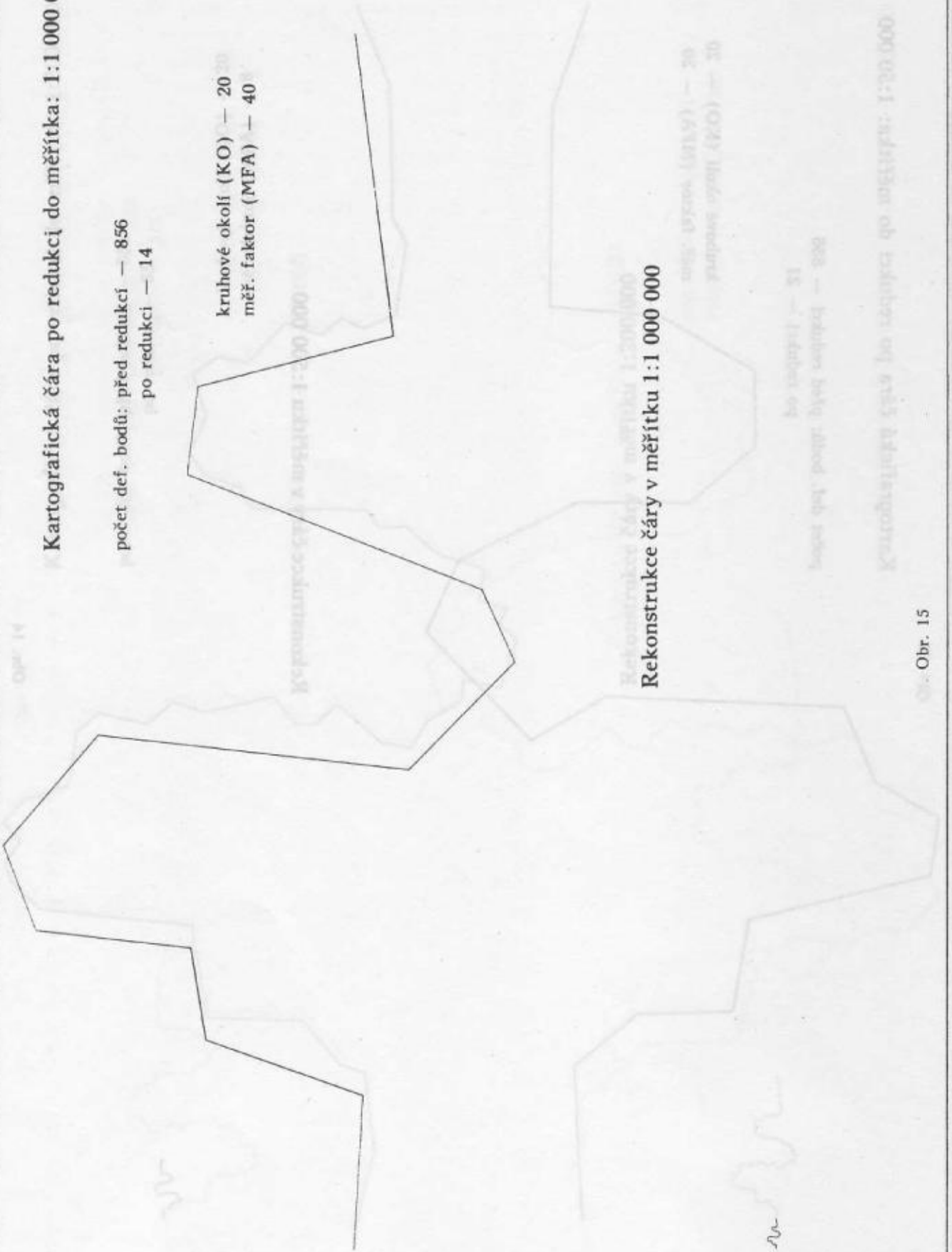
Rekonstrukce čáry v měřítku 1:500 000

Obr. 14

Kartografická čára po redukcí do měřítka: 1:1 000 000

počet def. bodů: před redukcí — 856
po redukcí — 14

kruhové okolí (KO) — 20
měř. faktor (MFA) — 40



Obr. 15

Literatura:

- [1] FRANKE, U.: Untersuchungen zur Anwendung der Graphentheorie für automatisierte kartographische Bearbeitung linearer Elemente. Vermessungstechnik, 1977, č. 6.
- [2] GOTTSCHALK, H. J.: Die Generalisierung von Isolinien als Ergebnis der Generalisierung von Flächen. Zeitschrift für Vermessungswesen, 1972, č. 11.
- [3] GRANÁT, L. — SECHOVSKÝ, H.: Počítačová grafika. Praha, SNTL 1980.
- [4] JANOŠEC, J.: Příspěvek k systémovému řešení metod automatizované kartografické generalizace. [Kandidátská disertace.] Brno 1984. — VAAZ.
- [5] KOVARÍK, P.: Automatizace některých pracovních postupů při využití matematických modelů generalizace. [Kandidátská disertace.] Brno 1980. — VAAZ.
- [6] LAUERMANN, L.: Technická kartografie I. a II. Brno 1974 a 1978.
- [7] MORAVEC, D.: Metody automatizované generalizace na vojenských speciálních mapách. [Kandidátská disertace.] Brno 1981. — VAAZ.
- [8] PAGO, D.: Aproximace křivek. [Výzkumná zpráva.] Dobruška 1981.
- [9] PEUCKER, T. K.: A theory of the cartographic line. In: International Yearbook of Cartography, 1976.
- [10] REKTORYS, K. a kol.: Přehled užití matematiky. Praha, SNTL 1968.
- [11] TONDL, L.: Problémová analýza konstrukce izarytmických map. Sv. F. II. [Výzkumné zprávy PÚDIS.] Praha 1976—77.
- [12] TÖPFER, F.: Kartographische Generalisierung. Gotha 1974.

Do redakce došlo 20. května 1985.

Využití symetrických souřadnic pro transformace zeměpisných geodetických souřadnic

Úvod

V soudobé geodetické praxi se při využívání souřadnicových bodových polí vyskytují také úlohy vzájemného převodu mezi geodetickými systémy různorodých souřadnic. Tato bodová pole vznikala v různých epochách, matematicky byla zpracována různými metodami, přičemž se obvykle vyznačují proměnností nahodilé složky celkové chyby v určení souřadnic. V minulosti bylo věnováno na výstavbu geodetických polohových základů velké úsilí pracovní, organizační i vědecké. Zdokonalování geodetických základů se stalo nepřetržitým dlouhodobým procesem, na kterém se podílely generace zeměměřičů. Rychlý vývoj vědy a techniky v oblasti geodézie, potřeba rychlé modernizace a spojování geodetických základů ve velké regionální, případně globální systémy vedl k maximálnímu využívání geodetických základů a výsledků geodetických měření, i když mají v mnoha případech již historický charakter. Přesto bylo v některých státech přikročeno k systematicky pojatému přebudování geodetických základů, a to na základě využití novodobé vědy a techniky.

Problémem vytváření homogenních geodetických systémů s využitím různorodých geodetických měření různé kvality a stáří se zabývalo i v minulosti více autorů 19. a 20. století. Čím je větší zpracovávané území, překrytová oblast geodetických systémů reprezentovaných různorodými souřadnicemi, tím více nabývají na významu zeměpisné geodetické souřadnice B, L, H , které jsou invariantní vůči různým způsobům zobrazení bodových polí do roviny.

Použití geodetických zeměpisných souřadnic umožňuje zjednodušení metodik pro zpracování nehomogenních bodových polí a unifikaci výpočetních programů. Pro řešení transformačních úloh se s ohledem na geodetické potřeby obvykle volí konformní transformace, která zachovává podobnost elementů vzájemně transformovaných geodetických sítí na různých nebo na stejném elipsoidu.

1. Konformní transformace geodetických izometrických souřadnic v úpravě Z. Biesagy

Zenon Biesaga v článku „Transformace geodetických souřadnic B, L pomocí izometrických souřadnic q, l “ [1] rozpracoval aplikaci konformního zobrazení plochy jednoho elipsoidu na druhý při využití analytické funkce komplexní proměnné

$$z = q + il,$$

kde

q, l — izometrické souřadnice na elipsoidu.

Výpočet izometrických souřadnic q, l z hodnot geodetických souřadnic B, L se uskuteční podle následujících výrazů

$$q = \frac{1}{2} \left(\ln \frac{1 + \sin B}{1 - \sin B} - e \cdot \ln \frac{1 + e \sin B}{1 - e \sin B} \right); \quad (1)$$

$$l = L;$$

kde

e — excentricita elipsoidu,

e_k — excentricita elipsoidu Krasovského,

$e_k = 0,081\,813\,334$.

Konformní závislost mezi izometrickými souřadnicemi q, l obou elipsoidů je dána rovnicemi:

$$\begin{aligned} q' &= q + A_{01} + A_{11}X_1 - A_{12}Y_1 + A_{21}X_2 - A_{22}Y_2 + A_{31}X_3 - A_{32}Y_3 + \dots + A_{k1}X_k - A_{k2}Y_k; \\ l' &= l + A_{02} + A_{11}Y_1 + A_{12}X_1 + A_{21}Y_2 + A_{22}X_2 + A_{31}Y_3 + A_{32}X_3 + \dots + A_{k1}Y_k + A_{k2}X_k, \end{aligned} \quad (2)$$

kde

q, l — izometrické souřadnice prvního geodetického systému,

q', l' — izometrické souřadnice druhého geodetického systému,

$A_{01}, A_{02}, A_{11}, A_{12}, \dots, A_{k1}, A_{k2}$ — koeficienty zobrazení.

Dále platí:

$$\begin{aligned} X_1 &= q - q_0 & Y_1 &= l - l_0 \\ X_2 &= X_1X_1 - Y_1Y_1 & Y_2 &= X_1Y_1 + X_1Y_1 \\ X_3 &= X_1X_2 - Y_1Y_2 & Y_3 &= X_1Y_2 + Y_1X_2 \\ & \vdots & & \vdots \\ X_k &= X_1X_{k-1} - Y_1Y_{k-1} & Y_k &= X_1Y_{k-1} + Y_1X_{k-1}, \end{aligned} \quad (3)$$

kde

q_0, l_0 — jsou souřadnice libovolně zvoleného bodu v prvním systému (např. těžiště obrazce identických bodů),

k — stupeň polynomu.

Rovnice, vyjadřující konformní závislost mezi izometrickými souřadnicemi q, l obou elipsoidů, je vyjádřena Lagrangeovým interpolačním výrazem typu

$$Z = f(z) = \bar{a}_0 + \bar{a}_1z + \bar{a}_2z^2 + \bar{a}_3z^3 \dots \bar{a}_{k-1}z^{k-1}, \quad (4)$$

kteří je v čs. literatuře připomínám také prof. Fialou [4] a prof. Böhmem [2]. Podaří-li se převést Biesagovy výrazy na mocninovou řadu, pak bude podán důkaz jejich matematické správnosti a totožnosti.

Bez újmy obecnosti závěrů lze přepsat Biesagovy výrazy při dosažení $q_0 = 0, l_0 = 0$ na identity typu

$$\begin{aligned} X_1 &= q & Y_1 &= l \\ X_2 &= q^2 - l^2 & Y_2 &= 2ql \\ X_3 &= q^3 - 3ql^2 & Y_3 &= 3q^2l - l^3. \end{aligned} \quad (5)$$

Lagrangeova interpolace

$$\begin{aligned} Z' &= q' + il' \\ Z &= q + il \\ a_0 &= a_0 + ib_0 \\ a_1 &= a_1 + ib_1 \end{aligned} \quad (6)$$

dostane po dosazení do (4) tvar

$$\begin{aligned} (q' + il') &= (a_0 + b_0i) + (a_1 + b_1i)(q + il) + \\ &+ (a_2 + b_2i)(q + il)^2 + (a_3 + b_3i)(q + il)^3 + \\ &+ \dots = (a_0 + b_0i) + (a_1 + b_1i)(q + il) + \\ &+ (a_2 + b_2i)(q^2 + 2qli - l^2) + \\ &+ (a_3 + b_3i)(q^3 + 3q^2li - 3ql^2 - l^3i) + \\ &+ \dots \end{aligned} \quad (7)$$

Po separaci reálných a imaginárních částí a jejich sloučení se dostane

$$\begin{aligned} q^i &= a_0 + a_1q - b_1l + a_2(q^2 - l^2) - b_2(2ql) + a_3(q^3 - 3ql^2) - b_3(3q^2l - l^3) + \dots \\ l^i &= b_0 + a_1l + b_1q + a_2(2ql) + b_2(q^2 - l^2) + a_3(3q^2l - l^3) + b_3(q^3 - 3ql^2) + \dots \end{aligned} \quad (8)$$

Z porovnání rovnic (2) a (8) plyne, že se oba systémy rovnic rovnají. Rozdíly jsou jen ve formálním označení koeficientů zobrazení a v hodnotě absolutních členů. Autor [1] předpokládá explicitní vyjádření hodnot q, l , což z hlediska platnosti rovnic vyžaduje platnost rovností

$$\begin{aligned} (q + A_{01}) &= a_0, \\ (l + A_{02}) &= b_0. \end{aligned}$$

Tím je matematicky dokázána identita Biesagových výrazů s Lagrangeovou interpolací (4), popisovanou v československé geodetické literatuře.

Způsob vytvoření koeficientů zobrazení A_{01}, A_{02}, \dots v [1] je vhodnější pro využití výpočetní techniky a výrazy odvozené pro proměnné (3) jsou taktéž výhodnější pro výpočty na samočinném počítači než výrazy, uvedené prof. Böhmem (5) v [2]. Odvození konečných vzorců je uděláno tak, že programátor nemusí řešit problém separace imaginárních a reálných částí komplexních čísel.

V řešení [1] je dále velmi jednoduchá úprava výpočtu proměnných v rovnicích (3) v polynomu $(k-1)$ -ního stupně. Tyto proměnné se získají jednoduchými programovacími kroky podle obecných vzorců viz (3):

$$X_i = X_i X_{i-1} - Y_i Y_{i-1}, \quad Y_i = X_i Y_{i-1} + Y_i X_{i-1}$$

kde
 $i = 2, 3, \dots, k$.

Při výpočtu koeficientů zobrazení se určují stejné numerické veličiny jako ve výrazech uváděných prof. Böhmem.

Na základě tohoto důkazu lze konstatovat, že obě metody výpočtu jsou rovnocenné, přičemž úprava v [1] znamená výhodnější postup numerického řešení.

2. Program pro řešení konformní transformace pomocí symetrických souřadnic na elipsoidu

Pro předpokládané využití transformace nehomogenních geodetických souřadnic podle [1] byl sestaven program řešící tuto transformaci na samočinném počítači EC-1033.

Programové řešení lze rozčlenit na 3 etapy:

1. etapa — určení transformačního klíče:

- načtení parametrického štítku, který obsahuje charakteristiky obou geodetických systémů (velká poloosa a , excentricita e_1 elipsoidu původního, excentricita e_2 elipsoidu nového);
- načtení vstupních dat, geodetických souřadnic B, L na identických bodech obou systémů;
- výpočet izometrické šířky q a přiřazení izometrické délky l k souřadnicím B, L na identických bodech podle (1);
- výpočet proměnných X_i, Y_i podle (3), kde $i = 1, 2, \dots, k$;
- určení neznámých koeficientů transformace A_{01}, A_{02}, \dots z rovnic (2) vyrovnáním podle MNC;
- kontrolní transformace q, l identických bodů na \bar{q}', \bar{l}' pro výpočet charakteristik v etapě 3.

2. etapa — transformace souřadnic z původního do nového systému

- převod souřadnic B, L transformovaných bodů na izometrické souřadnice q, l ;
- transformace q, l na q', l' do nového systému;
- převod transformovaných souřadnic q', l' na B', L' .

3. etapa — kvalitativní analýza vlastní transformace na identických bodech

a) výpočet rozdílů souřadnic na identických bodech

$$dq = q - \bar{q}'; \quad dl = l - \bar{l}';$$

b) výpočet středních chyb transformace

$$m_q = \pm \sqrt{\frac{[dq \cdot dq]}{n-1}}, \quad m_l = \pm \sqrt{\frac{[dl \cdot dl]}{n-1}},$$
$$m_s = \pm \sqrt{\frac{[ds \cdot ds]}{n-1}}, \quad ds = N \cos B \sqrt{dq^2 \pm dl^2},$$

kde

N — příčný poloměr křivosti elipsoidu,

m_q, m_l — střední chyba izometrické šířky a délky,

m_s — celková polohová střední chyba.

Stejný výpočet středních chyb se provede pro geodetické souřadnice B, L .

Výstupní sestava obsahuje tyto údaje:

- počet identických bodů,
- vstupní parametry elipsoidu,
- vypočtené koeficienty transformace,
- souřadnice B, L, B', L' ,
- odchylky dB, dL na identických bodech,
- střední chyby přesnosti transformace,
- původní a transformované souřadnice B, L bodů, převedených do nového systému.

V tomto programu je stanoven konstantní stupeň polynomu $k = 3$ (3).

Pomocí tohoto programu byla provedena analýza způsobu transformace geodetických souřadnic podle [1], jejímž úkolem bylo určení vlastností této transformace s ohledem na řešení předpokládaných úloh.

3. Ověření programu pro transformaci na modelu

Pro vyzkoušení této transformace vzhledem k předpokládanému použití byl zvolen model tvořený body geodetické sítě na území ČSSR, na nichž byly známy zeměpisné geodetické souřadnice ve dvou systémech.

Pro všestranné ověření byly voleny z vybraných bodů různé kombinace vzájemné polohy identických bodů pro určení transformačního klíče a běžných bodů, u nichž byly získaným transformačním klíčem převedeny souřadnice z jedné soustavy do druhé.

Z provedených modelových výpočtů jsou uvedeny dvě varianty, které představují extrémní případy rozložení identických a transformovaných bodů.

