

GEODETIKÝ a KARTOGRAFIKÝ



**Český úřad zeměměřický a katastrální
Úrad geodézie, kartografie a katastra
Slovenskej republiky**

2/06

Praha, únor 2006
Roč. 52 (94) ● Číslo 2 ● str. 21–40
Cena Kč 14,-
Sk 27,-

GEODETICKÝ A KARTOGRAFICKÝ OBZOR

odborný a vědecký časopis Českého úřadu zeměměřického a katastrálního a Úřadu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky

Redakce:

Ing. Stanislav Olejník – vedoucí redaktor

Ing. Ján Vanko – zástupce vedoucího redaktora

Petr Mach – technický redaktor

Redakční rada:

Ing. Juraj Kadlic, PhD. (předseda), **Ing. Jiří Černohorský** (místopředseda), **Ing. Svatava Dokoupilová**, **Ing. Dušan Fičor**,
doc. Ing. Pavel Hánek, CSc., **prof. Ing. Ján Hefty, PhD.**, **Ing. Štefan Lukáč**, **Ing. Zdenka Roulová**

Vydává Český úřad zeměměřický a katastrální a Úřad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky v nakladatelství Vesmír, spol. s r. o., Na Florenci 3, 111 21 Praha 1, tel. 00420 234 612 395. Redakce a inzerce: Zeměměřický úřad, Pod sídlištěm 9, 182 11 Praha 8, tel. 00420 286 840 435, 00420 284 041 656, fax 00420 284 041 416, e-mail: stanislav.olejnik@atlas.cz a VÚGK, Chlumeckého 4, 826 62 Bratislava, telefon 004212 20 81 61 75, fax 004212 43 29 20 28. Sází VIVAS, a. s., Sazečská 8, 108 25 Praha 10, tiskne Serifa, Jinonická 80, Praha 5.

Vychází dvanáctkrát ročně.

Distribuci předplatitelům (a jiným) distributorům v České republice, Slovenské republice i zahraničí zajišťuje nakladatelství Vesmír, spol. s r. o. Objednávky zasílejte na adresu Vesmír, spol. s r. o., Na Florenci 3, POB 423, 111 21 Praha 1, tel. 00420 234 612 394 (administrativa), další telefon 00420 234 612 395, fax 00420 234 612 396, e-mail vanek@msu.cas.cz, e-mail administrativa: vorackova@msu.cas.cz, nebo imlaufova@msu.cas.cz. Dále rozšiřují společnosti holdingu PNS, a. s., včetně předplatného, tel. zelená linka 800 17 11 81. Podávání novinových zásilek povoleno: Českou poštou, s. p., odštěpný závod Přeprava, čj. 467/97, ze dne 31. 1. 1997. Do Slovenskej republiky dovážá MAGNET – PRESS SLOVAKIA, s. r. o., Šustekova 10, 851 04 Bratislava 5, tel. 004212 67 20 19 31 až 33, fax 004212 67 20 19 10, další čísla 67 20 19 20, 67 20 19 30, e-mail: magnet@press.sk. Předplatné rozšiřuje Slovenská pošta, a. s., Účelové stredisko predplatiteľských služieb tlače, Námestie slobody 27, 810 05 Bratislava 15, tel. 004212 54 41 99 12, fax 004212 54 41 99 06. Ročné predplatné 324,- Sk vrátane poštovného a balného.

Toto číslo vyšlo v únoru 2006, do sazby v lednu 2006, do tisku 20. února 2006. Otisk povolen jen s udáním pramene a zachováním autorských práv.

© Vesmír, spol. s r. o., 2006

ISSN 0016-7096
Ev. č. MK ČR E 3093

**Přehled obsahu
Geodetického a kartografického obzoru
včetně abstraktů hlavních článků
je uveřejněn na internetové adrese
www.cuzk.cz**

Obsah

	Dipl.-Ing. Matthias Fuhrland, Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Möser
	Zařízení Argus TAT pro měření kanalizací totálními stanicemi 33
	LITERÁRNÍ RUBRIKA 37
	ZPRÁVY ZE ŠKOL 38
	OSOBNÉ SPRÁVY 40
	NEKROLÓGY 3. str. obálky
Dr. Ing. Zdeněk Skořepa	
Podobnostní a shodnostní transformace souřadnic v rovině 21	
Ing. Markéta Pokorná	
Mapování mořského dna v oblasti Porkupinské pánve 25	

Podobnostní a shodnostní transformace souřadnic v rovině

Dr. Ing. Zdeněk Skořepa,
katedra geodézie a pozemkových úprav
Fakulty stavební ČVUT v Praze

528.063.1

Abstrakt

Konformní transformace rovinných souřadnic odvozená z polynomické funkce komplexní proměnné. Konstanty transformačních rovnic podobnostní transformace (Helmertovy) odvozené z ortogonálního průmětu vektoru daných souřadnic na podprostor generovaný příslušnou maticí. Odvození konstant transformačních rovnic shodnostní transformace z rovnic oprav v kterých je zaveden parametr (úhel otočení) a jejich řešení metodou nejmenších čtverců.

Homothetic and Congruent Transformation of the Coordinates in the Plane

Summary

Conform transformation of the plane coordinates derived from the polynomial function of complex variable. Constants of the equations of homothetic transformation (Helmert's transformation) derived from orthogonal projection of the vector of coordinates on subspace generated by corresponding matrix. The deriving of constants of the equations of congruent transformation from observation equations where the parametr (orientation angle) is implemented and their solution using least squares method.

1. Úvod

Podobnostní a shodnostní transformace souřadnic v rovině je konformní. Konformní transformace libovolného stupně se snadno odvodí z polynomické funkce komplexní proměnné s komplexními koeficienty – viz [5]. Uvažujme polynomickou funkci $f(z)$ komplexní proměnné s komplexními koeficienty

$$f(z) = \sum_0^s (a_s + ib_s) (x + iy)^s = (a_0 + ib_0) + (a_1 + ib_1) (x + iy) + (a_2 + ib_2) (x + iy)^2 + \dots = a_0 + a_1x - b_1y + a_2(x^2 - y^2) - 2b_2xy + i(b_0 + b_1x + a_1y + 2a_2xy + b_2(x^2 - y^2)) + \dots$$

Funkce přiřazuje číslu $z = x + iy$ právě jedno komplexní číslo $f(z) = X(x, y) + i Y(x, y) = X + i Y$, kde reálná část funkce f je

$$X = a_0 + a_1x - b_1y + a_2(x^2 - y^2) - 2b_2xy + \dots$$

a imaginární část je

$$Y = b_0 + b_1x + a_1y + 2a_2xy + b_2(x^2 - y^2) + \dots \quad (1)$$

Rovnice (1) obsahují $(2s + 2)$ neznámých koeficientů $a_0, b_0, a_1, b_1, a_2, b_2, \dots$, které se určí vyrovnáním metodou nejmenších čtverců – viz [2]. V tomto článku nás dále zajímá případ, kdy $s = 1$, pak dostaneme z (1) rovnice podobnostní transformace složené z posunutí, otočení a délkového modulu, kde s ohledem na další symboliku je $a_0 = X_0, a_1 = q \cos \omega, b_0 = Y_0, b_1 = q \sin \omega$ (je-li délkový modul $q = 1$, jedná se o shodnostní transformaci).

Poznámka. Má-li funkce f derivaci (v našem případě všude v rovině $f'(z) = \frac{\partial X}{\partial x} + i \frac{\partial Y}{\partial x}$, je holomorfní. Pro funkci f je podle [1] splněna nutná i postačující podmínka pro její derivaci:

- funkce X a Y dvou reálných proměnných mají totální diferenciál,
- nadto musí derivace funkce X a Y vyhovovat tzv. Cauchyovým-Riemannovým podmínkám

$$\frac{\partial X}{\partial x} = \frac{\partial Y}{\partial y}, \quad \frac{\partial X}{\partial y} = -\frac{\partial Y}{\partial x}.$$

Protože funkce f je prostá a holomorfní, potom zobrazení dané funkce f je podle [1] konformní zobrazení (zachovává velikost úhlů) souřadnicového systému x, y do systému XY .

2. Helmertova transformace v kostce

V této části článku se omezíme pouze na odhad neznámých konstant transformačních rovnic rovinné podobnostní transformace (kvaziprůměrné hodnoty), který budeme dále potřebovat. V rovině jsou dány dvě stejně orientované kartézské soustavy rovinných souřadnic XY (cílová soustava I) a xy (soustava II). Transformaci souřadnic definujeme jako přechod od kartézské soustavy souřadnic (II) k jiné kartézské soustavě souřadnic (I). Tento přechod lze provést jedním posunutím, jedním otočením a zavedením délkového modulu.

Výsledné transformační rovnice rovinné transformace podle (1) jsou

$$\begin{aligned} X &= X_0 + \lambda_1 x - \lambda_2 y, \lambda_1 = q \cos \omega, \\ Y &= Y_0 + \lambda_1 y + \lambda_2 x, \lambda_2 = q \sin \omega, \end{aligned} \quad (2)$$

ω je orientovaný úhel (úhel otočení), směrnik osy $+x$ soustavy II v soustavě I (první rameno je určeno rovnoběžkou s osou $+X$),

$q = \frac{s^I}{s^{II}}$ je délkový modul (měřítko transformace) – poměr délky spojnice dvou bodů odpovídající jejím souřadnicím v soustavě I a délky odpovídající souřadnicím v soustavě II; hodnota $(q - 1)$ v ppm (parts per milion) představuje rozdíl délky spojnice dvou bodů v soustavě I a II na jeden kilometr.

Z rovnic (2) vyplývají vztahy: $q = \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2^2} = \frac{s^I}{s^{II}}$,

$$\omega = \arctg \frac{\lambda_2}{\lambda_1} \quad (= \sigma_{AB}^I - \sigma_{AB}^{II} \dots \text{rozdíl směrniků}).$$

K jednoznačnému určení konstant transformačních rovnic $X_0, Y_0, \lambda_1, \lambda_2$ je potřeba znát souřadnice dvou identických bodů. Identický bod je dán souřadnicemi v obou soustavách souřadnic.

