GEODETICKÝ a KARTOGRAFICKÝ

obzor

Český úřad geodetický a kartografický
Slovenský úrad geodézie a kartografie

3/92

Praha, březen 1992
Roč. 38 (80) ● Číslo 3 ● str. 47–68
Cena Kčs 7,–

GEODETICKÝ A KARTOGRAFICKÝ OBZOR

odborný časopis Českého úřadu geodetického a kartografického a Slovenského úradu geodézie a kartografie

Redakce:

Ing. Stanislav Olejník — vedoucí redaktor

Ing. Ján Vanko — zástupce vedoucího redaktora

Ing. Bohumil Šídlo — technický redaktor

Redakční rada:

Ing. Jiří Šíma, CSc. (předseda redakční rady), **Ing. Juraj Kadlic, CSc.** (místopředseda redakční rady), **prof. Ing. Jaroslav Abelovič, CSc., Ing. Marián Beňák, Ing. Petr Chudoba, Ing. Ivan Ištvánffy, doc. Ing. Zdenek Novák, CSc., Ing. Zdenka Roulová**

Vydává Český úřad geodetický a kartografický a Slovenský úrad geodézie a kartografie v SNTL — Nakladatelství technické literatury, n. p., Spálená 51, 113 02 Praha 1, telefon 29 63 51. Redakce: Zeměměřický ústav, Kostelní 42, 170 00 Praha 7, tel. 37 66 85. fax 382233. Adresa slovenskej redakcie: VÚGK, Chlumeckého 4, 826 62 Bratislava, telefón 29 60 41, fax 292028. Sází Svoboda, a. s., Praha 10-Malešice, tisknou Hradecké tiskárny, s. p. (provoz 10), Hradec Králové. Inzertní oddělení SNTL — Nakladatelství technické literatury, n. p., Spálená 51, 113 02 Praha 1, telefon 29 58 28.

Vychází dvanáctkrát ročně. Cena jednotlivého čísla 7 Kčs, celoroční předplatné 84 Kčs. Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS — ÚED Praha, AOT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6, PNS — ÚED Praha, závod 02, Joštova 2, 656 07 Brno, PNS — ÚED Praha, závod 03, 28. října 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku, V celnici 4, 110 00 Praha 1.

Náklad 1 900 výtisků. Toto číslo vyšlo v březnu 1992, do sazby v lednu 1992, do tisku 12. března 1992. Otisk povolen jen s udáním pramene a zachováním autorských práv.

© SNTL — Nakladatelství technické literatury 1992

Obsah

Ing. Karel Diviš, CSc., Ing. Jan Kostelecký, CSc.
K určování periodických chyb gravimetrů . . . 47

Ing. Ján Pravda, CSc.
Grafické operácie s izočiarovými poľami a problém ich sémantickej interpretácie 51

Ing. Ján Pravda, CSc.
Najstaršia mapa 56

Z GEODETICKEJ A KARTOGRAFICKEJ PRAXE

Doc. Ing. Ladislav Bitterer, CSc.
Meranie pretvorenia modelov dopravných stavieb . 62

ZE ZAHRANIČÍ 65

Z PŘÍSTROJOVÉ TECHNIKY 66

Z GEODETICKÉHO A KARTOGRAFICKÉHO KALENDÁŘE 68

PREHĽAD ČASOPISOV 68

528.088.6/563

DIVIŠ, K. – KOSTELECKÝ, J.

K určování periodických chyb gravimetrů

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, č. 3, str. 47–50, 2 obr., 4 tab., lit. 6

Pro určení periodické chyby stupnice gravimetru Worden č. 961 byla provedena měření na mikrozákladně na Geodetické observatoři Pecný a spektrální analýza dat pomocí programu ANAL.

528: 518

PRAVDA, J.

Grafické operácie s izočiarovými poľami a problém ich sémantickej interpretácie

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, č. 3, str. 51–56, 22 obr., lit. 5

Ilustrujú sa grafické sposoby spočítavania a odpočítavania izočiarových polí (povrchov) na príklade reliéfu, recentných vertikálnych pohybov zemského povrchu a rastu obyvateľstva. Upozorňuje sa na fakt, že niektorá z týchto operácií nemá užitočnú sémantickú interpretáciu.

912.43 „311"

PRAVDA, J.

Najstaršia mapa

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, č. 3, str. 56–61, 4 obr., lit. 7

Archeológ B. Klíma vo vykopávkach pri Pavlove (južná Morava) objavil v roku 1962 úlomok mamutieho kla s vyobrazením meandrov rieky Dyje a priľahlej časti Pavlovských vrchov. Vek tohto nálezu je asi 27 000–25 000 rokov.

528.7: 625

BITTERER, L.

Meranie pretvorenia modelov dopravných stavieb

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, č. 3, str. 62–64, 2 obr., lit. 5

Matematická formulácia úlohy a jej počítačová realizácia. Fotogrametrické práce. Vylúčenie posunu polohy pozorovaných bodov účinkom lomu svetla za priehľadnou doskou. Experimentálne merania a ich presnosť.

528.088.6/563

DIVIŠ, K. – KOSTELECKÝ, J.

Determination of Periodic Errors of Gravimeters

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, No 3, pp. 47–50, 2 fig., 4 tab., 6 ref.

Measurement realized on a microbasis at the Pecný Geodetical Observatory to determine periodic errors of Worden gravimeter No 961 and spectral analysis by the ANAL program.

528: 518

PRAVDA, J.

Graphical Operations Over Isoline Arrays and Question of Their Semantic Interpretation

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, No 3, pp. 51–56, 22 fig., 5 ref.

Graphical ways of addition and substraction of isoline arrays (surfaces) are illustrated on an example of a relief, of recent vertical motions of the Earth's surface and on population growth. There is emphasised the fact that some of above mentioned operations posses no applicable semantic interpretation.

912.43 „311"

PRAVDA, J.

The Oldest Map

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, No 3, pp. 56–61, 4 fig., 7 ref.

Archeologist B. Klíma has found in excavations near Pavlov (South Moravia) a fragment of mammoth tusk with depiction of river Dyje meanders and adjacent parts of Pavlov hills in 1962. The age of this discovery is approximately 27,000–25,000 years.

528.7: 625

BITTERER, L.

Deformation Measurements of Traffic Construction Models

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, No 3, pp. 62–64, 2 fig., 5 ref.

Mathematic formulation and computer realization of the job. Photogrammetric work. Elimination of position shifting of observed points by light refraction behind a transparent plate. Experimental measurement and its accuracy.

528.088.6/563

DIVIŠ, K. – KOSTELECKÝ, J.

De la détermination d'erreurs périodiques des gravimètres

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, No 3, pages 47–50, 2 illustrations, 4 planches, 6 bibliographies

Pour la détermination de l'erreur périodique de la gamme du gravimètre Worden N. 961 on a procédé au mesurage sur la micro-base de l'Observatoire géodésique de Pecný et on a réalisé une analyse spectrale des données à l'aide du programme ANAL.

528: 518

PRAVDA, J.

Opérations graphiques réalisées avec champs d'isolignes et problème de l'interprétation sémantique de celles-ci

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, No 3, pages 51–56, 22 illustrations, 5 bibliographies

Illustration des procédés graphiques de dénombrement et décompte des champs d'isolignes (superficies) sur un exemple en relief, de récents mouvements verticaux de la surface terrestre et de l'accroissement de la population. On fait remarquer au lecteur que certaines de ces opérations sont démunies de l'interprétation sémantique utile.

912.43 „311"

PRAVDA, J.

La plus ancienne carte

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, No 3, pages 56—61, 4 illustrations, 6 bibliographies

L'archéologue B. Klíma a découvert dans les fouilles pratiquées près de Pavlov (Moravie méridionale) en 1962 un fragment de la défense d'un mammouth, représentant les méandres de la rivière Dyje (Thaja) et les parties adhérentes des collines de Pavlov. L'âge de cette trouvaille est estimé d'environ 27 000—25 000 années.

528.7: 625

BITTERER, L.

Mesurage de la transformation des modèles d'ouvrages de transport

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, No 3, pages 62—64, 2 illustrations, 5 bibliographies

Formule mathématique du problème et sa réalisation par ordinateur. Travaux photogrammétriques. Élimination d'un déplacement de la position des points observés par l'effet de réfraction de la lumière derrière la plaque transparente. Mesurages expérimentaux et leur précision.

528.088.6/563

DIVIŠ, K.—KOSTELECKÝ, J.

Zur Bestimmung der periodischen Fehler der Gravimeter

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, Nr. 3, Seite — 47—50, 2 Abb., 4 Tab., Lit. 6

Für die Bestimmung des periodischen Fehlers der Skala des Gravimeters Worden Nr. 961 sind Messungen auf der Mikrobasis im Geodätischen Observatorium Pecný und eine Spektraldatenanalyse mit Hilfe des Programms ANAL durchgeführt worden.

528: 518

PRAVDA, J.

Graphische Operationen mit Isolinienfeldern und das Problem ihrer semantischen Interpretation

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, Nr. 3, Seite 51—56, 22 Abb., Lit. 5

Es werden graphische Additions- und Subtraktionsverfahren der Isolinienfelder (Oberflächen) am Beispiel des Reliefs, der rezenten vertikalen Bewegungen der Erdoberfläche und der Bevölkerungszunahme illustriert. Es wird auf die Tatsache aufmerksam gemacht, dass einige dieser Operationen keine nützliche semantische Interpretation haben.

912.43 „311"

PRAVDA, J.

Die älteste Karte

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, Nr. 3, Seite — 56—61, 4 Abb., Lit. 7

Der Archäolog B. Klíma hat in den Ausgrabungen bei Pavlov (Südmähren) im Jahre 1962 einen Mammutspitzzahnsplitter mit der Darstellung der Meander des Flusses Dyje und des anliegenden Teiles der Pavlovberge entdeckt. Das Alter des Fundes ist etwa 27 000—25 000 Jahre.

528.7: 625

BITTERER, L.

Die Messung der Umformung von Modellen der Verkehrsbauten

Geodetický a kartografický obzor, **38**, 1992, Nr. 3, Seite — 62—64, 2 Abb., Lit. 5

Mathematische Formulierung der Aufgabe und ihre Computerrealisierung. Photogrammetrische Arbeiten. Ausschluss der Lagebewegung der beobachteten Punkte durch den Einfluss der Lichtbrechung hinter einer durchsichtigen Platte. Testmessungen und ihre Genauigkeit.

528.088.6/563

ДИВИШ, К.—КОСТЕЛЕЦКИ, Я.

Для определения периодических ошибок гравиметров

Геодезический и картографический обзор, **38**, 1992, № 3, стр. 47—50, 2 рис., 4 таб., лит. 6

С целью определения периодической ошибки шкалы гравиметра марки «Worden № 961» были произведены измерения на микробазисе в Геодезической обсерватории Пецны и спектральный анализ данных с помощью программы «АНАЛ».

528: 518

ПРАВДА, Я.

Графические операции с изолинейными полями и проблема их семантической интерпретации

Геодезический и картографический обзор, **38**, 1992, №3, стр. 51—56, 22 рис., лит. 5

Иллюстрируются графические способы сложения и вычитания изолинейных полей (поверхностей) на примере рельефа, современных вертикальных движений земной поверхности и росте населения. Обращается внимание на факт, что некоторые из результатов этих операций не имеют полезной семантической интерпретации.

912.43 «311»

ПРАВДА, Я.

Древнейшая карта

Геодезический и картографический обзор, **38**, 1992, № 3, стр. 56—61, 4 рис., лит. 7

В раскопках вблизи села Павлов (Южная Моравия) в 1962 г. археологом Б. Климой был обнаружен обломок бивня мамонта с изображением меандров реки Дия и части прилегающих Павловских холмов. Возраст этой находки отвечает примерно 27 000—25 000 гг.

528.7: 625

БИТТЕРЕР, Л.

Измерения преобразования моделей транспортных сооружений

Геодезический и картографический обзор, **38**, 1992, № 3, стр. 62—64, 2 рис., лит. 5

Математическая формулировка задачи и ее решение с помощью ЭВМ. Фотограмметрические работы. Исключение смещения положения наблюдаемых точек под воздействием преломления света прозрачным материалом. Экспериментальные измерения и их точность.

Geodetický a kartografický obzor
ročník 38/80, 1992, číslo 3

K určování periodických chyb gravimetrů

Ing. Karel Diviš, CSc., Zeměměřický ústav, Praha,
Ing. Jan Kostelecký, CSc., VÚGTK Zdiby

528.088.6/563

1. Úvod

Pro přesná tíhová měření gravimetry je třeba znát detailní průběh kalibrační funkce, která převádí odečtení počítadla gravimetru na jednotky tíhového zrychlení. U křemenných gravimetrů geodetického typu se dvěma měřícími pružinami a dvěma počítadly je relativní tíhové zrychlení G dáno výrazem

$$G = g(z) + G(Z) \tag{1}$$

$$g(z) = \sum_{j=1}^{m} a_j z^j + \sum_{i=1}^{n} e_i \sin(f_i z + \varphi_i) + \sum \delta, \tag{2}$$

$$G(Z) = \sum_{j=1}^{m'} A_j Z^j + \sum_{i=1}^{n'} E_i \sin(F_i Z + \Phi_i) + \sum \Delta, \tag{3}$$

kde z, Z jsou odečtení počítadla přímého respektive hrubého rozsahu gravimetru, $f_i = 2\pi/P_i$, $F_i = 2\pi/P_i'$ jsou frekvence, P_i, P_i' jsou periody v dílcích příslušné stupnice. Členy polynomu pro $j \geqq 2$ na pravé straně rovnice (2), (3) vyjadřují neperiodickou část nelinearity křemenného systému gravimetru. Zpravidla $m = m' = 2$. Konstanty a_1, a_2 se určují kalibrací na tíhové základně s dostatečně velkým tíhovým rozdílem. V ČSFR pro tyto účely slouží např. šířková gravimetrická základna Hřensko—Dolní Dvořiště. Konstanty A_1, A_2 pro stupnici hrubého rozsahu se určí buď měřením na tíhové základně nebo laboratorně náklonovou metodou.

Druhá suma v rovnicích (2), (3) představuje periodickou část nelinearity stupnice gravimetru. Vzniká v důsledku nedokonalé konstrukce odečítacího zařízení přímého respektive hrubého rozsahu. φ_i je fázový posun i-tého periodického členu, který definuje jeho umístění na stupnici přímého rozsahu gravimetru. Analogický význam pro stupnici hrubého rozsahu má fázový posun Φ_i.

δ, Δ jsou ostatní chyby odečítacích zařízení, které nelze vyjádřit analyticky. Do této kategorie patří nepravidelnosti v dělení stupnice počítadla a nerovnoměrnosti výšky závitu mikrometrických šroubů. Chyby δ, Δ mohou být dokonce větší než amplitudy periodických chyb. Podle [4] mohou dosahovat odchylky od průměrné výšky závitu mikrometrického šroubu v extrémních případech až 2,5 μm. To by u gravimetru Worden (výška závitu 0,5 mm, konstanta přímého rozsahu cca 1 μm s^{-2}/dílek) odpovídalo chybě $\delta = 0{,}5$ μm s^{-2}!

Přesná tíhová měření se provádí při jednom nastavení rozsahu gravimetru, t. j. $G(Z) = K =$ konst. Dále se budeme zabývat pouze určením periodické části kalibrační funkce $g(z)$. Předpokládejme, že známe konstanty polynomu a_1, a_2 a člen $\sum \delta = 0$. Parametry periodických členů kalibrační funkce $g(z)$ se určí z měření na speciální tíhové základně, tvořené řadou vhodně volených bodů s velmi přesně známou hodnotou tíhového zrychlení. V našem případě byla zvolena základna vybudovaná v areálu Geodetické observatoře (GO) Pecný s hodnotami tíhového zrychlení určenými mnohonásobným měřením 3 gravimetry (Sharpe, Sodin, Worden) se střední chybou 0,02 – 0,03 μm s^{-2}. Relativní hodnoty tíže, určené z více než 50 měřických sérií z let 1986 a 1989, jsou uvedeny v tab. 1. Základna

Tab. 1 Relativní tíže na mikrozákladně Pecný (μm s^{-2})

Tíhový bod		g
1726.91	Pecný cesta	– 10.89
1726.81	Pecný vchod	– 35.39
1726.01	Pecný budova	– 62.21
1727	Pecný věž	– 85.95
1727.81	Pecný věž 1	– 88.37
1727.82	Pecný věž 2	– 91.48
1727.83	Pecný věž 3	– 94.03
1727.84	Pecný věž 4	– 96.70
1727.85	Pecný věž 5	– 99.27
172	Ondřejov hřiště	0.00

byla původně navržena tak, aby sloužila k určování harmonických členů s periodou 100, resp. 10 dílků u gravimetrů typu Sharpe a 100 dílků u gravimetrů Worden. Výchozí čtení gravimetrů v jednotlivých měřických sériích byla volena tak, aby průměr odečtení na bodě ze všech sérií byl zbaven vlivu výše uvedených periodických členů. Mohou nastat tyto varianty zpracování:

1) Známe předem všechny periody. Vyrovnáním jednotlivých sérií určíme neznámé hodnoty tíhového zrychlení g v bodech základny [6]. Amplitudu a fázový posun daných periodických členů určíme harmonickou analýzou oprav jednotlivých měření z vyrovnání. Tento postup byl použit a je podrobněji popsán v [1].

2) Neznáme předem periody. Jednotlivé periodické členy určíme spektrální analýzou odchylek měřených hodnot tíhového zrychlení od daných hodnot g v bodech základny, které považujeme za bezchybné.

3) Známe pouze některé periody a další určíme spektrální analýzou.

Dále naznačíme princip druhé varianty, která má univerzálnější použití.