Varianta a) V tomto případě byly vzaty body z území Čech. Na obvodu tohoto území se vyskytovaly identické body podle obr. 1 (body č. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7) a uvnitř, mezi body identickými, body určené pro transformaci (body č. 11, 12, 13, 14, 15, 16). Z rozdílů souřadnic na bodech, jejichž souřadnice byly transformovány, byly vypočteny tyto střední chyby:

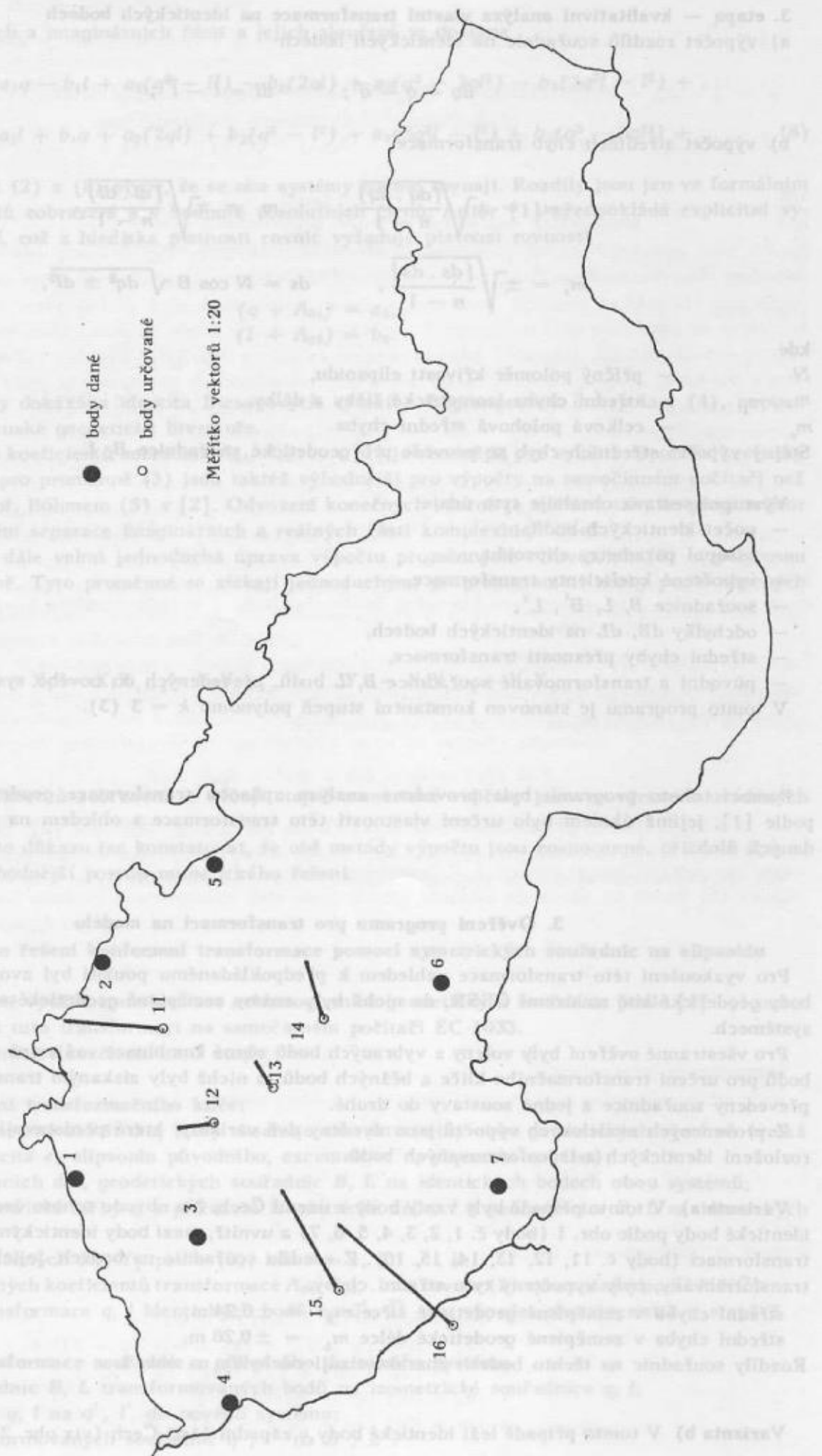
$$\text{střední chyba v zeměpisné geodetické šířce } m_B = \pm 0,24 \text{ m;}$$

$$\text{střední chyba v zeměpisné geodetické délce } m_L = \pm 0,26 \text{ m.}$$

Rozdíly souřadnic na těchto bodech charakterizují odchylky na obr. 1.

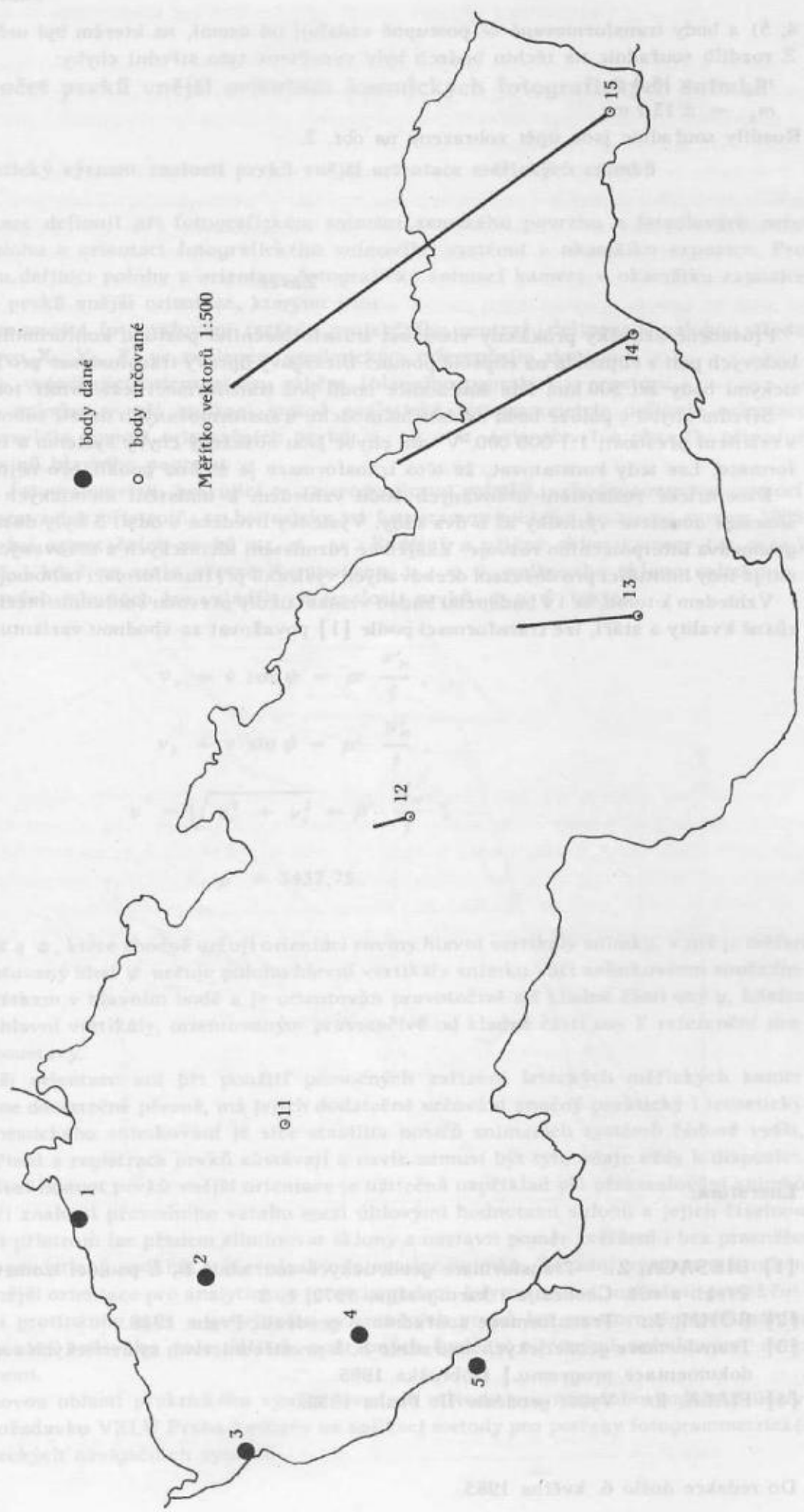
Varianta b) V tomto případě leží identické body v západní části Čech (viz obr. 2 — body č. 1, 2, 3,

Obr. 1. Rozdíly souřadnic transformovaných od daných — varianta 1



1. Úvod
2. Účel a cíle
3. Metodika
4. Výsledky
5. Závěr

Obr. 2. Rozdíly souřadnic transformovaných od daných — varianta 2



4, 5) a body transformované se postupně vzdalují od území, na kterém byl určen transformační klíč. Z rozdílů souřadnic na těchto bodech byly vypočteny tyto střední chyby:

$$m_B = \pm 18,8 \text{ m};$$

$$m_L = \pm 13,7 \text{ m}.$$

Rozdíly souřadnic jsou opět zobrazeny na obr. 2.

Závěr

Provedené zkoušky prokázaly vhodnost transformačního postupu konformního zobrazení souřadnic bodových polí z elipsoidu na elipsoid pomocí Biesagovy úpravy transformace pro kruhovou oblast s identickými body asi 300 km, kde souřadnice bodů pro transformaci leží uvnitř tohoto území.

Střední chyba v poloze bodů zvoleného modelu, transformovaných uvnitř tohoto obrazce, byla určena s relativní přesností 1:1 000 000. V této chybě jsou obsaženy chyby systému a též vlastní chyby transformace. Lze tedy konstatovat, že této transformace je možno použít pro nejpřesnější účely.

Excentrické rozmístění určovaných bodů vzhledem k umístění identických bodů velmi podstatně zhoršuje dosažené výsledky až o dva řády. Výsledky uvedené v odst. 3 byly dosaženy při 3. stupni Lagrangeova interpolačního rozvoje. Vzájemné rozmístění identických a určovaných bodů nehomogenních sítí je tedy limitující pro dosažení očekávaných výsledků při transformaci nehomogenních souřadnic.

Vzhledem k tomu, že i v budoucnu budou vznikat úkoly převodu souřadnic mezi nehomogenními sítěmi různé kvality a stáří, lze transformaci podle [1] považovat za vhodnou variantu řešení některých úloh.

Literatura:

- [1] BIESAGA, Z.: Transformace geodetických souřadnic B, L pomocí izometrických souřadnic q, l . Překl. z ruš. Geodezija i kartografija, 1972, č. 3.
- [2] BÖHM, J.: Transformace souřadnic v geodézii. Praha 1948.
- [3] Transformace geodetických souřadnic B, L prostřednictvím symetrických souřadnic q, l . [Provozní dokumentace programu.] Dobruška 1985.
- [4] FIALA, F.: Vyšší geodézie II. Praha 1952.

Do redakce došlo 6. května 1985.

Operativní výpočet prvků vnější orientace kosmických fotografických snímků

1. Praktický význam znalosti prvků vnější orientace měřických snímků

Prvky vnější orientace definují při fotografickém snímání zemského povrchu z letadlových nebo kosmických nosičů polohu a orientaci fotografického snímacího systému v okamžiku expozice. Pro úplnou a jednoznačnou definici polohy a orientace fotografické snímací kamery v okamžiku expozice je nutná znalost šesti prvků vnější orientace, kterými jsou:

- tři souřadnice stanoviště fotografování (středu projekčního centra), definované polohou středu vstupní pupily objektivu X_0, Y_0, Z_0 ve zvoleném geodetickém referenčním systému;
- tři rotační prvky, vyjadřující orientaci osy záběru (hlavního paprsku) v prostoru.

V případě jednoho snímku se při aplikaci metod analytické fotogrammetrie definuje orientace projekčního centra zpravidla pomocí orientačních prvků ν , ψ a α (viz obr. 1 a obr. 2), případně pomocí směrových kosinů hlavního paprsku.

V praktické letecké fotogrammetrii, pracující se stereodvojicemi snímků, vyhodnocovanými pomocí univerzálních vyhodnocovacích přístrojů, se historicky od fotogrammetrického kongresu v roce 1926 daleko více vžilo užívání orientačních prvků κ , φ , ω . Podélný a příčný sklon kamery (φ a ω) představují v podstatě, i když ne zcela přesně, komponenty v_x a v_y celkového sklonu snímku ν . Jejich velikosti v úhlových minutách lze vyjádřit při znalosti prvků ν a ψ takto:

$$v_x \approx \nu \cos \psi = \rho' \frac{x'_N}{f},$$

$$v_y \approx \nu \sin \psi = \rho' \frac{y'_N}{f},$$

$$\nu = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \rho' \frac{H'_N}{f};$$

$$\rho' \doteq 3437,75.$$

Rozdíl mezi prvky ψ a α , které shodně určují orientaci roviny hlavní vertikály snímku, v níž je měřen úhel, je v tom, že orientovaný úhel ψ určuje polohu hlavní vertikály snímku vůči snímkovému souřadnicovému systému s počátkem v hlavním bodě a je orientován pravotočivě od kladné části osy y , kdežto úhel α je směrníkem hlavní vertikály, orientovaným pravotočivě od kladné části osy Y referenční pravoúhlé souřadnicové soustavy.

Protože prvky vnější orientace ani při použití pomocných zařízení leteckých měřických kamer zpravidla nikdy neznáme dostatečně přesně, má jejich dodatečné určování značný praktický i teoretický význam. V případě kosmického snímání je sice stabilita nosičů snímacích systémů řádově vyšší, avšak nepřesnosti odečtení a registrace prvků zůstávají a navíc nemusí být tyto údaje vždy k dispozici.

Přesná apriorní znalost hodnot prvků vnější orientace je užitečná například při překreslování snímků na překreslovačích. Při znalosti převodního vztahu mezi úhlovými hodnotami sklonů a jejich číselnou indikací na počítadlech přístrojů lze předem eliminovat sklony a nastavit poměr zvětšení i bez pracného vlícování na vnesený geodetický podklad a bez zásahů do emulze snímků. Zásadní význam má ovšem určení hodnot prvků vnější orientace pro analytickou fototriangulaci, kdy po určení souřadnic projekčního centra prostorovým protínáním zpět a po výpočtu orientačních prvků lze prostorovým protínáním vpřed provádět zhušťování bodového pole dalších podrobných bodů s měřenými snímkovými nebo modelovými souřadnicemi.

Velmi významnou novou oblastí praktického využití uvedené metody pro národohospodářské účely je příprava realizace požadavku VZLÚ Praha-Letňany na aplikaci metody pro potřeby fotogrammetrické kalibrace civilních leteckých navigačních systémů.

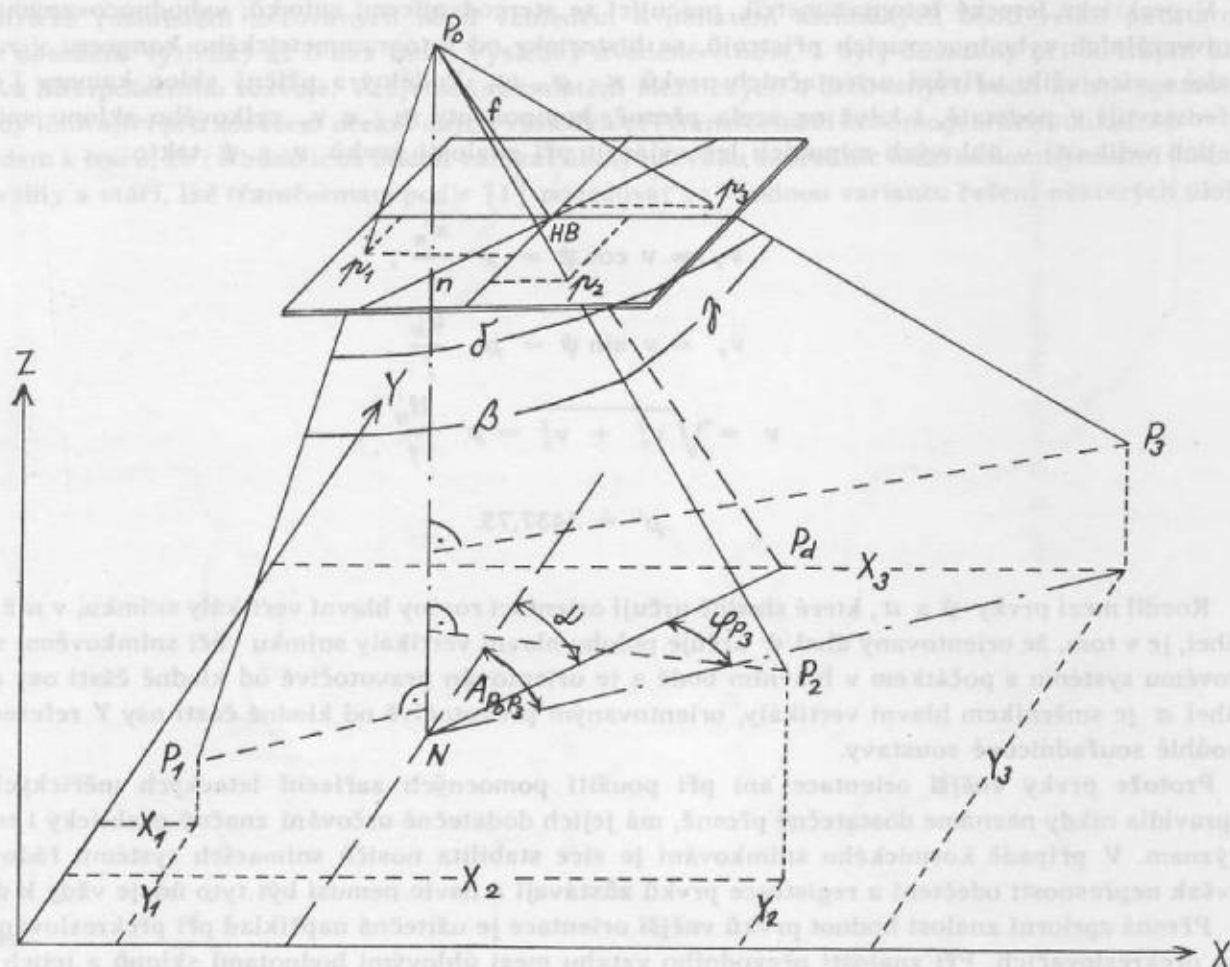
2. Numerický výpočet prvků vnější orientace kosmických snímků

Určení prvků vnější orientace měřických snímků je možné v zásadě třemi hlavními způsoby. Vedle metody, která bude popsána, jsou to způsoby grafické a početně grafické pro určení s menšími nároky na přesnost a bez použití prostředků automatizace a mechanizace výpočetních prací a metoda kolineace, vhodná pro řešení na samočinných počítačích.

Pro operativní výpočet prvků vnější orientace snímků pro běžné potřeby nejlépe vyhovuje metoda, publikovaná již v roce 1945 profesorem Syracuské university Earlem Churchem a dodnes beze změny používaná a vyučovaná. Její předností je jak pro většinu praktických aplikací dostatečná přesnost, tak i malá pracnost při přípravě vstupních hodnot a relativně jednoduchý výpočet, proveditelný i při použití mikrokalkulaček a stolních programovatelných počítačů. Metoda vyžaduje znalost souřadnic pouze tří bodů na snímku a identických bodů v terénu, tvořících v rovině snímku pokud možno rovnostranný trojúhelník o co nejdélších stranách, bez příliš ostrých úhlů.

Výpočet prvků vnější orientace sestává ze dvou částí. Nejprve se prostorovým protínáním zpět ze tří identických bodů vypočtou souřadnice středu vstupní pupily objektivu X_0, Y_0, Z_0 . Ve druhé fázi výpočtu se vypočte matice orientačních prvků, z níž lze přímo odvodit tři základní orientační prvky snímku ν, ψ a α .