Podobnostní transformace při nadbytečném počtu identických bodů ($n > 2$) umožňuje řešit transformaci souřadnic vyrovnáním metodou nejmenších čtverců (poprvé použil tento postup F. R. Helmert). Vyrovnané hodnoty konstant transformačních rovnic se určí tak, aby součet čtverců vzdáleností p_i ($i = 1, \dots, n$) v soustavě I mezi identickými body danými (X, Y) a transformovanými (\bar{X}, \bar{Y}) byl minimální, tedy jinými slovy dojde k maximálnímu přiblížení obou poloh. Souřadnice x, y v soustavě II považujeme za nenáhodné veličiny a rozdíly v měření při určování souřadnic v obou soustavách přičteme pouze na úkor souřadnic v soustavě I.

Kritérium (metody nejmenších čtverců) má tvar

$$\Sigma(v_x^2 + v_y^2) = \Sigma pp = \min, \quad p_i = \sqrt{v_{x_i}^2 + v_{y_i}^2},$$

kde

$v_x = \bar{X} - X$ a $v_y = \bar{Y} - Y$ jsou souřadnicové rozdíly po transformaci (opravy), vyjadřují rozdíl tvaru transformačního obrazce daného geometrií souřadnic v původní a transformované poloze identických bodů.

p_i je zbytková polohová chyba po transformaci.

Souřadnice $\bar{X}_1, \bar{Y}_1, \dots, \bar{X}_n, \bar{Y}_n$ identických bodů v soustavě I jsou vypočteny z transformačních rovnic, kam za konstanty jsou dosazeny jejich bezchybné hodnoty. Celkem dostaneme $2n$ transformačních rovnic (2) v maticovém tvaru

$$\begin{aligned} \bar{\mathbf{X}} &= \mathbf{A} \mathbf{x} \\ &= (\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3, \mathbf{a}_4) (X_0, Y_0, \lambda_1, \lambda_2)^T = X_0 \mathbf{a}_1 + Y_0 \mathbf{a}_2 + \lambda_1 \mathbf{a}_3 + \lambda_2 \mathbf{a}_4, \end{aligned} \quad (3)$$

$$\mathbf{X}_{2n,1} = \begin{pmatrix} \bar{X}_1 \\ \vdots \\ \bar{X}_n \\ \bar{Y}_1 \\ \vdots \\ \bar{Y}_n \end{pmatrix}, \quad \mathbf{A}_{2n,4} = \begin{pmatrix} 1, & 0, & x_1, & -y_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1, & 0, & x_n, & -y_n \\ 0, & 1, & y_1, & x_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0, & 1, & y_n, & x_n \end{pmatrix}, \quad \mathbf{x}_{4,1} = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ \lambda_1 \\ \lambda_2 \end{pmatrix},$$

$\mathbf{a}_i \in \mathbf{R}^4$ jsou vektory vytvořené ze sloupců matice \mathbf{A} ($i = 1, \dots, 4$). Skupina vektorů $\mathbf{a}_1, \dots, \mathbf{a}_4$ je lineárně nezávislá (hodnota matice \mathbf{A} je $h(\mathbf{A}) = 4$).

Protože je $\bar{\mathbf{X}} \in M(\mathbf{A})$, potom za odhad vektoru $\bar{\mathbf{X}}$ se použije vektor \mathbf{X} z prostoru $M(\mathbf{A})$. Prvky vektoru \mathbf{X} jsou transformované souřadnice identických bodů; geometrie těchto souřadnic společně s geometrií souřadnic v soustavě II vytváří podobnost a odpovídající velikosti úhlů jsou zachovány. Vektorový podprostor $M(\mathbf{A})$ prostoru \mathbf{R}^{2n} je vytvořen množinou všech lineárních kombinací sloupcových vektorů matice \mathbf{A} . Matice \mathbf{A} , která generuje vektorový podprostor, je na obr. 1 znázorněna jako rovina, která obsahuje nulový vektor (vektorový podprostor je opět vektorový prostor, který podle axiomů obsahuje nulový prvek).

Helmertův způsob odvození neznámých konstant transformačních rovnic, je-li k dispozici nadbytečný počet identických bodů, vychází z vyrovnání zprostředkujících měření. V souladu s metodou nejmenších čtverců se hledá ortogonální průmět vektoru daných („měřených“) souřadnic \mathbf{X} na podprostor $M(\mathbf{A})$; matice vah měření je v této úloze jednotková. Pro vektor transformovaných souřadnic $\bar{\mathbf{X}}$ platí rozklad (viz obr. 1)

$$\bar{\mathbf{X}} = \mathbf{A} \bar{\mathbf{x}} (= \mathbf{X} + \mathbf{v}), \quad (4)$$

kde $\bar{\mathbf{x}} = (\bar{X}_0, \bar{Y}_0, \bar{\lambda}_1, \bar{\lambda}_2)^T$ je odhad konstant transformačních rovnic.

Vektor oprav $\mathbf{v} \perp M(\mathbf{A})$ daných souřadnic je promítacím vektorem vektoru \mathbf{X} na podprostor $M(\mathbf{A})$.

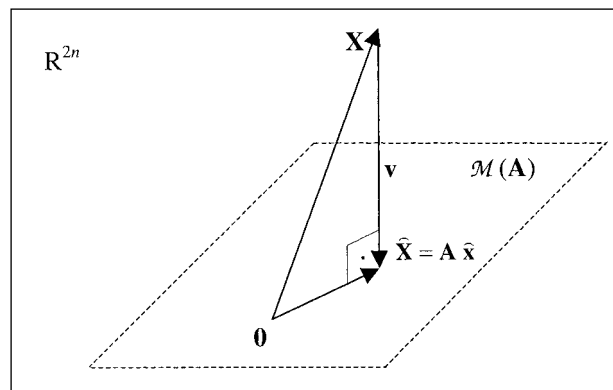
Sloupce matice \mathbf{A} jsou podle předpokladu lineárně nezávislé a tvoří bázi prostoru $M(\mathbf{A})$. Platí

$$\bar{\mathbf{X}} = \bar{X}_0 \mathbf{a}_1 + \dots + \bar{\lambda}_2 \mathbf{a}_4, \bar{\mathbf{X}} \in M(\mathbf{A}), \quad (5)$$

kde koeficienty lineární kombinace (hledané neznámé) vektorů báze se určí následujícím způsobem.

Z podmínky $\mathbf{v} \perp M(\mathbf{A})$ plyne vztah pro skalární součin

$$(\mathbf{a}_i, \mathbf{v}) = 0, \quad i = 1, \dots, 4.$$



Obr. 1 Ortogonální průmět vektoru měření na vektorový podprostor (vyrovnání zprostředkujících měření)

Soustava rovnic oprav – viz (4)

$$\mathbf{v} = \bar{\mathbf{X}} - \mathbf{X} = \mathbf{A} \bar{\mathbf{x}} - \mathbf{X} = \bar{\lambda}_0 \mathbf{a}_1 + \dots + \bar{\lambda}_2 \mathbf{a}_4 - \mathbf{X}$$

se násobí skalárně vektorem \mathbf{a}_i ($i = 1, \dots, 4$) a po úpravě dostaneme soustavu čtyř lineárních rovnic (normální rovnice) pro neznámé konstanty transformačních rovnic

$$(\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_i) \bar{X}_0 + \dots + (\mathbf{a}_4, \mathbf{a}_i) \bar{\lambda}_2 = (\mathbf{a}_i, \mathbf{X}), \quad i = 1, \dots, 4,$$

v maticovém tvaru $(\mathbf{A}^T \mathbf{A}) \bar{\mathbf{x}} = \mathbf{A}^T \mathbf{X}$.

K výpočtu inverzní matice soustavy normálních rovnic se použije známý postup, který spočívá v rozdělení matice na čtyři submatice podle [4]. Podrobný výpočet je uveden v [6]. Odtud je

$$\mathbf{A}^T \mathbf{A} = \begin{pmatrix} n & 0 & \Sigma x & -\Sigma y \\ 0 & n & \Sigma y & \Sigma x \\ \Sigma x & \Sigma y & \Sigma(x^2 + y^2) & 0 \\ -\Sigma y & \Sigma x & 0 & \Sigma(x^2 + y^2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathbf{P} & \mathbf{Q} \\ \mathbf{Q}^T & \mathbf{S} \end{pmatrix}, \quad \mathbf{A}^T \mathbf{X} = \begin{pmatrix} \Sigma X \\ \Sigma Y \\ \Sigma(Xx + Yy) \\ \Sigma(Yx - Xy) \end{pmatrix}$$

Výsledný odhad konstant transformačních rovnic je

$$\bar{\mathbf{x}} = \begin{pmatrix} \mathbf{P} & \mathbf{Q} \\ \mathbf{Q}^T & \mathbf{S} \end{pmatrix}^{-1} \mathbf{A}^T \mathbf{X} = \begin{pmatrix} \bar{X}_0 \\ \bar{Y}_0 \\ \bar{\lambda}_1 \\ \bar{\lambda}_2 \end{pmatrix} = \frac{1}{n \Sigma r^2} \begin{pmatrix} \Sigma(x^2 + y^2) & 0 & -n x_T & n y_T \\ 0 & \Sigma(x^2 + y^2) & -n y_T & -n x_T \\ -n x_T & -n y_T & n & 0 \\ n y_T & -n x_T & 0 & n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Sigma X \\ \Sigma Y \\ \Sigma(Xx + Yy) \\ \Sigma(Yx - Xy) \end{pmatrix} \quad (6)$$

kde

$$x_T = \frac{1}{n} \Sigma x, \quad y_T = \frac{1}{n} \Sigma y;$$

souřadnice označené symbolem T jsou souřadnice těžiště (v příslušné soustavě souřadnic) transformačního obrazce daného geometrií souřadnic identických bodů

$r_i = \sqrt{(x_i - x_T)^2 + (y_i - y_T)^2}$ je vzdálenost identického bodu od těžiště.