2. Měření a příprava dat pro spektrální analýzu

Základnu zaměříme v několika sériích. Výchozí čtení jednotlivých sérií volíme tak, aby pokrývala dlouhé i krátké periody stupnice gravimetru v rozsahu základny. Pro spolehlivé určení chodu gravimetru provedeme

Tab. 2 Výsledky spektrální analýzy měření gravimetrem Worden č. 961 v r. 1986 na počítači EC 1045

P_i	b_i	c_i	e_i	φ_i pro $z = z_0$	$r(f_i)$
dílky	μm s^{-2}			dílky	
107.8	− 0.154 ± 0.018	0.037 ± 0.015	0.158	84.9	0.57
11.5	0.041 ± 0.013	0.021 ± 0.013	0.046	2.0	0.40
1.3	0.008 ± 0.013	0.018 ± 0.012	0.020	0.1	0.35
181.3	0.031 ± 0.020	0.072 ± 0.017	0.078	11.7	0.31
5.0	− 0.039 ± 0.013	0.009 ± 0.012	0.040	3.9	0.25
100.0	− 0.124 ± 0.015	0.038 ± 0.014	0.130	79.7*)	
11.5	0.040 ± 0.013	0.021 ± 0.013	0.045	2.0	0.44
181.3	0.012 ± 0.016	0.077 ± 0.016	0.078	4.5	0.34
1.3	0.009 ± 0.013	0.024 ± 0.012	0.026	0.1	0.33
33.8	0.016 ± 0.012	0.022 ± 0.012	0.027	3.4	0.26

z_0 = 1076.9 dílku, m_0 = ± 0.146 μm s^{-2}
*) pro z_0 = 1100 dílku je φ_i = 2,8 dílku

měření základny vícenásobnou profilovou metodou, přičemž volíme sudý počet měření na mezilehlých bodech. Vyrovnáním podle [6] určíme pro každou sérii konstanty chodu d_s. Pak vypočteme pro každé měření na bodech základny hodnotu relativního tíhového zrychlení. Pro k-té měření v l-té sérii bude podle (1)

$$G_k^{(l)} = G(Z^{(l)}) + a_1 z_k + a_2 z_k^2 + o_{s,k} - \sum_{s=0}^{3} d_s^{(l)} t_k^s, \qquad (4)$$

kde $o_{s,k}$ je slapová oprava, t je čas měření. Výsledkem je soubor $\{G^{(l)}\}$, odpovídající odečtením gravimetru $\{z^{(l)}\}$. Pro jednotlivá odečtení gravimetru $z_k^{(l)}$ vypočteme rozdíly (odchylky)

$$\varepsilon_k^{(l)} = G_k^{(l)} - g_k - \frac{1}{\nu^{(l)}} \sum_{k=1}^{\nu^{(l)}} (G_k^{(l)} - g_k) \approx \approx \sum_{i=1}^{n} e_i \sin(f_i z_k + \varphi_i) + \text{konst.}, \qquad (5)$$

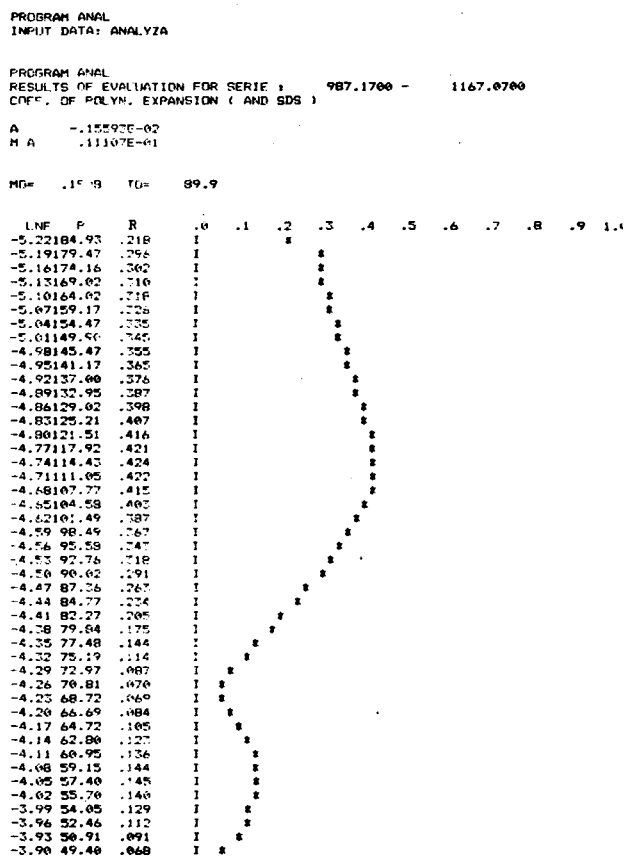
kde g_k je daná hodnota tíhového zrychlení, odpovídající „měřené" hodnotě relativního tíhového zrychlení $G_k^{(l)}$. $\nu^{(l)}$ je celkový počet měření v l-té sérii. Konstanta, která je blízká nule, vyjadřuje vedle nevyloučeného zbytku periodických chyb v sumě hodnot $(G_k^{(l)} - g_k)$ i souhrn všech neperiodických chyb včetně chyb δ. Dostaneme tak soubor dvojic $\{z_k^{(l)}, \varepsilon_k^{(l)}\}$. Zaměříme-li základnu v r sériích, obdržíme celkem N dvojic z_k, ε_k, kde $N = \sum_{l=1}^{r} \nu^{(l)}$. Tento soubor tvoří výchozí data pro spektrální analýzu.

3. Spektrální analýza

Pro spektrální analýzu odchylek ε_k jsme využili stávající program ANAL, používaný na GO Pecný k určení konstantních, sekulárních a periodických složek v analyzovaných slapových reziduích. Vychází z Vaníčkovy spektrální anharmonické analýzy, kterou modifikoval Vondrák a pro širší aplikace upravil Kostelecký [2].

Pro naše účely jsme čas t nahradili čtením gravimetru z. Bylo použito substituce $b_i = e_i \sin \varphi_i$, $c_i = e_i \cos \varphi_i$, $e_i = (b_i^2 + c_i^2)^{1/2}$, $\operatorname{tg} \varphi_i = b_i / c_i$.

Základní myšlenkou metody je aproximace empirické diskrétně dané funkce $x(z)$ polynomem zvoleného



Obr. 1 Část grafického výstupu po 1. cyklu, t. j. po odečtení konstantního členu a_0. Označení veličiny A, T0, F, R na obrázku odpovídají symbolu a_0, $z_0 - z_{min}$, f, r v textu

Tab. 3 Výsledky spektrální analýzy měření gravimetrem Worden č. 961 v r. 1989 na PC

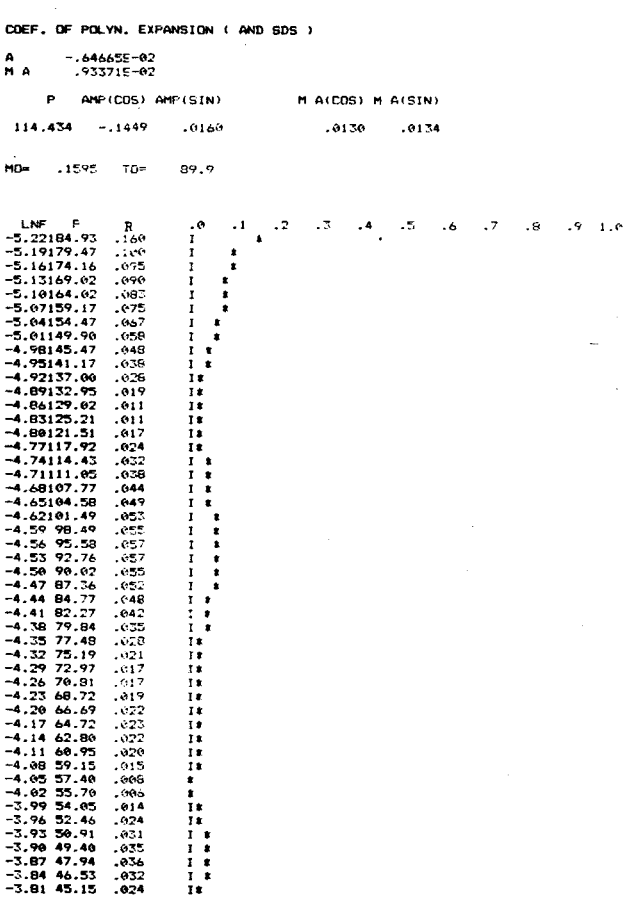
P_i	b_i	c_i	e_i	φ_i pro $z = z_0$	$r(f_i)$
dílky	μm s^{-2}			dílky	
114.4	− 0.144 ± 0.013	0.015 ± 0.013	0.145	87.7	0.424
4.3	− 0.008 ± 0.014	0.026 ± 0.013	0.027	4.1	0.302
7.5	− 0.015 ± 0.014	− 0.022 ± 0.013	0.027	4.5	0.315

z_0 = 1077.07 dílku, m_0 = ± 0.159 μm s^{-2}

Tab. 4 Gravimetr Worden č. 961, parametry oprav z periodické chyby 100 dílků určené vyrovnáním (varianta 1)

Rok měření	b_i	c_i	e_i	m_0	φ_i pro $z = z_0$
	μm s^{-2}				dílky
1986	− 0.065 ± 0.012	− 0.172 ± 0.012	0.184	± 0.15	55.8
1989	− 0.014 ± 0.017	− 0.198 ± 0.017	0.198	± 0.16	51.1

$z_0 = 0 + 100\,n$; $n = 0, 1, 2, \ldots$



Obr. 2 Část grafického výstupu po 2. cyklu, t. j. po odečtení konstantního členu a_0 a periodického členu 114.4 dílku. Označení veličin A, AMP (COS), AMP (SIN) T0, F, R na obrázku odpovídají symboly a_0, b, c, $z_0 - z_{min}$, f, r v textu

stupně k a postupně přidávanými harmonikami. V i-tém kroku má aproximační funkce tvar

$$X_i(z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots a_k z^k + \\ + b_1 \cos(f_1 z) + b_2 \cos(f_2 z) + \ldots + b_i \cos(f_i z) + \\ + c_1 \sin(f_1 z) + c_2 \sin(f_2 z) + \ldots + c_i \sin(f_i z). \quad (6)$$

Frekvence f_i se hledá v každém kroku ze zbytků $x(z) - X_{i-1}(z)$ a z podmínky

$$\mathrm{I}(f_i) = \int_{z_{min}}^{z_{max}} [x(z) - X_i(z)]^2 \, dz = \min. \quad (7)$$

Hledání extrému funkcionálu (7) je převedeno na hledání maxima „korelační funkce"

$$r(f_i) = \left\{ 1 - \mathrm{I}(f_i) / \int_{z_{min}}^{z_{max}} \left[x(z) - \sum_{j=0}^{k} a_{ji} z^j \right]^2 dz \right\}^{1/2} \quad (8)$$

Hodnota f_i, pro kterou je $r(f_i)$ maximální, je přijata za konečnou. Vyrovnáním se pak určí koeficienty a_1, $a_2, \ldots a_k$, b_1, $b_2, \ldots b_i$, c_1, $c_2, \ldots c_i$ rovnice (6) a následuje další krok. Výpočet se ukončí, klesne-li $r(f_i)$ pod zvolenou mez.

Funkci $x(z)$ lze pak aproximovat řadou

$$X(z) = \sum_{j=0}^{k} a_j z^j + \sum_{i=1}^{n} [b_i \cos(f_i z) + c_i \sin(f_i z)]. \quad (9)$$

Program ANAL [2] umožňuje rovněž zvolit předem určité frekvence a vyloučit je před testováním (8) tím, že jsou z dat předem odfiltrovány (varianta 3). Uvedená metoda umožňuje optimální aproximaci bodově zadané funkce $x(z)$ z hlediska množství hledaných koeficientů. V našem případě je $x(z) \equiv \varepsilon(z)$.

4. Praktický příklad

Byla provedena spektrální analýza měření základny na GO Pecný gravimetrem Worden č. 961 v letech 1986—1989. Ve všech případech byl v rovnici (6) volen stupeň polynomu nula.

První měření bylo zpracováno na počítači EC 1045 Astronomického ústavu ČSAV v Ondřejově. Výsledky spektrální analýzy po prvních pěti cyklech (varianta 2) jsou uvedeny v horní části tab. 2. V dolní části téže tabulky jsou dále uvedeny výsledky varianty 3 — vnucená perioda 100 dílků počítadla, další periody jsou výsledkem spektrální analýzy. Jsou seřazeny podle velikosti koeficientu korelace $r(f_i)$. Fáze φ_i byly přepočteny vynásobením koeficientem $P_i/2\pi$ na hodnoty v dílcích stupnice gravimetru. Vztahují se ke čtení stupnice $z_0 = (z_{max} - z_{min})/2$.

Druhé měření v roce 1989 bylo zpracováno podle varianty 2 na personálním počítači PC-AT 286 TNS (výrobce AK Slušovice) na GO Pecný. Výsledky spektrální analýzy po třech cyklech jsou v tab. 3. Součástí je grafický výstup. Jeho část po odečtení konstantního členu a_0 je na obr. 1. Grafický výstup obsahuje tyto údaje: $\ln f_i$, P_i, $r(f_i)$ a graficky znázorněnou hodnotou $r(f_i)$. Na obr. 2 je grafický výstup po vyloučení periodického členu 114.4 dílku.

Pro srovnání byly vypočteny parametry zadané periody 100 dílků podle varianty 1 [1] z měření gravimetrem Worden č. 961 v letech 1986—1989 (tab. 4). Porovnáme-li výsledky v tab. 2 a 4, máme ze spektrální analýzy pro opravy z chyby o periodě 100 dílků $e_{100} = 0{,}130\ \mu\mathrm{ms}^{-2}$, $\varphi_{100} = 52{,}8$ dílku (pro $z_0 = 0 + 100\,n$, $n = 0, 1, 2 \ldots$), zatímco z varianty 1 vychází $0{,}184\ \mu\mathrm{ms}^{-2}$ a 55,8 dílku. Nápadná je velmi dobrá shoda fáze, t. j. umístění periody na stupnici gravimetru je prakticky stejné. Rozdíl v amplitudě periodické chyby 100 dílků plyne z rozdílnosti analyzovaných datových souborů. Zatímco při variantě 1 (tab. 4) byly podkladem pro výpočet opravy z vyrovnání měření gravimetrem Worden č. 961 v roce 1986, u varianty 3 (tab. 2) se odchylky vztahují k daným hodnotám tíhového zrychlení v bodech základny, určených z měření v roce 1986 třemi gravimetry. Odchylky obsahují kromě nahodilých měřických chyb také chyby v daných hodnotách tíhového zrychlení v bodech základny. Ty se projeví systematickým posunem odchylek menším než $\pm(2-3) \cdot 10^{-2}\ \mu\mathrm{m\,s}^{-2}$. Při zpracování měření z roku 1989 bylo použito zpřesněných hodnot g v bodech základny (tab. 1).

5. Závěr

Na praktickém příkladu byla ověřena možnost aplikace programu ANAL při určování periodických chyb gravimetrů typu Worden a Sharpe z měření na speciální základně. Program má univerzálnější možnosti použití a dává možnost zpracování dat ve třech variantách, t. j. pro dané periody, hledané periody nebo kombinované řešení. Při posuzování reálnosti výsledků spektrální analýzy hraje roli řada faktorů — velikost periody a vzorkovacího kroku, velikost korelačního koeficientu, velikost amplitudy a její chyby, přesnost analyzovaných dat a v neposlední řadě vztah dané periody ke konstrukci odečítacího zařízení gravimetru. V našem případě u gravimetru Worden č. 961 se ukazuje jako reálná pouze perioda 100 dílků počítadla.

LITERATURA:

[1] TRÄGER, L.—DIVIŠ, K.—OLEJNÍK, S.: Studium periodických chyb u gravimetrů WORDEN a CG-2 (SHARPE). Geodetický a kartografický obzor, *24* (*66*), 1978, č. 4, s. 88—91.

[2] KOSTELECKÝ, J.: Výpočetní programy pro analýzu reziduí ze slapových měření. Zdiby, VÚGTK 1985. Technická zpráva (nepublikováno).

[3] KANNGIESER, E.—TORGE, W.: Calibration of La Coste-Romberg Gravity Meters. Paris 1981. Ref. to SSG 3.37 and 3.40 IAG.

[4] BECKER, M.: Results of Circular Error Studies with La Coste and Romberg Gravity Meters. Paris 1981. Ref. to Grav. Workshop of SSG 3.37 and 3.40.

[5] DIVIŠ, K.—KOSTELECKÝ, J.: Contribution to Determining Periodic Errors of Gravity Meters. In: Advances in Gravimetry. Smolenice, Geofyzikálny ústav SAV — Geofyzika Brno 1991.

[6] CHARAMZA, F.—TRÄGER, L.: Bearbeitung der Messungsergebnisse auf den Schwerepolygonen. Travaux Inst. Géophys. Acad Czechosl. Sci. No. 384. Geofyzikální sborník 1971. Academia, Praha 1973.

Do redakce došlo: 18. 7. 1991

Lektoroval:
Ing. Zdeněk Šimon, DrSc.,
Praha

Pro příští GaKO připravujeme:

NEUMANN, J.: **Rozšířený Richardsonův diagram — nový nástroj fraktální analýzy kartografické čáry**

MATÁK, E.: **Výsledky matematického definovania hraníc a výmer územných celkov na Slovensku**

HÁNEK, P.: **Antonín Tichý — geodet konstruktér**

Grafické operácie s izočiarovými poľami a problém ich sémantickej interpretácie

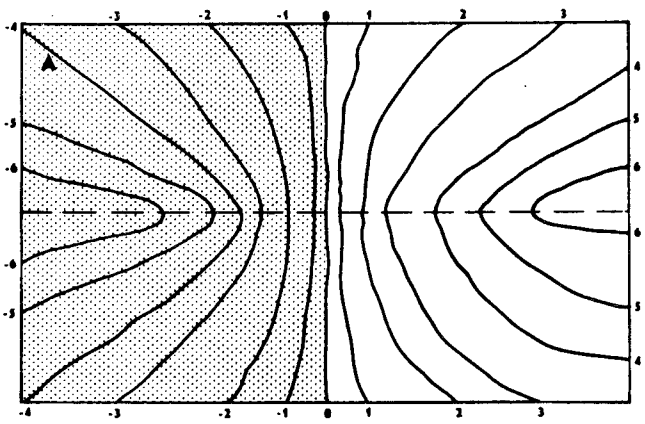
Ing. Ján Pravda, CSc.,
Geografický ústav SAV,
Bratislava

528: 518

1. Úvod

Pod izočiarovým poľom rozumieme spojité vyjadrenie (grafické zobrazenie) hodnôt nejakého (pôvodne) diskrétneho bodového poľa, napr. výšok zemského reliéfu (georeliéfu), množstva atmosferických zrážok, hodnôt tlaku vzduchu, hĺbok hladiny podzemných vôd atď., vrátane polí skonštruovaných na základe štatisticky zisťovaných, priamo meraných, vypočítaných či rôznymi spôsobmi odvodených údajov, týkajúcich sa nielen prírodných, ale aj socioekonomických (humánnogeografických) javov, napr. údajov o pohyboch zemského povrchu, o hustote obyvateľstva a pod. Inakšie povedané: pod izočiarovým poľom rozumieme všetky druhy mapových izočiarových vyjadrení, ktoré sú veľmi hojné, najmä v takých fundamentálnych kartografických dielach, akými sú komplexné — národné, regionálne či tematické — atlasy. Izočiarové polia sa často označujú aj ako izočiarové povrchy, ale medzi poľom a povrchom treba vedieť diferencovať.

V tomto príspevku nám nejde o definovanie toho, čo označujeme izočiarovým poľom, povrchom, plochou a pod., ale o upozornenie na to, že s takýmito poľami možno robiť určité grafické úkony (operácie) a že popri tom vznikajú aj isté problémy z hľadiska sémantickej interpretácie výsledkov.

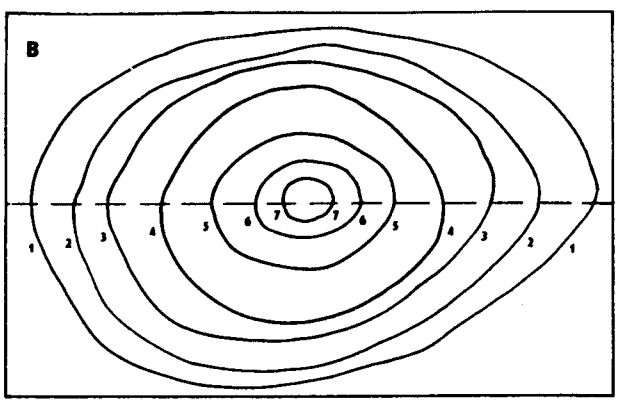


Obr. 1 Izočiarové pole A (oblasť so zápornými hodnotami je vyplnená rastrom — aj na ďalších obrázkoch)

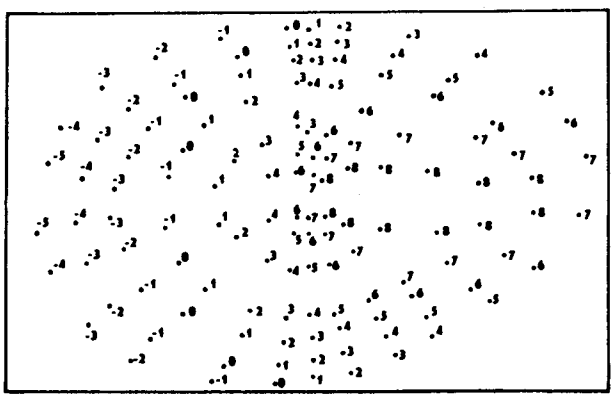
2. Grafické spočítavanie a odpočítavanie izočiarových polí

V princípe ide o celkom jednoduché operácie, avšak vieme, že nie všetci geodeti, kartografi, ale aj geografi a ďalší špecialisti ich dobre poznajú. V našej kartografickej literatúre sme objavili zmienku o nich len v skriptách prof. dr. Ing. V. Blaháka z roku 1956 [1]. Na ilustráciu (o čo ide) sme si zvolili dve izočiarové polia: *A* (obr. 1) a *B* (obr. 2). Na uľahčenie pochopenia abstrahujme od ich sémantickej stránky (od toho čo reprezentujú, znamenajú) a sústreďme sa na vlastnú operáciu spočítania. Ak naložíme („napasujeme") pole *B* — pri ručnom spôsobe je najlepšie, ak je na priesvitke — na pole *A* a na ďalšej priesvitke zafixujeme všetky priesečníky pretínajúcich sa izočiar, stačí už len spočítať hodnoty v priesečníkoch. Bodové pole, ktoré je výsledkom spočítania polí *A* a *B* sa ilustruje na obr. 3. Izočiarové pole, ktoré ľahko skonštruujeme z bodového poľa, sa ilustruje na obr. 4. Toto pole je súčtom (súčtovým poľom) izočiarového poľa *A* a izočiarového poľa *B*.