Geometrická představa úlohy je zřejmá z obr. 1. Body $p_1 [x_1, y_1, -f], p_2 [x_2, y_2, -f]$ a $p_3 [x_3, y_3, -f]$



Obr. 1. Geometrická představa určování prvků vnější orientace

jsou obrazy terénních bodů $P_1 [X_1, Y_1, Z_1], P_2 [X_2, Y_2, Z_2]$ a $P_3 [X_3, Y_3, Z_3]$ na pozitivu šikmého snímku. Úhly β, γ a δ mají vrcholy ve vrcholu jehlanu P_0 , určujícím střed projekce. Pro hodnoty těchto úhlů platí podle pravidel analytické geometrie vztahy:

$$\cos \beta = \frac{(X_0 - X_1)(X_0 - X_2) + (Y_0 - Y_1)(Y_0 - Y_2) + (Z_0 - Z_1)(Z_0 - Z_2)}{(P_0 P_1)(P_0 P_2)}$$

$$\cos \gamma = \frac{(X_0 - X_2)(X_0 - X_3) + (Y_0 - Y_2)(Y_0 - Y_3) + (Z_0 - Z_2)(Z_0 - Z_3)}{(P_0 P_2)(P_0 P_3)}; \quad (1)$$

$$\cos \delta = \frac{(X_0 - X_3)(X_0 - X_1) + (Y_0 - Y_3)(Y_0 - Y_1) + (Z_0 - Z_3)(Z_0 - Z_1)}{(P_0 P_3)(P_0 P_1)}.$$

Hodnoty $\cos \beta$, $\cos \gamma$ a $\cos \delta$ ve vzorcích (1) lze vyčíslit i bez znalosti sklonů snímku z geometrie paprskových trsů v obrazové rovině pomocí vztahů:

$$\begin{aligned} \cos \beta &= \frac{x_1 x_2 + y_1 y_2 + f^2}{(P_0 p_1)(P_0 p_2)}; \\ \cos \gamma &= \frac{x_2 x_3 + y_2 y_3 + f^2}{(P_0 p_2)(P_0 p_3)}; \\ \cos \delta &= \frac{x_3 x_1 + y_3 y_1 + f^2}{(P_0 p_3)(P_0 p_1)}. \end{aligned} \quad (2)$$

Délky paprsků $P_0 P_i$ ($i = 1, 2, 3$) se počítají ze vztahů

$$P_0 P_i = \sqrt{(X_0 - X_i)^2 + (Y_0 - Y_i)^2 + (Z_0 - Z_i)^2}$$

a analogicky

$$P_0 p_i = \sqrt{x_i^2 + y_i^2 + f^2}$$

za předpokladu použití snímkových souřadnic redukováných na hlavní bod. Po výpočtu hodnot $\cos \beta$, $\cos \gamma$ a $\cos \delta$ pomocí rovnic (2) zůstanou v rovnicích (1) pouze tři neznámé souřadnice středu projekce X_0, Y_0, Z_0 . Rovnice jsou však nelineární a musí být napřed linearizovány, například s použitím Taylorova rozvoje, kde neznámé souřadnice středu projekce nahradíme odhadnutými hodnotami, v praxi zpravidla přibližnými souřadnicemi hlavního bodu, odečtenými z mapy, a výškou letu, měřenou pomocnými palubními přístroji. K počátečním odhadnutým hodnotám se počítají opravy dX_0, dY_0 a dZ_0 . S použitím Taylorova rozvoje a po úpravách dospějeme ke vztahům:

$$\begin{aligned} K_1 &= a_{11} dX_0' + a_{12} dY_0' + a_{13} dZ_0'; \\ K_2 &= a_{21} dX_0' + a_{22} dY_0' + a_{23} dZ_0'; \\ K_3 &= a_{31} dX_0' + a_{32} dY_0' + a_{33} dZ_0', \end{aligned} \quad (3)$$

v nichž koeficienty a a konstanty K jsou definovány takto:

$$\begin{aligned} a_{11} &= A_1 (X_0' - X_2) + B_1 (X_0' - X_1); \\ a_{12} &= A_1 (Y_0' - Y_2) + B_1 (Y_0' - Y_1); \\ a_{13} &= A_1 (Z_0' - Z_2) + B_1 (Z_0' - Z_1), \end{aligned}$$

kde

$$A_1 = \left[1 - \left(\frac{P_0' P_1}{P_0 P_2} \right) \cos \beta \right],$$

$$B_1 = \left[1 - \left(\frac{P'_0 P_2}{P'_0 P_1} \right) \cos \beta \right];$$

$$a_{21} = A_1 (X_0^i - X_3) + B_2 (X_0^i - X_2);$$

$$a_{22} = A_2 (Y_0^i - Y_3) + B_2 (Y_0^i - Y_2);$$

$$a_{23} = A_2 (Z_0^i - Z_3) + B_2 (Z_0^i - Z_2),$$

kde

$$A_2 = \left[1 - \left(\frac{P'_0 P_2}{P'_0 P_3} \right) \cos \gamma \right],$$

$$B_2 = \left[1 - \left(\frac{P'_0 P_3}{P'_0 P_2} \right) \cos \gamma \right];$$

$$a_{31} = A_3 (X_0^i - X_1) + B_3 (X_0^i - X_3);$$

$$a_{32} = A_3 (Y_0^i - Y_1) + B_3 (Y_0^i - Y_3);$$

$$a_{33} = A_3 (Z_0^i - Z_1) + B_3 (Z_0^i - Z_3),$$

kde

$$A_3 = \left[1 - \left(\frac{P'_0 P_3}{P'_0 P_1} \right) \cos \delta \right],$$

$$B_3 = \left[1 - \left(\frac{P'_0 P_1}{P'_0 P_3} \right) \cos \delta \right];$$

$$K_1 = [(P'_0 P_1) (P'_0 P_2) \cos \beta - (X_0^i - X_1) (X_0^i - X_2) - (Y_0^i - Y_1) (Y_0^i - Y_2) - (Z_0^i - Z_1) (Z_0^i - Z_2)];$$

$$K_2 = [(P'_0 P_2) (P'_0 P_3) \cos \gamma - (X_0^i - X_2) (X_0^i - X_3) - (Y_0^i - Y_2) (Y_0^i - Y_3) - (Z_0^i - Z_2) (Z_0^i - Z_3)];$$

$$K_3 = [(P'_0 P_3) (P'_0 P_1) \cos \delta - (X_0^i - X_3) (X_0^i - X_1) - (Y_0^i - Y_3) (Y_0^i - Y_1) - (Z_0^i - Z_3) (Z_0^i - Z_1)].$$

Index i vyjadřuje stupeň iterace, neboť výpočet probíhá v iteracích postupných zpřesňováním výchozích přibližných (odhadnutých) veličin do té doby, až lze přírůstky dX_0 , dY_0 , dZ_0 , respektive rozdíly ΔK (při praktickém výpočtu podle formuláře, uvedeného v příloze 1, z nichž se přírůstky dX_0 , dY_0 , dZ_0 počítají) zanedbat. Rychlost iterací závisí značně na přesnosti odhadu výchozích hodnot souřadnic středu projekce. Při jejich pečlivém určení postačí u normálních a širokoúhlých kamer s dostatečně širokými použitými paprskovými svazky a při dokonalé eliminaci systematických chyb, zajišťující kongruenci paprskových trsů, zpravidla dvě až tři iterace.

Úhlové prvky vnější orientace lze vyjádřit ve formě:

$$\cos (n P_0 p_1) = \frac{x_1 x_n + y_1 y_n + f^2}{(P_0 p_1) (P_0 n)};$$

$$\cos (n P_0 p_2) = \frac{x_2 x_n + y_2 y_n + f^2}{(P_0 p_2) (P_0 n)}; \quad (4)$$

$$\cos (n P_0 p_3) = \frac{x_3 x_n + y_3 y_n + f^2}{(P_0 p_3) (P_0 n)},$$

jelikož již známe souřadnice středu projekce, lze spočítat hodnoty kosinů úhlů ze vztahů:

$$\begin{aligned} \cos (n P_0 p_1) &= \frac{Z_0 - Z_1}{(P_0 P_1)}; \\ \cos (n P_0 p_2) &= \frac{Z_0 - Z_2}{(P_0 P_2)}; \\ \cos (n P_0 p_3) &= \frac{Z_0 - Z_3}{(P_0 P_3)}. \end{aligned} \quad (5)$$

Po úpravách rovnic (4), eliminací $(P_0 n)$ dosazením první rovnice do druhé a druhé do třetí získáme výsledné dvě rovnice obsahující jen neznámé souřadnice snímkového nadiru x_n a y_n .

$$\begin{aligned} \left[\frac{x_1}{(P_0 p_1) \cos (n P_0 p_1)} - \frac{x_1}{(P_0 p_1) \cos (n P_0 p_2)} \right] x + \left[\frac{y_1}{(P_0 p_1) \cos (n P_0 p_1)} - \right. \\ \left. - \frac{y_2}{(P_0 p_2) \cos (n P_0 p_2)} \right] y = \frac{f^2}{(P_0 p_2) \cos (n P_0 p_2)} - \frac{f^2}{(P_0 p_1) \cos (n P_0 p_1)}; \\ \left[\frac{x_2}{(P_0 p_2) \cos (n P_0 p_2)} - \frac{x_3}{(P_0 p_3) \cos (n P_0 p_3)} \right] x + \left[\frac{y_2}{(P_0 p_2) \cos (n P_0 p_2)} - \right. \\ \left. - \frac{y_3}{(P_0 p_3) \cos (n P_0 p_3)} \right] y = \frac{f^2}{(P_0 p_3) \cos (n P_0 p_3)} - \frac{f^2}{(P_0 p_2) \cos (n P_0 p_2)}. \end{aligned} \quad (6)$$

Po výpočtu x_n a y_n lze již snadno vyčíslit celkový sklon snímku v a velikost úhlu směru hlavní vertikály vůči souřadnicové soustavě snímku ψ ze vztahů:

$$\operatorname{tg} v = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{f}, \quad (7)$$

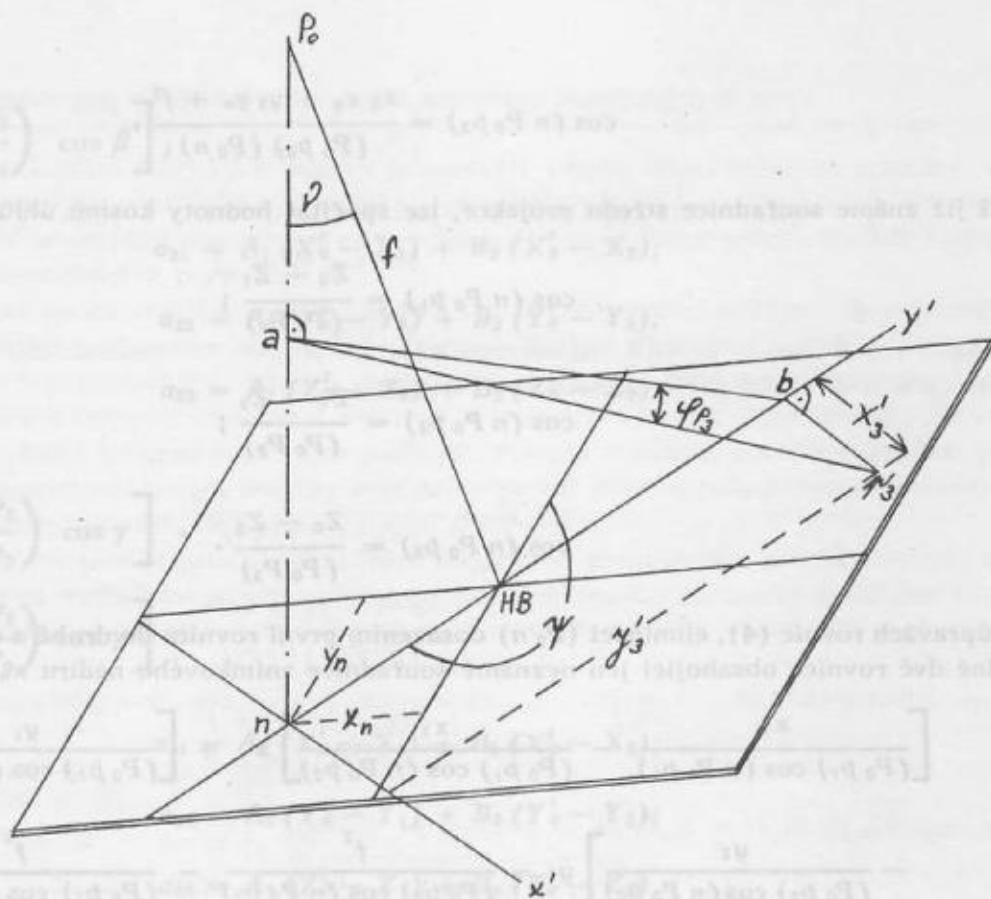
$$\operatorname{tg} \bar{\psi} = \frac{x}{y}. \quad (8)$$

Celkovou správnou hodnotu úhlu ψ , orientovaného pravotočivě od kladné části osy y ke spodní větvi hlavní vertikály, vyjádříme na základě vypočteného úhlu $\bar{\psi}$ s ohledem na kvadrant, v němž bude umístěn snímkový nadir. Výpočet posledního prvku vnější orientace, směrníku hlavní vertikály α , se provede ve dvou krocích. Nejprve se vypočte pomocný vodorovný úhel, např. bodu p_3 , orientovaný od roviny hlavní vertikály ze vztahu:

$$\operatorname{cotg} \varphi_{p_3} = \frac{x'_3}{y'_3 \cos v}. \quad (9)$$

K výpočtu se použijí pomocné snímkové souřadnice x'_3 , y'_3 , vztažené k hlavní horizontále a hlavní vertikále snímku.

Transformace snímkových souřadnic do této pomocné souřadné soustavy se provede snadno s využitím spočtených rotačních prvků v a ψ (viz obr. 2).



Obr. 2.

Výsledný směrnik hlavní vertikály bude mít hodnotu:

$$\alpha = \operatorname{cotg} \left(\frac{X_3 - X_0}{Y_3 - Y_0} \right) - \varphi_{p_3} \quad (10)$$

Pro praktický výpočet je výhodné použít formulář, navržený Earlem Churchem v „Revised Geometry of Aerial Photography“ (Syracuse University Bulletin, 1945, č. 15), upravený pro praktickou potřebu a zvláště vhodný pro výpočet na mikro kalkulace, neboť rozděluje výpočetní algoritmus do řady dílčích kroků. Příklad výpočtu podle tohoto formuláře pro vybraný kosmický snímek je uveden v příloze 1. Před výpočtem byly opraveny snímkové souřadnice, měřené na monokomparátoru ASCORECORD opakovaně s nejvyšší možnou přesností, o radiální posuny, způsobené vlivem zakřivení Země Δr_1 a vlivem terénního reliéfu Δr_2 , podle vztahů:

$$\Delta r_1 = \frac{H}{2R f^2} \cdot r^3, \quad (11)$$

kde

- H — výška letu UDZ;
- R — poloměr Země;
- f — kalibrovaná konstanta kamery;
- r — radiální vzdálenost zvoleného bodu od hlavního bodu snímku;

$$\Delta r_2 = \Delta h \frac{r}{H}, \quad (12)$$

kde

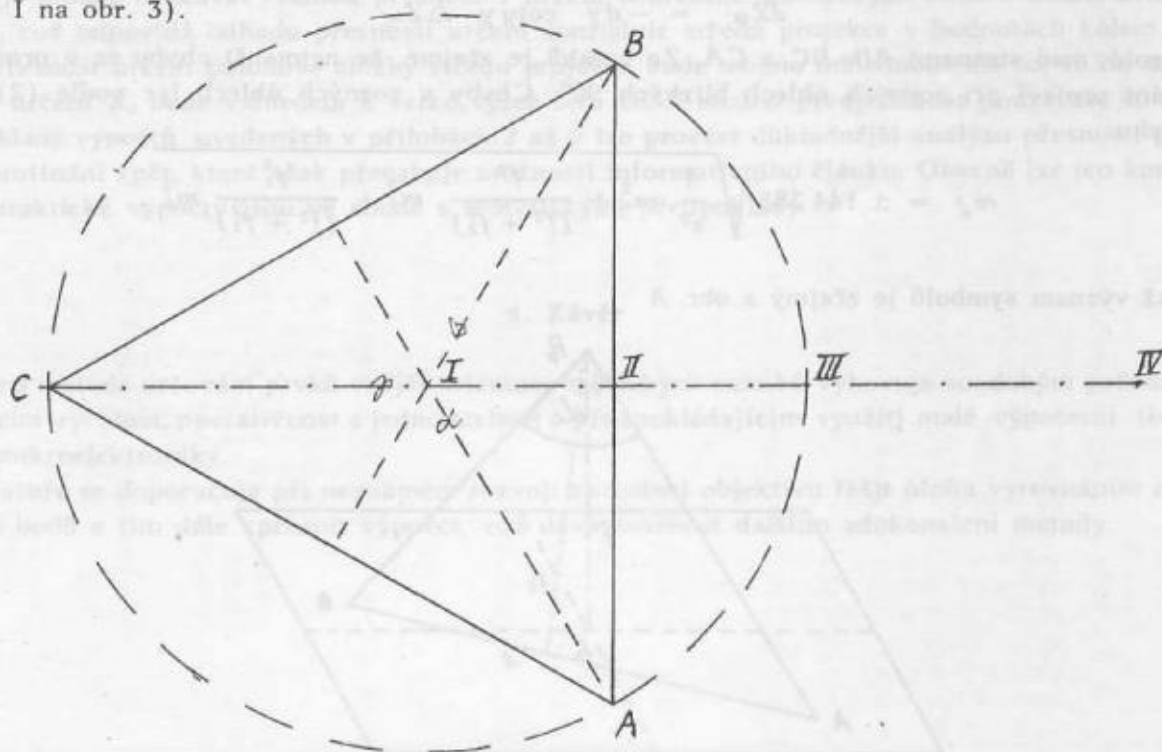
- Δh — převýšení zvoleného bodu nad střední srovnávací rovinou.

K vybraným třem opěrným snímkovým bodům byly identifikovány a z mapy 1:10 000 přesně odečteny identické Gauss-Krügerovy souřadnice terénních bodů, z nichž bod P_2 musel být navíc vzhledem k velkému územnímu záběru snímků transformován do shodného souřadnicového pásu. Kromě výpočtů podle uvedeného formuláře byl autorem pro týž algoritmus zpracován výpočetní program pro stolní počítač M3T 225 s přídatnou pamětí, sestávající ze čtyř navazujících částí, a program v jazyku FORTRAN pro počítač EC 1033 s dvojitou přesností výpočtu proměnných.

Programový výpočet prvků vnější orientace na počítači umožnil ověřit některé teoretické předpoklady řešení úlohy. Předně byl testován vliv volby kritéria konvergence výpočtu $\Delta K = k - K$ (viz přílohu 1) na přesnost výpočtu souřadnicových přírůstků středu projekce. Bylo prokázáno, že výpočet za předpokladu předběžné eliminace hlavních systematických vlivů a při malé distorzi objektivu, která zatím uvažována nebyla a je v tomto případě a pro tento účel zřejmě zanedbatelná, velmi rychle konverguje a prakticky ve třech až čtyřech iteracích je pod hranicí měřických chyb pro vstupní parametry $\Delta K = 0,02 - 0,05$. Při volbě parametru $\Delta K = 0,01$ však došlo k tomu, že výpočet proběhl ve všech třiceti iteracích, jimiž je sestavený program omezen. Je tomu tak proto, že hodnota $\Delta K = 0,01$ ovlivňuje a také předpokládá přírůstky souřadnic středu projekce již v pouhých centimetrech, což je v tomto případě za hranicí možností limitní konvergence. Ze zkušeností s výpočtem při tomto příkladu s dosti širokými paprskovými trsy o vrcholových úhlech u středu vstupní pupily $42,5^\circ$, $25,3^\circ$ a $31,9^\circ$ i s modelovými příklady s podstatně užšími paprskovými trsy (10 až 15°) bez eliminace systematických vlivů se prokázala nejhodnější volba kritéria konvergence $\Delta K = 0,02$. Při automatizovaném výpočtu je dostatečně přísné pro zabezpečení postupného zpřesňování výsledků a ve všech modelových příkladech zabezpečilo ukončení výpočtu prostorového protínání zpět nejvýše v desáté iteraci.