Poznámka: Jestliže budeme transformovat souřadnice x_T, y_T a do transformačních rovnic se dosadí za konstanty odhad (6), potom se čtenář po jednoduchých úpravách přesvědčí, že pro transformované souřadnice platí: $\bar{X}_T = \bar{X}_0 + \bar{\lambda}_1 x_T - \bar{\lambda}_2 y_T$ ($= X_T$), $\bar{Y}_T = \bar{Y}_0 + \bar{\lambda}_1 y_T + \bar{\lambda}_2 x_T$ ($= Y_T$) a odtud je $\bar{X}_0 = \bar{X}_T - \bar{\lambda}_1 x_T + \bar{\lambda}_2 y_T$, analogicky $\bar{Y}_0 = \bar{Y}_T - \bar{\lambda}_1 y_T - \bar{\lambda}_2 x_T$; modifikovaný tvar transformačních rovnic (2) je $X = \bar{X}_T + \bar{\lambda}_1 (x - x_T) - \bar{\lambda}_2 (y - y_T)$, $Y = \bar{Y}_T + \bar{\lambda}_1 (y - y_T) + \bar{\lambda}_2 (x - x_T)$. Souřadnice těžiště se transformací nezmění (je to obecně jediný bod, který se v původní i transformační poloze vždy ztožní).

3. Shodnostní transformace

Cílem tohoto odstavce je odvodit konstanty transformačních rovnic shodnostní transformace (je složena z posunutí a otočení, délkový modu $q = 1$) z nadbytečného počtu identických bodů vyrovnaním metodou nejmenších čtverců. Princip odvození uvedený dále v článku je jiný než v práci [7], která se zabývá stejným problémem.

Předpokládejme, že prozatím neznámý úhel otočení ω v transformačních rovnicích má funkci parametru (označení úhlu otočení stejným písmenem řecké abecedy jako u podobnostní transformace není, jak dále uvidíme, náhodné). Matice \mathbf{A} se rozdělí na dvě submatice stejného typu ($2n, 2$).

Rovnice oprav s parametrem vyjádřené maticovou rovnicí mají tvar

$$\mathbf{w} = \mathbf{A}_1 \bar{\mathbf{x}}_1 - (\mathbf{X} - \mathbf{A}_2 \bar{\mathbf{x}}_2), \quad (7)$$

kde

$$\mathbf{A}_{2n,4} = (\mathbf{A}_1, \mathbf{A}_2) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & x_1 & -y_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & 0 & x_n & -y_n \\ 0 & 1 & y_1 & x_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 1 & y_n & x_n \end{pmatrix}, \quad \bar{\mathbf{x}}_{4,1} = \begin{pmatrix} \bar{\mathbf{x}}_1 \\ \bar{\mathbf{x}}_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{X}_0 \\ \bar{Y}_0 \\ \cos \omega \\ \sin \omega \end{pmatrix}$$

Vektor $\bar{\mathbf{x}}_1$ v (7) je neznámý (odhadovaný), složky vektoru $\bar{\mathbf{x}}_2$ tvoří prvky ortonormální matice \mathbf{R} rovinné rotace (popisuje transformaci souřadnic otočením, $\mathbf{R} = (r_{ij})$, $(r_{ii}) = \cos \omega$ a $r_{ji} = -r_{ij} = \sin \omega$, $i, j = 1, 2$ $i \neq j$).

Splněním kritéria $\mathbf{w}^T \mathbf{w} = \Sigma (w_x^2 + w_y^2) = \min$ můžeme vektor $\bar{\mathbf{x}}_1$ psát ve tvaru $\bar{\mathbf{x}}_1 = (\mathbf{A}_1^T \mathbf{A})^{-1} \mathbf{A}_1^T (\mathbf{X} - \mathbf{A}_2 \bar{\mathbf{x}}_2)$. Odtud je

$$\bar{\mathbf{x}}_1 = \begin{pmatrix} \bar{X}_0 \\ \bar{Y}_0 \end{pmatrix} = \frac{1}{n} \begin{pmatrix} \Sigma(X - (x \cos \omega - y \sin \omega)) \\ \Sigma(Y - (y \cos \omega - x \sin \omega)) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_T - x_T \cos \omega + y_T \sin \omega \\ Y_T - y_T \cos \omega - x_T \sin \omega \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Pro transformaci vyjadřují souřadnicové rozdíly (opravy) w_x, w_y , stejně jako u podobnostní transformace, rozdíl tvaru transformačního obrazce daného geometrií souřadnic identických bodů v transformované a původní poloze. Výpočet podle (7), kam se dosadí z (8), dostaneme opravy ve tvaru

$$\begin{aligned} w_{x1} &= (x_1 - x_T) \cos \omega - (y_1 - y_T) \sin \omega - (X_1 - X_T), \dots, \\ w_{xn} &= (x_n - x_T) \cos \omega - (y_n - y_T) \sin \omega - (X_n - X_T), \\ w_{y1} &= (y_1 - y_T) \cos \omega + (x_1 - x_T) \sin \omega - (Y_1 - Y_T), \dots, \\ w_{yn} &= (y_n - y_T) \cos \omega + (x_n - x_T) \sin \omega - (Y_n - Y_T). \end{aligned}$$

Výsledný součet jejich čtverců je

$$\begin{aligned} \Sigma w &= \Sigma((x - x_T)^2 + (y - y_T)^2 + \Sigma((X - X_T)^2 + (Y - Y_T)^2) - \\ &\quad - 2(\Sigma((x - x_T)(X - X_T) + (y - y_T)(Y - Y_T))) \cos \omega + \\ &\quad + 2(\Sigma((y - y_T)(X - X_T) - (x - x_T)(Y - Y_T))) \sin \omega. \end{aligned} \quad (9)$$

Veličina (9) je závislá na hodnotě parametru ω (úhlu otočení). Hodnota parametru se určí tak, aby bylo splněno kritérium nejmenších čtverců.

Řešení: 1. krok

$$\frac{d}{d\omega} \Sigma w = A \sin \omega - B \cos \omega = 0,$$

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{B}{A} = \frac{\Sigma(Yx - Xy) - x_1 \Sigma Y + y_T \Sigma X}{\Sigma(Xx - Yy) - x_T \Sigma X + y_T \Sigma Y}, \quad (10)$$

kde

$$\begin{aligned} A &= \Sigma((x - x_T)(X - X_T) + (y - y_T)(Y - Y_T)) = \Sigma(Xx + Yy) - \\ &\quad - x_T \Sigma X - y_T \Sigma Y, \\ B &= \Sigma((x - x_T)(Y - Y_T) - (y - y_T)(X - X_T)) = \Sigma(Yx - Xy) - \\ &\quad - x_T \Sigma Y + y_T \Sigma X. \end{aligned}$$

Porovnáme-li nyní vzorec (10) a odhad (6), zjistíme, že platí $\operatorname{tg} \omega = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$. Závěr: Úhel otočení ω je pro podobnostní i shodnostní transformaci stejný. Transformační rovnice uvedené na konci poznámky zůstávají tedy v platnosti i pro shodnostní transformaci, kam se dosadí $q = 1$.

2. krok

$$\frac{d^2}{d\omega^2} \sum w w = A \cos \omega + B \sin \omega = z.$$

Protože je $\operatorname{tg} \omega = \frac{B}{A}$ (viz 10)) položí se $\sin \omega = \frac{B}{z}$, $\cos \omega = \frac{A}{z}$.

Veličina z se určí z identity $\sin^2 \omega + \cos^2 \omega = 1$. Dostaneme $z^2 = A^2 + B^2$ ($z > 0$) a (9) má pro úhel otočení vypočtený podle (10) lokální minimum.

Mezi opravami souřadnic podobnostní a shodnostní transformace platí vztahy

$$w_x = \frac{1}{q} v_x + \frac{1-q}{q} (X - X_T), \quad w_y = \frac{1}{q} v_y + \frac{1-q}{q} (Y - Y_T).$$

4. Příklad

Při polární metodě se počítá orientace osnovy měřených směrů na bodě, jehož souřadnice jsou známé. Kromě směrů měřených na určované body se měří i směry na body o známých souřadnicích. Ze směrníků σ a měřených směrů ψ na k daných bodů se vypočte k -krát orientační úhel $o (= \sigma - \psi \dots$ směrník počátku osnovy měřených směrů a jeho aritmetický průměr \bar{o} se přičte k měřeným směrům. Tímto postupem se osnova měřených směrů otočí o orientační úhel \bar{o} do směru rovnoběžného s osou $+X$ souřadnicového systému S-JTSK. Získali jsme jednak orientované směry (směrníky) $\alpha = \bar{o} + \psi$ na určované body a jednak na dané body, které se liší od připojovacích směrníků δ o malé hodnoty. Uvedený postup je v praxi běžný.

K orientaci osnovy měřených směrů nám poslouží i transformace souřadnic (pouze otočením) řešená vyrovnáním. Poloha $k (>1)$ daných bodů (identické body) se popíše na jednotkové kružnici souřadnicemi $(\cos \sigma, \sin \sigma)$ v soustavě I (velikost úhlů σ se počítá od osy $+X$) a $(\cos \psi, \sin \psi)$ v soustavě II (velikost úhlů ψ se měří od osy $+x$, která směřuje k zvolenému počátku osnovy směrů). Maticový zápis rovnic oprav je $\mathbf{v} = \mathbf{A}_2 \mathbf{x} - \mathbf{X}$, kde

$$\mathbf{A}_2 = \begin{pmatrix} \cos \psi_1 & -\sin \psi_1 \\ \vdots & \vdots \\ \cos \psi_k & -\sin \psi_k \\ \sin \psi_1 & \cos \psi_1 \\ \vdots & \vdots \\ \sin \psi_k & \cos \psi_k \end{pmatrix}, \quad \mathbf{X}_{2k,1} = \begin{pmatrix} \cos \sigma_1 \\ \vdots \\ \cos \sigma_k \\ \sin \sigma_1 \\ \vdots \\ \sin \sigma_k \end{pmatrix}, \quad \mathbf{x}_{2,1} = \begin{pmatrix} q \cos \bar{o} \\ q \sin \bar{o} \end{pmatrix}, \quad \text{úhel otočení } \omega = \bar{o}.$$

Řešením je vektor $\bar{\mathbf{x}} = (\mathbf{A}_2^T \mathbf{A}_2)^{-1} \mathbf{A}_2^T \mathbf{X} = \frac{1}{k} \begin{pmatrix} \sum \cos(\sigma - \psi) \\ \sum \sin(\sigma - \psi) \end{pmatrix}$,

$$\mathbf{A}_2^T \mathbf{A}_2 = k\mathbf{I}, \quad \mathbf{A}_2^T \mathbf{X} = \begin{pmatrix} \sum \cos(\sigma - \psi) \\ \sum \sin(\sigma - \psi) \end{pmatrix};$$

\mathbf{I} je jednotková matice druhého řádu.