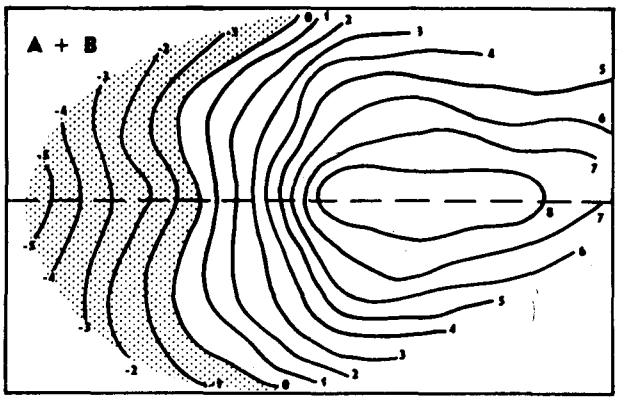
Pri odpočítavaní máme dve možnosti: odpočítať pole *B* od poľa *A* (*A* − *B*), alebo odpočítať pole *A* od poľa *B*



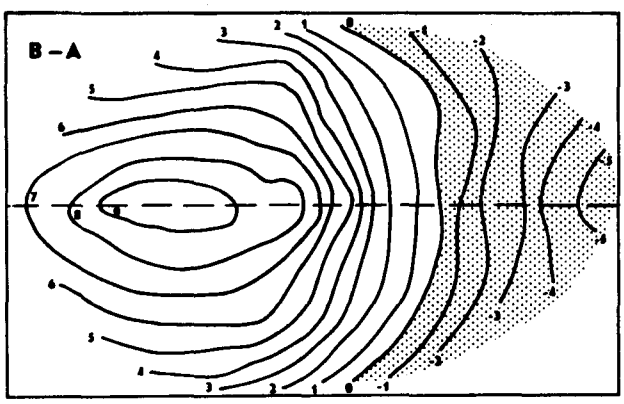
Obr. 2 Izočiarové pole B



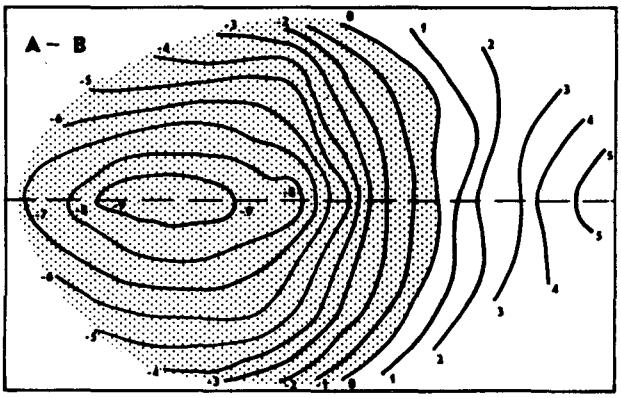
Obr. 3 Bodové pole A + B



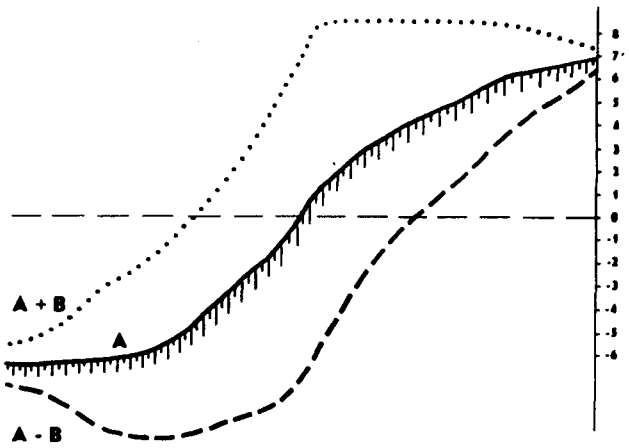
Obr. 4 Izočiarové pole A + B



Obr. 6 Izočiarové pole B — A



Obr. 5 Izočiarové pole A — B



Obr. 7 Profil izočiarového poľa A, A + B, A — B

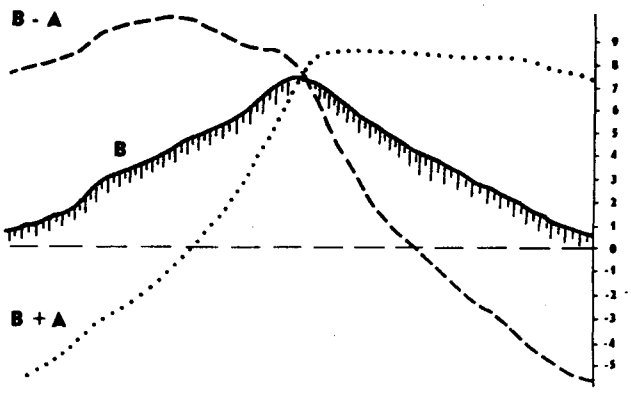
($B - A$). Výsledky — rozdiely sa ilustrujú na obr. 5 a 6, pričom z graficko-počtárskeho hľadiska je diferencia medzi nimi len v tom, že hodnoty zodpovedajúcich izočiar sa odlišujú znamienkami (+, −).

Mechanizmus výkonu týchto operácií je teda celkom jednoduchý. Dá sa realizovať manuálne, ale aj pomocou počítača. Spočítavať a odpočítavať možno aj viac ako dva povrchy. Ak treba spočítať napr. 4 povrchy (A, B, C, D), postupovať môžeme spôsobom (metódou) dvojíc, alebo postupných krokov. Prvý spôsob znamená vyhotovenie napred súčtov ($A + B$) a ($C + D$) a až potom spočítanie týchto čiastkových súčtov: ($A + B$) + ($C + D$). Druhý spôsob znamená postupné (krokové) spočítavanie:

1. krok: $A + B$,
2. krok: ($A + B$) + C,
3. krok: ($A + B + C$) + D.

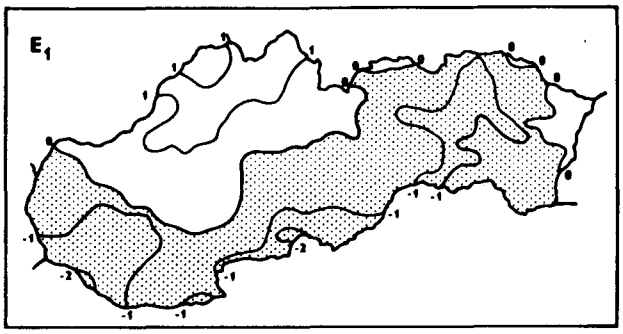
Okrem spočítavania a odpočítavania izočiarových polí môžu sa použiť aj ďalšie matematické operácie, ako napr. násobenie a delenie izočiarových polí, ale aj ich umocňovanie, odmocňovanie, logaritmovanie a pod.

Tieto grafické operácie s izočiarovými poľami ostávajú zatiaľ viac v polohe teoretických (potenciálnych) možností, než v polohe reálnych potrieb. Šance na ich

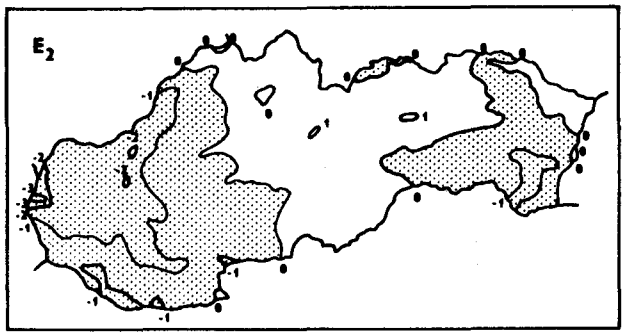


Obr. 8 Profil izočiarového poľa B, B + A, (= A + B), B — A

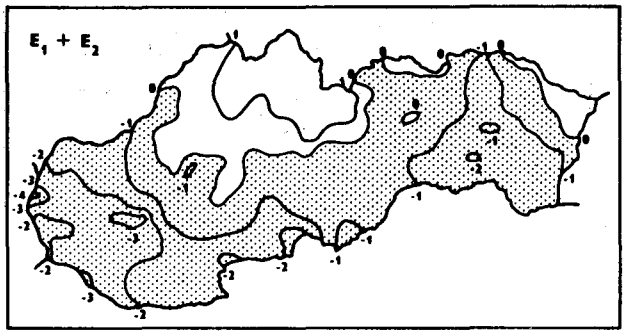
širšie využitie však stúpajú vzhľadom na rozvoj poznania v prírodných a spoločenských vedách, kde sa začína dávať do súvisu čoraz viac a viac faktorov (vyjadrovaných aj izočiarovými spôsobmi — kartosyntaktickými typmi) súhlasne s čoraz väčším nasadzovaním výpočto-



Obr. 9 Izočiarovým poľom E_1 vyjadrené recentné vertikálne pohyby zemského povrchu na území Slovenska v epoche 1926—1952 (izočiary označujú rýchlosti pohybov v mm/rok — aj na obr. 10)



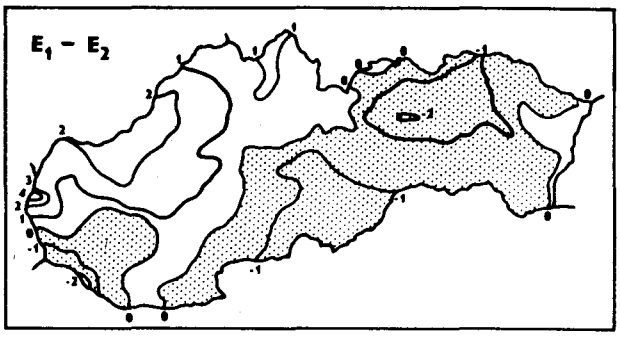
Obr. 10 Izočiarovým poľom E_1 vyjadrené recentné vertikálne pohyby zemského povrchu na území Slovenska v epoche 1952—1977



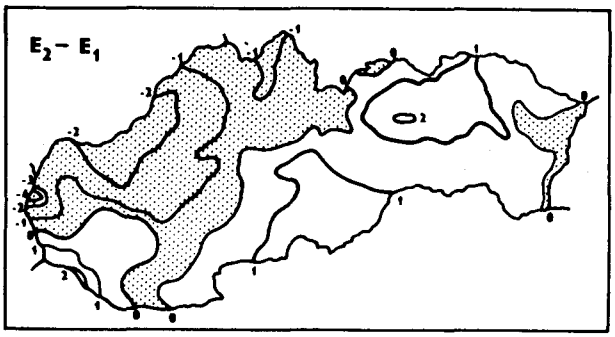
Obr. 11 Izočiarové pole $E_1 + E_2$

vej a zobrazovacej techniky, pre ktorú nie je vážnym problémom aplikovať spomínané operácie s izočiarovými poľami. V minulosti, kedy sme poznali len manuálny postup, neboli predpoklady na širšie používanie týchto operácií.

Preto sme až v súčasnosti začali prichádzať na to, že pri používaní týchto operácií vznikajú nečakané problémy v interpretačno-sémantickej oblati.



Obr. 12 Izočiarové pole $E_1 - E_2$

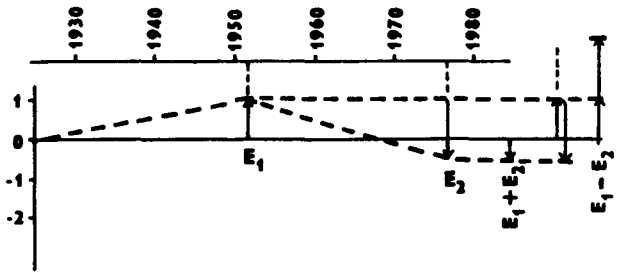


Obr. 13 Izočiarové pole $E_2 - E_1$

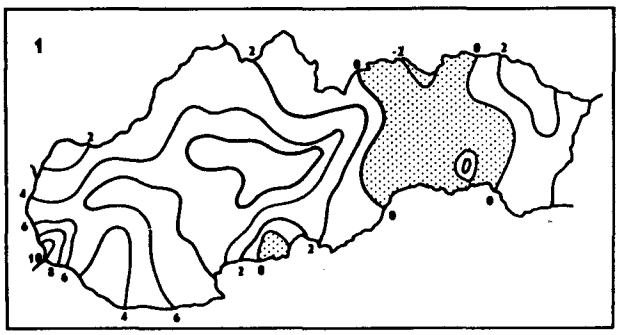
3. Problémy sémantickej interpretácie

Ak si izočiarové polia *A* a *B* (ktoré boli na účely tohto príspevku vymyslené) predstavíme ako dve formy zemského reliéfu, z ktorých forma *A* má v profile tvar ilustrovaný vyšrafovanou krivkou na obr. 7 a forma *B* v profile tvar ilustrovaný vyšrafovanou krivkou na obr. 8, potom spočítanie týchto dvoch polí si môžeme predstaviť ako výsledok naloženia formy *B* na formu *A* (krivka *A* + *B* na obr. 7), alebo ako výsledok naloženia formy *A* na formu *B* (krivka *B* + *A* na obr. 8, ktorá je totožná s krivkou *A* + *B* na obr. 7). Naopak, odpočítanie si môžeme predstaviť ako odňatie formy *B* z formy *A* (krivka *A* − *B* na obr. 7), alebo ako odňatie formy *A* z formy *B* (krivka *B* − *A* na obr. 8, pričom krivky *A* − *B* a *B* − *A* sú voči sebe inverzné).

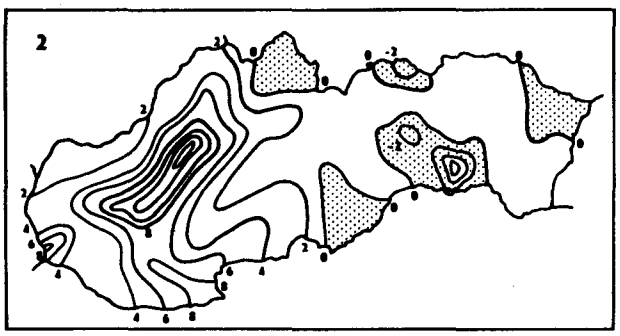
Ak si izočiarové polia *A* a *B* predstavíme ako reálne formy zemského reliéfu (*A* ako svah a *B* ako kužeľ), potom ich súčet si podľa obr. 7 môžeme celkom ľahko predstaviť ako novú formu reliéfu reprezentovanú krivkou *A* + *B* a priestor medzi krivkami *A* a *A* + *B* ako objem pridanej zeminy. Podobne ľahko si môžeme predstaviť aj rozdiel *A* − *B* ako novú formu reliéfu a priestor medzi krivkami *A* a *A* − *B* ako objem odstránenej zeminy. Avšak rozdiel *B* − *A* (pozri obr. 8) už tak ľahko predstaviteľný nie je. Jeho interpretácia, že je to obrátená forma *A* − *B* (inverzia *A* − *B*), je len teoretická a z praktického hľadiska sa vidí ako irelevantná (bez-



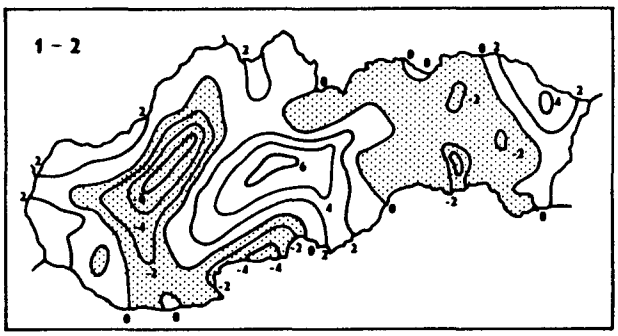
Obr. 14 Graf ročných rýchlostí vertikálnych pohybov mesta Trenčína v rokoch 1926—1977



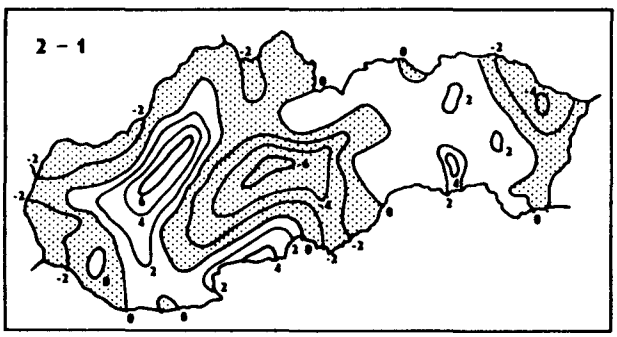
Obr. 15 Priemerný ročný prírastok (úbytok) na 1 000 obyvateľov v rokoch 1869—1900 (izočiarové pole 1)



Obr. 16 Priemerný ročný prírastok (úbytok) na 1 000 obyvateľov v rokoch 1900—1921 (izočiarové pole 2)



Obr. 17 Izočiarové pole 1 + 2



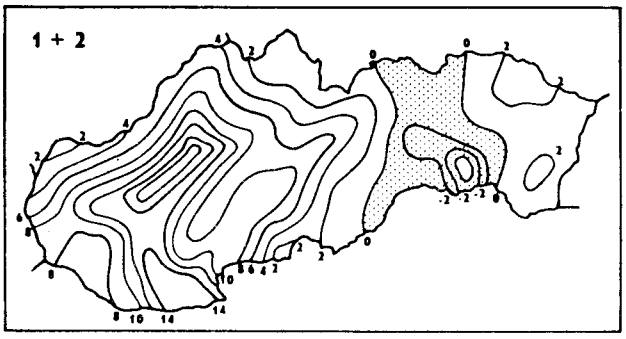
Obr. 18 Izočiarové pole 2 — 1

významná, neprichádzajúca do úvahy).

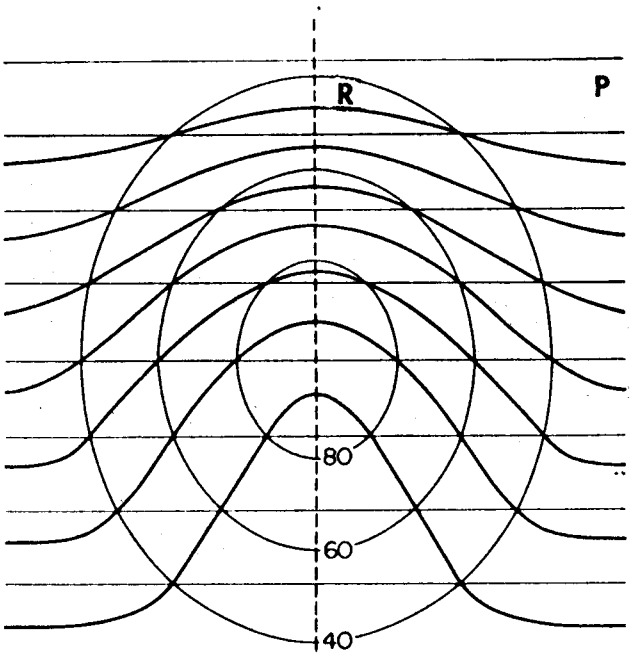
V snahe presvedčiť sa či je to len náhoda a či existujú ireleventné interpretácie aj pri spočítavaní—odpočítavaní sémanticky (tematicky) iných izočiarových polí, analyzovali sme ešte dva príklady.