3. Řešitelnost a přesnost prostorového protínání zpět

Řešitelnost prostorového protínání zpět se posuzuje podle průniku torických ploch čtvrtého stupně, které jsou geometrickým místem zobrazovacích, respektive promítacích paprsků procházejících body stran základnového trojúhelníka a protínajících se pod konstantními zornými úhly. Nad každou stranou základnového trojúhelníka lze zkonstruovat jeden toroid. Tři toroidy nad stranami základnového trojúhelníka se obecně protínají ve čtyřech bodech, přičemž každý průsečík je vrcholem trojbokého jehlanu. Budeme-li pro jednoduchost vyšetřovat otázku řešitelnosti prostorového protínání zpět na příkladě rovnostranného základnového trojúhelníka podle obr. 3, který je nejhodnějším případem rozmístění opěrných bodů, a označíme-li zorné úhly od středu projekce k jednotlivým bodům trojúhelníka α , β a γ , lze dokázat, že nejpříznivější řešení nastane při poloze středu projekce v těžišti základnového trojúhelníka (bod I na obr. 3).



Obr. 3. Řešitelnost prostorového protínání zpět

Při zorných úhlech $\alpha = \beta = \gamma = 56^\circ$ se protínají toroidy pod úhly 60° . Bod II znázorňuje případ, kdy úhel α má hodnotu 56° , úhly β a γ 28° a toroidy se protínají pod úhlem 32° . V bodě III se zornými úhly $\alpha = 56^\circ$, $\beta = \gamma = 43^\circ 20'$ dochází ke kongruenci ploch, a proto je řešení neurčitě. Kdybychom na obr. 3 konstruovali i spiriky toroidů (vrstevnice torických ploch vzhledem k rovině základnového trojúhelníka), ukázalo by se, že bod IV leží již níže pod rovinou základnového trojúhelníka a že tento případ je velmi blízký protínání zpět v rovině. Zorné úhly budou $\alpha = 56^\circ$, $\beta = \gamma = 32^\circ$. Bod se nachází již v pásmu parabolické indikatrix všech tří toroidů, což znamená, že vzdálenost od roviny ABC se stává neurčitou, neboť nastává průnik tří pásů téměř válcových ploch, kolmých k rovině ABC.

Pro tento případ je zajímavé i to, že indikační útvar přesnosti protínání vykazuje větší chybu v určení výšky nad terénem Z_0 než v souřadnicích X_0, Y_0 , zatímco v ostatních případech je tomu naopak. Bod V ($\alpha = 41^\circ 25'$, $\beta = \gamma = 45^\circ$) představuje obdobný případ jako bod III, neboť se nachází rovněž nad kružnicí opsanou trojúhelníku ABC, a tudíž v něm dochází rovněž ke kongruenci torických ploch.

Z naznačeného teoretického rozboru řešitelnosti prostorového protínání zpět vyplývá, že u snímků svislých a strmých při pravidelném rozložení opěrných bodů po celé ploše v okrajových částech snímku bude úloha řešitelná vždy. Problémy však mohou nastat u snímků šikmých, případně i strmých úzkouhlých (dlouhofokálních), kde může střed pomítání přejít do míst kongruence torických ploch, kde nenastane bodový průnik, případně i do pásma parabolické indikatrix, což je prakticky místo zborcené plochy o nekonečně velkém poloměru křivosti bezprostředního okolí. Řešení se pak stává neurčitým.

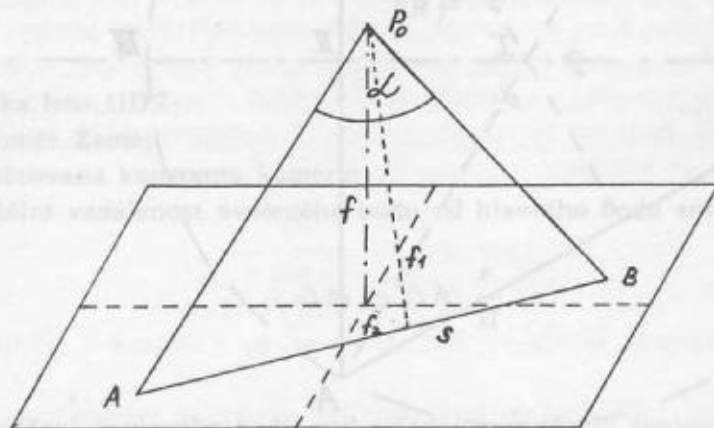
Indikaci přesnosti prostorového protínání zpět tvoří šestistěn s mírně zborcenými stěnami, který vzniká průnikem tří torických vrstev. Vlivy na určení souřadnic středů projekce z jednotlivých bodů základnového trojúhelníka lze vyjádřit pomocí vztahů:

$$\begin{aligned}
 dX_{0A} &= -d\alpha \cotg \alpha \Delta X_{0A} ; \\
 dY_{0A} &= -d\alpha \cotg \alpha \Delta Y_{0A} ; \\
 dZ_{0A} &= -d\alpha \cotg \alpha \Delta Z_{0A} ; \\
 dX_{0B} &= -d\beta \cotg \beta \Delta X_{0B} ; \\
 dY_{0B} &= -d\beta \cotg \beta \Delta Y_{0B} ; \\
 dZ_{0B} &= -d\beta \cotg \beta \Delta Z_{0B} ; \\
 dX_{0C} &= -d\gamma \cotg \gamma \Delta X_{0C} ; \\
 dY_{0C} &= -d\gamma \cotg \gamma \Delta Y_{0C} ; \\
 dZ_{0C} &= -d\gamma \cotg \gamma \Delta Z_{0C}
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

pro toroidy nad stranami AB, BC a CA. Ze vztahů je zřejmé, že nejmenší chyby se v prostorovém protínání projeví při zorných úhlech blízkých 90° . Chyby v zorných úhlech lze podle (2) počítat ze vztahu:

$$m_a^s = \pm 144\,385 \sqrt{\frac{4}{s^2} m_s^2 + \frac{f^2}{(f^2 + f_2^2)} m_i^2 + \frac{f_1^2}{(f^2 + f_1^2)} m_{i_1}^2},
 \tag{14}$$

přičemž význam symbolů je zřejmý z obr. 4



Obr. 4.

a pro $f = 200$ mm, různá f_1, f_2, s a jejich střední chyby lze sestavit tabulku.

Tabulka 1

| Obrazová zvdálenost $f = 0,01$ mm | Kolmice z P_0 na úsečku s $f_1 \pm 0,01$ mm | Vzdálenost úsečky s od HB $f_2 \pm 0,05$ mm | Měřená úsečka na sním. $s \pm 0,01$ mm | Zorný úhel úsečky s α° | $\pm m_{\alpha'}$ |
|---|---|--|---|---|-------------------|
| 200 | 200 | 0 | 100 | 28 | 14 |
| | 200 | 0 | 200 | 54 | 13 |
| | 207 | 50 | 100 | 28 | 14 |
| | 207 | 50 | 200 | 42 | 12 |
| | 224 | 100 | 100 | 26 | 14 |
| | 224 | 100 | 200 | 48 | 16 |

Teoretický rozbor přesnosti prostorového protínání zpět lze globálně ověřit výpočtem středu projekce z poněkud odlišných vstupních hodnot snímkových souřadnic. Za tímto účelem byl proveden výpočet prvků vnější orientace ve čtyřech variantách vstupních dat:

- s prvotními měřeními snímkovými souřadnicemi;
- se snímkovými souřadnicemi opravenými o vliv zakřivení Země Δr_1 ;
- se snímkovými souřadnicemi opravenými o vliv terénního reliéfu Δr_2 ;
- se snímkovými souřadnicemi opravenými o oba vlivy ($\Delta r_1 + \Delta r_2$).

Výsledky výpočtů jsou uvedeny v přílohách 2 až 5.

Vyjdeme-li ze skutečnosti, že v daném případě $1 \mu\text{m}$ odpovídá v obrazové rovině snímku přibližně hodnota $1''$ a v terénu hodnota 1 m, můžeme za předpokladu střední hodnoty zorného úhlu $\alpha = 33^\circ$ a střední hodnoty souřadnicových rozdílů středu projekce a jednotlivých vrcholů základnového trojúhelníka rovné přibližně $112\,500$ m přiřadit veličině $d_a = 1''$ podle vzorců (13) hodnotu asi $0,8$ m. Vzhledem k omezené rozlišovací schopnosti disponibilních kosmických snímků a k tomu, že měřené snímkové souřadnice nebyly opraveny o vliv distorze, diferenční afinní srážky materiálu a vliv sklonu snímku, je možno očekávat reálnou přesnost v určení souřadnic snímkových bodů v hodnotách 20 až $30 \mu\text{m}$, což odpovídá odhadu přesnosti určení souřadnic středu projekce v hodnotách kolem 20 m. Přitom přesnost určení polohové složky středu projekce bude možno odhadnout asi na 10 m, zatímco přesnost určení Z_0 bude vzhledem k velké výšce letu UZD možno předpokládat pouze asi 40 m.

Na základě výpočtů uvedených v přílohách 2 až 5 lze provést důkladnější analýzu přesnosti prostorového protínání zpět, která však přesahuje možnosti informativního článku. Obecně lze jen konstatovat, že praktické výpočty jsou ve shodě s teoretickými předpoklady.

4. Závěr

Uvedená metoda určování prvků vnější orientace měřických snímků vyhovuje soudobým požadavkům vyžadujícím rychlost, operativnost a jednoduchost a předpokládajícím využití malé výpočetní techniky na bázi mikroelektroniky.

V literatuře se doporučuje při neznámém rozvoji zkreslení objektivu řešit úlohu vyrovnáním ze čtyř opěrných bodů a tím dále zpřesnit výpočet, což dává možnost dalšího zdokonalení metody.

Formulář pro výpočet prvků vnější orientace

Příloha I

| | X_p | Y_p | Z_p | | | X_0 | Y_0 | Z_0 | |
|------|--------------|--------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------------|--------------|------------------|----------------------------|
| 1 | 174 839 | 81 122 | 275 | | 0. iterace | 136 500 | 164 340 | 215 200 | |
| 2 | 108 036 | 235 542 | 344 | | 1. iterace | 135 018 | 165 640 | 216 250 | |
| 3 | 83 400 | 114 658 | 350 | | 2. iterace | 135 030 | 165 637 | 216 234 | |
| | | | | | 3. iterace | 135 030,1 | 165 636,7 | 216 234,4 | |
| | x | y | $z = (-f)$ | d | l | m | n | k | |
| 1 | - 82,6873 | - 20,5064 | - 200,708 | 218,0399 | - 0,37923011 | - 0,09404884 | - 0,92051037 | 0,73720300 | |
| 2 | 69,8807 | 13,4516 | - 200,708 | 212,9506 | - 0,32815451 | 0,06316770 | - 0,94250966 | 0,85379306 | |
| 3 | - 36,3635 | 57,0726 | - 200,708 | 211,8096 | - 0,17168017 | 0,26945243 | - 0,94758710 | 0,91202835 | |
| | $X_p - X_0$ | $Y_p - Y_0$ | $Z_p - Z_0$ | D | $10^5/D$ | L | M | N | K |
| 1 | 38 339 | - 83 218 | - 214 925 | 233 640,5 | 0,42800804 | 0,16409400 | - 0,35617973 | - 0,91989628 | 0,73473104 |
| 2 | - 28 464 | 71 202 | - 214 856 | 228 129,4 | 0,43834770 | - 0,12477129 | 0,31211233 | - 0,94181634 | 0,85295001 |
| 3 | - 53 100 | - 49 682 | 214 850 | 226 822,5 | 0,44087342 | - 0,23410379 | - 0,21903474 | - 0,94721655 | 0,91094169 |
| 1 | 39 821 | - 84 518 | - 215 975 | 235 317,2 | | 0,16922262 | - 0,35916620 | - 0,91780354 | 0,73723725 |
| 2 | - 26 982 | 69 902 | - 215 906 | 228 538,2 | | - 0,11806340 | 0,30586569 | - 0,94472600 | 0,85380914 |
| 3 | - 51 618 | - 50 982 | - 215 900 | 227 763,9 | | - 0,22662942 | - 0,22383706 | - 0,94791143 | 0,91204035 |
| 1 | 39 809 | - 84 515 | - 215 959 | 235 299,5 | | 0,16918442 | - 0,35918061 | - 0,91780495 | 0,73720206 |
| 2 | - 26 994 | 69 905 | - 215 890 | 228 525,4 | | - 0,11812252 | 0,30589592 | - 0,94470802 | 0,85379254 |
| 3 | - 51 630 | - 50 979 | - 215 884 | 227 750,8 | | - 0,22669516 | - 0,22383678 | - 0,94789577 | 0,91202797 |
| II-5 | | | | | | | | | |
| | l | j | $A(\Delta X_0)$ | $+B(\Delta Y_0)$ | $+C(\Delta Z_0)$ | $=\Delta K - k \cdot K$ | ΔK | ΔK | ΔK |
| 1 | - 0,122819 | - 0,104857 | - 0,0070707 | 0,0110185 | 0,2117368 | 247,196 | - 3,425 | +0,094 | |
| 2 | - 0,066615 | - 0,061933 | 0,0228104 | - 0,0072259 | 0,1214031 | 84,305 | - 1,608 | +0,052 | |
| 3 | - 0,025919 | - 0,050518 | - 0,0022220 | 0,0236706 | 0,0710222 | 108,666 | - 1,2 | +0,038 | |
| | E | F | G | Δ | | | ΔX_0 | ΔY_0 | ΔZ_0 |
| 1 | - 0,00020024 | - 0,00568821 | 0,00286767 | 0,00011405 | | 1. iterace | - 1482 | +1300 | +1050 |
| 2 | 0,00052388 | 0,00188980 | - 0,00338688 | | | 2. iterace | + 12 | - 3 | - 16 |
| 3 | 0,00014288 | 0,00003170 | 0,00422938 | | | 3. iterace | + 0,1 | - 0,3 | + 0,4 |
| | e | f | g | Δ | u | v | w | $\text{tg } s =$ | |
| 1 | 0,00690746 | 0,65949767 | 0,14678846 | - 0,20944934 | - 0,18805804 | 0,98214197 | - 0,00597258 | 1,17446231 | $t = 0^\circ 26' 26,8''$ |
| 2 | 0,09926667 | - 0,47276520 | 0,19410462 | | 0,98214234 | - 0,18808731 | 0,00479303 | $\text{tg } a =$ | $s = 49^\circ 35' 13,7''$ |
| 3 | 0,11833080 | - 0,20132018 | - 0,33715322 | | - 0,00583090 | - 0,00496474 | - 0,99997041 | - 1,24609694 | $a = 128^\circ 44' 50,1''$ |

II - 1 $d = x^2 + y^2 + f^2; 1 = \frac{1}{x}, m = \frac{1}{x};$
 $n = \frac{1}{f}; k_i = l_i l_j + m_i m_j + n_i n_j$

II - 2, 3, 4, 5 totéž v geod. S

III $l_i = k_i (1/D_i) - (1/D_i)$

$J_i = k_i (1/D_i) - (1/D_i)$

$A_i = L_i l_i + L_j j_i$

$B_i = M_i l_i + M_j j_i$

$C_i = N_i l_i + N_j j_i$

IV - 1 $E_i = A_i B_i - A_j B_j$

$F_i = A_i C_i - A_j C_j$

$G_i = B_i C_i - B_j C_j$

$\Delta = E_i C_3 + E_3 C_2 + E_2 C_1$

$\Delta X = (G_2 \Delta K_1 + G_3 \Delta K_2 + G_1 \Delta K_3) / \Delta$

$\Delta Y = (F_2 \Delta K_1 + F_3 \Delta K_2 + F_1 \Delta K_3) / (-\Delta)$

$\Delta Z = (E_2 \Delta K_1 + E_3 \Delta K_2 + E_1 \Delta K_3) / \Delta$

$k, i, j = 1, 2, 3; j = i + 1;$

pro $i = 3$ je $j = 1$

$k = i + 2; i = 2, j = 3$ je $k = 1$

IV - 2 $e_i = l_i m_i - l_j m_j$

$f_i = l_i n_j - l_j n_i$

$g_i = m_i n_j - m_j n_i$

$\Delta = e_1 n_3 + e_2 n_1 + e_3 n_2$

$u_1 = (L_1 g_2 + L_2 g_3 + L_3 g_1) / \Delta$

$v_1 = (L_1 f_2 + L_2 f_3 + L_3 f_1) / (-\Delta)$

$w_1 = (L_1 e_2 + L_2 e_3 + L_3 e_1) / \Delta$

pro u_2, v_2, w_2 analogicky s M_i

pro u_3, v_3, w_3 analogicky s N_i

$\cos t = w_3$

$\text{tg } s = (-u_3) / (-v_3)$

$\text{tg } a = (-w_1) / (-w_2)$

V Y P O C E T P R V K U V N E J S I O R I E N T A C E S N I M K U - bez opravy snímkových souřadnic

ROVINNE SOUŘADNICE:

P1: X11 = 174839.0 Y11 = 31122.0 Z11 = 275.0 XS1 = 82.4202 YS1 = -27.4402 ZS1 = -200.708
 P2: X12 = 18036.0 Y12 = 235542.0 Z12 = 344.0 XS2 = 69.7403 YS2 = 13.4745 ZS2 = -200.708
 P3: X13 = 83400.0 Y13 = 114653.0 Z13 = 350.0 XS3 = 36.2987 YS3 = 56.9709 ZS3 = -200.708

PŘIBLÍŽNE SOUŘADNICE STŘEDU PROJEKCE:

P0: X0 = 136500. Y0 = 164340. Z0 = 215200. OK(MEZ) = 0.020

OPRAVENÉ SOUŘADNICE STŘEDU PROJEKCE:

X0 = 134288.6 Y0 = 165698.7 Z0 = 216082.7
 X0 = 134305.1 Y0 = 165683.7 Z0 = 216776.0
 X0 = 134305.0 Y0 = 165683.7 Z0 = 216776.1

1. ITERACE
 2. ITERACE
 3. ITERACE

PLATICE ORIENTAČNÍCH PRVKU SNIMKU:

U1 = -0.185628964 V1 = -0.902120169 W1 = 0.009310226
 U2 = 0.982140721 V2 = -0.188280761 W2 = 0.005006519
 U3 = -0.206657018 V3 = -0.008202937 W3 = 0.999944217

VÝSLEDNÉ SKLUPY SNIMKŮ:

T = 0 35 22.6 S = 39 6 22.3 A = 110 16 7.5

V Y F Ů C E T P R V K U V N E J S I O R I E N T A C E S N I M K U - po opravách snímkových souřadnic
o vliv zakřivení Země

ROVINNE SOURADNICE:

P1: XT1 = 174639.0 YT1 = 81122.0
 P2: XT2 = 188036.0 YT2 = 235542.0
 P3: XT3 = 93400.0 YT3 = 114658.0

PŘIBLÍŽNE SOURADNICE STŘEDU PROJEKCE:

P0: X0 = 136500. Y0 = 164340.