Tab 1

Bod	Měřený směr ψ [gon]	Směrník σ [gon]	Orientační úhel $o = \psi - \sigma$
1	66,6932	172,0124	105,3192
2	143,1868	248,5013	105,3145
3	248,8751	354,1914	105,3163
4	266,0521	371,3651	105,3130
5	333,8484	39,1647	105,3163

Orientační úhel: $\bar{o} = 105,31586$ gon ... aritmetický průměr,
 $\bar{o} = 105,31586$ gon ... transformace.
 $q = 0,99999999946773$,
 $r = 0,0000326272$.

Odhad úhlu otočení obou soustav souřadnic (orientačního úhlu) je $\bar{o} = \operatorname{arctg} \frac{\sum \sin(\sigma - \psi)}{\sum \cos(\sigma - \psi)}$.

Hodnota $q^2 = \left(\frac{\sum \cos(\sigma - \psi)}{k} \right)^2 + \left(\frac{\sum \sin(\sigma - \psi)}{k} \right)^2$, ($q \approx 1$)

vyplývá z podobnostní transformace. Pro $k = 1$ (v osnově směrů je měřeno pouze na jeden souřadnicově daný bod) nebo jestliže jsou všechny rozdíly $\sigma - \psi (= o)$ soustředěny do jediného bodu, je $q = 1$ (shodnostní transformace). Veličina $r = \sqrt{1 - q^2}$ vyjadřuje podle [3] stupeň rozptýlení úhlů $(\sigma - \psi)$ - viz tab. 1.

Opravy souřadnic jsou $v_x = q \cos(\psi + \bar{o}) - \cos \sigma = q \cos \alpha - \cos \sigma$, $v_y = q \sin(\psi + \bar{o}) - \sin \sigma$, $\sum v v = k(1 + q^2) - 2q \sum \cos(\sigma - \alpha) \approx 0$. Transformované souřadnice $(q \cos(\psi + \bar{o}), q \sin(\psi + \bar{o}))$ popisují body na kružnici o poloměru q a využijí se pro výpočet souřadnicových rozdílů, respektive souřadnic určovaných bodů.

Příspěvek byl vypracován v rámci Výzkumného záměru MSM 6840770004, Geoinformační technologie – optimalizace metod sběru, využití a prezentace geodat v zeměměřičkém, krajinném a městském inženýrství.

LITERATURA:

- [1] BUDÍNSKÝ, B.-CHARVÁT, J.: Matematika II. Praha, SNTL 1990.
- [2] PICK, M.: K otázce transformací trigonometrických sítí. Geodetický a kartografický obzor, 38 (80), 1992, č. 9.
- [3] RAO, C. R.: Lineární metody statistické indukce a jejich aplikace. Praha, Academia 1978.
- [4] SCHMIDTMAYER, J.: Maticový počet a jeho užití v technice. Praha, SNTL 1974.
- [5] SKOŘEPA, Z.-DUŠEK, R.: Řešení konformního zobrazení České republiky pomocí programu Matlab. Geodetický a kartografický obzor, 43 (85), 1997, č. 6.
- [6] SKOŘEPA, Z.: Geodézie 4. Praha, ČVUT 2005.
- [7] SOUKUP, L.: Shodnostní Helmertova transformace. <http://slon/vyuka/LS/gde4/prednasky.php>. Studijní materiál.

Do redakce došlo: 29. 11. 2005

Lektoroval:
Ing. Radek Dušek, Ph.D.,
PřF Ostravské univerzity v Ostravě

Mapování mořského dna v oblasti Porkupinské pánve

Ing. Markéta Pokorná,
doktorandka katedry vyšší geodézie FSv ČVUT v Praze

528.475(24)

Abstrakt

Jedním z posledních objevů ve světových oceánech jsou karbonátové hůrky na severovýchodě Atlantického oceánu. Výzkumná loď *Polarstern* a mořský robot *Victor 6000* byly mj. také zapojeny do průzkumu těchto oblastí. Během expedice *ARK XIX/3a*, 16.–19. června 2003, byla dvěma sonarovými systémy získána batymetrická a mikrobatymetrická data z oblastí provincie *Pelagia*, na severu *Porkupinské pánve*, západně od *Irska* a z nich vytvořeny digitální modely terénu, které byly dále porovnány pomocí rastrových diferencí a korelací.

Survey of Sea Bottom in the Area of Porcupine Bank

Summary

One of the latest discoveries in the world oceans there are carbonate structures in the North-East Atlantic. In the frame - works of several European projects, research vessel *Polarstern* and underwater robot *Victor 6000* were engaged to explore these areas. The data described in this paper were collected during the expedition *ARK XIX/3a* between 16–19th June 2003. Bathymetric and microbathymetric data in parts of the *Pelagia* mound province, located on the northern *Porcupine Bank*, west of *Ireland*, were measured with two multibeam sonar systems at different distances from the bottom. The compared models come from a *Kongsberg Simrad EM 2000* multibeam sonar system and an *Atlas Elektronik Hydrosweep DS-2* multibeam sonar system. One illustrative area (*HM2*) was selected for this publication. After necessary corrections of the data, *Digital Terrain Models* were created and compared with the help of grid differences and correlations of the depth measurements.

1. Úvod

Irský pobřežní výzkum se stal intenzivnějším v několika posledních letech. Od července roku 2002 byla v oblasti kontinentálního šelfu naměřena batymetrická data na rozloze 400 000 km². Účelem programu „Irský národní průzkum mořského dna“ je využití irského mořského teritoria ke komerčním účelům a také prosazení efektivní ochrany mořského prostředí. Geughegan [4] píše o ohromném mapovacím projektu, který nebyl uskutečněn ještě nikde na světě. Mapováno bylo sonary i fotogrammetricky.

K podrobnému průzkumu mořského dna jsou využíváni podmorskí roboti, tzv. dálkově ovládaná vozidla (z angl. *Remotely Operated Vehicle*, zkr. *ROV*), spojená se svou základnou kabelem. Mořské dno je zkoumáno i tzv. autonomními vozidly (z angl. *Autonomous Underwater Vehicle*, zkr. *AUV*), která se ve vodě pohybují nezávisle na své základně. Tito roboti se osvědčili jako unikátní pomocníci při výzkumech oceánů.

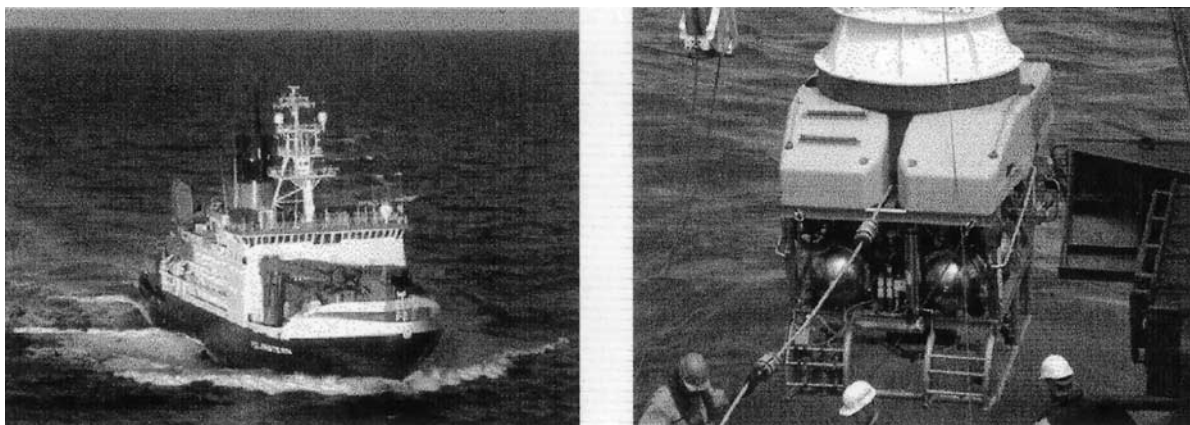
Projekt robota *Victor 6000* vznikl před dvanácti lety. Na rozdíl od svého předchůdce, *Rebikoffova „ponorného psa“* (z franc. *Chien Plongeur*) z roku 1954, je *Victor* řízen z lodí až do hloubky několika kilometrů. Robot je vybaven několika kamerami k monitorování podmorského terénu a sonarem zprostředkovává mikrobatymetrická měření. S lodí je propojen optickým kabelem, kterým jsou přenášena data.

Batymetrie je definována jako měření vodních hloubek, ale slovo mikrobatymetrie se v encyklopediích nevyskytuje.

Ačkoliv mají slova stejný ořen, význam je zcela odlišný. Mikrobatymetrie nemůže být definována jako mikro- měření mořských hloubek. Mikrobatymetrická hloubka je hloubka složená z hodnot ze sonaru či výškoměru (z fran. *altimeter*) a hodnoty z tlakoměru (z angl. *pressure sensor*). Oproti tomu batymetrické hloubky pocházejí pouze ze sonaru. Mikrobatymetrie je podmorské vyměřování, jehož účelem je obdržet informaci o mikromorfologii mořského dna (rozumí se studie velikosti, tvaru a struktury podmorských objektů) a člověkem vytvořených objektů. Polohově určené videozáznamy jsou novou dimenzí topografie respektive mikrotopografie mořského dna.