Pre prvý príklad sme si zvolili mapy rýchlostí dvoch epôch recentných vertikálnych pohybov zemského povrchu J. Vanku, ktoré sme pre daný účel zmenšili a generalizovali. Izočiarové pole prvej epochy E_1 (obr. 9) tvoria izočiary rýchlostí vertikálnych pohybov zemského povrchu v mm/rok za obdobie 1926—1952 [3]. Izočiarové pole druhej epochy E_2 (obr. 10) tvoria analogické izočiary za obdobie 1952—1977 [4]. Súčet týchto polí (obr. 11) možno interpretovať ako izočiarové pole výsledných rýchlostí vertikálnych pohybov zemskej kôry za celé sledované obdobie (1926—1977). Toto pole vzniklo grafickou cestou. Navyše nám tato metóda dáva možnosť získať grafickou cestou aj rozdiely $E_1 - E_2$ (obr. 12) a $E_2 - E_1$ (obr. 13). Tieto rozdiely však vyžadujú náročnejšie zamyslenie sa nad ich interpretáciou. Na pomoc sme si zostrojili sériu grafov ročných rýchlostí vertikálnych pohybov viacerých miest, ale ilustrujeme len graf pre mesto Trenčín (obr. 14), na základe ktorého sa môžeme presvedčiť o správnosti interpretácie súčtu $A + B$ (výsledná rýchlosť pohybov za obdobie 1926—1977 je −0,5 mm/rok). Ťažšie je to s rozdielmi $E_1 - E_2$ a $E_2 - E_1$, ktoré nedokážeme bez spolupráce s inými odborníkmi spoľahlivo interpretovať. Zdá sa, že rozdiel $E_1 - E_2$ by mohol znamenať celkovú amplitúdu rýchlostí vertikálnych pohybov (čo by nemusel byť nezaujímavý údaj — to však treba overiť), ale rozdiel $E_2 - E_1$ pravdepodobne nemá prakticky užitočnú interpretáciu — analogicky ako predchádzajúci príklad $B - A$.

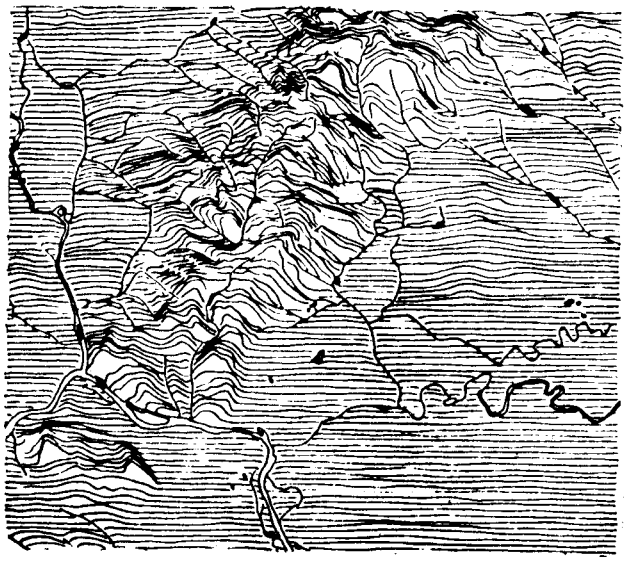
Druhý príklad je z demografie, resp. z tematiky geografie obyvateľstva a sídiel. Izočiarové mapy 1 a 2 (obr. 15 a 16), ktoré vyjadrujú priemerný ročný prírastok (úbytok) na 1 000 obyvateľov v období 1869—1900



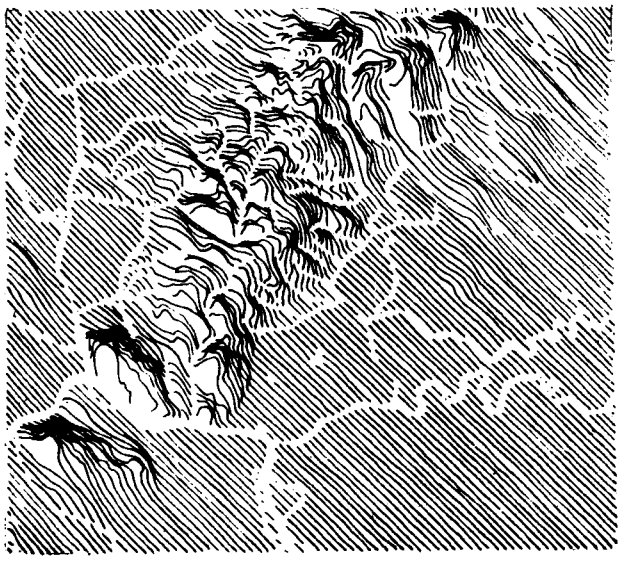
Obr. 19 Izočiarové pole 1 — 2



Obr. 20 Naloženie dvoch izočiarových polí: R — izočiarové pole formy refliéfu, P — izočiarové pole pozostávajúce zo sústavy vodorovných priamok — priesečníc série šikmých rovnakoodľahlých paralelných rovín s vodorovnou rovinou (silnejšie vykreslené spojnice priesečníkov izočiarových polí R a P sú profilové čiary formy reliéfu)



Obr. 21 Zobrazenie južnej časti Malých Karpát pomocou série profilových čiar, vyhotovené podľa Tanakovej metódy (smer profilových čiar zodpovedá kolmému smeru na južný smer)



Obr. 22 Zobrazenie južnej časti Malých Karpát pomocou série profilových čiar, vyhotovených podľa Tanakovej metódy (smer profilových čiar zodpovedá kolmému smeru na juhozápadný smer)

(obr. 15) a v období 1900—1921 (obr. 16), sme zostrojili podľa kartogramových máp J. Hanzlíka v Atlase SSR [2]. Ich kartografický sumár (obr. 17) sa interpretuje ako „rast počtu obyvateľov na území Slovenska v období 1869—1921" a ich kartografický rozdiel (2 − 1 — obr. 18) sa interpretuje ako „rozdiely v raste počtu obyvateľov na území Slovenska v období 1900—1921 v porovnaní s obdobím 1896—1900". Rozdiel 1 − 2 (obr. 19) je teoretický (futurologický), pretože ide o rozdiel (v početnosti obyvateľstva) predchádzajúceho voči budúcemu obdobiu.

Príklady, ktoré sme ilustrovali zatiaľ napovedajú, akoby súčty izočiarových polí mali vždy užitočnú interpretáciu. Nie je tomu tak, pretože keby sme týmto spôsobom otestovali viacero tematických javov, vyjadrených izočiarovými poľami, zistili by sme, že takúto interpretáciu nemajú napr. súčty hustôt obyvateľstva (a množstva ďalších charakteristík) — napriek tomu, že sú štatisticky i kartograficky možné (zistiteľné). Z hľadiska prebytočnosti sme upustili od ich ilustrovania.

4. Pozor na podobnosť

Pred záverom sa žiada upozorniť na grafickú techniku prof. Kitirô Tanaku [5], ktorá sa veľmi podobá na skladanie dvoch izočiarových polí.

Na obr. 20 sa ilustrujú dve izočiarové polia: pole *R*, ktoré vyjadruje oválnu vyvýšeninu zemského reliéfu (kopec) a pole *P*, ktoré pozostáva zo sústavy vodorovných priamok. Ak spojíme priesečníky vrstevníc s im zodpovedajúcimi priamkami získame novú sústavu izočiar, ktoré sú vlastne akýmisi profilovými čiarami — „rezmi", na ktoré sme týmto postupom rozčlenili formu reliéfu *R*.

Na obr. 21 sa ilustruje výsledok aplikácie Tanakovej metódy na južnú časť Malých Karpát v mierke 1 : 500 000 pri vodorovnom (v podstate Z—V) smere paralelných priamok a na obr. 22 sa ilustruje ten istý príklad, avšak pri SZ—JV smere paralelných priamok. Zmena rozostupu paralelných priamok (ale len v istých dovolených odchýlkach limitovaných izočiarovým poľom *R*) zapríčiňuje zhustenie alebo zriedenie profilových čiar, a tým aj dojem väčšieho alebo menšieho prevýšenia konkrétnych foriem reliéfu. Prof. Tanka vyvíjal túto metódu od roku 1930 pre názorné vyjadrenie reliéfu na mapách.

5. Záver

Na základe uvedených príkladov je potrebné zdôrazniť, že nestačí len formálne ovládať nejakú metódu, ale že súčasne je potrebné mať dostatočne hlboké znalosti v oblastiach, v ktorých sa aplikuje. Aj vo vzťahu k mapám to znamená, že nestačí byť len úzko zameraným a technicky zdatným kartografom, ale že kartografická činnosť vyžaduje dostatok náležite hlbokých vedomostí aj z tých oblastí, ktorých sa kartografické vyjadrovanie (zobrazovanie) týka. Je to tvrdá požiadavka a žiaden kartograf ju prakticky nemôže splniť bez zvyšku. Je to podobné požiadavke, aby aj matematici boli dostatočne fundovanými odborníkmi v oblastiach, v ktorých sa používa matematika. Rieši sa to preto inak: jednotliví kartografi (ale aj matematici apod.), ak nechcú ostať pod povrchom všeobecnovedných znalostí, buď prenikajú hlbšie len do určitého neveľkého („zvládnuteľného") počtu oblastí aplikácií svojej vedy, alebo sa všetci tí, čo sa potrebujú vyjadrovať pomocou mapy, učia používať kartografické vyjadrovacie prostriedky, postupy a metódy. Neraz sme svedkami toho, že mnohé kartografické vyjadrenia (pretože vznikli v rámci rôznych iných vied) sa zastrešujú kartografickou vedou až dodatočne.

LITERATÚRA:

[1] BLAHÁK, V.: Užitá kartografie I. Učební texty vysokých škol. Praha, SNTL 1956. 173 s.
[2] HANZLÍK, J.: Rast obyvateľstva obcí v r. 1869—1900 a 1900—1921. In: Atlas SSR. Bratislava, SAV a SÚGK 1980, s. 130.
[3] VANKO, J.: Mapa recentných vertikálnych pohybov Slovenska z výsledkov 1. a 2. československej nivelácie. In: 10 rokov Výskumného ústavu geodézie a kartografie v Bratislave. Bratislava, Alfa 1980, s. 52—67.
[4] VANKO, J.: Mapa recentných vertikálnych pohybov Západných Karpát na Slovensku pre epochu 1952—1977. Geod. a kartogr. obzor, 34/76, 1988, č. 9, s. 216—222.
[5] TANAKA, K.: The Orthographical Relief Method of Representing Hill Features on a Topographical Maps. The Geographical Journal, 79, 1932, s. 213—219.

Do redakcie došlo: 3. 5. 1990

Lektoroval:
Ing. Ján Vanko,
VÚGK v Bratislave

Najstaršia mapa

Ing. Ján Pravda, CSc.,
Geografický ústav SAV, Bratislava

912.43 „311"

1. Úvod

Donedávna sa v kartografickej a historickej literatúre uvádzalo, že najstaršie zachované mapy pochádzajú zo 4.—3. tisícročia pred naším letopočtom. Je to napr. mapa ciest a sídiel púštnej oblasti, vytesaná do povrchu kamenného monolitu, nájdeného v jaskyni pri Akabe (Jordánsko), ďalej plán polí na hlinenej doštičke z okolia Babylonu, mapa Mezopotámie, plán poľovníckeho revíru na striebornej nádobe z Majkopu (severný Kavkaz) atď. Z archeologických prameňov vieme, že za najstaršiu mapovú kresbu treba považovať rytinu na úlomku mamutieho kla, znázorňujúcu stanové obydlie na brehu rieky a pochádzajúcu z Mežiríč (Čerkasská oblasť Ukrajiny). Jej vek je asi 14 000—15 000 rokov. Z rôznych historických svedectiev tiež vieme, že mapy, resp. mapové kresby poznali nielen Babylónčania a Egypťania, ale aj starí Číňania, Indiáni, Eskymáci, Polynézania a viaceré ďalšie staré národy či civilizácie. Stále však nevieme kedy a prečo vzniklo pôdorysné zobrazovanie povrchu Zeme — očakával by sa perspektívny spôsob znázorňovania. Ak objav Mežiričskej mapy posunul rozlúštenie tejto záhady v porovnaní s Akabskou mapou rádovo o 10 000 rokov hlbšie do dejín ľudstva, objav ešte staršej mapy, ktorá pochádza dokonca z nášho územia, posúva vznik mapy o ďalších 10 000 rokov. Od archeológov a historikov sa dozvedáme, že ju vytvoril človek, ktorý obýval naše územie v mladom paleolite (gravettien, homo sapiens sapiens, rodová spoločnosť), t. j. asi pred 27 000—25 000 rokmi.

2. Čo píše spisovateľ-historik P. Dvořák

„Veľmi smiešny by sa nám zdal človek, ktorý by chcel poprieť, že kartografia je veda," píše P. Dvořák v prvej kapitole knihy „Odkryté dejiny (Prví ľudia v Československu)" a pokračuje: „Je to celkom nesporné, napriek tomu je však kartografia súčasne aj výtvarným umením a každá mapa umeleckým dielom." [1, s. 15][1]).

Obr. 1 Naša najstaršia mapa. Perokresba z knihy P. Dvořáka „Odkryté dejiny" [1]

Po opise nášho územia (na základe mapy Európy) píše: „Kartografia je ... do veľkej miery aj historickou vedou. Každá mapa je väčšou či menšou prírodno-dejepisnou štúdiou. Pozrime sa napríklad, čo hovorí o našej histórii geologická mapa ..." [1, s. 17] a nasleduje geologicko-tektonický opis nášho územia. „Štúdiu o najstarších dejinách Československa nám napísali geologické a zemepisné mapy. Pravda, úžitok z nich budeme mať len vtedy, keď sa ich naučíme pozorne čítať. Ak sme to urobili, môžeme ísť ďalej. Ďalšie fakty sa dozvieme z archeológie ..."

Temer na konci knihy [1, s. 297—299] P. Dvořák píše o archeologických nálezoch, nájdených v okolí Pavlovských vrchov (južná Morava). „K tým najzaujímavejším patrí nález hrotu mamutieho kla, na ktorom je vyrytá mapa sídliska pod Pavlovskými vrchmi! Znie to neuveriteľne, ale z čiar vyrytých do mamutoviny (obr. 1) sa dá celkom jasne a presne identifikovať situácia pod Pavlovskými vrchmi. Je zachytená takmer na úrovni modernej kartografie. Akú úžasnú hodnotu má tento objav, možno posúdiť aj z toho, že Američania ním otvárejú svoju predhistorickú expozíciu vo washingtonskom národnom múzeu."

K ilustrácii na obr. 1 P. Dvořák pripája text (hovoriaci najprv o vzácnych nálezoch v Pavlove) „... ale všetky tieto vzácnosti zaostávajú za rytinou na hrote mamutieho kla, ktorá je svetovým unikátom z viacerých dôvodov. Je totiž najstaršou známou mapou na svete. Ak sa na ňu pozorne zahľadíme, vyčítame z nej polohu niekdajšej osady lovcov mamutov (ležala medzi riekou a Pavlovskými vrchmi a na mape je znázornená kolieskom v strede). ... Predstavuje absolútny kultúrny vrchol svojej doby." [1, s. 299]

3. Čo sa píše v encyklopédii

Ďalšiu zmienku o tomto náleze sme našli v Encyklopédii archeológie [4]. V opise lokality sa uvádza: „Pavlov — mladopaleolitické sídlisko na úpätí Pavlovských vrchov na južnej Morave. Výskum robil v rokoch 1952—1973 Archeologický ústav ČSAV (B. Klíma). Kultúrna vrstva dosiahla do hĺbky 6 m pod návej najmladšej spraše vo vzdialenosti asi 500 m od sídliska pri Dolných Věstoniciach. Pri výskume sa odkryli zvyšky viacerých prístreškov rozličných tvarov, upravených trvalých ohnísk a roku 1957 hrob muža prekrytý mamuťou lopatkou. Rádioaktívna metóda určila vek sídliska na 24 800 rokov. Kamennú industriu charakterizujú drobné a geometricky pravidelné tvary. Početné sú nástroje a lovecké zbrane z kosti, mamutoviny a zo sobích parohov. Z ozdobných predmetov vynikajú rozličné závesky, reliéfne zvieracie plastiky a vlasové zápony z mamutoviny zdobené rytými ornamentmi. Rytá výzdoba na jednom mamuťom kle je najstaršou známou mapou." [4, s. 670]

4. Čo píše archeológ B. Klíma

Pretože Encyklopédia archeológie uviedla inštitúciu, ktorá robila výskum v lokalite Pavlov a dokonca aj meno archeológa, obrátili sme sa na doc. Bohuslava Klímu, ktorý nás odkázal na svoj článok v zborníku „Rodná země" [7]. V ňom píše, že úlomok mamutieho kla bol

[1]) Nielen geodeti, geografi, ale aj mnohí kartografi sa iste pousmejú nad týmto názorom, pretože sú presvedčení, že súčasná mapa sa považuje za inžiniersko-technické dielo. Z pohľadu historika však aj tá najtechnickejšia súčasná mapa po určitom čase sa javí celkom inakšie, teda aj s umeleckou hodnotou.

Obr. 2 Fotografia „rytej výzdoby na mamuťom kle", ktorú archeológ B. Klíma považuje za najstaršiu moravskú mapu [5]. Pochádza z obdobia pred 27 000 rokmi
Foto: B. Klíma

objavený už v roku 1962 a informácia o ňom bola hneď aj zverejnená formou novinového článku s inštruktívnou kresbou [5]. „Je to odlomený a dobre vyhladený hrot mamutieho kla pokrytý radmi hlbokých rýh, ktoré vytárajú na valcovitom povrchu zvláštnu ornamentálnu výzdobu[2]). Sú zostavené do zväzkov rovnobežných čiar a zoskupené do troch hlavných geometrických motívov, sprevádzaných ešte niekoľkými drobnými, ale nie bezvýznamnými doplnkami. Zvláštna bola už sama história jeho objavenia. Spolu s ostatnými väčšími kosťami ostal obnažený vo výkope na sprašovom podstavci v pôvodnej polohe a počas celého leta vystavený vyhni juhomoravského slnka a prudkým prívalom dažďa. Chránila ho len slabá, avšak pevná vápnitá krusta, ktorú bolo treba po vyňatí všetkých kostí opatrne sňať. A tak až v jesennom období sa podarilo odhaliť utajované prekvapenie." [7, s. 111]

B. Klíma ďalej podrobne popisuje kresbu mapy. Priblížime si ju najprv celkovým pohľadom na úlomok mamutieho kla s „rytou výzdobou" (obr. 2) a vlastnou kresbou (rytinou) „mapovej situácie" rozvinutej do roviny (obr. 3). Všetky ilustrácie sú orientované tak, že hore je súčasný sever — v súlade so súčasnou mapou (obr. 4), na ktorej je zobrazená situácia v okolí Pavlova v roku 1955, t. j. ešte pred zatopením vodnými nádržami Nové Mlýny.