OPRAVENÉ SOURADNICE STŘEDU PROJEKCE:

X0 = 134848.6 Y0 = 165662.6
 X0 = 134862.9 Y0 = 165658.1
 X0 = 134862.0 Y0 = 165657.2

NATICE ORIENTAČNÍCH PRVKU SNIMKU:

U1 = -0.108051617 Y1 = -0.982135647 W1 = 0.006746635
 U2 = 0.982148566 V2 = -0.188486071 W2 = 0.004892156
 U3 = -0.006073757 V3 = -0.005706424 W3 = 0.999965337

VÝSLEDNE SKLONNÝ SNIMK:

T = 0 28 37.4 S = 46 47 9.7 A = 125 56 48.2

SNIMKOVÉ SOURADNICE:

XS1 = -82.6690 YS1 = -20.5019 ZS1 = -200.708
 XS2 = 69.8876 YS2 = 13.4529 ZS2 = -200.708
 XS3 = -36.3681 YS3 = 57.0798 ZS3 = -200.708

DK(MEZ) = 0.020

1. ITERACE

2. ITERACE

3. ITERACE

Příloha 4

V Y P O C E T P R V K U V N E J S I O R I E N T A C E S N I M K U - po opravách snímkových souřadnic
o vliv terénního reliéfu

ROVINNE SOURADNICE:

P1: XT1 = 174039.0 YT1 = 81122.0
 P2: XT2 = 188036.0 YT2 = 235542.0
 P3: XT3 = 83400.0 YT3 = 114658.0

ZT1 = 275.0
 ZT2 = 344.0
 ZT3 = 350.0

XS1 = -82.4385
 XS2 = 69.7334
 XS3 = -36.2941

YS1 = -20.4447 ZS1 = -200.708
 YS2 = 13.4232 ZS2 = -200.788
 YS3 = 56.9637 ZS3 = -200.708

PRIBLIZNE SOURADNICE STREDU PROJEKCEI

P0: X0 = 136500. Y0 = 169348. Z0 = 215200.

DK(MEZ) = 0.020

OPRAVENE SOURADNICE STREDU PROJEKCEI

X0 = 134458.3 Y0 = 165675.8 Z0 = 216793.8
 X0 = 134473.5 Y0 = 165664.6 Z0 = 216769.3
 X0 = 134474.1 Y0 = 165665.3 Z0 = 216769.3
 X0 = 134473.8 Y0 = 165665.0 Z0 = 216769.4

1. ITERACE
 2. ITERACE
 3. ITERACE
 4. ITERACE

MATICE ORIENTACNICH PRVKU SNIMKU

U1 = -0.199036797 V1 = -0.982124340 W1 = -0.008528740
 U2 = 0.982140746 V2 = -0.188083246 W2 = 0.004918466
 U3 = -0.006434624 V3 = -0.007452291 W3 = 0.9999951421

VYSLEDNE SKLONY SNIMKU

T = 0 33 53.1 S = 40 40 31.3 A = 119 58 18.0

ORIENTACNÍ PRVKU V NEJŠÍ ORIENTACI S NÍKOU - po opravách snímkových souřadnic o vliv
zakřivení Země a terénního reliéfu

SNIMKOVÉ SOURADNICE:

P1: XT1 = 174839.0 Y1 = 61122.0 Z1 = 275.0 XS1 = 02.6873 YS1 = -20.5764 ZS1 = -200.708
 P2: XT2 = 180036.0 Y2 = 235542.0 Z2 = 344.0 XS2 = 69.8807 YS2 = 13.4516 ZS2 = -200.708
 P3: XT3 = 83400.0 Y3 = 114650.0 Z3 = 350.0 XS3 = -36.1635 YS3 = 57.0726 ZS3 = -200.708

PŘIBLIŽNÉ SOURADNICE STŘEDU PROJEKCE:

P0: X0 = 136500. Y0 = 164340. Z0 = 215200.

OPRAVENÉ SOURADNICE STŘEDU PROJEKCE:

X0 = 135017.3 Y0 = 165639.8 Z0 = 216250.3
 X0 = 135030.9 Y0 = 165630.3 Z0 = 216234.4
 X0 = 135030.4 Y0 = 165630.0 Z0 = 216234.5

MATICE ORIENTAČNÍCH PRVKŮ SNIMKU:

U1 = 0.18058098 V1 = -0.982158176 W1 = 0.005968077
 U2 = 0.982140428 V2 = -0.180306917 W2 = 0.004798651
 U3 = 0.005035432 V3 = -0.304959767 W3 = 0.999970583

VÝSLEDNÉ SKLONNÝ SNIMKU:

T = 0 25 22.1 S = 49 38 14.8 A = 128 48 3.7

Literatura:

- [1] GÁL, P.: Fotogrammetria. Praha, SNTL 1965, s. 41—61, 291—300.
- [2] TOMSA, K.: Teoretické základy letecké fotogrammetrie. Praha, Akademia 1984, s. 95—105.
- [3] SERDJUKOV, V. M.: Fotogrammetrija. Moskva, Vysšaja škola 1983, s. 41—80.
- [4] WOLF, P. R.: Elements of photogrammetry. International Student Edition (Japan 1974), s. 263—273.
- [5] Manual of photogrammetry. 4th ed. Washington, American Society of Fotogrammetry 1981, s. 60—63.

Do redakce došlo 7. května 1985.

Mikroprocesorový systém s pasívním grafickým televizním terminálem

Úvod

Speciální vstupní a výstupní zařízení výpočetní techniky s příslušným programovým vybavením, která zpracovávají informace do grafické formy, se velmi rychle rozvíjejí a souhrnně jsou označována pod pojmem „počítačová grafika“.

Informace zobrazená na displeji je pro člověka přehlednější, přijatelnější než výpis na řádkové tiskárně nebo jiných výstupních zařízeních. Všeobecně je známo, že zařízení počítačové grafiky umožňují snížit finální náklady na zpracování informací v poměru 1:3 a dosáhnout úspory času v poměru 1:20 v porovnání s klasickým výstupním zařízením.

Na základě potřeby zobrazit informaci dříve, než bude pořízen trvalý záznam na zobrazovacím zařízení „DIGIGRAF 3,5 G“, byl sestaven mikroprocesorový systém s pasívním grafickým televizním terminálem.

Určení a realizace grafického televizního terminálu

Grafický televizní terminál (dále jen GTTM) je určený na zobrazování grafických informací na obrazovce běžného černobílého televizního přijímače. Tvoří součást osmibitového mikropočítačového systému a připojuje se přímo na jeho systémovou sběrnici. Každou změnu obrazové informace zabezpečuje mikroprocesor pomocí vhodného programového vybavení.

Obraz má bodovou strukturu s rastroem 512×256 bodů se dvěma úrovněmi jasu. Obraz je zapsaný v paměti typu RWM s kapacitou 16 kB, která je součástí terminálu.

Zobrazovací část GTTM tvoří běžný černobílý televizní přijímač doplněný o obvody galvanicky odděleného přenosu signálů synchronizace a videa.

Použitá zjednodušená televizní norma má tyto parametry:

- neprokládané řádkování;
- 312 řádků/snímek;
- řádková frekvence 15 625 Hz;
- snímková frekvence 50,00 Hz.

Obrazová paměť je organizována takto:

Každá slabika obrazové paměti se zobrazuje v 8 po sobě jdoucích bodech obrazu, přičemž bod vlevo odpovídá bitu 0 a vpravo bitu 7. Slabika s nejnižší adresou se nachází v levém dolním rohu obrazu. Každému bitu v obrazové paměti odpovídá jeden bod v obraze, který je bílý, když má bit úroveň H . Při zápisu a čtení dat procesorem se data invertují, takže z hlediska programátora bílým bodům odpovídá úroveň L a černým bodům úroveň H .

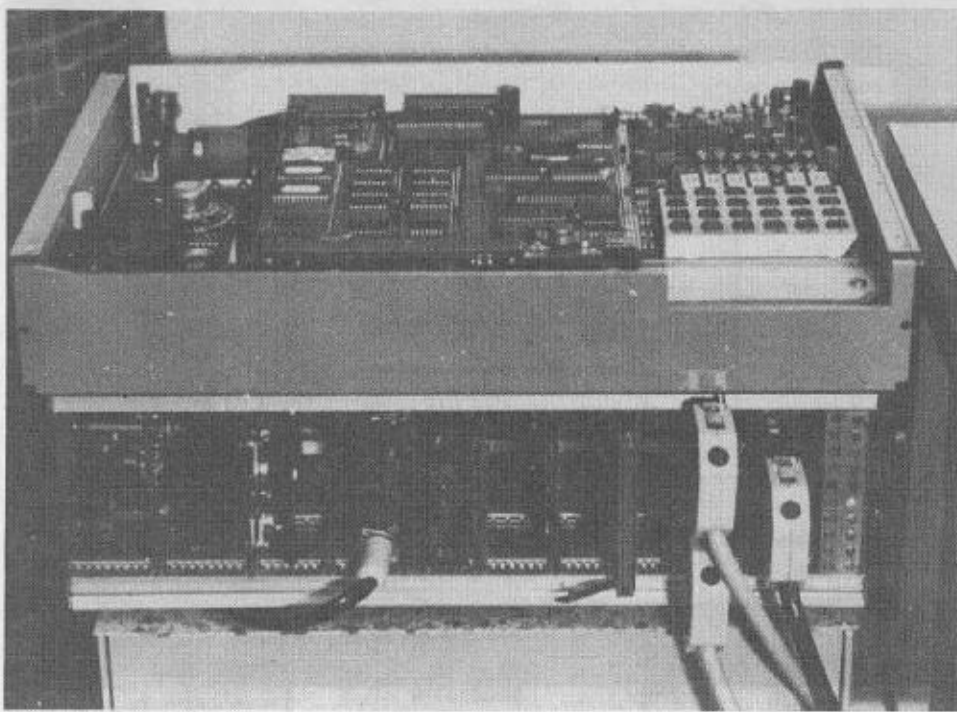
Jádro mikropočítačového systému tvoří školní mikropočítač TEMS 80-03A, protože v době, kdy se systém vytvářel, nebyl vhodnější typ k dispozici. Úpravy mikropočítače jsou minimální, v rozsahu, který povoluje výrobce (posílení adresové sběrnice, rozšíření paměti EPROM na 3 kB a vyvedení systémové sběrnice).

Celkové provedení je patrné z blokového schématu a obr. 1.

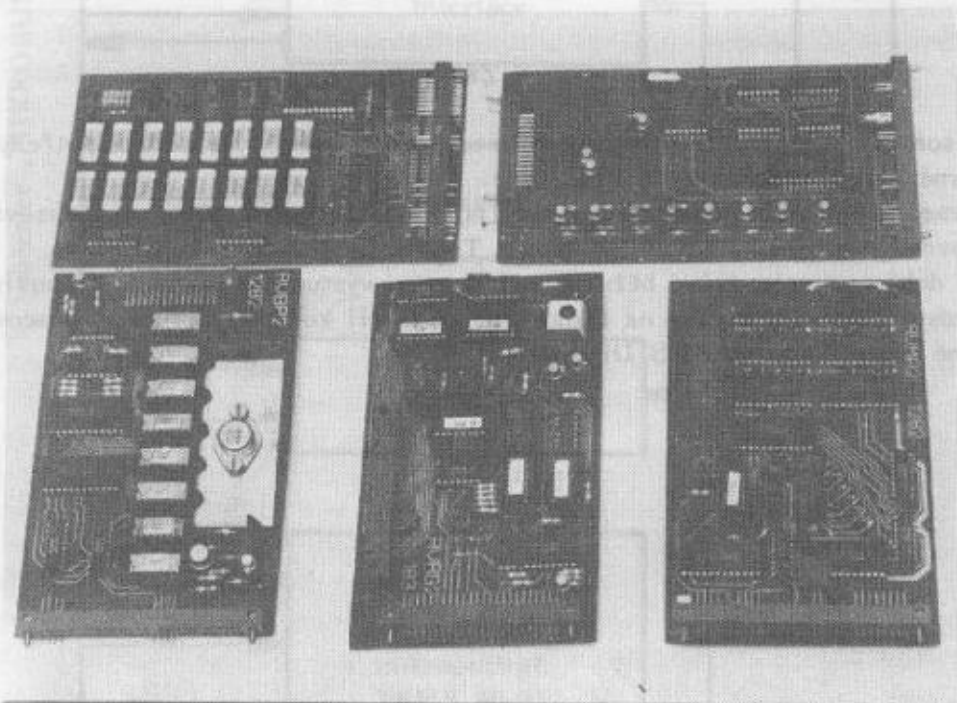
Provedení vlastních modulových desek je vidět na obr. 2.

Desky mají rozměry 100×165 mm (tzv. malý evropský formát) a jsou opatřeny konektory FRB typu TX... (TY...). Všechny součástky jsou ze států RVHP.

Celék je připojen k minipočítači ADT 4100 a přes obvody styku (interface) je možný obousměrný přenos dat. Prakticky to znamená, že data pro GTTM mohou být uložena na všech médiích, která má k dispozici minipočítač. ADT 4100 pracuje pod operačním systémem DOS-III a obsluhu mikropočítače zajišťuje driver DVR 00 běžně užívaný pro psací stroj Consul. Bezchybná a časově výhodná spolupráce obou počítačů vyžaduje vzájemně korespondující programové vybavení. Oba programy se musí odstartovat samostatně, přičemž je zajištěna vzájemná synchronizace. V režimu off-line je možný vstup dat

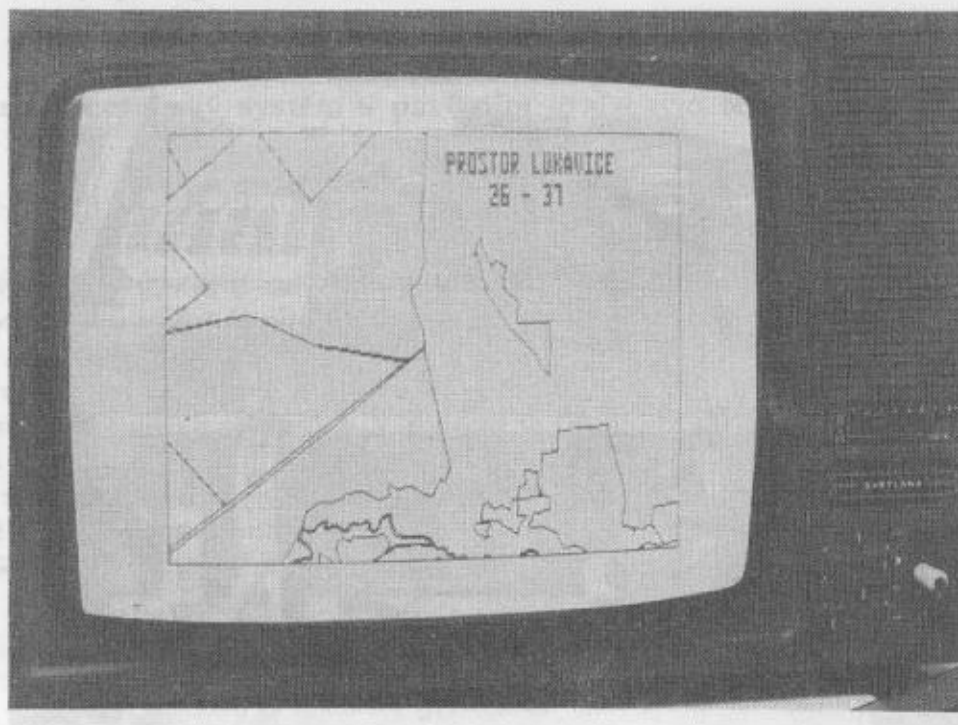


Obr. 1.



Obr. 2.

ze snímače děrné pásky FS-751 (1501), který je připojen k systému přes zvláštní desku. Vzhledem k tomu, že je k dispozici rozsáhlé programové vybavení, které je schopno vytvářet povely pro kreslicí stůl Digigraf 3,5 G, bylo by zbytečné duplikovat je. Proto současné programové vybavení GTTM je prakticky na úrovni mikroprogramu Digigrafu 3,5 G, tzn. že zpracovává povely, určené pro DGF, aby je bylo možno vykreslit na obrazovce GTTM (viz obr. 3).



Obr. 3. Příklad zobrazené informace

Ovládání GTTM je potom obdobné jako při provozu Digigrafu 3,5 G on-line s výjimkou příkazů specifických pro grafické terminály (výmaz obrazovky, výřez, invertování obrazu apod.).

Závěr

Mikroprocesorový systém s pasívním grafickým terminálem vznikl na základě potřeby a byl realizován v rámci odborné přípravy pracovníků ITZ.

Komplexní racionalizační brigáda pod vedením Ing. Pavla Tetauera vyřešila a realizovala hardwarovou část, softwarovou část řešil většinou Ing. Pavel Tetauer, vypomáhal Ing. Prouza.

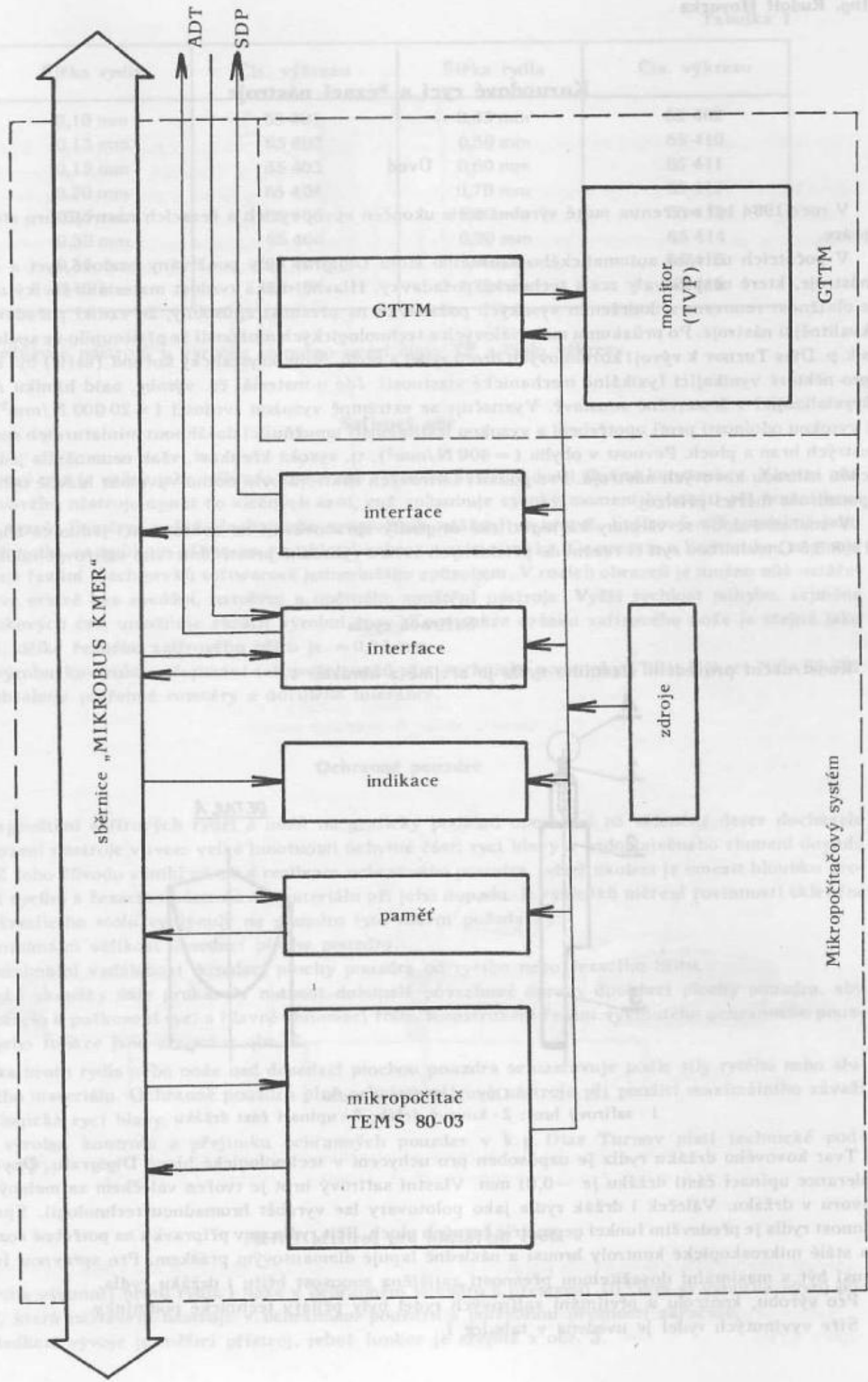
V současné době se systém stává běžným, ovládnutým výstupním zařízením, používaným například zcela běžně místo kontrolní kresby na Digigrafu 3,5 G při kontrole úplnosti zpracování dat v rámci automatizované tvorby map na AKS Digikart.