Principy mikrobatymetrie přispěly k výzkumům karbonátových hůrek v *Porkupinské pánvi* a *Rockallově údolí*, na západě od *Irska*. Po objevení hůrek na irském kontinentálním šelfu se evropští geologové začali zajímat o jejich původ. Téma hůrek se posléze objevilo v několika projektech sponzorovaných Evropskou Unií. Hůrky byly objeveny v devadesátých letech. O původu hůrek probíhaly velké diskuse. Otázka, zda hůrky rostou odzodla – vývěr, z angl. *cold seep* [1], či seshora – hydrodynamika [6], byla obratně zodpovězena ve zprávě na konci expedice: Během 88 hodin pozorování nebyla spatřena žádná plynová bublinka, chomáčky bakterií ani chemosyntetická fauna, a proto byla vyloučena teorie o studeném vývěru [2, 14, 15].

Batymetrie a mikrobatymetrie, dva způsoby měření, dva sonarové systémy. Měření pomocí lodního sonaru *Hydrosweep DS-2* a měření pomocí sonaru *Simrad EM 2000* [3].



Obr. 1 Německý ledoborec Polarsten (vlevo) a francouzský robot Victor 6000 (vpravo)

Při pomyslení na porovnávání dvou druhů dat o různé hustotě souřadnic, ze stejné oblasti a pocházejících z přístrojů, které měří z nesterajných vzdáleností, vyvstane spousta otázek. Mohou být tato data vůbec porovnána? Jaké faktory ovlivňují měření? Jak vůbec provést takové porovnání? Můžeme spekulovat, ale je nemožné odpovědět, dokud srovnání neprovedeme.

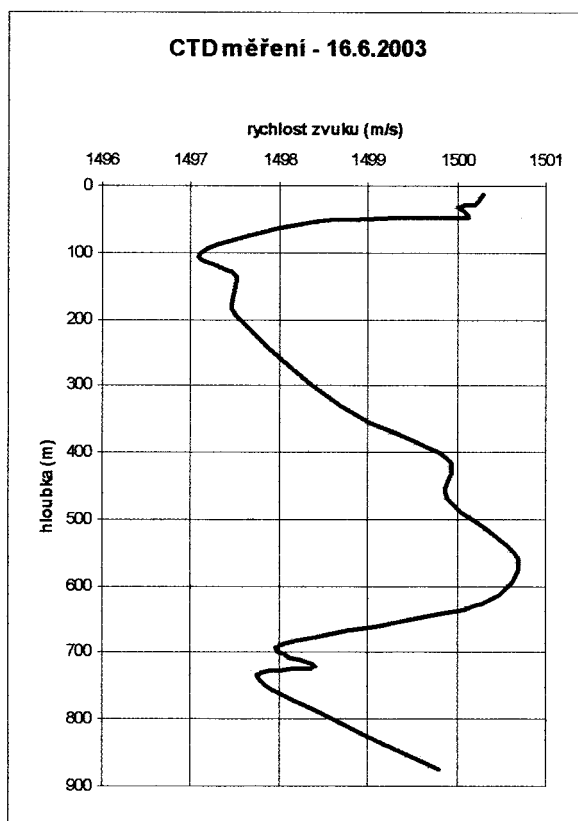
1.1 Hluboký je Bathys

Slovo *batymetrie* (z řec. *bathys* – *metrein*) znamená měření hloubek. Batymetrie je definována jako měření hloubek oceánů, moří a jezer a informace odvozená z tohoto měření. Hans Werner Schenke definuje batymetrii obšírněji jako měření, popis, analyzování a interpretaci topografických struktur mořského dna [7].

Hlubkové průzkumy byly prováděny na samém počátku námořní plavby. Kapitáni museli vědět, zda je hloubka vody k proplutí dostačující. Americký námořní důstojník a hydrograf Matthew Fontaine Maury nepřímo vyloučil technický vývoj nadcházejících století slovy: „Člověku není určeno spatřit dno moře, člověk se mořského dna může leda dotknout, ale pouze s provázkem a olovnicí“ [9]. Tehdy by důstojník Maury nevěřil, že bude možné zmapovat několik čtverečných kilometrů za pouhých pár minut, a to za pomoci tisíců spuštěných „olovnic“.

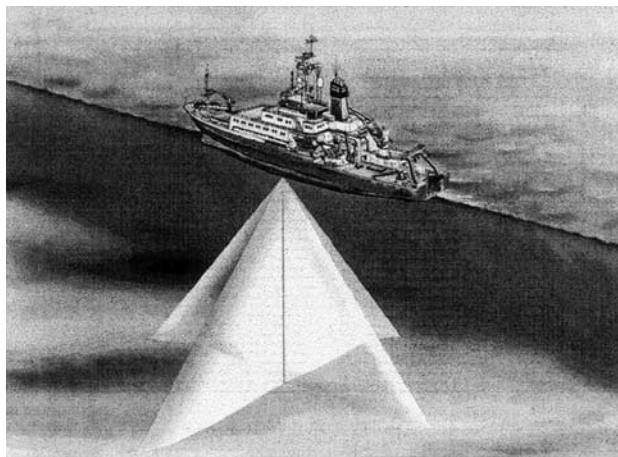
Batymetrie je určena primárně k vytvoření přesných map pro plavbu námořních lodí. Dále pak v průmyslu, například k určení míst pro položení kabelů. Součástí výzkumu jsou třeba i tektonické změny, které vypovídají o posunech zemské kůry. Mapování mořského dna dnes pomáhá při výzkumu životního prostředí a klimatických podmínek v polárních oblastech.

Desetiletá hlubinná měření ve všech světových mořích ukázala, že nejdelší horské pásmo se nachází v oceánu. Středoocéánský hřbetní systém se táhne po celé zeměkouli a zdůrazňuje místa, ve kterých se dělí litosferické desky. Podmořský terén skýtá mnohá tajemství, například největší hora na světě je Manua Kea (4 205 m n. m.), která má své kořeny na dně Tichého oceánu v hloubce 5 500 metrů. V encyklopediích je pak zapsána jako nejvyšší hora Havajských ostrovů.



Obr. 2 Výsledky měření sondou CTD

Batymetrie je oborem, který stále objevuje nová zajímavá místa. Během jedno plavby v roce 1985 byl ve východním Weddelově moři objeven kaňon o hloubce stejné jako Grand Canyon v USA. Byl nazván Wegenerův kaňon. Jedním z posledních mořských nálezů jsou podmořské karbonátové hůrky v irských vodách, jež byly objevovány postupně několika expedicemi.



Obr. 3 Princip batymetrického měření na výzkumné lodi Polarstern. Paprsky ve směru jízdy slouží ke kalibraci batymetrického měření

2. Expedice ARK XIX/3a

Expedice ARK XIX/3a proběhla v červnu 2003 pod záštitou německo-francouzské kooperace a za účasti vědců z celého světa, hlavně z Německa (Alfred Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung, zkr. AWI) a Francie (Institut français de recherche pour l'exploration de la mer, zkr. IFREMER), dále pak vědeckých skupin či jednotlivců z Irsku, Belgie, Anglie, Ruska, Nepálu, ostrova Mauricius, Bulharska a Indie. Jako zástupkyň České republiky vyslaná Institutem Alfreda Wegenera se projektu účastnila i autorka tohoto článku. Na expedici byly zastoupeny evropské projekty – ECO-MOUND (Environmental Controls on Mound Formation along the European Margin), GEOMOUND (Geological evolution of carbonate mounds) a ACES (Atlantic Coral Ecosystem Study) s cílem zaměřit se na geologickou evoluci karbonových hůrek – Mounds¹⁾ a objasnit podíl korálového ekosystému na jejich vzniku a růstu.

Expedice vzbudila zájem také z důvodu účasti francouzského hlubokomořského robota Victor 6000, jehož platformu tvořila německá výzkumná loď Polarstern (obr. 1). Robot o rozměrech 3,1 x 1,8 x 2 m může být ponořen až do hloubek 6000 metrů.

Data byla optickým kabelem okamžitě přenášena na loď, kde byla ukládána na digitální disky a analogové pásky. Díky dvěma pohyblivým ramenům robota byly na palubu vyzdviženy geologické, biologické i chemické vzorky.

Na expedici bylo nahráno 288 médií DVD a Victor strávil pod vodou celkem 207 hodin. Největší dosažená hloubka robota byla během této expedice 1679 metrů.

V Porkupinské pánvi bylo vyměřováno v provinciích Belgica a Pelagia. Hůrky Moira a Niamh v provincii Belgica, dále pak severozápadně hůrky Giant a nakonec na jihovýchodě Rockalova údolí hůrky Scarp a Hedge. Byly zmapovány tři oblasti v hůrkách Scarp a dvě plochy v hůrkách Hedge. Oblast hůrky HM2 se nachází mezi 14°21,14'

a 14°21,45' západní délky a 53°33,45' a 53°33,64' severní šířky. Měřena byla dne 19. 6. 2003. Během 72 minut mikrobathymetrického měření byl pokryt povrch 0,1 km².

3. Princip batymetrického měření na výzkumné lodi Polarstern

Zvuk se šíří asi pětikrát rychleji ve vodě než ve vzduchu. Historie sonarů s možností jednoduchého šíření zvuku v kapalném prostředí sahá do počátků 20. století. Hydrofony, jednoduše mnohapaprscité hloubkoměry (z angl. *single beam echosounder*, *multibeam echosounder*), boční sonary (z angl. *sidescan sonar*), přístroje k profilování sedimentů (z angl. *sediment profiler*), akustické systémy pracující na Dopplerově principu, akustické navigační systémy, přístroje na měření zpětného rozptylu (z angl. *backscattering*) a mozaikování patří do mořských aplikací vyvinutých v minulém století. Jejich informace slouží interdisciplinárním studiím v mnoha zkoumaných oblastech.

Oceány jsou proměřovány frekvencemi mezi 1 a 300 000 Hz, z čehož vyšší frekvence jsou určeny spíše k mapování mělkých vod. Porovnáme-li, hranice slyšitelnosti zvuku pro člověka jsou od 20 do 20 000 Hz.