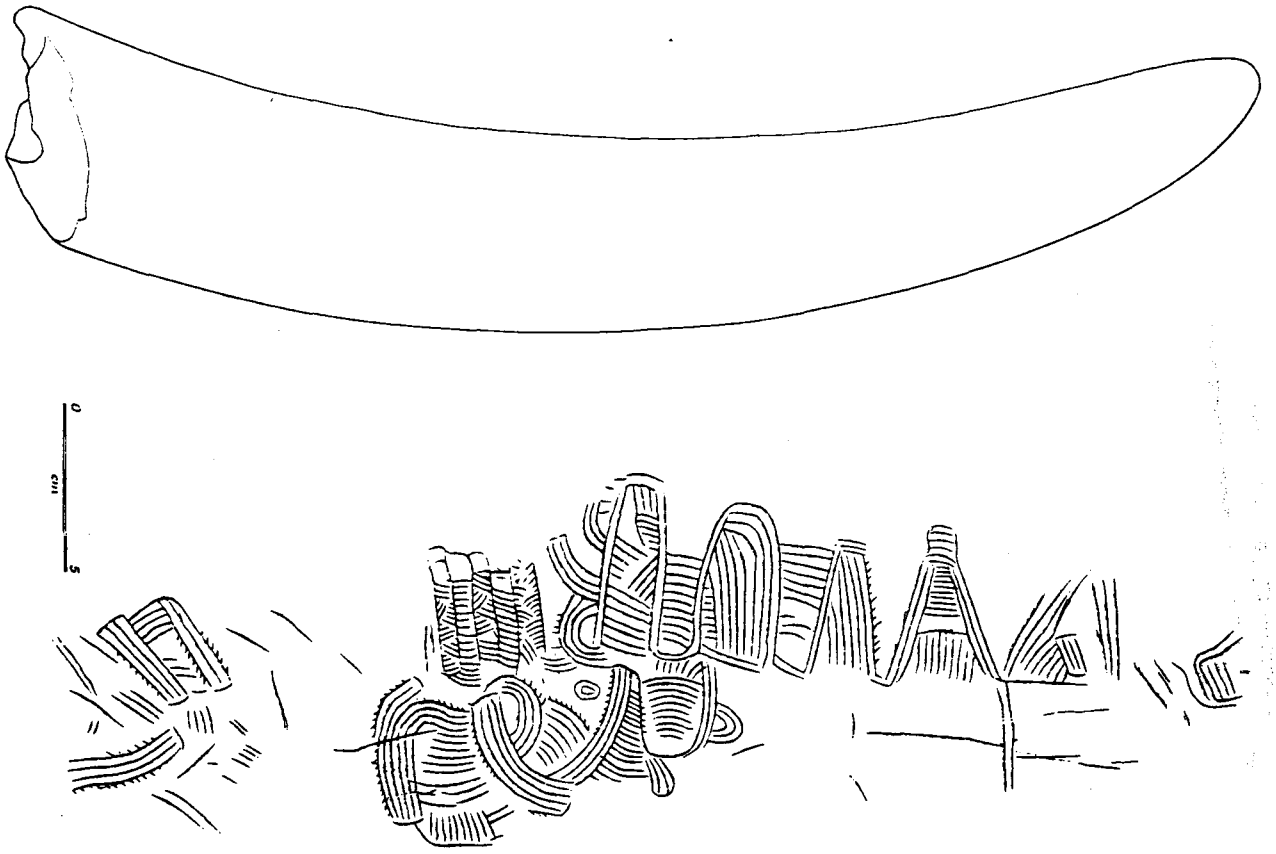
5. Mapové znázornenia v starej dobe ľadovej

V jednom z čísiel časopisu „Kartographische Nachrichten" (SRN) z roku 1990 pod nadpisom „Kartenähntliche Darstellungen im Eiszeitalter" sa objavila odborná správa R. Häberleina o výstave „Počiatky umenia pred 30 000 rokmi", ktorá bola v Tübingene v roku 1987 [2]. Autor píše, že sa na nej vystavoval aj originál s rytinou najstaršej známej mapy z Archeologického ústavu ČSAV v Brne. Konštatuje, že porovnanie kresby tejto starej mapy s dnešnou krajinou dáva približne mierku 1 : 2 500, pretože ako uvádza, ca 40-centimetrová dĺžka rytiny zodpovedá asi 1 000 metrom v skutočnosti. Ďalej uvádza, že rytá kresba mapy na mamuťom kle z Pavlova pochádza z obdobia pred 27 000 rokmi, t. j. z kultúrneho obdobia, ktoré sa nazýva pavlovien. Autor nazerá na toto mapopodobné zobrazenie predovšetkým ako na doklad vyspelosti výtvarného umenia pravekého človeka a súčasne pripomína, že zatiaľ najstaršie výtvarné pamiatky siahajú až do obdobia pred 250 000—300 000 rokmi. Analyzuje aj vlastnú kresbu mapy a konštatuje, že je to „Landschaftsskizze" (krajinná škica, krajinný náčrt) regiónu dnešného Pavlova a Pavlovských vrchov. Dvojitý kruh v strede (bodová signatúra) ukazuje polohu sídla (fakticky aj polohu miesta vykopávok). Čiarový znak (líniová signatúra) označuje vodný tok. Rovnobežné sústavy čiar nad Pavlovom označujú erózne štruktúry a zosuvné oblasti svahov (tieto jeho konštatovania sú prevzaté z katalógu výstavy v Tübingene [6]).

6. Niekoľko otázok pre archeológa

Zdá sa, že všetko by malo byť jasné: mamutí kel z pavlovských vykopávok je hmatateľný fakt, ako aj to, že rytá kresba na ňom nie je ornament (nemá príznačnú pravidelnosť, symetriu a pod.). Zatiaľ má len jednu inter-

[2]) Aj akademik J. Dekan, náš popredný historik a znalec najmä Veľkej Moravy, na našu otázku čo si myslí o „rytej výzdobe na mamuťom kle" a o tom, že sa vykladá ako najstaršia moravská mapa, nám povedal, že obdobie, do ktorého sa tento nález zaraďuje, bolo charakteristické takýmto štýlom ornamentálnej kresby na predmetoch, ktoré praveký človek používal na okrasu (resp. na kultové účely). Takýto ornament v podobe vlnovky sa ilustruje v knihe J. Jelínka „Veľký obrazový atlas pravekého človeka" [3, s. 444]. Myslíme si, že typická pravidelnosť ornamentálnej výzdoby je naozaj dostatočným odlišiteľným znakom na rozdiel od nepravidelnosti kresby našej starej mapy. Štyri zreteľné meandre síce naznačujú istú pravidelnosť vlnovky, ale pri skúmavejšom pohľade vidno, že každý oblúk je predsa iný. Odlišné je aj najbližšie okolie zdanlivo pravidelných meandrov a čo je najdôležitejšie — kresba má geografickú interpretáciu!



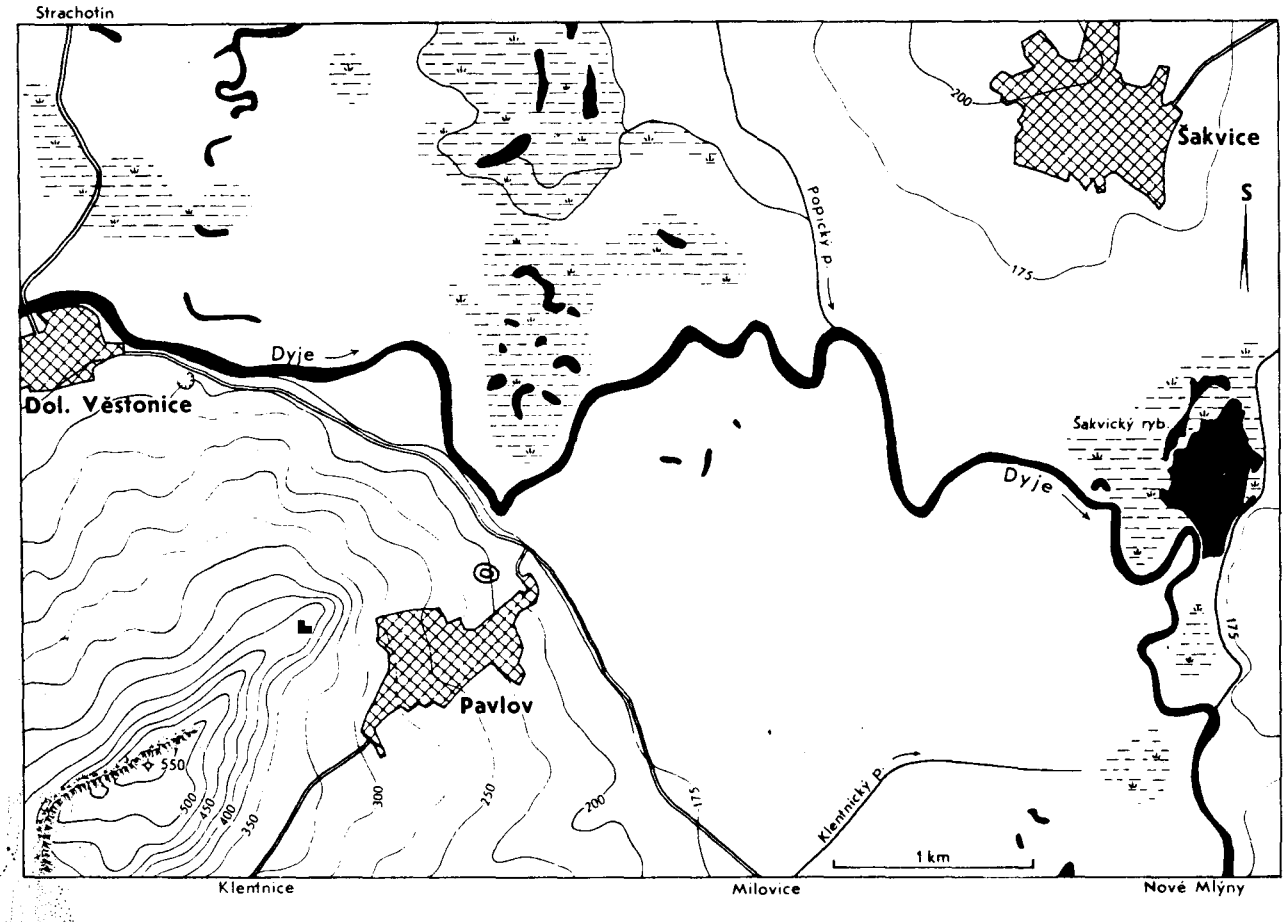
Obr. 3 Obrys hrotu mamutieho kla a jeho veľkosti zodpovedajúca a rozvinutá do roviny rytina našej najstaršej mapy — schematizovaného-štylizovaného náčrtu krajiny v okolí Pavlova. Zmenšenie je adekvátne súčasnej mape v mierke 1 : 50 000 (obr. 4). Vľavo kolmo je mierka rytiny voči jej skutočnej veľkosti. Dvojitý krúžok v strede je signatúra paleolitického sídliska lovcov mamutov; kresba južne od neho — svahy Pavlovských kopcov; kresba na západe až severozápade — „päť políčok"; kresba na severovýchode až východe — štyri meandre rieky Dyje (celkom na východe je piaty meander). Izolovaná kresba na západe — svahy Pavlovských vrchov pri Dol. Věstoniciach

Obkreslenie rytiny: B. Klíma

pretáciu — zemepisnú (geografickú): náramne sa zhoduje so situačným obrazom krajiny pod Pavlovskými vrchmi, pod ktorými bola nájdená. O čom pochybovať? Mapový (mapopodobný) charakter kresby je natoľko výrečný, že budí podozrenie, či nález nie je z neskoršieho obdobia, pretože je obdivuhodné, ako mohol praveký lovec (a súčasne umelec, lebo kresba mapy sa považuje aj za umelecké dielo paleolitického človeka) tak kartograficky verne zobraziť krajinu okolo seba.

Pri študovaní mapovej kresby a pri jej konfrontácii so súčasnou mapou vzniká veľa otázok, z ktorých niekoľko sme položili doc. Klímovi.

- Aký je vlastne vek nálezu?
  Odpoveď: Datovanie nálezu sa uvádza rámcovo 27 000 B. P. (before present), t. j. 25 000 B. C. (before Christ). Rádiokarbónovou metódou je dátum náleziska v Pavlove určený na 24 800 rokov. Pavlovien sa datuje 28 000—24 000 rokov, užšie datovanie je 27 000—25 000 rokov.
- Vylučujete možnosť neskoršieho pôvodu rytiny, t. j. možnosť jej neskoršieho vsunutia medzi ostatné nálezy (napr. jej prinesenie z iného miesta)?
  Odpoveď: Možnosť neskoršieho pôvodu rytiny je vylúčená. Rovnako aj jej prinesenie odinakiaľ.
- Môžete doplniť Vami publikované informácie o objavení kla s rytinou mapy o nejaké nové podrobnosti?
  Odpoveď: Nálezové okolnosti, stratigrafia, konzervácia a pod. sú otázky, ktoré sa vzďalujú od Vášho zámeru. Vyžadovali by širšie vysvetlenie. Pri plošnom odkryve sa napr. nedá zistiť presná hĺbka od súčasného povrchu. Určite dosahovala vyše 200 cm. Veľké kosti sa pri takýchto postupoch nechávajú na mieste a pri ďalšom zahlbovaní spočívajú akoby na podstavcoch. Tak ležal aj náš kel cez celé leto roku 1962



Obr. 4 Mapa okolia Pavlova v mierke 1 : 50 000. Vyobrazuje situáciu v roku 1955, t. j. pred zatopením riečnej nivy novomlynskými vodnými nádržami. Miesto vykopávok (sídlisko lovcov mamutov) je označené rovnakou dvojitou signatúrou ako na obr. 3.

v otvorenom výkope, pričom obrátený nahor tou stranou, na ktorej nie je rytá kresba. Rytina bola tedy ukrytá a navyše ju zahaľoval aj pevný vápenatý povlak. Bola tedy objavená až v laboratóriu pri odstraňovaní tohto povlaku. Nebol to jednoduchý postup. Až potom som sám vyhotovil rovinnú kresbu obkreslením.

- Určitú pochybnosť vyvolávajú „políčka". Je pravdepodobné, aby boli lineárne, veď vtedy ešte nebola známa orba? Mohli byť skôr oválne, alebo nepravidelné. Sú situované dobre (sú na svahu, alebo na rovine v ohybe meandra medzi Pavlovom a Dol. Věstonicami)?
  Odpoveď: Päť vertikálnych políčok zachycuje najnápadnejšie rysy svahov, poznamenané zosuvmi a eróziou. Sú ešte dnes veľmi dobre presliediteľné v podobe hlbokých korýt či roklín. Zosuvy a ostatné sprievodné javy boli podmienené výstupmi podzemných vôd (prameňmi) a najmä geologickou stavbou, skladbou podložných treťohorných sedimentov — ílmi, slieňmi, pieskovcami. Z nich práve tie prvé umožňovali vznik zosunov. Na starej rytej mape políčka by mali byť umiestnené nad vlnovkou a nielen vyzdvihnuté a posadené podľa vlnovky (skrátka: doc. Klíma upozorňuje na ich nie celkom presnú lokalizáciu).
- Ide o starú mapu, „mapu" (v úvodzovkách), krajinný náčrt?
  Odpoveď: Potvrdil by som Häberleinovu formuláciu (krajinný náčrt regiónu dnešného Pavlova a Pavlovských vrchov) ako oprávnenú, ale doplnil by som ju na „štylizovaný alebo schematizovaný krajinný náčrt . . .".
- Mohla mapová kresba pokračovať aj za zlomený okraj kla, alebo tam končí?
  Odpoveď: Kresba nepokračovala za odlomenú časť. Lom je vyhladený. Kresba (rytina) je inak veľmi zreteľná, nezotretá.

- Bol originál mapy vystavovaný okrem Washingtonu a Tübigenu ešte niekde? Poskytujete fotografie záujemcom? Možno nález voľne fotografovať?
  Odpoveď: Nález sa vystavoval v Madride, v Hannoveri, v Mníchove, v Linzi a v niekoľkých ďalších mestách. V jeseni roku 1989 bola mapa vystavená spoločne s trojhrobom z Dol. Věstonic v Národnom múzeu v Prahe, posledne sa vystavovala v kantonálnom bazilejskom múzeu v Liestale. Fotografie predmetu boli už viac ráz reprodukované, ale zväčša len v populárno-vedeckej literatúre, a aj to nedokonale, značne zmenšene. Odbornejšie je zatiaľ len vyobrazenie v Rodnej zemi [7]. Fotografiu môžem poskytnúť, ale predmet zatiaľ nemožno fotografovať. Stále je uložený v našom Archeologickom ústave.
- Ste toho názoru, že autor rytého krajinného náčrtu videl zobrazenú krajinu od Strachotína. Nie je možný aj druhý variant, t. j., že ten istý výrez krajiny videl náš autor aj odtiaľ, kde sú v súčasnosti zrúcaniny hradu (Děvičky)?
  Odpoveď: Od Děvičiek je síce nádherný výhľad na celý kraj, ale ten pôsobí inakšie a slúži ako dokonalý prehľad krajinnej situácie.
- Pre kartografov je otázka mierky jednou z najzávažnejších pri každej mape alebo mapovej schéme. Údaj, ktorý uvádza Häberlein (1 : 2 500) sa nezdá byť správny, pretože dĺžka kla je síce blízka k 40 cm (37 cm), ale dĺžka zobrazenej krajiny je viac ako 1 000 m. Na zistenie mierky stačí identifikovať rovnaké body na starej a súčasnej mape . . .
  Odpoveď: Nemožno predpokladať, že dnešné meandre zodpovedajú niekdajšiemu toku rieky, zachyteného kresbou starej mapy. Na kresbe sú navyše príliš pravidelné, teda schematizované. Meandre sa od tej doby viac ráz menili, samotná rieka bola oniečo viac vhĺbená. Ide predsa o schematizovanú kresbu, ktorá nemusí a ani nemôže presne zodpovedať dnešnej pozorovanej skutočnosti.

7. Otázka mierky

Posledná odpoveď doc. Klímu nás však celkom neuspokojila a napriek jeho výstrahám pokúsili sme sa určiť aspoň približnú mierku (čo najbližšiu realite). Vyznačili sme si niekoľko bodov, o ktorých sa nazdávame, že by mohli byť identické na starej mape a na súčasnej mape, mierku ktorej poznáme (bola to mierka 1 : 25 000). Vzdialenosti medzi bodmi sme merali na dvoch grafických celkoch: na rieke a na reliéfe. V prvom prípade sme dostali mierku (zaokrúhlene) 1 : 18 000, v druhom prípade 1 : 24 000. Mierka mapy je teda asi 1 : 21 000, čo sa rádovo dosť odlišuje od mierky, ktorú spomína R. Häberlein. Potvrdzuje sa aj mienka doc. Klímu, že štylizovaný krajinný náčrt je naozaj schematické vyjadrenie, ktoré má v rôznych častiach rôznu mierku. Avšak aj približná mierka tejto schémy má pre kartografov a geografov značnú vypovedaciu hodnotu: nie je jedno, či paleolitický človek daného obdobia vedel abstrahovať priestor vo veľkej mierke, čo je oniečo ľahšie, ako abstrahovať v menšej (z dnešného pohľadu v strednej) mierke. Preto úroveň abstrakcie autora najstaršej známej mapy zasluhuje náš plný obdiv.

8. Otázka na záver

Túto otázku treba položiť našim geomorfológom (resp. aj inžinierskym geológom, hydrogeografom a pod.): Je možné, aby pripavlovské meandry rieky Dyje, t. j. ich početnosť, veľkosť, charakter a pod., boli pred 27 000—25 000 rokmi také, aké je ich zobrazenie na (zatiaľ) najstaršej mape? Ak neexistuje žiadna rekonštrukčná metóda, pomocou ktorej by sa to dalo potvrdiť, kartografom by azda postačilo aj ubezpečenie, že existencia takéhoto priebehu rieky Dyje v danom mieste a v danom období sa nevylučuje.