Literatura:

- [1] RAFAJ, V.: Grafický televizní terminál mikropočítače. [Zlepšovací návrh.] Bratislava, Slov. vysoká škola technická.
- [2] TETAUER, P. — HULMAN, V.: Uživatelská příručka pro pasívní grafický televizní terminál GTTM. [Zlepšovací návrh.] Dobruška 1984.
- [3] TETAUER, P. — PROUZA, L.: Generátory pro GTTM. [Zlepšovací návrh.] Dobruška 1984.

Do redakce došlo 29. dubna 1985.

Blokové schéma mikročítačového systému s GTTM



Korundové rycí a řezací nástroje

Úvod

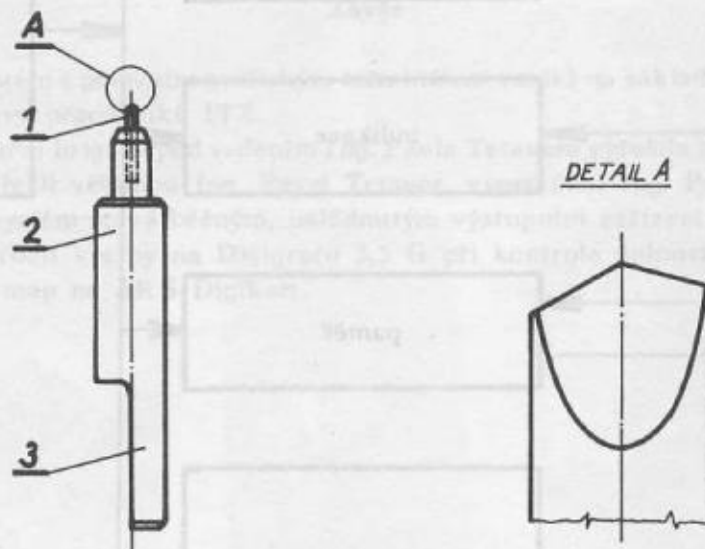
V roce 1984 byl ověřením nulté výrobní série ukončen vývoj rycích a řezacích nástrojů pro strojové práce.

V počátcích užívání automatického kreslicího stolu Digigraf byly používány ocelové rycí a řezací nástroje, které nesplňovaly zcela technické požadavky. Hlavně nízká tvrdost materiálu (velký obrus) a obtížnost renovace s dodržením vysokých požadavků na přesnost způsobily, že vznikl požadavek na kvalitnější nástroje. Po průzkumu materiálových a technologických možností se přistoupilo ve spolupráci s k. p. Dias Turnov k vývoji korundových hrotů rydel a nožů. Monokrystalický korund (safír) byl zvolen pro některé vynikající fyzikálně mechanické vlastnosti. Jde o materiál čs. výroby, oxid hlinitý Al_2O_3 , krystalizující v šesterečné soustavě. Vyznačuje se extrémně vysokou tvrdostí ($\approx 20\,000\text{ N/mm}^2$), tím i vysokou odolností proti opotřebení a vysokou leštitelností umožňující dosáhnout miniaturních rozměrů ostrých hran a ploch. Pevnost v ohybu ($\approx 400\text{ N/mm}^2$), tj. vysoká křehkost, však neumožnila jednoduchou náhradu kovových nástrojů. Pro použití safírových nástrojů bylo nutno vyvinout hlavně ochranné pouzdro a měřicí přístroj.

V současné době se všechny kartografické originály zpracovávají na zobrazovací jednotce Digigraf 1208 3,5 G technikou rytí či řezání do příslušných vrstev výhradně prostřednictvím safírových nástrojů.

Safírová rydla

Konstrukční provedení vlastního rydla je zřejmé z obrázku 1.



Obr. 1. Safírové rydlo

1 - safírový hrot; 2 - kovový držák; 3 - upínací část držáku

Tvar kovového držáku rydla je uzpůsoben pro uchycení v technologické hlavě Digigrafu. Dovolená tolerance upínací části držáku je $-0,01\text{ mm}$. Vlastní safírový hrot je tvořen válečkem zatmeleným do otvoru v držáku. Váleček i držák rydla jako polotovary lze vyrábět hromadnou technologií. Správná činnost rydla je především funkcí geometrie řezných ploch. Břit rydla se v přípravku na potřebné rozměry za stálé mikroskopické kontroly brousí a následně lapuje diamantovým práškem. Pro správnou funkci musí být s maximální dosažitelnou přesností zajištěna souosost břitu i držáku rydla.

Pro výrobu, kontrolu a přejímání safírových rydel byly přijaty technické podmínky.

Šíře vyvinutých rydel je uvedena v tabulce 1.

Tabulka 1

| Sířka rydla | Čís. výkresu | Sířka rydla | Čís. výkresu |
|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 0,10 mm | 65 401 | 0,45 mm | 65 409 |
| 0,13 mm | 65 402 | 0,50 mm | 65 410 |
| 0,15 mm | 65 403 | 0,60 mm | 65 411 |
| 0,20 mm | 65 404 | 0,70 mm | 65 412 |
| 0,25 mm | 65 405 | 0,80 mm | 65 413 |
| 0,30 mm | 65 406 | 0,90 mm | 65 414 |
| 0,35 mm | 65 407 | 1,00 mm | 65 415 |
| 0,40 mm | 65 408 | 1,20 mm | 65 416 |

Při objednávce nástrojů u výrobce je nutno uvést číslo TP a číslo výkresu.

Safírový nůž

Safírový nůž je určen jako náhrada kovového řezacího nástroje dosti složité konstrukce. Vlastní nůž je u kovového nástroje upnut do vlečných saní, což způsobuje vysoký moment hybnosti při řezání kruhových tvarů. Poměrně velká plocha nože neumožňuje otáčení ve vrstvě. Safírový nůž, podobně jako safírové rydlo, se aplikuje přímo na rycí hlavu zobrazovací jednotky. Geometrie a konstrukce nástroje umožňuje řezání všech prvků softwarově jednodušším způsobem. V rozích obrazců je možno nůž natáčet přímo ve vrstvě bez zvedání, natočení a opětného spuštění nástroje. Vyšší rychlost pohybu, zejména u obloukových čar, umožňuje zkrátit výrobní časy. Konstrukce držáku safírového nože je stejná jako u rydla, délka řezného safírového břitu je $\approx 0,05$ mm.

Pro výrobu, kontrolu a přejímání safírových nožů platí technické podmínky (TP). Výkres číslo 65 501 v TP obsahuje potřebné rozměry a dovolené tolerance.

Ochranné pouzdro

Při spouštění safírových rydel a nožů na grafický podklad upevněný na skleněné desce docházelo k poškození nástroje vlivem velké hmotnosti úchytné části rycí hlavy a nedostatečného tlumení dopadu rydla. Z toho důvodu vznikl návrh a realizace ochranného pouzdra, jehož úkolem je omezit hloubku proniknutí rycího a řezacího nástroje do materiálu při jeho dopadu. Z výsledků měření rovinnosti skleněné desky kreslicího stolu vyplynuly na pouzdro tyto hlavní požadavky:

- minimální velikost dosedací plochy pouzdra;
- minimální vzdálenost dosedací plochy pouzdra od rycího nebo řezacího břitu.

Praktické zkoušky dále prokázaly nutnost dokonalé povrchové úpravy dosedací plochy pouzdra, aby nedocházelo k poškození rycí a hlavně slupovací fólie. Konstrukční řešení vyvinutého ochranného pouzdra a jeho funkce jsou zřejmé z obr. 2.

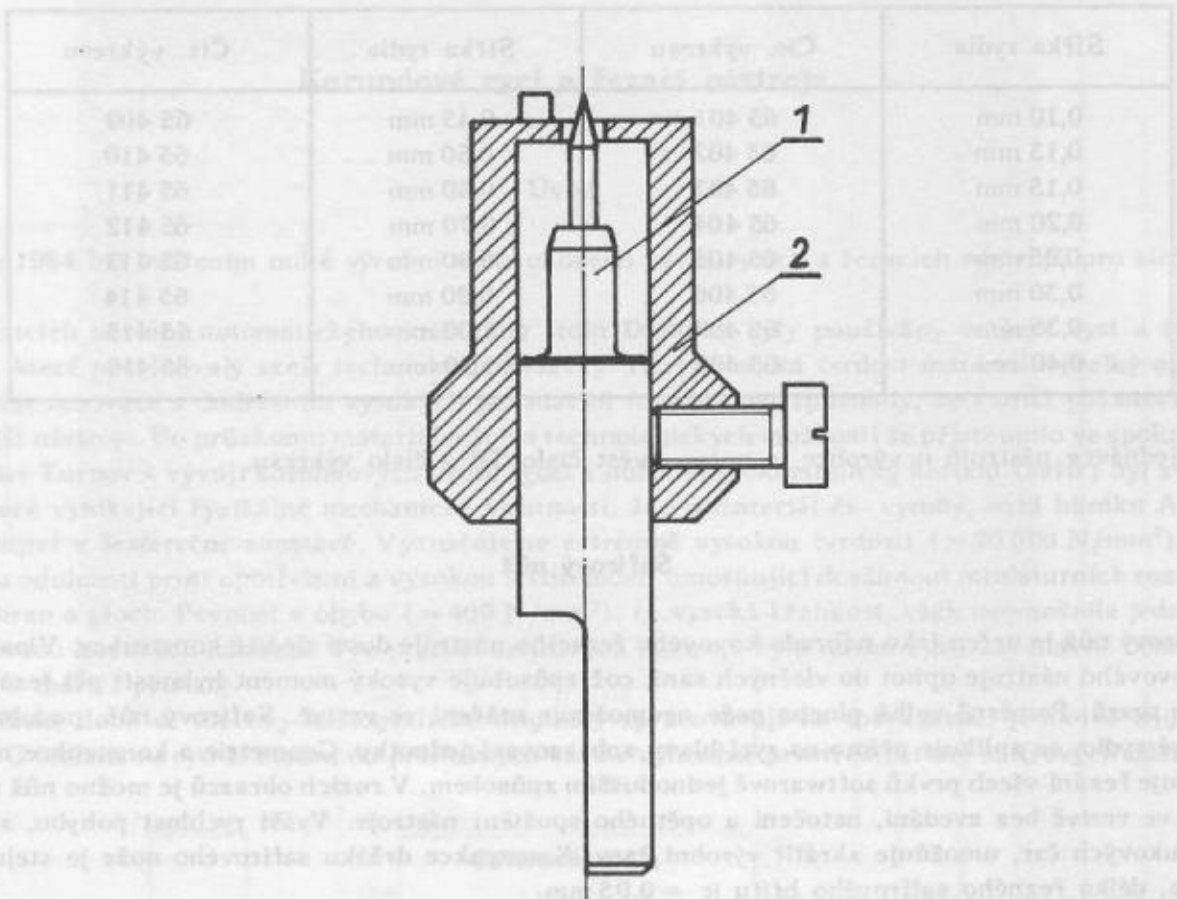
Výška hrotu rydla nebo nože nad dosedací plochou pouzdra se nastavuje podle síly rytého nebo slupovaného materiálu. Ochranné pouzdro plně ochrání safírové nástroje při použití maximálního závaží technologické rycí hlavy.

Pro výrobu, kontrolu a přejímku ochranných pouzder v k.p. Dias Turnov platí technické podmínky (TP).

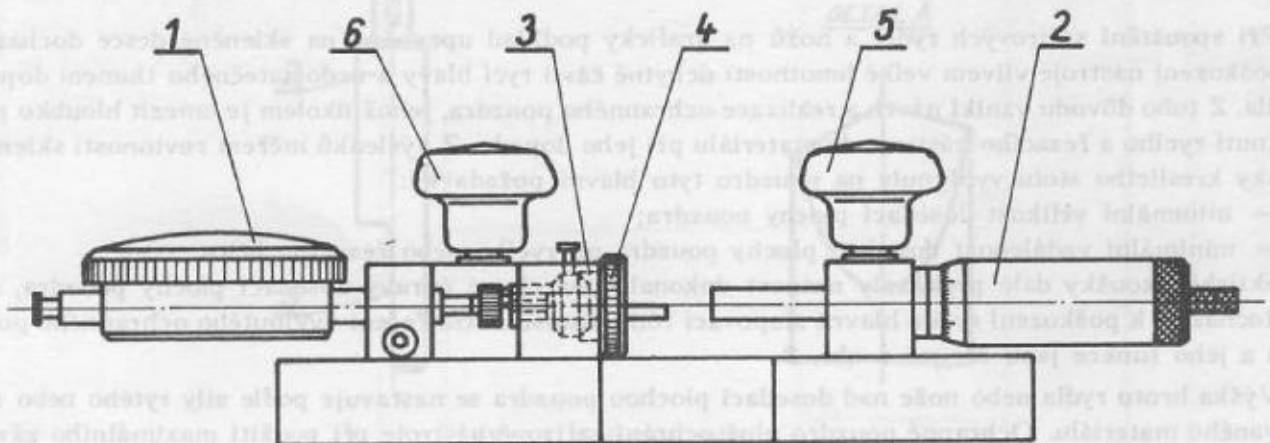
Měřicí přístroj pro nastavení rydla

Potřeba vysunutí hrotu rydla i nože v ochranném pouzdru s přesností 10^{-6} mm si vynutila vývoj pomůcky, která nastavení nástroje v ochranném pouzdru s potřebnou přesností zaručuje.

Výsledkem vývoje je měřicí přístroj, jehož funkce je zřejmá z obr. 3.



Obr. 2. Sestava ochranného pouzdra s rydlem
 1 - safírové rydlo; 2 - ochranné pouzdro



Obr. 3. Měřicí přístroj pro nastavení výšky rydla
 1 - měřič; 2 - mikrometrický šroub; 3 - pouzdro; 4 - matice; 5, 6 - knoflík

Jemný posuv rydla v ochranném pouzdra je zajištěn mikrometrickým šroubem a výška vysunutí hrotu nad dosedací plochu pouzdra je zjišťována měřičem. Jeden dílek stupnice měřiče odpovídá délce 1 μm .

Měřicí přístroj vyrábí k.p. Dias Turnov. Pro výrobu, kontrolu a přejímku platí technické podmínky (TP).

Závěr

Safírové nástroje představují svými užitnými vlastnostmi novou generaci nástrojů. Konstrukce řezačího safírového nože i pomůcek je původní.

Zahájení výroby souboru safírových nástrojů a pomůcek pro strojové grafické práce je příkladem úspěšně zakončeného výzkumného úkolu. V průběhu řešení byly výsledky vývoje okamžitě realizovány v praxi, tím i provozně odzkoušovány. Velmi kladně je třeba hodnotit iniciativní přístup pracovníků AKS Digikart při ověřování navržených vzorků nástrojů a pomůcek.

Do redakce došlo 24. dubna 1985.

Zásady skladování fotomateriálů a fotochemikálií

Úvod

Přes rozvoj nefotografických metod a prostředků dálkového průzkumu Země (DPZ), vhodných i pro kartografické využití, zůstává fotografický záznam povrchu Země v popředí zájmu pro svoji dostupnost. DPZ, ale zejména fotogrammetrie, má ve formě leteckého snímku zásadní zdroj potřebných informací. Aby tyto informace na leteckém snímku byly blízké dosažitelnému maximu, je třeba mimo jiné zabezpečit a využít „jakost“ původního fotocitlivého materiálu, tj. leteckého filmu. Kvalita leteckých filmů, udaná jejich výrobcí a garantovaná po dobu záruční lhůty, je limitně závislá na podmínkách uchovávání, dlouhodobého skladování a okolnostech využívání. To platí i o předepsaných zpracovatelských fotochemikáliích.

Uvedené zásady skladování jsou aplikovatelné na provozy a pracoviště, zpracovávající fotomateriály při plnění svých odborných úkolů.

Sortiment fotocitlivých materiálů

Fotocitlivé materiály pro realizaci úkolů leteckého měřického snímkování (LMS) a DPZ tvoří tyto hlavní skupiny:

- černobílé letecké halogenstříbrné filmy s panchromatickou senzibilací, zejména:
 - Foma LA – ČSSR,
 - Aviphot PAN 30, 33, PE – Belgie,
 - Aviphot PAN 200 PE – Belgie,
 - Isopanchrom – TYP 22, 28, 17 – SSSR,
 - Kodak TRI-X Aerographic film TYP-2403 – USA;
- černobílé letecké filmy s infračervenou senzibilací:
 - Aeroplenka I-840 – SSSR,
 - Kodak Infrared Aerographic film - 2424 – USA;
- barevné letecké filmy negativní s infračervenou senzibilací:
 - SN-6M – SSSR;
- barevné inverzní letecké filmy s panchromatickou senzibilací:
 - Fomachrom D-22 – ČSSR;
- černobílé fotopapíry na barytované podložce:
 - Brom 2111 – ČSSR;
- černobílé fotopapíry na oboustranně laminované RC podložce (dosud zkušebně), např.:
 - Rapitone P1 – Belgie,
 - Brovira Speed 310-N – NSR,
 - Bromofort BN-4 RC – MLR,
 - Neobrom 1111 RC – ČSSR.

Sortiment chemikálií

K přípravě zpracovatelských lázní, sloužících k fotolaboratornímu zpracování filmů a prvních kopií úkolů LMS a DPZ a dále pro kontrolu správnosti přípravy užívaných fotografických roztoků, slouží tyto skupiny chemikálií:

- konfekční soupravy zpracovatelských lázní:
 - vývojkové sady Foma LF I, II, III, IV,
 - kyselý ustalovač Foma v prášku;
- fotografické vyvolávací substance, alkálie, protizávojující, antioxidační, ustalující látky a další chemikálie podle receptur zpracovatelských lázní;

- potřebný sortiment kyselin, hydroxidů, solí, organických rozpouštědel a dalších pomocných lučebnin;
- soubor kontrolních chemikálií pro chemickou laboratoř.