3.1 Sonda CTD

Rychlost šíření zvuku ve vodě (přibližně 1500 m/s) není konstantní, mění se s hloubkou a závisí na zeměpisné oblasti. Vzorcem pro šíření signálů ve vodě je první aproximace dle Medwina z 1975 [8], kde c je rychlost zvuku v m/s, t je teplota v °C, S je salinita v jednotkách psu (practical salinity unit) a z je hloubka v m,

$$c = 1449,2 + 4,6t - 0,055t^2 + 0,00029t^2 + (1,34 - 0,01t)(S - 35) + 0,016z. \quad (1)$$

Před každým batymetrickým měřením musí být provedeno měření sondou CTD (z angl. *Conductivity Temperature Depth*). Sonda je ponořena do vody a od povrchu až ke dnu měří v pravidelných intervalech vodivost (ze které se odvozuje mořská slanost), teplotu a tlak. Výsledky měření sondou CTD dají batymetrii informace o rychlosti zvuku v různých hloubkách (z angl. *Sound Velocity Profile*, zkr. SVP). Graf rychlosti zvuku v závislosti na hloubce z 16. června 2003 je znázorněn na obr. 2.

3.2 59 odrazů

Měření probíhá na principu odrazu akustické vlny ode dna, přičemž rychlost zvuku je rovna frekvenci násobené vlnovou délkou, a vyhodnocuje se čas potřebný k dvojnásobnému překonání vzdálenosti mezi sonarem a dnem dle vzorce (2), kde dráha s je rovna jedné polovině rychlosti c (počítané pro intervaly hloubky dle vzorce (1)), násobené časem t

$$s = \frac{1}{2} c t. \quad (2)$$

Akustické paprsky vysílá projektor z piezoelektrické keramiky umístěné na spodní části trupu lodi (obr. 3). Projektor se chová jako reproduktor konvertující elektrické signály do oscilace látkové membrány. Generuje oscilující elektrický signál s charakteristickou frekvencí a převodník konvertuje

1) Nejedná se o horu či pohoří – mountain, nýbrž o mound. Sledované objekty (mounds) dosahují velikosti několika desítek metrů. Překlad nabízí několik variant: val, násyp, hromada, kupa, halda. K přeložení bylo zvoleno slovo zdobně od slova hora – hůrka.

tuto elektrickou energii do zvukových vln. Elektrické signály jsou tak konvertovány do mechanických vibrací. Ty jsou pak vysílány jako tlakové či zvukové vlny. Pak snímač čeká na odražený signál. Po návratu odražených vibrací je provedena zpětná konverze na elektrický signál. Signál je zesílen a prochází detekčními zařízeními, kde je vypočítán fázový posun a tím určena doba cestování signálu v kapalném prostředí. Čas mezi vysláním a přijutím paprsku je vstupní hodnotou pro výpočet hloubky a šířky řádku (z angl. *swath width*). Při hloubce 5000 m a rychlosti 10 uzlů²) bude interval mezi 2 měřeními 15 s a vzdálenost mezi dvěma sejmutými řádky 70 m.

Úhel záběru (z angl. *opening angle*) vyslaných paprsků o velikosti 90° dovoluje u systému Hydrosweep DS-2 průběžné snímání matice 59 signálů vyslaných a odražených od mořského dna v řádcích (*swaths*) o délce dvojnásobku hloubky. Jeden z vertikálních paprsků (paprsek č. 30) má úhel záběru 2,3°, což znamená, že při hloubce měření 600 m bude mít kruhová stopa na dně (z angl. *footprint*) průměr 25 m. Velikost prostorového úhlu paprsku určuje rozlišení sonaru. Horizontální rozlišení klesá s hloubkou. Čím větší hloubka, tím delší sejmutý řádek, tím delší doba pohybu paprsků.

3.3 Navigace lodě

Klíčovou roli pro měření terénu podmořského dna hraje navigace. Od přesnosti určení polohy lodí se odvíjí přesnost mapování podmořského terénu. Měření na moři trpí nedostatkem pozemských referenčních bodů, na které by se dalo připojit. Přesné určení polohy probíhá pomocí antén GPS umístěných na lodí. Na jedné z lodních palub je umístěn integrovaný navigační systém MINS (Marine Inertial Navigation System), jehož data vstupují společně s daty získanými systémem GPS do batymetrického softwaru HYDROMAP. Přesnost batymetrie nemůže být porovnávána s přesností pozemního vyměřování teodolity. Vertikální přesnost batymetrie se uvádí jako 1 % hloubky, tzn. 50 m při hloubce 5000 m.

Navigace v polárních oblastech nad 80° šířky je obzvláště obtížná, neboť satelity zde nemají takové pokrytí jako v nižších zeměpisných šířkách [5]. Loď je navigována metodou DGPS (*Differential Global Positioning System*) s přesností 25 m s korekcemi z referenčních stanic na kontinentu (UHF vlny), a to přes Leica GPS anténu. Do batymetrie vstupují data z Trimble GPS antény, jejíž dvoufrekvenční měření zajišťuje přesnost až 2 m. Přesnost integrovaného navigačního systému, se kterým je měření GPS propojeno, jež 25 až 50 m (rozhovor s P. Gerchowem, FIELAX, 2003).

3.4 Systematické a náhodné chyby

Vysoký tlak vody v mořích způsobuje všeobecně silnou erozi. Tlaková vlna se ve vodě šíří rychlostí závislejší na slanosti, tlaku, teplotě a je ovlivňována dalšími faktory. Paprsek je ve vodě uchylován a podobně jako ve vzduchu, dochází k refrakci. Centrální paprsek, který směřuje od lodí kolmo dolů není refrakcí ovlivněn, proto se od něj vliv refrakce odvozuje. Obdobně jako v dálkovém průzkumu Země existují i ve vodě vícečetné odrazy (z angl. *multipath*), které

měření také zkreslují. Další vlivy, které musí být zohledněny, jsou ekvivalentní letecké fotogrammetrii. Převalování (z jednoho boku lodě na druhý) – roll, kymácení (zepředu dozadu) – *pitch* a vybočování – *yaw*. Desítky stupňů kymácení nejsou na moři neobvyklé. V polárních oblastech je častým problémem led. Ledoborec rozráží ledové kry, jejichž úlomky se jednoduše dostanou i pod kýl lodí. Nachází-li se led přímo pod piezoelektrickým projektorem, signál se odrazí od ledu a nikoliv ode dna, a tak jsou přijatá data zkreslena. Tato hrubě chybná měření jsou odstraněna při editacích.

Faktory působící na akustickou vlnu jsou zahrnuty v sonarové rovnici (Nielsen, 1991):

$$NP = VP - 2ZV + ZR - \check{S} + SO, \quad (3)$$

kde *NP* je intenzita navraceného paprsku v decibelech (z angl. *signal-to-noise ratio*), *VP* je intenzita výchozího paprsku v decibelech, *ZV* je ztráta intenzity signálu při průchodu kapalným prostředím od projektoru ke dnu a ode dna k projektoru v decibelech, *ZR* je zpětný rozptyl v decibelech (*backscatter*), *\check{S}* jsou šумы v moři v decibelech, *SO* je síla odrazu materiálu mořského dna v decibelech (např. skála odrazí signál silněji než bahnté dno). Přehled chyb, které měření provází, je uveden v tab. 1.

Omega efekt nastane, když se echo signálu centrálního paprsku vrátí později než echo paprsku bočního. Nastává především v oblastech se svažitým terénem. Tunelový efekt je vyhodnocení silného odrazu centrálního paprsku jako terénu hlubšího než ve skutečnosti.

4. Použité sonary

Princip batymetrického měření byl popsán v předchozí kapitole. Obecně platí tento princip pro každý mnohapaprskový sonar, tedy i pro sonar Simrad EM 2000. Podstatný rozdíl mezi systémy, Hydrosweep (na lodí) a Simrad (na robotu), spočívá v jejich konstrukci a ve vzdálenosti od mořského dna. Zatímco loď se pohybuje na vodní hladině až několik tisíců metrů od dna, robot provádí mikrobatymetrické měření z výšky deseti metrů od dna. S rozdílnými hloubkami měření souvisí i chyby, které měření ovlivňují. Tab. 2 obsahuje technické parametry sonarů používaných při expedici ARK XIX/3a.

4.1 Navigování robota Victor 6000

Poloha robota Victor byla určována pomocí akustického systému POSIDONIA, jehož hlavní součástí byla umístěna uprostřed lodní šachty.

Akustický signál byl vyslán v pravidelných intervalech přes anténu robota Victor 6000. Navigační systém POSIDONIA zadal počáteční souřadnice polohy bodu, ve kterém se Victor právě nacházel a další poloha je určena inerciálně (z angl. *dead reckoning*), pomocí vektorů rychlosti a kursu (podobnou filozofii známe u polygonového pořadu).

Občas se v měření objeví tzv. navigační odskoky (z angl. *outliers*). Odskok je měření, které leží v abnormální vzdálenosti od předchozích měření. Odskoky jsou hrubé chyby, jejichž příčinou může být cokoliv, vzduchové bubliny způsobené lodním šroubem nebo i software. Pokud navigační odskok nastane při počáteční inicializaci, a neproběhne reinitializace, měření se odvíjí od špatné polohy. Při navigační editaci se pak musí přesunout celý „polygonový“ úsek tak, aby na sebe měření navazovala.

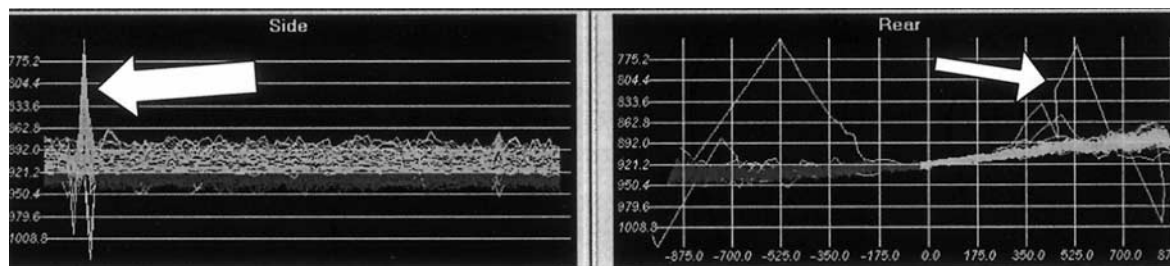
2) Uzel je jednotka užívaná v mořeplavbě: 1 uzel je 1 námořní míle za hodinu nebo také 1,8532 km/h. Při batymetrickém měření se často využívá i převodů stupeň-námořní míle: 1° = 114,03 km = 64,9 námořních milí, 1' = 1,8532 km = 1 námořní míle.