Objavenie najstaršej mapy — to predsa nie je obyčajná, všedná udalosť. Nech je blížiace sa 30. výročie jej objavenia pre všetkých čo sa zaoberajú históriou vo všeobecnosti — a históriou kartografie a geografie zvlášť — dostatočným podnetom na ďalšie a hlbšie skúmanie tohto vzácneho nálezu a na rozšírenie našich poznatkov o ňom.

LITERATÚRA:

[1] DVOŘÁK, P. Odkryté dejiny. Prví ľudia v Československu. Bratislava, Pravda 1980. 384 s.
[2] HÄBERLEIN, R.: Kartenhäntliche Darstellungen im Eiszeitalter. Kartographische Nachrichten, 40, 1990, Heft 5, s. 185—187.
[3] JELÍNEK, J.: Veľký obrazový atlas pravekého človeka. Bratislava, Mladé letá 1980. 557 s.
[4] Encyklopédia archeológie. Bratislava, Obzor 1986. 1028 s.
[5] KLÍMA, B.: Nejstarší mapa Pavlovských kopců. Rovnost 25. 9. 1966.
[6] KLÍMA, B.: Die Kunst der Grawettien. In: Anfänge der Kunst vor 30 000 Jahren. Stuttgart, Theis Verlag 1987, s. 34—42; s. 76—86.
[7] KLÍMA, B.: Nejstarší moravská mapa. In: Rodná země. Brno, Muzejní a vlastivědná společnost 1988, s. 110—121.

Do redakcie došlo: 8. 7. 1991

Lektorovali:
Doc. PhDr. Bohuslav Klíma, DrSc., Brno,
PhDr. Eva Semotanová, CSc., Ústav čs. a světových dějin ČSAV, Praha

V edici Výzkumného ústavu geodetického, topografického a kartografického vyjde v 1. čtvrtletí 1992

ANGLICKO-ČESKÝ SLOVNÍK PRO GEODETY A KARTOGRAFY

(autor Ing. Jiří Šíma, CSc.)

Slovník obsahuje cca 6 000 hesel. Cena slovníku je 195 Kčs. Objednávky přijímá Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, ODIS, 250 66 Zdiby, okres Praha východ.

Z GEODETICKEJ A KARTOGRAFICKEJ PRAXE

Meranie pretvorenia modelov dopravných stavieb

Doc. Ing. Ladislav Bitterer, CSc.,
Katedra geodézie a geotechniky
Stavebnej fakulty VŠDS v Žiline

528.7:625

1. Úvod

Projekty technologicky a konštrukčne nových objektov a zariadení sú podrobované cieleným testom na kvalitu, spoľahlivosť a funkčnosť v rámci očakávaného využitia. Niektoré testy je možné realizovať na modeli vo vhodnej mierke z reálneho, alebo ekvivalentného materiálu. Čiastkovým problémom v modelovom výskume je meranie pretvorenia alebo posunov vybraných bodov na modeli, spôsobených rôznymi účinkami, napr.: technológiou stavebných prác, účinkami pravidelného a nepravidelného zaťaženia, účinkami prevádzky, geotechnickými podmienkami založenia stavebného objektu, atď. Meranie pretvorenia a posunov modelov umožňujú fyzikálne a geodetické metódy, z nich prioritné miesto si ponechávajú analytické metódy fotogrametrie. Na Vysokej škole dopravy a spojov (VŠDS) od roku 1984 využívame programovo realizovanú metódu priamej lineárnej transformácie [1], [2].

2. Matematická formulácia úlohy a jej počítačová realizácia

Kolineárny vzťah medzi geodetickými súradnicami y, x, z bodu v predmetovom priestore a snímkovými súradnicami jeho obrazu v rovinách dvojice snímok vyjadrujú Merritove formulácie [4], s. 54—55 v symbolickom tvare [5]:

$$
\begin{aligned}
x' &= \frac{A_1'x + B_1'y + C_1'z}{A_3'x + B_3'y + C_3'z + 1}, \\
x'' &= \frac{A_1''x + B_1''y + C_1''z}{A_3''x + B_3''y + C_3''z + 1}, \\
y' &= \frac{A_2'x + B_2'y + C_2'z}{A_3'x + B_3'y + C_3'z + 1}, \\
y'' &= \frac{A_2''x + B_2''y + C_2''z}{A_3''x + B_3''y + C_3''z + 1}.
\end{aligned}
\qquad (1)
$$

Transformačné koeficienty A_1' až C_3' a A_1'' až C_3'' vypočítame zvlášť pre ľavú a pravú snímku. Na výpočet použijeme snímkové a geodetické súradnice redukované do zvoleného vlícovacieho bodu.

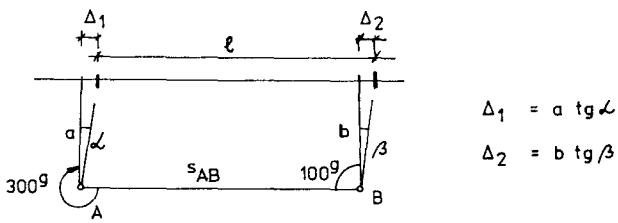
Ak máme k dispozícii pre priestorové vyhodnotenie viac ako 6 vlícovacích bodov a pre rovinné vyhodnotenie viac ako 4 body, vypočítame transformačné koeficienty s vyrovnaním metódou najmenších štvorcov (MNŠ) [5].

Súradnice vyhodnocovaných bodov y, x, z vypočítame zo štyroch linearizovaných rovníc (1), do ktorých dosadíme vymerané snímkové súradnice x', y', x'', y'' a transformačné koeficienty A_1' až C_3''. Pri výpočte je využitá možnosť výberu najmenej lineárne závislej rovnice na predchádzajúcich rovniciach. Program VŠDS ANALYTICKÉ VYHODNOTENIE FOTOGRAMETRIE — ANVYFO (Bitterer) — zaisťuje to riešením Gaussovou-Jordanovou metódou s výberom vedúceho prvku. Reziduálny zvyšok vo štvrtej rovnici súčasne predstavuje kvalitu transformácie v okolí vyhodnocovaného bodu.

3. Fotogrametrické práce

Polohu komory (SMK 5,5/0808/40) vzhľadom na fotografovaný model sme umiestňovali tak, aby bol optimálne využitý plošný obsah meračskej snímky, spravidla v rozsahu $1{,}6 < y_f < 3$ m. Pri aplikovaní rovinnej kolineárnej tranformácie stupníc v zásade zosúlaďujeme rozmer zobrazovaného objektu s rozsahom stupníc p a q na stereokomparátore (1818 Zeiss), s cieľom využitia ich presnosti 0,003 mm.

Vlícovacie a pozorované body signalizujeme značkami v tvare kružníc so zväčšovaným tvarom čierno-bieleho medzikružia. Súradnice vlícovacích bodov určujeme z jednej kombinácie pretínaním napred, keď dĺžku základnice s_{AB} je vhodné určovať postupom terénnej komparácie laty na presnú niveláciu (obr. 1). Latu vo vodo-



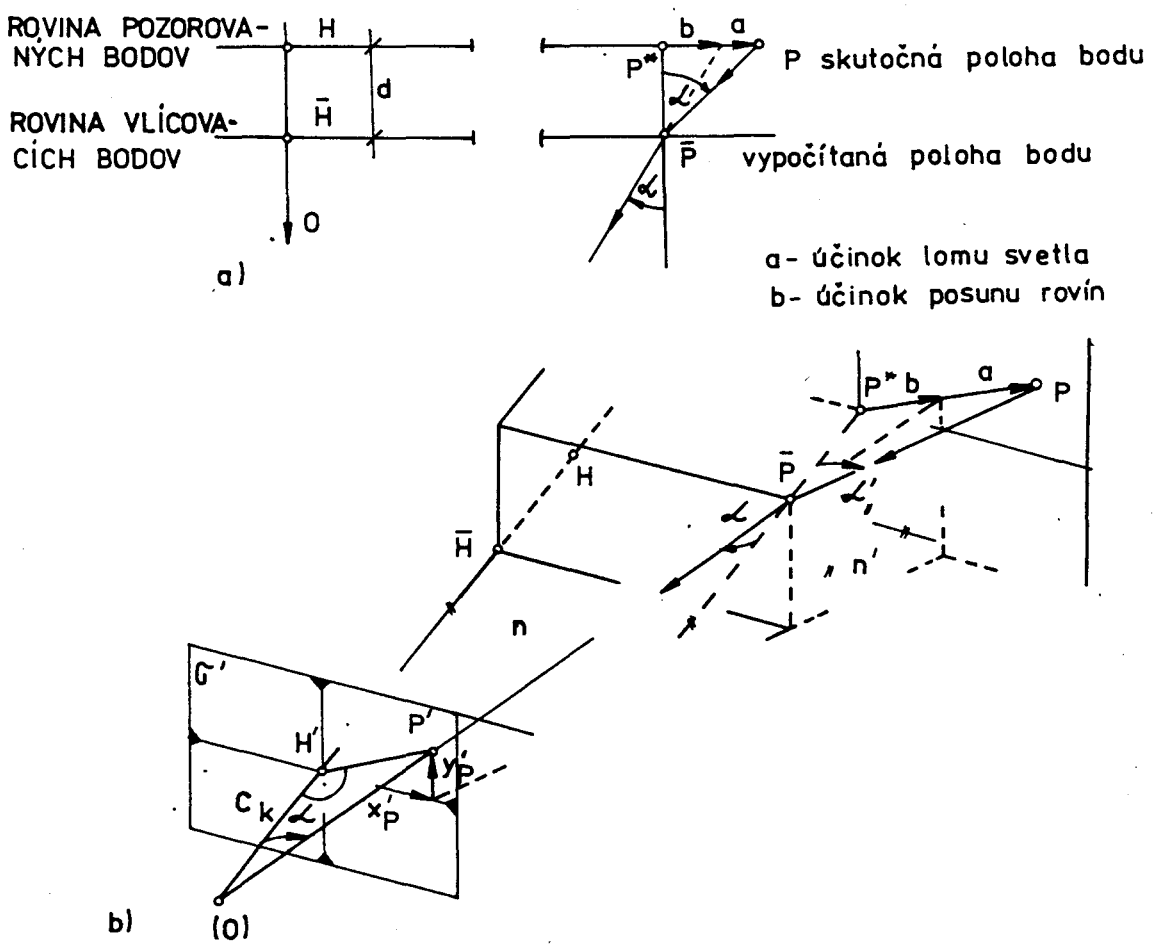
Obr. 1 Meranie základnice pretínania napred

rovnej polohe umiestnime rovnobežne so základnicou s_{AB}. Na stanoviskách A a B odmeriame uhol medzi najbližším dielikom stupnice a uhlom 300g, resp. 100g. Potom napr.

$$s_{AB} = a\,\mathrm{tg}\alpha + l - b\,\mathrm{tg}\beta. \qquad (2)$$

Rovnobežnosť nivelačnej laty so základnicou a jej vodorovnosť sa dá ľahko zaistiť s presnosťou 5 mm. Prevýšenie medzi ľavým a pravým stanoviskom odmeriame presnou niveláciou.

Pri vyhodnocovaní pretvorení prebiehajúcich v rovine, priestorové geodetické súradnice vlícovacích bodov transformujeme do roviny vlícovacích bodov tak, aby súradnice $x_i = 0$.



Obr. 2 Vplyv odľahlosti rovín pozorovaných a vlícovacích bodov a lomu svetla na polohu vyhodnocovaného bodu P

4. Posun polohy pozorovaných bodov účinkom lomu svetla na priehľadnej doske

Pretvorenia modelov vysokých železničných násypov, zárezov a tunelov sme merali v čelnej rovine priehľadného stojana. Vlícovacie body boli nalepené na prednej ploche priehľadnej dosky. Pozorované body, fixované v hmote modelu, ležali v rovine posunutej o hrúbku dosky. Na exaktnosť vyhodnotenia vtedy úhrnne vplýva odľahlosť roviny vlícovacích bodov a účinok lomu svetla na priehľadnej doske (obr. 2a, b).

Účinok obidvoch chýb môžeme považovať za zanedbateľný len po určitú hranicu nárokov na vyžadovanú presnosť vyhodnocovania relatívnych posunov. Pritom treba splniť požiadavky, že v priebehu zaťažovacieho experimentu stanovisko komory sa nebude významne meniť (5 mm) a smer snímkovania bude prakticky kolmý na čelnú stenu stojana (< 5°). Pri $y_F \leqq 2$ m, hrúbke prehľadnej dosky 5—8 mm a vektoroch posunov $|\vec{p}| \leqq 25$ mm nevznikne väčšia odchýlka od exaktného vyhodnotenia ako 0,1 mm.

Pri vyhodnocovaní absolútnych posunov pozorovaných bodov (napr. posun bodu v nadloží nad tunelovou rúrou vzľadom k bodu na tunelovej rúre atď.), treba počítať opravu z účinku lomu svetla v_P a s jej pomocou určiť skutočnú polohu pozorovaného bodu (obr. 2a, b).

Ak docielime prakticky kolmý smer snímkovania na rovinu stojana, ktoré je obvykle zvislá, uhol α blízky k vypočítanému zo smerového cosínusu vektorá $\vec{PO}$ vypočítame podľa obr. 2b

$$\alpha_P = \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{x_P'^2 + y_P'^2}}{c_k}. \tag{3}$$

Uhol α' vypočítame z rovnice:

$$\alpha' = \arcsin(n' \sin \alpha), \tag{4}$$

kde n' je index lomu priehľadnej dosky.

Opravu $v_P = a + b = d \operatorname{tg} \alpha'$ a smerník $\sigma_{H\bar{P}}$ použijeme na výpočet bodu P

$$y_P = y_{\bar{P}} + v_P \sin \sigma_{H\bar{P}} \quad x_P = x_{\bar{P}} + v_P \cos \sigma_{H\bar{P}}. \tag{5}$$

Vektory opráv sú orientované radiálne od obrazu hlavného snímkového bodu v predmetovej rovine, čo vyplýva z veľkosti indexov lomov $n' > n$.

Určenie indexu lomu n' priehľadnej dosky je fyzikálny problém, bežnými pomôckami nemerateľný. Dá sa určiť opačným postupom, a to z opakovaného vyhodnotenia bodového poľa neprekrytého priehľadnou doskou a za priehľadnou doskou. K rozdielu vektorov $\vec{HP}$ z

oboch meraní pridáme opravu $b = d\mathrm{tg}\alpha$ z odľahlosti roviny vlícovacích bodov a pozorovaných bodov.

Zo známej hrúbky dosky d a opravy v_P vypočítame α' a z rovnice (3) uhol α. Index lomu vypočítame z rovnice $n = \sin\alpha'/\sin\alpha$. Pri výpočte použijeme len vzdialené body od bodu H. Konštantu komory c_K a polohu hlavného snímkového bodu H' na meračskej snímke, ako aj jeho polohu v rovine vlícovacích bodov $\bar{H}$, vypočítame zo známych vzťahov analytickej fotogrametrie [5].

5. Experimentálne merania a ich presnosť

Oddelenie geodézie VŠDS sa už v minulosti, konštrukciou vlastných komôr [3], pokúšalo o rozvinutie analytickej fotogrametrie v experimentálnom výskume. Rozvoj metódy vtedy ustrnul na 20 rokov z dôvodov nerealizovateľnosti výpočtov vtedajšími našimi výpočtovými prostriedkami. Od roku 1984 vlastným programovým vybavením zaisťujeme modelové meranie pre tri katedry Stavebnej fakulty. Modelové merania zahrňujú tri oblasti:

- meranie priestorových pretvorení modelov kovových stavebných konštrukcií, ktoré sú etapovite podrobované statickej zaťažovacej skúške až za hranicu deštrukcie,
- meranie rovinných pretvorení častí mierkovo zmenšených dopravných objektov v stojane. Modelované boli vysoké železničné násypy, na ktorých sa skúmal účinok dopravného zaťaženia v podmienkach podkopaného územia. Násypy boli postavené na vodných vakoch, z ktorých sa etapovite a na rôznych miestach znižovala hladina vody. Dynamické účinky vlakovej dopravy boli simulované pulzátorom. Technológia výrubu tunelovej rúry na modele z ekvivalentného materiálu bola konfrontovaná prostredníctvom relatívnych a absolútnych posunov pozorovaných bodov;
- meranie posunov prvkov dopravných konštrukcií pri statickom a dynamickom zaťažení. Merali sme posuny prvkov koľajnice v podkladnici a veľkosť pretvorenia novej konštrukcie podložiek koľajnice pri dlhodobom dynamickom zaťažení. Všetky merania boli realizované v troch smeroch pôsobenia síl simulujúcich odstredivú silu nápravy kolesa v oblúku.

Počty etapových meraní boli v rozsahu 3 až 12. Počet pozorovaných bodov na niektorých modeloch bol väčší ako 100. U všetkých meraní koeficienty transformačných rovníc boli počítané s vyrovnaním MNŠ. Opravy po transformácii použijeme na charakteristiku presnosti metódy priamej lineárnej transformácie. Všetky experimentálne merania sa uskutočnili v laboratóriu a mali prakticky rovnaké podmienky.

Spĺňajúc podmienku o počte meraní $n > 25$ môžeme uviesť, že skutočné hodnoty základných stredných chýb súradníc, pri danej technológii merania, ak $y_P \leqq 2$ m ležia v intervale

$$0{,}03 \text{ mm} \leqq \bar{m}_y \leqq 0{,}07 \text{ mm},$$
$$0{,}10 \text{ mm} \leqq \bar{m}_x \leqq 0{,}27 \text{ mm},$$
$$0{,}03 \text{ mm} \leqq \bar{m}_z \leqq 0{,}05 \text{ mm}.$$

Pri rovinnom vyhodnotení

$y_P \leqq 3$ m, $y_P \leqq 2$ m,
$0{,}11 \text{ mm} \leqq \bar{m}_y \leqq 0{,}27 \text{ mm}$, $0{,}03 \text{ mm} \leqq \bar{m}_y \leqq 0{,}09 \text{ mm}$,
$0{,}18 \text{ mm} \leqq \bar{m}_x \leqq 0{,}38 \text{ mm}$, $0{,}01 \text{ mm} \leqq \bar{m}_x \leqq 0{,}07 \text{ mm}$.

6. Záver

Na VŠDS má meranie pretvorenia modelov metódou priamej lienárnej transformácie rutinný charakter. Presnosť merania priestorových a rovinných posunov spĺňa očakávanie a má dôveru používateľov. Metóda merania má kvalitatívne rezervy v presnosti merania snímkových súradníc výkonnejším komparátorom a v prechode od manuálneho zápisu meraných údajov k automatizovanému tak, aby merané údaje bolo možné priamo spracovať počítačom a vypočítané posuny zobraziť kresliacim zariadením.

LITERATÚRA:

[1] BITTERER, L.: Analytické fotogrametrické vyhodnotenie priestorových zmien dopravných objektov. [Výskumná správa III-2-4/03 Meranie deformácií vysokých železničných násypov a návrhy na zmenšenie deformácií.] Žilina 1985. 32 s.
[2] BITTERER, L.: Programové vybavenie metódy priamej lineárnej transformácie. In: Fotogrametria v inžinierskej praxi a výskume. Poprad 1986, s. 21—27.
[3] BITTERER, L.:NOVÁK, P.: Stereometrická komora pre blízku fotogrametriu. GaKO, 11, 1965, č. 9, s. 237—239.
[4] MERRIT, E.: Analytical photogrammetry (preklad do ruského jazyka). Moskva, IGL 1961.
[5] ŠÍMA, J.: Systém analytického fotogrammetrického vyhodnocení STEREO — VÚGTK a jeho aplikace. In: Sborník výzkumných prací. Svazek 9. Praha 1974, s. 101—117.