Všeobecné podmínky a zásady pro ukládání a skladování fotochemického materiálu

1. Zásilky fotocitlivých materiálů a fotolučebnin zásadně nevystavovat, ani krátkodobě, působení povětrnostních podmínek při uložení na rampách skladů, příp. otevřených skladištních plochách.
2. Musí být vyloučeno jakékoliv poškození vnějších obalů či stržení štítků s typovým označením materiálů.
3. Fotochemický materiál musí být ukládán do dobře větratelných, suchých, vzdušných a nevytápěných skladů. Teplota skladů nesmí trvale překračovat teplotu 18 °C a v zimních měsících klesat pod 0 °C. Relativní vlhkost musí být dodržována v rozmezí 40 až 60 %. Jak teplota, tak relativní vlhkost musí být pravidelně kontrolována teploměrem a vlhkoměrem. Tyto přístroje jsou povinným vybavením každého skladu fotochemického materiálu a musí být pravidelně úředně cejchovány.
4. Fotocitlivý materiál (filmy, fotopapíry) musí být zásadně skladován odděleně od fotolučebnin a veškerých chemikálií.
5. Okna skladů nesmějí umožňovat dopad přímého slunečního světla na uskladněný fotocitlivý materiál a tím jeho ohřev. Je proto nezbytné opatřit je vhodnými nátěry či zatemněním.
6. Regály k ukládání fotocitlivých materiálů musí být kovové nebo z vyschlého dřeva z listnatých stromů, bez pryskyřice a jakýchkoliv nátěrů či impregnací. Regály s materiály se nedoporučuje stavět k venkovním (vnějším) stěnám, kde je pravděpodobnost promrzání a kondenzace vlhkosti. Nejnižší příčky regálů musí být minimálně 10 cm od podlahy. Jestliže v úložném prostoru jsou výjimečně topná tělesa, regály s materiály musí být umístěny minimálně 1 m od nich.
7. Sklady fotocitlivých materiálů se nesmějí zřizovat v bezprostřední blízkosti diazografických kopií, kde je ve vzduchu koncentrace čpavku, dále v blízkosti fotolaboratoří, uskutečňujících sirné tónování fotografického obrazu (zápach sirovodíku). Dále do skladu nesmějí vnikat žádné chemické výpary z barev a nátěrů, včetně výfukových plynů. V místnosti skladů nesmějí být kanalizační vývody bez vodního uzávěru.
8. V blízkosti skladu nesmí být v provozu rentgenový přístroj a nesmějí být skladovány radioaktivní látky.
9. Fotocitlivý materiál v regálech – pokud se nepožaduje skladování v chladničkách, v chladicích boxech či mrazničkách – musí být uložen tak, aby nebyl ve vrstvě na sobě, tj. vyžaduje se vertikální uložení rolí i formátů.
10. Již jednou otevřené originální balení fotocitlivého materiálu je nezbytné zpracovat v co nejkratší možné době. Do spotřeby je třeba brát fotomateriál zásadně nejstarší podle data výroby a délky garanční lhůty, a to tak, aby byl dlouhodobě skladován stále jen materiál čerstvý.
11. Ve skladech fotocitlivých materiálů se zakazuje kouření a manipulace s otevřeným ohněm; musí být vyloučena jakákoliv možnost vzniku požáru. K dispozici musí být vhodný typ hasicího přístroje.

Přehled nepříznivých vlivů na kvalitu fotochemických materiálů

Fotografické vlastnosti všech fotocitlivých materiálů se během skladování mění. Nastává tzv. efekt stárnutí. Tento efekt je důsledkem fyzikálněchemických reakcí, specifických pro daný typ fotocitlivého materiálu. Změny postihují zejména fotocitlivou vrstvu, ale i podložky. Kromě změn uvnitř vlastního fotocitlivého materiálu působí na jeho kvalitu výrazně vliv vnějších skladovacích podmínek.

Od výrobců fotocitlivých materiálů a fotolučebnin jsou definovány pro skladování optimální podmínky, při nichž jsou zachovány deklarované vlastnosti a parametry po celou dobu záruční lhůty. U některých typů fotomateriálů jsou zvláštní podmínky skladování uvedeny včetně záruční doby na obalu nebo na průvodním lístku v balení. U většiny výrobků vyznačeny nejsou.

Mezi nejdůležitější vlivy, které způsobují zhoršování kvality skladovaných fotocitlivých materiálů, patří:

- kombinované působení nevhodné teploty a relativní vlhkosti vzduchu;
- denní světlo, další typy záření včetně radioaktivního;

- tlak na fotocitlivou vrstvu a nárazy;
- chemické výpary.

Uvedené vlivy mohou jednorázově způsobit zhoršení fotochemických vlastností až zničení fotomateriálu v kterémkoliv stadiu skladování, což pak nelze pozdějšími příznivými skladovacími podmínkami napravit. Fotochemické změny jsou nevratné. Přehled nepříznivých vlivů na fotocitlivý materiál je uveden v tabulce 1.

Tabulka 1

| Přehled vlivů | Důsledek na kvalitu fotocitlivých materiálů |
|---|---|
| Vysoká relativní vlhkost, zvýšená teplota | Bakteriální rozklad želatiny v citlivé vrstvě, slepení formátů či rolí materiálu, pozdější nestabilita latentního obrazu, nárůst závoje, ztráta citlivosti, zploštění gradace. |
| Zvýšená teplota, nízká relativní vlhkost | Sesychání vrstev i podložek, změny rozměrů, deformace, kroucení, náchylnost k vyššímu elektrostatickému náboji, fotochemické změny. |
| Velmi nízké teploty, nízká relativní vlhkost | Vysychání emulze, vypadávání změkčovadel z podložek, lámavost u některých materiálů. Někteří výrobci speciálních typů fotomateriálů tyto podmínky vyžadují, materiál je odolný. |
| Viditelné světlo, vniknutí porušeným obalem | Exponování materiálu, jeho znehodnocení. |
| Neviditelné záření – radioaktivní záření, svítící barvy | Exponování materiálu, jeho znehodnocení. |
| Prudké nárazy, působení tlaku i vlastní váhy při uložení ve vrstvě na sobě horizontálně | Tlakové záznamy patrné po vyvolání. |
| Chemické výpary, plyny: amoniak, sirovodík, oxid siřičitý, formaldehyd, terpentýn, výpary rozpouštědel nátěrových hmot, pryskyřice ze dřeva, svítiplyn, kouřové plyny, výpary rtuti, tiskařská čerň | Zhoršení fotochemických vlastností, zničení materiálu, zejména při poškozených obalech. |

Obecně platí, že zvýšená teplota při skladování urychluje proces stárnutí, ale způsobuje i změny použité fotografické podložky. Tyto změny závisejí na typu podložky, její kvalitě, tloušťce a hlavně druhu. Rozměry podložek, vyrobených na bázi polyesterových pryskyřic (např. polyethylentereftalát – PE), se změnami teploty prakticky nemění, i když i mezi PE-podložkami od různých výrobců jsou rozdíly, které se projeví zejména po mokrému fotolaboratorním zpracování. U triacetátové nebo papírové podložky dochází při vyšší teplotě skladování k sesychání a tím ke změně rozměrů nebo deformaci.

Ve firemních prospektech různých výrobců není pro dlouhodobé skladování za nízkých teplot uváděna relativní vlhkost vzduchu (RV). Většina výrobců zavařuje svoje výrobky do fólie, která brání přístupu vzduchu. Uvnitř obalu je mikroklima dané RV při balení fotomateriálu. Originální balení chrání před vlivem vlhka okolního prostředí, ale nechrání před vlivem teploty. Je proto při dlouhodobém skladování důležitá neporušenost obalů. Vyšší RV má kromě přímých škodlivých účinků na fotomateriály také škodlivý vliv na použité obaly, např. znehodnocení štítků, koroze plechových krabic apod.

Specifické podmínky pro skladování některých druhů fotomateriálů

Stabilita předepsaných a požadovaných vlastností všech fotomateriálů se skladováním v chladu zásadně prodlužuje. Je proto účelné ty materiály, u nichž to výrobce výslovně doporučuje, do těchto zařízení (chladniček, mrazniček) ukládat. Pokud to kapacita chladicích prostor dovoluje, je vhodné do nich ukládat všechny typy filmů. Není-li skladování v chladicích prostorech možné, je třeba přísně dbát na co nejchladnější uložení podle daných možností.

Při skladování v chladicích prostorech by mělo být vyloučeno promáčení fotomateriálu při eventuálním výpadku elektrického proudu. Je proto účelné převážnou část materiálu ukládat zatavenou do fólií z vhodných plastů, pokud není fotomateriál už od výrobce vybaven neprosákavým balením.

Dlouhodobé skladování fotomateriálů za nízkých a velmi nízkých teplot by nemělo být přerušováno. Časté kolísání teplot skladování vede k nevratným fotochemickým změnám. Balení fotomateriálu, které bylo vzato do spotřeby a nebylo jednorázově zpracováno, je možno do chladicích prostor vrátit po dokonalém zabalení, je však nutné je zpracovat v co nejkratší době.

Fotocitlivé materiály skladované při nízkých teplotách nesmějí být ihned zpracovány. Po vyjmutí z chladicího prostoru je třeba je v neotevřeném originálním balení temperovat na teplotu pracovních prostor minimálně 4 hodiny. Zanedbání této zásady má za následek kondenzaci vzdušné vlhkosti na fotomateriálu, jeho případné slepení a poškození. Skladovací podmínky udává tabulka 2.

Zásady pro ukládání a skladování fotografických i ostatních chemikálií

1. Sklady pevných a kapalných chemikálií musí být odděleny od skladu fotocitlivých materiálů.
 2. Veškeré fotografické chemikálie musí být v neporušených a řádně označených obalech, zejména při jejich dodání v sudech a pytlích, aby se vyloučily pozdější možné záměny a tím chybné zpracování fotocitlivých materiálů. Veškeré nádoby s chemikáliemi, pokud se vyskytují ve skladu v již otevřeném stavu, je nutno řádně uzavírat a zřetelně označovat. Balení chemikálií se zničeným označením je nutno ze skladu odstranit, aby nedošlo k záměně.
 3. Zakazuje se skladování fotografických chemikálií, zejména kapalných koncentrátů, při teplotách blízkých 0 °C. Při nízkých teplotách dochází k vypadávání substancí z roztoků, trhání skleněných obalů, křehnutí obalů z plastů, jejich možnému rozpadu, vytečení a znehodnocení obsahu.
 4. Agresivní, čpící a prchavé — zejména kapalné — chemikálie je nezbytné ukládat odděleně od chemikálií pevných. Přitom je nutné dbát na to, aby sklad kapalných chemikálií byl navíc vybaven nuceným odvětráváním, odsáváním vzduchu. Dále je nutno kontrolovat označení lahví a přepravek, neboť páry, zejména kyselin ve vzduchu, mohou zcela rozleptat papírové štítky s označením skladovaných chemikálií.
 5. Ve skladech veškerých chemikálií je nutno striktně dodržovat zásady protipožární ochrany, bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, včetně úzkostlivého pořádku a čistoty. Je nutné vyloučit rozsypávání tuhých látek, stejně tak jako rozlévání kapalin, zejména hořlavých rozpouštědel a žíravých a čpících kapalných chemikálií. Při manipulaci s objemnými nebo těžkými baleními chemikálií je nutné vyloučit možnost pádu, rozbití balení, potřísnění obsluhy.
 6. Je zakázáno jakékoliv slévání zbytků chemikálií či sesypávání podobně vypadajících chemikálií, pokud nejsou bezpečně označené.
 7. Manipulaci se skladovanými chemikáliemi je oprávněna provádět pouze kvalifikovaná obsluha nebo pověřený pracovník.
- Je ale třeba připomenout, že označení kvality používaných fotochemikálií pro přípravu fotografických roztoků musí být „pro foto“ nebo „čisté“, nikoliv „technické“.

Závěr

Finanční náklady spojené se zabezpečováním fotomateriálů pro LMS a DPZ jsou každoročně značné. Část fotomateriálů je zabezpečována za devizové prostředky. Je proto nezbytné, aby hospodaření s fotomateriálem bylo nanejvýše bezeztrátové a podmínky skladování dávaly předpoklad pro jeho co nejefektivnější využívání.

Tabulka 2

Návrh podmínek pro skladování a prodloužení životnosti některých fotomateriálů

| Typ citlivého materiálu | Základní podmínky skladování | Základní záruční doba | Doporučené podmínky skladování | Prodloužení životnosti minimálně na | Skladovací prostor Typ | Další doporučení k prodloužení životnosti Poznámka |
|---|--|---|--|-------------------------------------|---------------------------|---|
| Černobílé letecké filmy | 18 až 20 °C 50 ± 10 % rel. vlhkost | 1 až 2 roky | + 5 až 0 °C 40 až 60 % rel. vlhkost | 3 až 4 roky | chladicí boxy | Ochrana materiálu před promáčením v případě výpadku elektrického proudu |
| Barevné letecké filmy inverzní, negativní | do 18 °C 50 ± 10 % | 1 až 1,5 roku | + 5 až 0 °C 40 až 60 % | 2 až 3 roky | chladicí boxy | Ochrana materiálu před promáčením v případě výpadku elektrického proudu |
| Černobílé i barevné infra-filmy | 13 °C 50 ± 10 % | udává výrobce, např.: 1-840 (SSSR) 9 měsíců | dodržet doporuč. výrobce např.: Kodak - 23 °C až - 18 °C | — | mrazničky | Přísné dodržování doporučení výrobce. Před otevřením balení po vyjmutí z mrazicích prostor 8 až 24 hodin temperovat na teplotu místnosti |

Literatura:

- [1] KLIMENT, J. — JANEBA, V. Zásady dlouhodobého skladování zásob základních fotocitlivých fotomateriálů a fotolučebnin. Hradec Králové, Fotochema 1971.
- [2] ČSN 14 2706. Chladiče vitríny. Základné rozmery a parametre. 1975.
- [3] ČSN 14 2707. Chladiče stoly s bočnými dverami. Základné rozmery a parametre. 1975.
- [4] ČSN 14 2708. Chladiče a mraziče stoly s vrchným krytom. Základné parametre. 1975.
- [5] ČSN 14 2709. Chladiče a mraziče skrine na potravinárske ciele. Základné parametre. 1975.
- [6] Návod k obsluze chladicí skříně S 1200 H.
- [7] Firemní prospekty a katalogy fotomateriálů Orwo, Kodak, Agfa-Gevaert.

Do redakce došlo 13. dubna 1985.

Sovětská geodetická literatura a její příspěvek soudobé praxi a odborné přípravě

Úvod

V rámci významných výročí tohoto roku, převratných změn, kterými prošly naše národy v oblasti materiální i duchovní, má své místo i vliv sovětské odborné literatury na praxi i výchovu nové geodetické generace u nás. Sovětské geodetické publikace jsou jednou z oblastí široké škály odborné literatury, která nám po osvobození přinášela poučení a informace o výsledcích sovětské vědy a bohaté geodetické praxe, které v souhrnu představují uznávanou sovětskou geodetickou školu.

Významné přínosy v oblasti aplikací fyzikálního, gravimetrického pojetí úloh a metod vyšší geodézie, publikované v známých pracích Ústředního vědeckovýzkumného ústavu geodézie, mapování a kartografie (Центральный научно-исследовательский институт геодезии, аэрофотосъемки и картографии, ЦНИИГАиК, Москва), ukazovaly nová progresivní východiska pro řešení geodetických problémů na tělese Země v předdružicové etapě rozvoje geodézie. Práce Krasovského, Moloděnského, Michajlova, Zakatova, Urmajeva, Izotova, Jeremejeva, Jurkinové, Pellinena a dalších dnes již patří k principiálním základům geodézie. Jsou stále zdrojem inspirace i v současné době, kdy se aplikace geodézie v rámci nových úloh výrazně diferencuje spolu s organickým formováním fyzikálního, prostorového, komplexního pojetí využívajícího možností výpočetní techniky, elektroniky a výsledků družicové geodézie.

V Československu se již v počátcích padesátých let projevuje přínosný vliv sovětské geodetické literatury, originálních publikací, zpráv našich vědeckých pracovníků o sovětské geodetické škole, jejích výsledcích a dosaženém pokroku v této oblasti. K nim patří přínos velkých popularizátorů sovětské geodézie u nás, jako byli prof. Buchar, dr. Burša, dr. Pícha, dr. Pick a další, kteří vykonali mnoho pro zavádění jejích výsledků do teorie i praxe u nás. Jako příklad lze uvést i záslužný čin prof. Vykutíla, který v rámci přípravy vojenských geodetů na VAAZ v roce 1960 přeložil a připravil jako učební skriptum fyzikální část „Kursu vyšší geodézie“ prof. Zakatova, 2. vydání z roku 1953.

Velkou předností sovětské odborné literatury vůbec, jejím společným znakem je historickodialektický přístup k vědním disciplínám v kontextu s materialistickým světovým názorem; pedagogická názornost a vyváženost spolu s uměním zaujmout a podnítit zvědavost čtenáře.

Nelze pominout ani seriózní přínos překladové sovětské odborné literatury, kde jsou s minimálním zpožděním pohotově překládána a vydávána stěžejní díla ostatní světové geodetické literatury. Zmíněná pohotovost a cenová přístupnost této literatury je pro našeho čtenáře neobyčejně výhodná.

Neoddělitelnou součástí sovětské odborné literatury jsou geodetické časopisy, periodika a informační bulletiny. Tato problematika je velmi aktuální a sama o sobě vyžaduje vzhledem ke svému významu i rozsahu zvláštní informací.

Tento článek si klade za cíl informovat geodetickou čtenářskou veřejnost o některých sovětských publikacích, vydaných v posledním desetiletí, které mají pro celkovou orientaci, vzdělání a rozhled v soudobé etapě vědeckotechnického rozvoje v oblasti geodézie neobyčejný význam a aktuálnost.

Základní učebnicí vyšší geodézie je П. С. Закатов: Курс высшей геодезии. Москва, Недра 1976. (P. S. Zakatov: Učebnice vyšší geodézie. Moskva, Nedra 1976), která je již čtvrtým aktualizovaným vydáním moderní učebnice vyšší geodézie, překládané i do světových jazyků. Obsahuje přehled geometrické a fyzikální geodézie, astronomických metod se základy kosmické geodézie. Uváděné vztahy jsou upraveny do tvarů výhodných pro počítač; klasické pojetí řešení diferenciálních rovnic jejich rozkladem do Newtonovy binomické a Taylorovy řady, jejich integrace po částech jsou doplněny moderními metodami — Simpsonovou, Runge-Kutt-Mersonovou. Důraz je kladen na základní znalosti z teorie tvaru Země, které jsou považovány za nezbytné pro rozhled a praktickou činnost každého geodeta, dále pak použití elipsoidu jakožto referenční plochy, úlohy a metody jejich řešení na vzdálenosti až tisíce km, praktické aplikace Gauss-Krügerových souřadnic. Problematika družicové geodézie je spjata s řešením klasických geodetických úloh; obsahuje základy geometrických a orbitálních metod, zákony pohybu UDZ, metodiku určení dynamických a geometrických parametrů Země, spojení izolovaných geodetických sítí na různých kontinentech až po vytvoření globální, jednotné geodetické sítě. Je použito moderního

výkladu, založeného na vektorovém a maticovém počtu, který přispívá k názornosti a komplexnímu chápání problematiky.

Л. П. Пеллинен: Высшая геодезия (теоретическая геодезия). Москва, Недра 1878. (L. P. Pellinen: Vyšší geodézie /teoretická geodézie/. Moskva, Nedra 1978.)

Tato kniha je neobyčejně čtivá, obsažná a moderní. Velmi přístupně se zabývá otázkami základní vědecké úlohy geodézie — určení tvaru a gravitačního pole Země, jejich časovými změnami v rámci využití dat, získaných při zpracování rozsáhlých astronomicko-geodetických sítí. V části klasických metod studia tvaru Země jsou uvedeny základní astronomicko-geodetické a gravimetrické metody určování tvaru Země, redukční úloha geodézie, teorie výšek, určování tížnicových odchylek a výšek kvazi-geoidu, otázky hodnocení přesnosti při vyrovnání rozsáhlých astronomicko-geodetických sítí apod.