Tab. 1 Přehled možných chyb (Schenke [13])

Systematické chyby (pravidelné)	Náhodné chyby (nepravidelné)	Hrubé chyby (externí)
převalování a kymácení	interference s ruchy lodě	odraz ledu
zvedání	interference s ostatními akustickými systémy	rozhodnutí operátora
navigace	ozvěna mořského dna	pohyb lodního šroubu
refrakce paprsku	omega efekt	odraz od velryb
orientace vysílače	tunelový efekt	vzduchové bubliny

Tab. 2 Technické parametry sonaru Hydrosweep a Simrad EM 2000

Sonar	HYDROSWEEP DS-2	SIMRAD EM 2000
úhel záběru	90°	120°
prostorový úhel paprsku	2,3°	1,5°x 2,5°
počet paprsků	59	110
frekvence	15,5 kHz	200 kHz
maximální hloubka měření	10–11 000 m	250 m
délka pulsu	1–10 ms	0,05–25 ms
přesnost batymetrie	0,5 % hloubky	0,2 % hloubky
šířka řádku	200 % hloubky	350 % hloubky



Obr. 4 Surová data v Editoru řádků (software CARIS) – šipky ukazují chybná měření

Poloha bodu na mořském dně měřeném podmořským robotem je získána transformacemi přes následující systémy: systém sonaru EM 2000 – interní souřadnicový systém robota – souřadnicový systém POSIDONIA – interní souřadnicový systém lodě – souřadnicový systém WGS84 (World Geodetic System 1984).

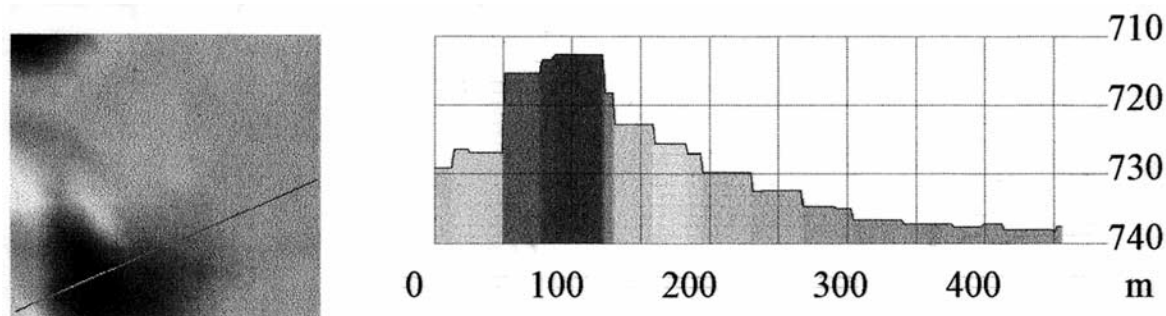
5. Editace, zpracování a interpretace naměřených dat

Kvalita dat závisí na mnoha faktorech. Velkou roli hrají meteorologické podmínky a dále pak vliv systematických chyb (viz tab. 1). K editacím batymetrických dat bylo využito softwaru HIPS (*Hydrographic Information Processing System*) a k editacím mikrobatymetrie sloužil holandský program QINSY, produkt firmy QPS Zeist. Navigační editace mikrobatymetrických dat byla provedena ve francouzském programu CARAIBES (*CARTography Adapted to Imagery and*

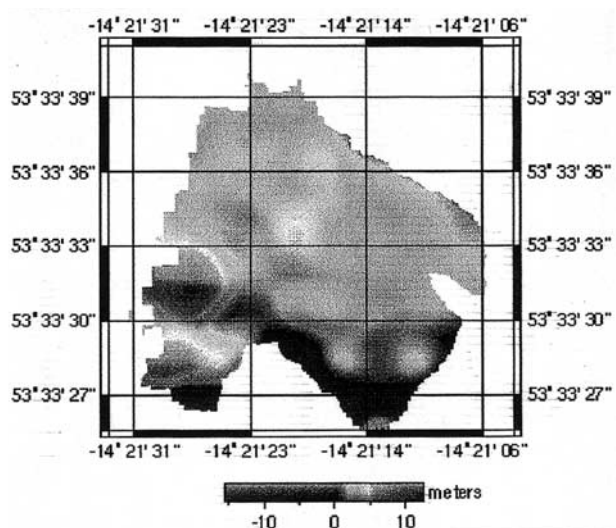
Bathymetry of Sonars and multibeam echosounders), který slouží i k zpracování batymetrie.

Při batymetrickém měření jsou data automaticky ukládána. Největší chyby se manuálně editují ještě též den. V první řadě se odstraní navigační chyby. Program HIPS spadá pod geografický informační systém CARIS (*Computer Aided Resource Information System*), který byl vytvořen v kanadském Frederictonu. V Editoru řádků (z angl. *swath editor*) se manuálně odstraňují špatně odražené signály (obr. 4). Obzvláště pracné editace nastávají u dat z polárních oblastí, kde dochází k odrazům od ledových ker. Nadějí na ulehčení práce se stal nový algoritmus zvaný CUBE (*Combined Uncertainty and Bathymetric Estimator*), který společnost CARIS zavedla do svého softwaru v červenci 2005.

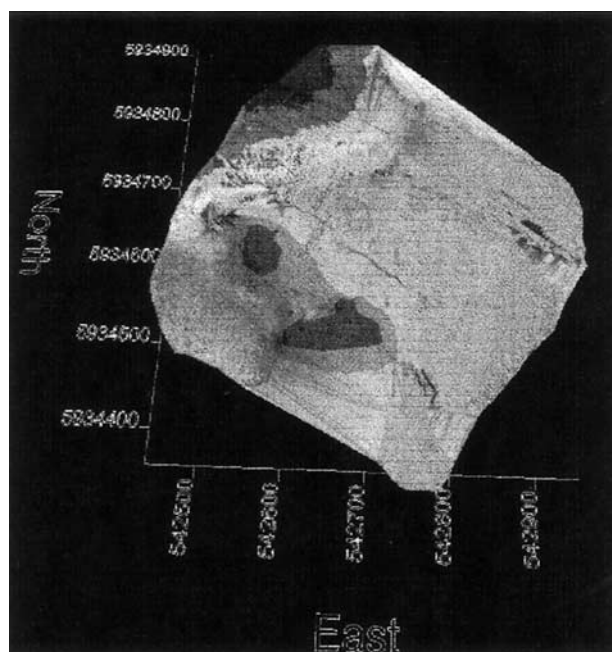
Po vyčištění dat následuje vytvoření digitálního modelu terénu (DMT). Je třeba nastavit Mercatorovo příčné univerzální zobrazení, zónu oblastí, měřítko požadované mapy



Obr. 5 Profil oblasti Hedge Mound (HM2) – rozlišení 30 m



Obr. 6 Diference rastrů oblasti HM2



Obr. 7 Mikrotopografie hůrek Hedge – program Terra Model

a rozměry oblasti, ze které má DMT vzniknout. Před vytvořením rastrů je zadána požadovaná velikost obrazového elementu (*pixel* nebo také *grid size*) a prostorový úhel paprsku.

K editacím a znázornění mikrotopometrických dat byly použity programy QINSY, CARAIBES, TERRA MODEL a GMT (obr. 5, obr. 7).

Oprava z vlivu slapů (z angl. *tide correction*) je posledním krokem mikrotopometrických editací. Informace o přílivu a odlivu byla obdržena z francouzského hydrografického centra (*Service Hydrographique et Océanographique de la Marine*, zkr. *SHOM*).

6. Diference a korelace modelů

Po zvážení možností, jak porovnat dva modely pocházející ze dvou různých měření byl vybrán program GMT, kde byly vytvořeny dva kompozičně stejné modely, které byly následně odečteny. Míra lineární závislosti modelů byla určena příkazem *corrcoef (X, Y)* v softwaru MATLAB. Porovnání

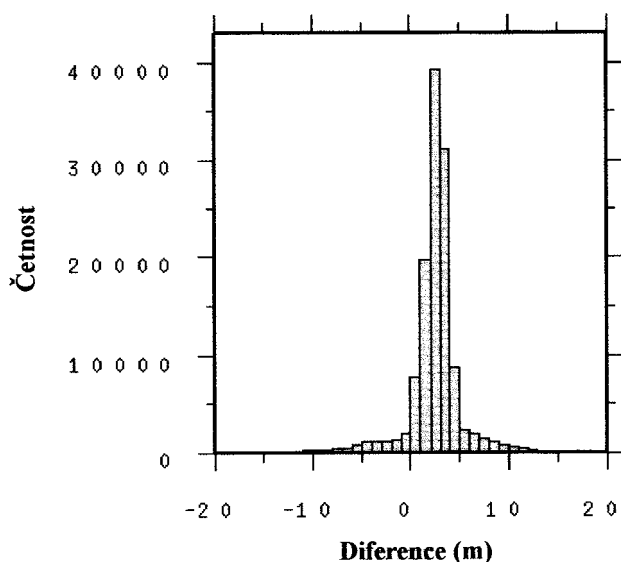
těchto modelů by bylo také možné ve frekvenční doméně. K převodu z časové do frekvenční domény slouží Fourierova transformace.

6.1 Diference

V programu GMT bylo z načtených souřadnic (délka, šířka, hloubka) pocházejících z měření sonarů Multibeam Hydro-sweep DS-2 a Simrad EM 2000 vytvořeno několik rastrů o různých velikostech obrazových elementů. Byla uvážena rozdílná hustota naměřených dat a velikost stop paprsků odražených na mořském dně (25 m a více při hloubce 600 m). Bylo použito Mercatorova zobrazení.