Do redakcie došlo: 12. 8. 1991

Lektoroval:
Ing. Jiří Šíma, CSc.,
Zeměměřický ústav,
Praha

PŘEDPLATNÉ ODBORNÉHO ČASOPISU GEODETICKÝ A KARTOGRAFICKÝ OBZOR V ČSFR I PRO ZAHRANIČÍ ZAJIŠŤUJE POŠTOVNÍ NOVINOVÁ SLUŽBA

ZE ZAHRANIČÍ

XX. Valné shromáždění Mezinárodní geodetické a geofyzikální unie (IUGG), Vídeň, srpen 1991

528 — IUUG Wien „1991"

Ve dnech 11.—24. srpna 1991 se konalo ve Vídni výroční, XX. Valné shromáždění Mezinárodní unie geodetické a geofyzikální (International Union of Geodesy and Geophysics — IUGG). Unie je tvořena sedmi asociacemi, z nichž je samozřejmě pro naše čtenáře nejdůležitější Mezinárodní geodetická asociace (International Association of Geodesy — IAG). Velné shromáždění bylo výroční z hlediska okrouhlosti jeho pořadového čísla, avšak mělo velký význam i pro další rozvoj mezinárodní spolupráce na podstatně reálnějším základě i rozvoj geodézie jako oboru, spadajícího do oblasti věd o Zemi. Podstatným prvkem, ovlivňujícím právě mezinárodní spolupráci byly zejména politické změny, které proběhly v Evropě mezi XIX. Valným shromážděním IUGG, pořádaným v roce 1987 ve Vancouveru (Kanada) a Valným shromážděním současným. Možnost volné výměny údajů i specialistů, prakticky neomezené možnosti společného nasazení moderních aparatur pro určování polohy a tíhového zrychlení při koordinovaných mezinárodních měřických kampaních, to všechno otevřelo novou kapitolu dějin geodézie ve světě a speciálně také v ČSFR, jako rovnoprávného člena mezinárodní odborné komunity. Význam Valného shromáždění pro geodézii jako obor pak spočíval zejména v tom, že nový teoretický výzkum i ověřování jeho poznatků na výsledcích globálních i regionálních pozorování otevírá další možnosti geodetického sledování dynamických vlastností zemského tělesa.

Tak jako obvykle, konala se na Valném shromáždění především řada unijních, mezioborových symposií, pokrývajících zájmy více než jedné ze zúčastněných asociací. Těchto symposií bylo celkem 15, přičemž IAG se podílela na náplni následujících:

U5 — Použití gravimetrie a kosmické techniky v geodynamice a dynamice oceánu;
U6 — Dynamika zemského nitra a zemská rotace;
U10 — Použití topografických datových bází pro geodynamickou predikci a interpretace;
U11 — Struktura pod okrajovými basény oceánů;
U13 — Změny hladiny moří: Určení a projevy;
U15 — Vliv prostředí na družicové dráhy a určování polohy.

Vedle těchto mezioborových symposií probíhala i řada symposií, pořádaných jednotlivými asociacemi, a orientovaných na jejich specifickou problematiku. Pokud jde o IAG byla to tato symposia:

G1 — Druhé společné symposium IAG a Pan-amerického ústavu pro geografii a historii;
G2 — Symposium o stálých družicových sítích pro geodézii a geodynamiku;
G3 — Určování tíhového pole Země pomocí kosmických a leteckých metod.

Dalšími významnými aktivitami byla separátní, nebo kombinovaná jednání jednotlivých z pěti sekcí IAG, kterými jsou:

Sekce I — Určování polohy
Sekce II — Progresivní kosmické metody;
Sekce III — Tíhové pole Země;
Sekce IV — Obecná teorie a metodologie;
Sekce V — Geodynamika.

V doplnění všech těchto odborných jednání, probíhala rovněž odborná i administrativní setkání jednotlivých komisí a speciálních studijních skupin, přiřazených podle svého odborného zaměření k odpovídající sekci.

S ohledem na nové možnosti, které se otevírají naší geodézii při mezinárodním využívání aparatur kosmické geodézie (zejména v současné době aparatury GPS — Global Positioning System) a při zapojování našich geodetických základů do mezinárodních systémů, mělo velký význam jednání komise IAG č. X. „Kontinentální sítě". Jednou z jejích součástí je podkomise EUREF (European Reference Frame), která již dříve nahradila svým trojrozměrným pojetím původní podkomisi Retrig (souborné vyrovnání trigonometrické sítě, v té době prakticky pouze na území tehdejší západní Evropy). Je velmi významné, že do dalších aktivit podkomise EUREF se zapojuje i ČSFR, a to několika vybranými body, které budou využity při vytváření společného evropského referenčního systému, sloužícího prozatím zejména pro vědecké účely. S ohledem na možnosti zapojení nivelačních sítí států bývalé východní Evropy do mezinárodního systému, byla rovněž oživena práce podkomise UELN (United European Levelling Net — Jednotná evropská nivelační síť). Po provedení nezbytných přímých měření na hraničních spojích se SRN a Rakouskem, bude provedeno nové souborné vyrovnání evropské nivelační sítě. Jeho výsledky umožní studovat vzájemné vztahy jednotlivých výškových systémů a dovolí zejména vědeckou spolupráci v tomto oboru, orientovanou mimo jiné i na výběr systému nejvhodnějšího. Z hlediska praxe však aplikace těchto změn potrvají ještě určitou dobu, a to zejména vzhledem k tomu, že není možno jednoduchým způsobem měnit současný systém a zejména pak soubory katalogů výšek apod. Kromě toho není v současné době ještě zcela vyjasněno, zda podkomise EUREF nepoloží základ pro jednotné evropské geodetické základy v trojrozměrném vyjádření, přičemž hlavním měřickým prostředkem budou aparatury kosmické geodézie (např. aparatury typu GPS apod.). Tento předpoklad se jeví jako reálný již proto, že celková koncepce moderních geodetických základů směřuje k definici bodu jeho třemi souřadnicemi včetně jejich časových změn. Toto pojetí již odpovídá současným trendům v geodynamice a spojuje aktivity sekcí I a V (ale i sekce II).

V souvislosti s prací podkomise EUREF a určování výšek, resp. převýšení aparaturami GPS s přesností, srovnatelnou s přesností současné pozemní nivelace, vyvstává i problém definice přesného geoidu. Pro řešení této problematiky v rámci Evropy byla při komisi č. XII (Geoid) vytvořena speciální podkomise, která pod patronací resortu ČÚGK uspořádá specializované symposium na jaře roku 1992 v Praze. Výsledky tohoto symposia budou mít značný význam zejména v návaznosti na zapojování ČSFR do mezinárodního evropského systému stanic GPS, a to jak v rámci EUREF, tak i mimo něj. Vedle spolupráce v rámci EUREF probíhají totiž i další práce na rozšíření projektu WEGENER (Working-Group of European Geo-scientists for the Establishment of Networks for Earth-science Research). Tento projekt, koncipovaný původně zejména pro oblast bývalých států západní Evropy, doznal z iniciativy NASA v průběhu roku 1991 značných změn a rozšíření. Ve své nynější podobě pokrývá nejen celou oblast Evropy ale i severní část Afriky a Blízkého východu. Do aktivit tohoto projektu, změněného v průběhu XX. Valného shromáždění IUGG na speciální komisi (WEGENER Project) je zapojena i ČSFR a předpokládá se, že výsledky společných měřických kampaní VLBI, laserovými přístroji a aparaturami GPS, budou také jedním ze zdrojů geodynamických analyz, plánovaných v rámci Komise pro recentní pohyby zemské kůry (Commission on Recent Crustal Movements — CRCM). Také při těchto studiích je znalost přesného průběhu geoidu prvořadým požadavkem.

Další aktivitou, orientovanou na využívání zejména aparatur GPS byl návrh IGS (International GPS Geodynamics Service, Mezinárodní GPS geodynamická služba), zpracovaný již před XX. Valným shromážděním IUGG tehdejším presidentem IAG, Prof. I. Muellerem (USA). Návrh představuje velkorysý projekt globálního systému permanentních stanic pozorování GPS. Výsledky permanentních pozorování by měly sloužit jednak ke zpřesňování drah družic, jednak však zpětně i k určování polohových změn mezi stanicemi, jejichž hodnoty by byly podkladem pro geodynamické studie včetně odhadu seismického rizika apod. Diskuse k tomuto projektu proto vyvolala živý zájem i ze strany jiných asociací a jeho provádění zařazeno do plánu dalších aktivit IAG. Do tohoto projektu je zařazena rovněž geodetická observatoř Pecný, jako jedna ze stanic celého globálního sledovacího systému.

Vedle založení speciální komise „WEGENER Project" byla v rámci sekce IV vybudována další důležitá speciální komise „Mathematical and Physical Foundations of Geodesy" (Matematické a fyzikální základy geodézie). Z celého souhrnu úkolů, postavených před tuto komisí vyplývá, že její práce bude orientována na vytváření vhodného a nutného teoretického zázemí pro další rozoj geodézie jako jednoho z oborů věd o Zemi. Z dalších, nově vytvořených speciálních komisí je nutno

jmenovat komisi „Fundamental Constants" (Základní konstanty) a „Marine Geodesy" (Námořní geodézie). I když je území ČSFR uvnitř kontinentu, bude zajímavé dodat, že posledně jmenovaná komise si mimo jiné vytyčuje za cíl také měření na dně oceánů. Jedním z výsledků by měly být i geodynamické údaje pořizované dosud na povrchu souší tak, aby odpovídajícími výsledky byla postupně pokryta celá planeta.

V rámci Valného shromáždění byla uspořádána rovněž rozsáhlá výstava moderní techniky (z oboru geodézie např. Fallerův absolutní gravimetr, nový přijímač GPS firmy Wild atd.), i výsledků práce některých národních institucí a universit. Na výstavě byla svými prodejními stánky zastoupena i některá světová vědecká nakladatelství jako Springer Verlag (oficiální vydavatelství IAG), Elsevier, Pergamon Press apod. S ohledem na to, že se do Vídně sjelo značné množství specialistů z různých oborů, bylo tohoto setkání využito i k uspořádání administrativních porad redakčních skupin, jako Manuscripta Geodaetica, Bulletin Geodésique, Journal of Geodynamics apod. Rovněž se konalo celodenní zasedání tzv. ICSU (International Council of Scientific Unions) Panel on World Data Centres (WDC), do jehož systému je jako specializované WDC-C zařazeno i ICRCM (International Center on Recent Crustal Movements), pracující v rámci VÚGTK.

Na závěrečném zasedání zasedání IAG, na kterém byla rekapitulována celková aktivita IAG na shromáždění i její projekty do budoucna, přednesl rovněž svou přednášku nový laureát Bomfordovy ceny S. Okubo z Japonska. Tato cena je určena mladým vědeckým pracovníkům (limit do 36 let) za významné práce v oboru geodetického výzkumu a je udělována na každém valném shromáždění.

Každé Valné shromáždění IUGG je spojeno i s volbami nových funkcionářů unie i jednotlivých asociací, neboť president IUGG a presidenti asociací (včetně presidentů sekcí IAG) mohou svou funkci zastávat pouze jedno volební období (4 roky), sekretáři sekcí a presidenti komisí dvě volební období. I když funkce v IUGG ani v IAG nemají administrativní charakter a představují spíše ocenění předchozích výsledků vědecké práce každého zvoleného, řadí se volby do administrativní části zasedání. Pro nové funkční období 1991—1995 tak byli zvoleni:

H. MORITZ (Rakousko) jako president IUGG

a dále pak v rámci IAG:

W. TORGE (SRN) — President,
K.-P. SCHWARZ (Kanada) — 1. vice-president,
J. Y. CHEN (Čína) — 2. vice-president,
C. BOUCHER (Francie) — Generální sekretář IAG,
P. WILLIS (Francie) — pomocný sekretář,
M. PRILEPIN (Rusko) — president Sekce I,
F. BRUNNER (Austrálie) — sekretář,
K. PODER (Dánsko) — sekretář,
C. REIGBER (SRN) — president Sekce II,
R. RUMMEL (Nizozemí) — sekretář,
B. SCHUTZ (USA) — sekretář,
H. G. WENZEL (SRN) — president Sekce III,
R. FORSBERG (Dánsko) — sekretář,
I. MARSON (Itálie) — sekretář,
H. SÜNKEL (Rakousko) — sekretář,
F. SANSÓ (Itálie) — president Sekce IV,
P. HOLOTA (ČSFR) — sekretář,
P. TEUNISSEN (Nizozemí) — sekretář,
J. DICKEY (USA) — president Sekce V,
M. FEISSEL (Francie) — sekretář,
H. HSU (Čína) — sekretář,
T. TANAKA (Japonsko) — sekretář.

Jako presidenti jednotlivých komisí byli zvoleni:

Komise III (Gravimetrie) — I. MARSON (Itálie)
Komise V (Zemské slapy) — H. HSU (Čína),
Komise VII (Recentní pohyby) — T. TANAKA (Japonsko),
Komise VIII (Koordinace kosmické techniky v geodézii a geodynamice) — B. SCHUTZ (USA),
Komise IX (Výchova) — R. LANGLEY (Kanada),
Komise X (Kontinentální sítě) — K. PODER (Dánsko),
Komise XI (Geodézie v Africe) — M. CHARFI (Tunis),
Komise XII (Geoid) — H. SÜNKEL (Rakousko),

Jako presidenti speciálních komisí pak:

Matematické a fyzikální základy geodézie — E. GRAFAREND (SRN),

Historie Geodézie — J. WEIGHTMAN (Vel. Británie),
Základní konstanty — M. BURŠA (ČSFR),
Aplikace geodézie v inženýrství — K. LINKWITZ (SRN),
Námořní geodézie — M. KUMAR (USA),
WEGENER Project — P. WILSON (SRN).

Je samozřejmé, že uvedené informace jsou jen malou částí výsledků jednání Valného shromáždění IUGG jako celku i speciálně její jedné z asociací, tj. IAG. Každá z asociací při tom měla svoje zasedání v různcýh historických budovách centra Vídně, a hlavním střediskem mezioborových jednání byla proto centrální budova IUGG, umístěná v Messepalatz, kde probíhaly rovněž výstavy a meziasociační symposia. Vzhledem k podstatně jednodušším podmínkám pro cestování do zahraničí bylo možno ve spolupráci s kolegy z Bratislavy zabezpečit do blízké Vídně relativně početnou delegaci ČSFR. To se jistě projeví i v budoucím větším zapojení našich specialistů v mezinárodní spolupráci v IAG. Z Valného shromáždění byly dovezeny různé písemné materiály, jako sborníky abstraktů referátů, národní zprávy členských zemí IAG a také některé výtisky jednotlivých, na jednáních přednesených referátů. Všechny tyto podklady jsou zájemcům o podrobnější informace k dispozici v ODIS VÚGTK nebo knihovně ICRCM v budově VÚGTK ve Zdibech. Sborníky plného znění referátů jednotlivých symposií budou vydány v průběhu roku, avšak budou pro nás pravděpodobně méně cenově dostupné.

Ing. Pavel Vyskočil, CSc.,
Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický,
Zdiby

Z PŘÍSTROJOVÉ TECHNIKY

Digitální nivelační přístroj Wild NA 3000

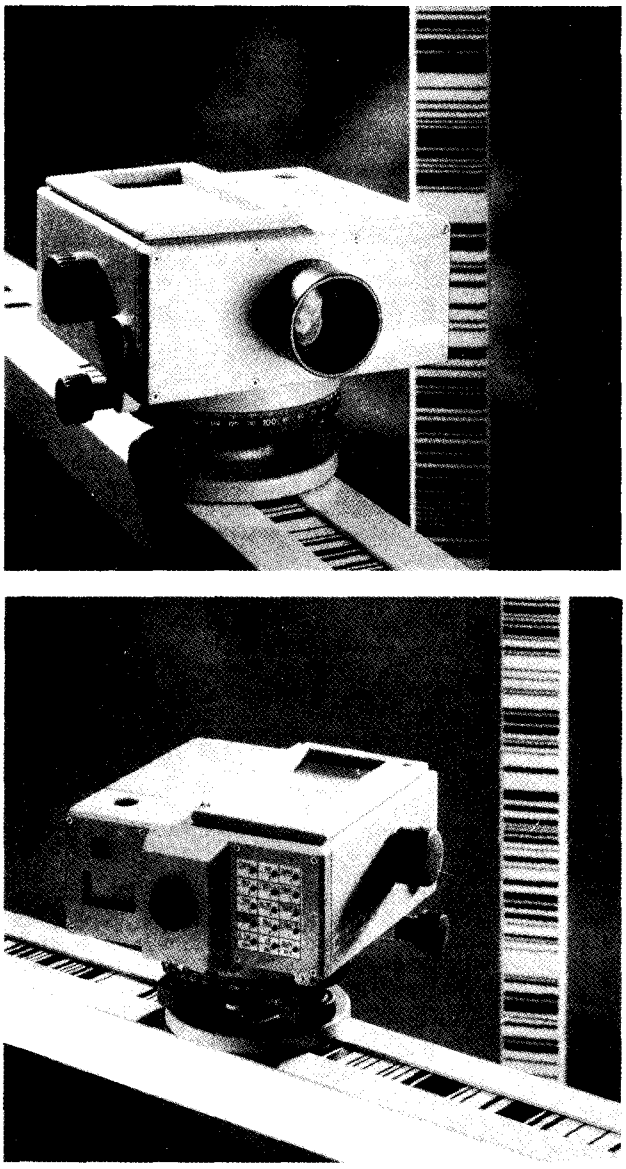
528.541 NA3000

Tato informace navazuje na článek „Elektronická nivelace" z GaKO č. 8/1990 a článek „Digitální nivelační přístroj NA 2000 a jeho zkoušky" v GaKO č. 5/1991.

Wild NA 3000 (obr. 1) je přesný digitální kompenzátorový nivelační přístroj s automatickým snímáním čtení na lati na 5 desetinných míst, t. j. na setiny milimetru, a délek záměr na centimetry. Jeho přesnost je 0,4 mm na 1 km dvojí nivelace při záměrách do 60 m na invarové latě, opatřené čarovým kódem. Celé měření trvá max. 4 s (v závislosti na podmínkách měření). Všechny naměřené a současně vypočtené výšky lze registrovat do zásuvného REC-modulu, který má kapacitu 64 kB, popř. do registračního zařízení GRE4 či přímo do počítače. Zabudované programy umožňují jednotlivá měření, měření pořadové nivelace s možností bočních záměr a vytyčování výškových bodů, rektifikaci záměrné přímky ap. Klávesnice je barevně rozlišená, snadno ovladatelná jen s drobnými změnami proti NA 2000. Navíc lze provádět jednotlivá měření pro rozměření délek záměr. Nové možnosti poskytuje při vytyčování, kdy lze v kanceláři z počítače nahrát do REC-modulu čísla a výšky vytyčovaných bodů a při práci venku se pak jen vyvolá příslušné číslo bodu a po změření jeho výšky je na displeji rozdíl výšek pro vytyčení.

Některé základní technické údaje:

Střední chyby (1 km dvojí nivelace)
elektronické měření 0,4 mm na GPCL3 (invarová lať)
1,2 mm na GKNL4 (skládací lať)
optické měření 2,0 mm (jen na GKNL4)



Obr. 1

Dosah	
elektronické měření	1,8 m až 60 m na GPCL3
	1,8 m až 100 m na GKNL4
optické měření	0,6 m až (jen na GKNL4)
Přesnost měření délek	
elektronické měření	1 – 5 cm
optické měření	0,2 – 0,5 m (jen na GKNL4)
Kompenzátor	kyvadlový s elektronickou kontrolou
rozsah náklonu	±12′
přesnost urovnání	±0,4″
Hmotnost přístroje	2,5 kg včetně baterie a REC-modulu

Závěrem lze říci, že nový digitální nivelační přístroj Wild NA 3000 lze použít i pro VPN, pro přesná měření v inženýrské geodézii, přesné vytyčování, měření deformací, kontrolní měření ve strojírenství ap. se všemi již dříve uvedenými přednostmi jako úspora zapisovatele, minimalizace požadavků na měřiče, bezchybnost zaregistrovaných hodnot, možnost použití různých programů a zrychlení prací v terénu až o 50 %.