V obecných metodách studia a výzkumu tvaru Země a jejího vnějšího tíhového pole je uvedena definice tzv. normální Země, fundamentálních geodetických konstant a s nimi spjatých systémů geodetických geocentrických souřadnic a transformačních postupů, metody a výsledky jejich určování, současné výsledky určování planetárního geoidu a problematika geodynamických procesů. Moderní přístup spočívá v neobyčejně přehledném výkladu klasické, povrchové geodézie, metod fyzikálních (gravimetrických), družicových, altimetrických a nejnovějších kosmických (velkozákladnová interferometrie). Základní pozornost je věnována optimálním kombinacím povrchových a kosmických metod k řešení hlavní úlohy geodézie, výsledkům dosaženým soudobými metodami a perspektivám jejich dalšího rozvoje. Tato vývojová linie vychází z již klasických pedagogických prací F. N. Krasovského a P. S. Zakatova.

Б. П. Шимбирев: Теория фигуры Земли. Москва, Недра 1975. (B. P. Šimbirev: Teorie tvaru Země. Moskva, Nedra 1975.)

Kniha je jednou z řady učebnic teorie tvaru Země, zahájené v r. 1961 společně s Brovarem a Magnickým. Vedle výkladu obecné teorie určování tvaru Země na základě výsledků astronomicko-geodetických a gravimetrických měření je uvedena teorie a metodika využití UDZ pro geodetické účely.

Přehledně a ve zhuštěné formě jsou vysvětleny nezbytné partie teorie potenciálu, řešení okrajových úloh s popisem vlastností a parametrů tíhového pole Země. Uvádějí se požadavky na tíhová měření pro geodetické účely a také základy interpretace tíhových anomálií při geologickém průzkumu. Vzhledem k tomu, že bylo získáno velké kvantum nových tíhových měření, a díky možnostem soudobé výpočetní techniky se ukázaly i nové možnosti praktického řešení některých klasických teoretických úloh geodézie. Stručně a přehledně jsou uvedeny základy teorie pohybu UDZ a jejich využití pro studium vnějšího tíhového pole Země.

Н. П. Грушинский: Теория фигуры Земли. Москва, Недра, 1976. (N. P. Grušinskij: Teorie tvaru Země. Moskva, Nedra 1976.)

Shodnou problematikou se zabývá tato kniha, která obdobně jako předchozí je logicky uzavřena partií pojednávající o metodice určování tvaru Země a jejího tíhového pole z poruch dráhových elementů UDZ s uvedením základů úloh nebeské mechaniky. Vcelku kniha představuje mj. encyklopedický výklad výsledků sovětské geodetické školy, pro kterou je typické fyzikální pojetí s exaktním matematickým řešením úloh. Velmi názorně je vysvětlena metodika rozkladu tíhového potenciálu Země do řady sférických funkcí s uvedením základních odvození a výslednými hodnotami harmonik (Stokesových konstant), známých v době zpracování této knihy.

М. М. Машимов: Уравнивание геодезических сетей. Москва, Недра 1979. (M. M. Mašimov: Vyrovnání geodetických sítí. Moskva, Nedra 1979.)

Teoreticky i prakticky velmi obsažná publikace, zabývající se teorií vyrovnání geodetických sítí s uvažováním současných a perspektivních úloh geodézie. Nově jsou řešeny úlohy z teorie matematického zpracování základních geodetických sítí a definice referenčního i obecného (geocentrického) systému geodetických souřadnic. Problematika vyrovnání i definice geodetických souřadnic je formulována a současně řešena na základě obecné teorie transformace prostorových souřadnic s využitím vektorového a tenzorového počtu, matic s organickými aplikacemi teorie potenciálu s aparátem sférických funkcí. Celý výklad, způsob popisu metodiky vyrovnání, požadavky na přesnost splňují nároky praxe a jsou zaměřeny na podmínky efektivního použití výpočetní techniky. Podrobně jsou vyloženy grupové metody vyrovnání matice projektivních a jim analogických typů transformací. Jsou uvedeny i přibližné způsoby řešení souřadnicově gravitační úlohy pro stanovenou epochu, odvození a definice vzájemně si neodpo-

rujícího geometrického a dynamického modelu tvaru Země na základě kombinovaného zpracování výsledků astronomicko-geodetických, gravimetrických, družicových a kosmických měření.

Velkou předností této moderní knihy jsou příklady, početné ilustrace a doplňky z oblasti moderních numerických metod, aplikovaných při počítačovém zpracování, které ve svém souhrnu usnadňují a prohlubují vlastní studium. Kniha zároveň podněcuje technickou tvůrčí invenci čtenářů pracujících v oblasti.

М. М. Машимов: Планетарные теории геодезии. Москва, Недра 1982. (M. M. Mašimov: Planetární teorie geodézie. Moskva, Nedra 1982.)

Kniha sleduje moderní pojetí geodézie jako jedné z věd o Zemi a je teoretickým rozvinutím přístupů použitých autorem v předchozí monografii a zveřejňovaných v periodických publikacích. Jsou analyzovány otázky soudobého pojetí systémů geodetických souřadnic, tíhového potenciálu, momentů setrvačnosti a rotace tělesa Země. Uceleně je koncipována obecná teorie planetárních geodetických úloh, problematika planetocentrických souřadnic a vnějšího tíhového pole definovaného k dané epoše; jsou shrnuty geofyzikální a geodynamické aspekty úloh soudobé geodézie. Příčinou, z níž autor koncepčně vychází, je skutečnost, že ve vědách o Zemi stále více převládají planetární úlohy, které jsou však mnohdy rozptýleny v různorodých publikacích zabývajících se problematikou astrometrie, geodézie a geofyziky. Planetární teorie geodézie je pojata systémově s tím, že použitá metoda výkladu navazuje na tradiční, klasickou geodézii v pojetí sovětské geodetické školy. Teorie geodetických souřadnic (polohy vůbec) zahrnuje newtonovský potenciál tíhového pole, momenty setrvačnosti a dynamiku planetárního tělesa. Systémový přístup zahrnuje využití konkrétních výsledků mezních vědeckých disciplín. Deduktivní metoda výkladu teorie nezávisí pouze na matematických odvozeních, takže umožňuje přístupnou formou pochopení základních principů, hlavních nosných myšlenek problematiky.

Autor sleduje dvě základní koncepce:

1. Současná geodézie má planetární a fyzikální charakter.
2. Pevná, vodní a vzdušná složka tělesa Země a kosmos tvoří jednotný dynamický systém, jehož parametry se s časem nepřetržitě mění.

Požadavek jednoty a souladu geometrického a dynamického modelu Země se realizuje souladem fundamentálních astronomických, geodetických a geofyzikálních parametrů, dále jednotným přístupem k odvození jejich vzájemného vztahu i k řešení rovnic astronomicko-geodetických měření realizovaných v planetárním, kontinentálním a regionálním měřítku. Teoretický výklad je exaktním řešením problematiky, kde sama teorie je perspektivní z hlediska dalšího vývoje i praktických aplikací.

Е. П. Аксёнов: Теория движения искусственных спутников Земли. Москва, Наука 1977. (Je. P. Akseňov: Teorie pohybu umělých družic Země. Moskva, Nauka 1977.)

Kniha i v této oblasti geodézie navazuje na tradici takového výkladu, který interpretuje fyzikální, matematickou a geometrickou podstatu k dosažení maximální názornosti a využívání představitosti čtenáře. Systematicky je vyložena analytická teorie pohybu UDZ v tíhovém poli Země. Podrobně jsou popsány dráhové poruchy UDZ, vyvolávané zonálními, sektoriálními a tesarálními harmonikami geopotenciálu, poruchové vlivy přitažlivosti těles Měsíce a Slunce, odporu atmosféry a tlaku světelného záření. Tyto základní vlivy jsou doplněny popisem dalších poruchových faktorů. Zvláštní pozornost je věnována odvození konečných pracovních vzorců, svou formou vhodných pro praktické výpočty. Vzhledem k tomu, že se charakteristika znalostí tzv. klasického geodeta rozšiřuje na okolozemský prostor, kniha obsahuje řadu tabulek pro řešení dráhových úloh s popisem dynamiky pohybujícího se tělesa, definice souřadných soustav, rychlosti a zrychlení v navigačních úlohách, fyzikální a matematická řešení úloh v prostoru. Obsah knihy je dobrým základem pro přípravu geodetů působících v oblasti družicové geodézie a navigace.

М. С. Урмаев: Орбитальные методы космической геодезии. Москва, Недра 1981. (M. S. Urmajev: Orbitální metody kosmické geodézie. Moskva, Nedra 1981.)

Problematika knihy je velmi aktuální; je monografií s výkladem problematiky využití orbitálních metod pro určování souřadnic bodů, na nichž proběhla observace UDZ, a polohově časového přiřazení výsledků observací bodů na povrchu Země. Jsou uvedeny systémy souřadnic používaných v kosmické geodézii a časoměry, základy teorie pohybu UDZ, metody výpočtu matic izochronních derivací a numerické integrace diferenciálních pohybových rovnic UDZ. Kniha poskytuje komplexně informace a přehled metod řešení dráhových úloh a klade značné nároky na pozornost čtenáře.

Sovětská literatura má mnoho dalších titulů z oblasti družicové geodézie, nebeské mechaniky, navigace a astronomie vydaných v posledním období, které jsou moderně pojaté a vycházejí z nejnovějších výsledků světové vědy a techniky.

Vzhledem k tomu, že je doposud využíváno zemské magnetické pole k orientaci prostředků i k navigaci, přičemž naše domácí literatura postihuje tuto oblast zčásti, lze doporučit k využití publikaci:

Б. П. Яновский: Земной магнетизм. Ленинград, Издательство Ленинградского Университета 1978.
(B. P. Janovskij: Zemský magnetismus. Leningrad, Nakladatelství Leningradské univerzity 1978.)

Kniha je učební pomůckou, v které najdou základní informace všichni, kteří se v dané oblasti připravují nebo v ní pracují. Vynikajícím způsobem podává výklad morfologie magnetického pole Země, jeho soudobé teorie, variace pole a s nimi spjatých jevů. Obsahuje také základy magnetické kartografie a dalších mezních oblastí, které mají význam pro databázové a programové zabezpečení klasických úloh.

Závěr

V rámci velkých výročí tohoto roku je na místě připomenout velkou úlohu ve čtyřicetiletém rozvoji geodézie, kterou u nás sehrála sovětská odborná literatura. Obdobně i v topografické službě se výrazně podílela na formování nového geodetického myšlení, vycházejícího z velké tradice sovětské geodetické školy a zkušeností z řešení praktických úkolů výstavby a obrany země. Neméně významným, pokračujícím přínosem je soudobá sovětská geodetická literatura, která v současných podmínkách integrálního rozvoje povrchové a družicové geodézie organicky navazuje na tradiční fyzikální a prostorové pojetí geodézie.

Aktuálnost a přínosnost sovětské geodetické literatury praxi jsou ty cenné vlastnosti, které zasluhují pozornost našich geodetů a příslušníků TS/MNO dnešní generace.

Vědecky zásadový přístup k řešení soudobých úkolů i v oblasti topogeodetického zabezpečení, jeho správné proporce a komplexní pojetí vyžaduje sledování a v příslušném rozsahu využívání soudobé sovětské geodetické literatury.

Do redakce došlo 18. dubna 1985.

1. M. N. H. ...
 2. ...
 3. ...
 4. ...
 5. ...

6. ...
 7. ...
 8. ...
 9. ...
 10. ...
 11. ...
 12. ...
 13. ...
 14. ...
 15. ...

16. ...
 17. ...
 18. ...
 19. ...
 20. ...

21. ...
 22. ...

23. ...
 24. ...
 25. ...
 26. ...
 27. ...
 28. ...
 29. ...
 30. ...

31. ...
 32. ...

33. ...
 34. ...
 35. ...
 36. ...



Rozloučení s prof. dr. Ing. Bedřichem Chrastilem

Prof. dr. Ing. Bedřich Chrastil, plukovník v.v.,
zemřel 4. května 1985 ve věku 72 let.

Od roku 1951 byl příslušníkem TS MNO. Při zřízení Vojenské technické akademie byl aktivován v hodnosti podplukovníka. V roce 1953 byl ustanoven do funkce náčelníka bývalé katedry topografie a kartografie. Na Vojenské akademii pracoval celkem 29 let, z toho 2 roky jako učitel-docent, 11 let byl náčelníkem katedry, 2 roky zástupcem náčelníka, 5 let náčelníkem fakulty a 9 let občanským učitelem-profesorem. Mimo akademii působil pouze v letech 1955 až 1958, kdy byl jako voják z povolání pověřen významnou funkcí I. náměstka předsedy Ústřední správy geodézie a kartografie.

Prof. Chrastil byl výjimečnou osobností vojenského školství. Významně se zasloužil o rozvoj geodetického a kartografického studia na VAAZ a má velký podíl na výchově celých generací vojenských geodetů a kartografů. Zúčastnil se všech závažných výzkumů a prací spojených se vznikem, přestavbami a modernizací studia geodézie a kartografie na VAAZ.

Byl členem předsednictva vědecké rady VAAZ, předsedou komise pro obhajoby kandidátských prací v oboru geodézie, vedl vědeckou přípravu aspirantů a pracoval v mnoha různých radách i komisích celoakademického charakteru.

Plnil významné funkce i mimo akademii. Byl např. pět let členem státní komise pro vědecké hodnosti, trvale působil jako člen státních zkušebních komisí zeměměřičského studia v Praze, Bratislavě a Brně, členem redakčních rad odborných časopisů a odpovědně plnil i řadu dalších funkcí.

Při plnění všech funkcí projevoval velkou cílevědomost a rozvahu. Jeho činnost se vždy vyznačovala osobní skromností a v pravém slova smyslu soudružským vztahem k lidem a zejména podporou odborného a politického růstu podřízených.

Významným rysem jeho práce bylo, že příkladně spojoval svou odbornou a pedagogickou činnost s prací politickou a tak také vždy působil na své okolí. V jeho politickém postoji se plně odrazila skutečnost, že za svou účast v protifašistickém odboji byl 27 měsíců vězněn v nacistických žalářích. Již v květnu 1945 vstoupil do KSČ a v dalších letech trvale pracoval v různých stranických funkcích na VAAZ i v místě svého bydliště. Zastával také velmi významné funkce v Československém svazu protifašistických bojovníků. Svou politickou aktivitou, ideovým působením a stranickou angažovaností vždy významně posiloval vedoucí úlohu strany na všech pracovištích, kde působil. Celým svým životem stále prokazoval svou lásku a věrnost naší socialistické zemi.

Jeho celoživotní práce byla po zásluze oceněna četnými vyznamenáními, medailemi a uznáními. Obdržel státní vyznamenání „Za zásluhy o výstavbu“, medaili „Za zásluhy o obranu vlasti“, pamětní plaketu I. stupně náčelníka TS MNO „Za rozvoj vojenské geodézie a kartografie“. „Pamětní medaili k 50. výročí založení KSČ“, Pamětní odznak druhého národního odboje, čestnou medaili zasloužilého bojovníka proti fašismu II. stupně, získal i mnohá další ocenění.

Příslušníci topografické služby MNO děkují profesoru Chrastilovi při tomto posledním rozloučení za jeho dlouholetou, obětavou a mimořádně záslužnou práci pro rozvoj československé vojenské geodézie a kartografie.

Plk. doc. Ing. Josef Franěk, CSc. — 55 let

Dne 12. 9. 1985 se dožívá 55 let plk. doc. Ing. Josef Franěk, CSc., příslušník katedry geodézie a kartografie VAAZ. V ČSLA slouží od roku 1953 a na VAAZ od roku 1968.

V oboru fotogrammetrie patří k předním československým specialistům. Publikoval řadu odborných článků a učebních textů. Jeho skripta s názvem „Analytická fotogrammetrie“ patří k základním učebním pomůckám nejen na VAAZ, ale jsou využívána i na jiných vysokých školách.

V roce 1976 obhájil svou kandidátskou disertační práci a v roce 1982 byl jmenován docentem pro obor fotogrammetrie.

Při výchově posluchačů oboru geodézie a kartografie je zejména oceňována jeho práce ve vedení vědeckých kroužků a pomocných vědeckých sil. Má také výraznou zásluhu na úspěšném průběhu vědecké přípravy aspirantů.

Plk. doc. Ing. Josef Franěk, CSc., pochází z dělnické komunistické rodiny, sám je členem KSČ od roku 1952. Velmi aktivně se politicky angažuje na VAAZ i v místě bydliště. V současné době zastává funkci předsedy ZO KSČ na katedře. Za svou úspěšnou politickou a odbornou práci obdržel řadu ocenění a čestných uznání. Je nositelem medailí „Za zásluhy o obranu vlasti“ a „Za službu vlasti“.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Миклошик, Ф.: Некоторые теоретические отправные точки для повышения потребительной стоимости топографических карт | 1 |
| Буржита, Л.: Банк картографических данных | 11 |
| Буржита, Л. — Тихи, Б.: Банк картографических данных — образование специфично картографических структур данных | 20 |
| Яношец, Я.: Новые опознания к теории картографической линии | 26 |
| Ганак, Б. — Тума, М.: Использование симметрических координат для преобразования географических геодезических координат | 46 |
| Шилган, Вл.: Оперативное вычисление элементов внешней ориентации космических фотографических снимков | 53 |
| Тетауер, П. — Гулман, Вл.: Микропроцессоровая система с пассивным графическим телевизионным терминалом-экраном | 68 |
| Говорка, Р.: Сапфирные инструменты для гравирования и резки | 72 |
| Шимонова, М.: Принципы хранения фототехнических материалов и фотохимикатов | 76 |
| Душатко, Д.: Советская геодезическая литература и ее значение для современной практики и спецподготовки | 82 |
| Разобшение с проф. Др. инж. Б. Храстилом | 87 |
| Полковник доцент инж. И. Франек, кандидат наук — пятьдесят пять лет | 88 |

INHALT

| | |
|---|----|
| Miklošik, F.: Einige theoretische Ausgangspunkte für die Erhöhung des Nutzwertes der topographischen Karten | 1 |
| Buřita, L.: Kartographische Datenbank | 11 |
| Buřita, L. — Tichý, B.: Kartographische Datenbank — Gestaltung der spezifisch kartographischen Datenstrukturen | 20 |
| Janošec, J.: Beitrag zur Theorie der kartographischen Linie | 26 |
| Hanák, B. — Tůma, M.: Ausnutzung der symmetrischen Koordinaten für die Transformation der geographischen geodätischen Koordinaten | 46 |
| Šilhan, V.: Operative Berechnung von Elementen der äusseren Orientierung der kosmischen photographischen Aufnahmen | 53 |
| Tetauer, P. — Hulman, V.: Mikroprozessorsystem mit passivem graphischen Fernsehterminal | 68 |
| Hovorka, R.: Korundgravier- und Korundschnideinstrumente | 72 |
| Šimonová, M.: Grundsätze der Lagerung von Photomaterialien und Photochemikalien | 76 |
| Dušátko, D.: Sowjetische geodätische Literatur und ihr Beitrag für die gegenwärtige Praxis und Fachvorbereitung | 82 |
| Abschied vom Prof. Dr. Ing. Bedřich Chrastil | 87 |
| Oberst Doz. Ing. Josef Franěk, CSc. — 55 Jahre | 88 |