Ing. Marie Kuldová, CSc.,
FSv ČVUT v Praze

Programovatelný teodolit Wild T 1610/TC 1610

(528.521 + 528.53): 621.3

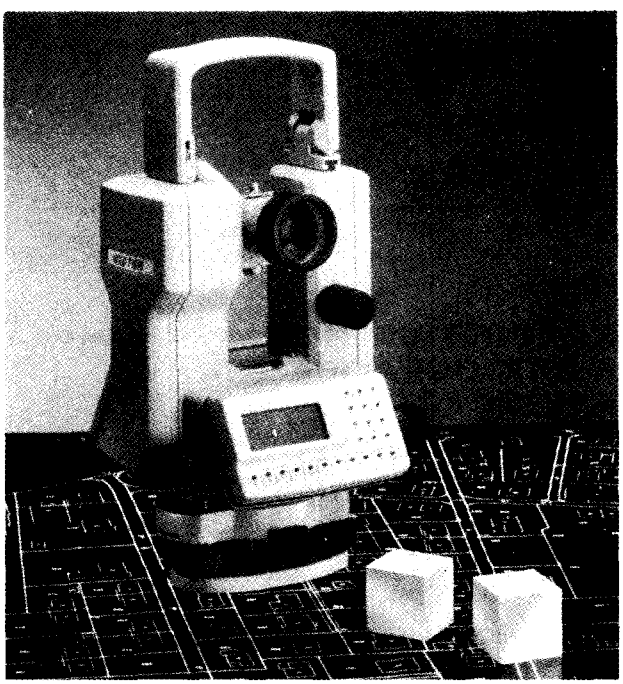
Tento přístroj rozšiřuje řadu již vyráběného typu T 1600 o další možnosti, jako přímé programování či alfanumerické vstupy a výstupy. Vyrábí se ve dvou verzích, jako teodolit T 1610 (obr. 1) nebo jako univerzální stanice TC 1610 (obr. 2). Přesnost měření úhlů je 0,5 mgon. Automaticky se zavádí opravy kolimační a indexové chyby, resp. zakřivení a střední refrakce. Teodolit T 1610 lze elektronicky propojit s libovolným dálkoměrem fy Wild, a to DI 1001 (přesnost 5 mm + 5 ppm, dosah na 1 hranol za normálních podmínek 800–900 m, max. dosah za dobrých podmínek 1,3 km), DI 1600 (3 mm + 2 ppm, 2,5 km, 7 km), DI 2002 (1 mm + 1 ppm, 2,5 km, 7 km) a DI 3000 (3—5 mm + 1 ppm, 6 km, 14 km) či DIOR 3002. Univerzální stanice TC 1610 má zabudován dálkoměr o přesnosti 2 mm + 2 ppm s dosahem jako DI 1600 či DI 2002.

K registrování naměřených hodnot slouží zásuvný REC-modul s kapacitou 64 kB (asi 2000 měřických bloků), resp. registrační zařízení GRE 4 či přímo počítač. Oproti předchozím typům má T 1610 větší klávesnici (v obou polohách) s 12 numerickými a 11 funkčními tlačítky, umožňujícími vkládat i alfanumerické údaje. Displej má 4 řádky po 16 znacích.

K dispozici jsou zdarma programy, označované u typu T 1600 jako COGO-funkce, např. vkládání souřadnic, orientace vodorovného kruhu, přechodné stanovisko, přenášení výšek, vytyčování ze souřadnic, oměrné míry ap. Zatímco COGO-funkce v T 1600 jsou standardní programy bez možnosti úprav či zásahu do nich, lze průběh programů v T 1610 podle potřeb měření přetvářet, programy lze vymazat z paměti teodolitu nebo naopak nahrát programy nové, což umožňuje velká kapacita paměti pro software. T 1610 navíc poskytuje možnost sestavit a nahrát vlastní programy a výhodné je, že lze vkládání a zobrazování definovat v libovolné řeči.

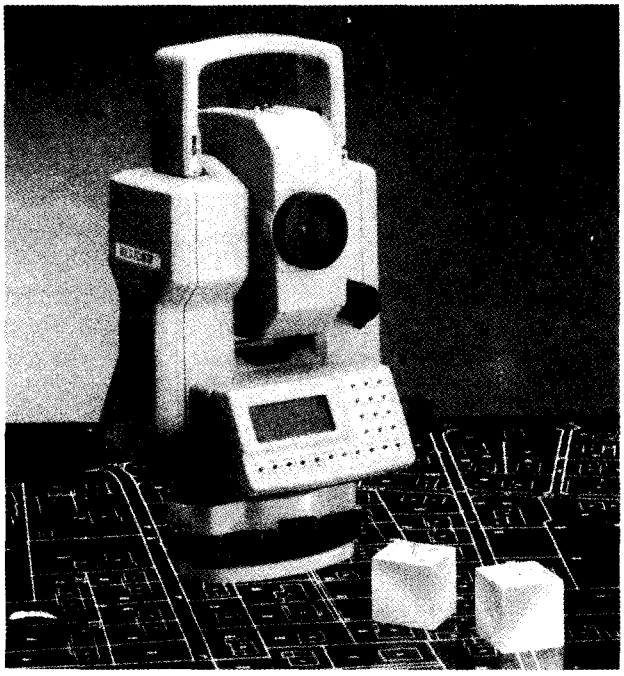
Základní technické údaje:

Úhlové měření	
střední chyba	0,5 mgon (1,5″)
jednotky	400 gon, 360° setin., 360° šedes., 640 mil
doba uskutečnění měření	0,1 – 0,3 s



Obr. 1

Délkové měření (u TC 1610)	
střední chyba	
normální měření	2 mm + 2 ppm, doba měření 4 s
opakované měření	2 mm + 2 ppm, doba měření 3 s
tracking	5 mm + 2 ppm, doba měření 1—2 s



Obr. 2

rozsah vkládání konstant	
ppm (násobná k.)	− 999 až + 999 ppm
mm (součtová k.)	− 999,9 až + 999,9 mm
Rozsah teplot	
při měření	− 20 °C až + 50°C
pro uskladnění	− 40 °C až + 70 °C
Hmotnost	
T 1610	5,0 kg (bez trojnožky a baterie)
TC 1610	5,6 kg (bez trojnožky a baterie)
zásuvná baterie	0,2 kg
trojnožka	0,9 kg

Ing. Marie Kuldová, CSc., FSv ČVUT v Praze

Z GEODETICKÉHO A KARTOGRAFICKÉHO KALENDÁŘE

1462 — před 530 roky se narodil **Erhard Etzlaub** (1462—1532), norimberský kartograf, výrobce kompasů a jiných cestovních pomůcek. V roce 1500 vydal pro potřebu poutníků do Věčného města mapu se zobrazením Čech a Moravy.
1522 — před 470 lety zemřel **Mikuláš Klaudyán**, lékař a bratrský tiskař v Mladé Boleslavi, autor nejstarší mapy Čech z roku 1518.
1552 — před 440 roky zemřel **Sebastian Münster** (1489—1552), basilejský kosmograf a profesor hebrejštiny. Jeho zásluhou se dostala zmenšená kopie Klaudyánovy mapy Čech z roku 1518 do vydání Ptolemaiovy Geografie (1545) a roku 1550 o ni doplnil vydání své Kosmografie.
1562 — před 430 lety se narodil **Simeon Podolský z Podolí**. Jako královský zeměměřič a měřič desek zemských zobrazil dosti velké části Čech a zhotovil plán Starého a Nového Města pražského. Zemřel roku 1617.
1592 — před 400 lety se narodil **Jan Amos Komenský** (1592—1670), poslední biskup Jednoty bratrské. Svými spisy se zapsal i do oboru kosmografie, zeměměřictví a kartografie. Znamenitým kartografickým dílem je jeho mapa Moravy.
1512 — před 480 lety se narodil **Gerhard Mercator**, vl. jménem Kremer (1512—1594), nizozemský kartograf. Má zásluhu na správné lokalizaci mapy Čech ve svém souboru 15 map Evropy vydaném roku 1554. Pro ten účel převzal Klaudyánovu mapu z Münsterovy Kosmografie. Pro sbírky map zvolil název „atlas" a označení se používá dodnes.
1642 — před 350 roky zemřel **Galileo Galilei** (1564—1642). V roce 1604 sestrojil dalekohled, který se též nazývá holandský. Rok poté již se zdokonaleným dalekohledem prováděl četná astronomická pozorování. Podal dynamické odůvodnění heliocentrické soustavy.
1692 — před 300 roky zemřel francouzský astronom **Melchisédech Thévenot** (nar. asi 1620 v Paříži). Kolem roku 1660 vynalezl trubicovou libelu a popsal ji roku 1661 v dopise Vivianimu. Započal tak vývoj nivelačních strojů a zařízení pro horizontaci geodetických přístrojů.
1692 — před 300 roky zemřel celní revizor **Johann Stich**, který pořídil mapu celní organizace v Čechách. Mapa z roku 1676 podrobně zobrazuje české hranice, pohraniční cesty a stezky, hory, lesy, vodní toky a na 460 výběrčích stanic.
1752 — před 240 roky německý astronom Johann Tobias Mayer (1723—1762) popsal a zavedl **měření horizontálních úhlů násobením** (repetici).
1772 — před 220 roky se narodil **Georg Reichenbach** (1772—1826), německý optik a mechanik. V letech 1796—1801 sestrojil dělící stroj.
1842 — před 150 roky se narodil **Josef Wünsch** (1842—1907), český cestovatel po Arménii a Kurdistánu. Na svých cestách pořídil mapu pramenů východního Tygridu (1883) a jezera Göllčik a i části jiných toků.
1882 — před 110 lety zemřel **Alois Vojtěch Šembera** (1807—1882), který vydal jako první podrobnější mapu Moravy s velmi cenným národnostním a národopisným obsahem. Mapa byla vyryta do mědi roku 1850, ale k pořízení 500 otisků došlo až po mnohaletých opravách a doplňcích.
1902 — před 90 lety zemřel **Emil Holub** (1847—1902), lékař, přírodopisec a africký cestovatel. Při pobytu v Africe pořídil mimo jiné mapu Viktoriiných vodopádů (1875) a mapy dlouhého úseku řeky Zambezi.
1862 — před 130 lety se narodil **Václav Láska** (1862—1943), český geodet, geofyzik, astronom a matematik. Přispěl k vývoji moderní seizmiky a fotogrammetrie. Vědecky zasáhl do meteorologie, zeměpisu a kartografie. Byl prvním ředitelem Státního geofyzikálního ústavu založeného v roce 1920.

PREHĽAD ČASOPISOV

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie, 1991, č. 4

Withalm, H.: Správny a sieťový informačný systém krajinského hlavného mesta Salzburg, s. 179—199.
Meier, S.: Informačne orientovaná filtrácia rovinných kriviek, s. 200—211.
Figdor, H.—Roch, K. H.—Scheidegger, A. E.: Geofyzikálne a geodetické prieskumy na svahovom zosuve vo flyši, s. 212—220.

Zeitschrift für Vermessungswesen, 1991, č. 4

Lassen, H.: Miestne a časové variácie strednej vody morského dmutia v juhovýchodnom Severnom mori, s. 149—155.
Perchermeier, G.—Weinhold, M.: Automatizovaný pozemkovoknižný a parcelno-protokolárny postup v Bavorsku, s. 155—170.
Zenkov, Z.: K aplikácii spektrálnej analýzy pri prieskume zosuvov, s. 171—176.
Zepf, E.: Viedecky priestor má šancu na prežitie, s. 177—186.

Zeitschrift für Vermessungswesen, 1991, č. 5

Platen, H. J.: Verejné vvymeriavanie pred pozadím nemeckého zjednotenia, s. 197—201.
Meier, S.: Stochastické procesy na kružnici. Časť I: Vlastnosti procesu, Gaussov a Raleighov proces, s. 201—207.
Stark, A.—Bungarten, L.: Počítačový literárny informačný systém Katedry pre pôdny poriadok a rozvoj krajiny na Technickej univerzite v Mníchove, s. 207—220.
Torge, W.—Denker, H.: K rozvoju modelovania geoidu v Európe, s. 220—230.
Wolf, H.—Kampmann, G.: Kolokácia s Lp — normou pomocou rozkladu Choleského, s. 230—236.

Zeitschrift für Vermessungswesen, 1991, č. 6

Steinert, K. G.—Witschas, G.: Príspevok Schmidtovej zrkadlovej astrometrie k planetárnej geodézii, s. 241—247.
Kobryn, A.: Všeobecné prechodnicové oblúky na výpočet gradientov v dopravnom cestnom staviteľstve, s. 248—265.
Xu, P.: Kolokácia podľa najmenších štvorcov s nekorektnými apriórnymi informáciami, s. 266—273.

Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik/ Mensuration, Photogrammétrie, Génie rural, 1991, č. 4

Fingerhuth, C.: Veda a komplexnosť: Komplexnosť vo výstavbe miest, s. 139—143.
Marbach, U.: Zonálny plán a identita obce, s. 144—150.

Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik/ Mensuration, Photogrammétrie, Génie rural, 1991, č. 5

Jeanneret, A.—Benes, B.: Jedno storočie meliorácií v kantóne Neuchâtel, s. 196—202.
Simonin, P.: Desať rokov meliorácií v kantóne Jura, s. 203—210.

Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik/ Mensuration, Photogrammétrie, Génie rural, 1991, č. 6

Smehil, G.: Rozdelená priestorová banka údajov v meste Zürich
1. časť: Zámer, koncept a stav projektu „Inžiniersky systém údajov vymeriavania a závodného katastra", s. 283—288.
Meier, W.—Golay, F.—Schoeneich, H.—Seiler, Ch.: Prepojenia medzi meraniami a aplikácie DAO, s. 293—297.
Wild, U.—Beutler, G.: Deterministické a stochastické modely ionosféry, s. 298—302.
Vischer, D.: Rímska odvodňovacia štôlňa vo Švajčiarsku? s. 303—309.

Geodezija i kartografija, č. 3/91

Jakutskému leteckogeodetickému podniku je 50 let
Výročí kolektivu, s. 1—2.
Bočarov, G. V.: Těžká, ale slavná cesta, s. 2—6.
Čuprina, Je. P.: Technický potenciál podniku, s. 6—10.
Jurin, V. I.: Pracovní cesta expedicí, s. 10—11.
Veteráni podniku s. 11—15.

GEODÉZIE
Bogdanov, B. G.: Analýza spolehlivosti zajištění Státních geodetických sítí v Jakutsku, s. 15—19.
Ijevlev, V. K.: Kontrola stabilnosti opravy (konstanty) světelného dálkoměru z měření kombinované sítě, s. 19—21.
Kabackij, G. I.: Nivelace I. a II. třídy přes vodní překážky, s. 21—25.
Dijev, V. A.: Zkušenosti z použití přenosného hydrostatického přístroje ve stisněných podmínkách, s. 25—27.
Koz'min, B. M.: Geodetická měření — neodmyslitelná součást geodynamických výzkumů a prognózování zemětřesení, s. 27—30.
Bočarov, C. V.—Zamarajev, N. N.: Geodetická měření na geodynamických polygonech Jižního Jakutska, s. 30—34.
Zamarajev, N. N.: Metody hodnocení posunů bodů na geodynamických polygonech, s. 35—37.
Verevočkin, V. N.: Zkušenosti ze zpracování stereodvojic s významným působením prvků vnitřní orientace, s. 37—39.
Semak, I. N.: Automatizovaný registrační systém „Onega-2": nestandardní fotogrammetrické úlohy, s. 39—42.
Semak, I. N.: Zpřesňování polohy arktických ostrovů s využitím kosmických snímků, s. 42—43.
Štejnbrener, A. F.: Zjišťování pyrogenních poruch na základě materiálů kosmického mapování, s. 43—48.
Carjuk, D. G.: Organizace tematického mapování, s. 48—51.
Zamarajeva, G. S.: Automatizace zpracování materiálů z měření sedání budov a staveb, s. 51—53.
Logoza, R. M.: Motorový deltaplan jako dopravní prostředek, s. 53—55.
Korovin, V. A.: K historii mapování Jakutska, s. 55—59.
Tajurskaja, Je. D.: Podnikové muzeum, s. 59—60.

Geodezija i kartografija, č. 4/91

Berk, V. I.: GEODEZIZDAT — druhá narození, s. 1—2.
Ivanov, Ju. A.: Rezervy v odvětvové výrobě přístrojů, s. 2—5.
Magus'kin, B. F.: Zhodnocení zpřesněné metody nejmenších čtverců v jednorozměrném případě, s. 6—7.
Rodin, I. I.: Výzkum metody spřažených gradientů při vyrovnávání AGS, s. 7—12.
Lazarev, V. M.: Rozdělení průměrů při dvou měřeních, s. 12—14.
Pachuta, St.—Ščurek, Ja. (Polsko): Krakowinské vzorce pro výpočet Gauss-Krügerových souřadnic bodů na území SSSR, s. 14—17.
Šechovcov, G. A.: Určení optimálního programu pozorování, s. 17—20.
Sočnev, V. I.: Určení místa křížení osy projektovaného plynovodu s liniovou stavbou v terénu, s. 20—21.
Gerasimenko, M. D.—Šaroglazova, G. A.: Zpracování geodetických sítí na geodynamických polygonech, s. 22—25.
Guk, A. P.—Širokovo, T. A.—Chajmbjurger, O.: Některé aspekty tvorby automatizovaných systémů fototriangulace v reálném čase, s. 25—29.
Komkov, A. M.: Kartografie na IX. sjezdu Geodetické společnosti SSSR, s. 29—33.
Semenov, V. I.: Současná kartografie: Zaměření, struktura a úkoly, s. 33—37.
Michalevič, D. S.—Knjažickaja, O. I.: Domácí tuš pro umělohmotné kreslicí materiály, s. 37—40.
Berljant, A. M.—Musin, O. R.: Geoinformatika a kartografie, s. 40—44.
Serbenjuk, S. N.—Košeľ, S. M.—Musin, O. R.: Programový balík MAG pro tvorbu digitálních modelů geopolí, s. 44—46.
Išanov, M. Ch.—Gajazova, A. K.—Žežerun, A. S.: Zhodnocení ekonomické efektivnosti komplexní inventarizace a mapování přírodních zdrojů, s. 47—50.
Chrenov, D. C.: K otázce spolehlivosti výpočtu ploch zemědělských pozemků, s. 51—52.
Kučinskij, Ju. I.—Chmelevskoj, S. I.: Využíváme osobní počítač, s. 52—54.
Vinogradov, B. V.: Problémy monitorování životního prostředí, s. 54—57.
Tumanov, A. A.: Vštěpovat zájem o profesi, s. 57—58.
Juzefovič, A. P.: Nové zahraniční publikace o gravimetrii, s. 58—60.

Przegląd Geodezyjny, č. 6/91

Z historie geodézie
Lesniok, H.: Záchrana od zapomínání, s. 2.
Klopocinski, W.: Katastr budov a jeho několikanásobný přínos k hospodaření měst, s. 3—4.
Gedymin, W.—Iwanickij, J.—Trautsolt, S.—Wasielewska, B.: Analýza číselných metod scelování pozemků, Část 1., s. 4—7.
Cymerman, R.: Scelování pozemků a přetváření krajiny ve vesnických oblastech, s. 8—11.
Wisla, S.: Námořní navigační mapy, s. 11—14.
Janusz, J.: Poznatky z prací v „Zátoce", s. 14—17.
VZPOMÍNKY GEODETA „Sibiřana"
Dawidziuk, S.: Prostřednictvím zrcadla vzpomínek, Deportace 1940—1946, s. 19—20.
Olenderek, H.: Výzkum stavu a změn lesních pozemků geodetickými metodami, s. 21—24.