Tab. 3 Informace o rastrech a diferencích

	EM 2000	Hydrosweep DS-2	Diference E-H
Počet buněk (80x50 m)	12x11	12x11	12x11
Počet buněk (2x1 m)	541x481	541x481	514x481
X_min	-14,3592°	-14,3592°	-14,3592°
X_max	-14,351°	-14,351°	-14,351°
Y_min	53,5571°	53,5571°	53,5571°
Y_max	53,5614°	53,5614°	53,5614°
Z_min	-765,937 m X = -14,3572° Y = 53,5607°	-769,5 m X = -14,3572° Y = 53,5607°	-15,681 m X = -14,3543° Y = 53,5571°
Z_max	-715,906 m X = -14,3573° Y = 53,5586°	-718,844 m X = -14,3552° Y = 53,5578°	12,4333 m X = -14,3575° Y = 53,5587°
Hodnota uprostřed (m)	-733,519	-735,772	-2,70111
Aritmetický průměr (m)	-763,069	-738,514	2,50449
Střední chyba 1 měření (m)	10,7641	10,7767	2,59555



Obr. 8 Histogram diference rastrů

Nejdříve vznikly DMT o velikosti elementu 0,0447' x 0,0259', což je přibližně 80 x 50 metrů. Tyto elementy byly před provedením diferencí převzorkovány na pixel o velikosti 0,00091' x 0,00054', což je asi 2 x 1 m.

Parametry rastrových obrázků (R) jsou uvedeny v tab. 3. Diference rastrů (obr. 6) proběhla podle vztahu 4

$$R_{\text{SIMRAD EM2000}} - R_{\text{Hydrosweep DS-2}} = \Delta R_{(\text{SIMRAD EM2000} - \text{Hydrosweep DS-2})} \quad (4)$$

Pozitivní diference na obr. 6 znamenají, že systém EM 2000 naměřil vyšší podmořský terén, respektive terén o menší hloubce a naopak tam, kde jsou diference negativní byl vyšší terén naměřen sonarem Hydrosweep DS-2.

Vysoké negativní diference se objevují v okrajové části. Tyto diference mohly být způsobeny nekorigovaným převálováním, které se u okrajových paprsků projevuje nejvýrazněji. Negativní hodnoty by mohly být způsobeny chybami

okrajových řádků u měření sonarem EM 2000, které jsou při editacích nejčastěji odstraňovány. Chyby okrajových měření jsou viditelné už na modelu před diferencí.

Velká neshoda nenastala v oblasti samotného tělesa hůrky, jak by se mohlo předpokládat, nýbrž ve svahu. V místech přechodů z vrcholu hůrky do podhůří se vyskytují velké pozitivní diference, až 12,4 m, jak je uvedeno také v tab. 3. Zde interpoloval sonar Hydrosweep nižší terén než sonar EM 2000. Oblasti nulových diferencí se nedají přesně specifikovat. Průměrně se měření systémů liší o 2,5 m.

6.2 Korelace

Korelační koeficient r byl vypočítán z vektorů o velikosti (124 286 x 1) dle vzorce

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n\sum xx - \sum x^2)(n\sum yy - \sum y^2)}}, \quad (5)$$

kde n je počet měření, x jsou hloubky měřené lodním sonarem a y jsou hloubky měřené sonarem robota. Vypočítaný koeficient $r = 0,9710$ prokazuje, že mezi oběma modely je silný lineární vztah.

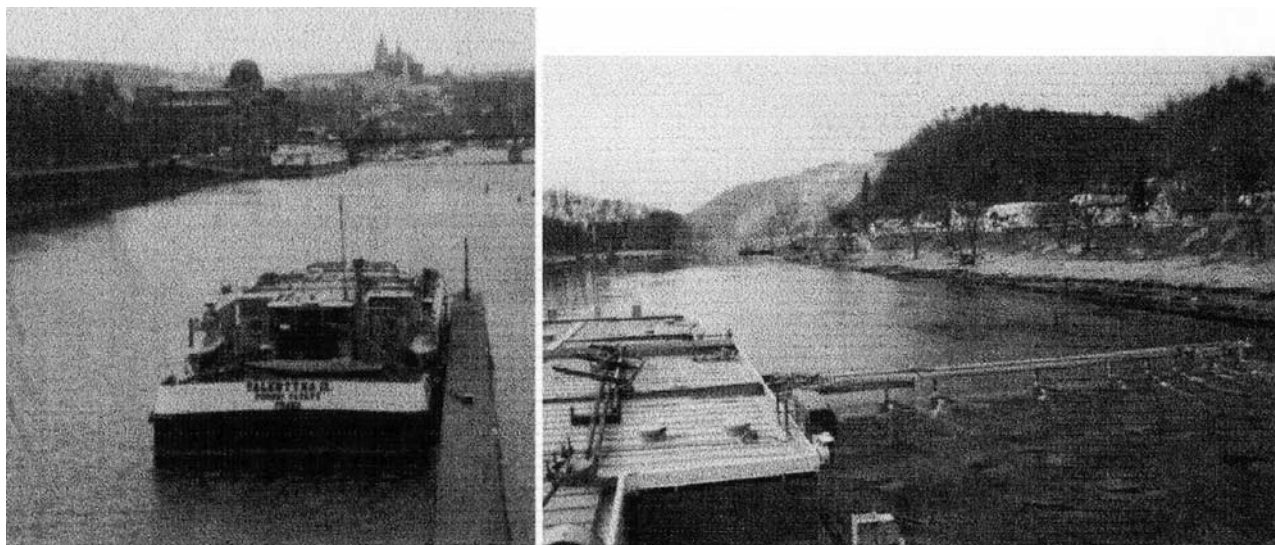
Histogram na obr. 8 je statistikou diferencí rastrů. Z grafu je možné vyčíst systematický rozdíl o hodnotě 3 m. Minimální a maximální hodnoty jsou uvedeny v tab. 3. Podstatná je také střední odchylka $\sigma = 2,5956$ m.

7. Závěr

Byla provedena analýza naměřených batymetrických a mikrobatymetrických dat z oblasti hůrky Hedge, která patří do podmořského systému provincie Pelagia v Porkupinské pánvi v oblasti západně do Irsku.

Data byla zpracována na Institutu Alfreda Wegenera v Bremerhavenu a Institutu pro mořský výzkum v Brestu a Toulonu.

Po editacích a opravách navigačních chyb byly vytvořeny digitální modely terénu z měření sonarem Simrad EM 2000 a Hydrosweep DS-2.



Obr. 9 Valentýna II. kotví v Praze (vlevo) a při měření na Vltavě (vpravo)

Můžeme předpokládat, že příčinou vzniklých rozdílů byly následující faktory: akustická navigace, topografie terénu, rozdílná hustota souřadnic mapovaných oblastí, šířka řádku, počet měření na plošnou jednotku vstupujících do interpolace, geometrie měření v okrajových částech řádků.

Dodatek: Batymetrie v České republice

Ač kupodivu, Česká republika má také vyměřovací loď [12]. Valentýna II. (obr. 9) je speciálním plavidlem, které je určeno k měření hloubek na vodních tocích, ke kontrolám toků po průchodu velkých vod a k vyhledávání plavebních překážek na vodních cestách.

Loď je vybavena ultrazvukovými vysílači umístěnými na dvou rozpažitelných ramenech. Ultrazvuková aparatura MD 300 měří na frekvenci 100 kHz a je využívána od roku 1999. Technologii a softwarové vybavení pro měřicí aparatury dodala finská firma Meridata Ltd. Lohja. Při měření jsou na lodi kapitán, měřič a asistent.

Přesná poloha lodi (X , Y) je určena pomocí základnového přijímače (přesnost polohy 0,25 m). Souřadnice Z je měřena speciálně vyrobenými přístroji – k měření výšky hladiny slouží radioloimnigrafy. Tyto přístroje jsou před měřením usazeny na břehu na předem určená stanoviště. Radiovým signálem se údaje z radioloimnigrafů přenášejí do řídicího počítače měření na lodi. Pro dodržení výše požadované přesnosti měření je na lodi inklinometr, který koriguje chyby vznikající náklonem lodi a dále gyrokompas určený pro navigaci lodi při měření.

Data slouží správcům vodních toků při údržbě vodních cest a osazování plavebních znaků a lze je rovněž využít k projekčním pracem při matematickém modelování. Loď lze dále využít ke kontrolnímu měření po průchodu velkých vod a při vyhledávání různých překážek na dně řeky.

Parametry lodi: délka 31,45 m, šířka 9,0 m, výška 3,6 m, ponor lodi Tk 0,9 až 1,1 m, výkon motoru 2 x 309 kW.

Parametry měření:

šířky měření (m) 8, 14, 20, 28, 34, 48 v jednom měřicím pruhu, rozsah měření hloubek 0,6 až 200 m, bezmezerově 1,4 až 200 m, přesnost měření hloubek 0,04 cm + 0,025 % z měřeného rozsahu.

Článek je velmi stručnou verzí autorčina příspěvku do studentské soutěže geodetů SVOČ 2004.

Poděkování: Práce byla finančně podpořena programem Leonardo da Vinci. Za cestovní stipendium bych chtěla poděkovat Nadaci Josefa, Marie a Zdeňky Hlávkových.

LITERATURA:

- [1] CROKER, P. F.–de HAAS,–HUVENNE, V. A. I.–WHEELER, A. J.: The 2002 TOBI sidescan survey of carbonate mounds in the Rockall and Porcupine basins. [46. výroční irské geologické setkání vědců.] Belfast, Ulster Museum 2003.
- [2] DANDO, P. R.–HOVLAND, M.: Environmental effects of submarine seeping natural gas. *Continental Shelf Research*, 1992, č. 12, s. 1197–1207.
- [3] EM 2000 Multibeam echosounder. [Operator manual – Base version 2002.] Kongsberg Simrad AS, Norsko.
- [4] GEUGHEGAN, M.: Ireland's Seabed Survey – Mapping the Irish Seabed. [Prospekt.] 2003.
- [5] HEMPEL, G.: Around the ship, in RV Polarstern – Twenty years of research in polar seas. [Prezentační prospekt.] Bremerhaven, AWI 2002.
- [6] HOVLAND, M.–CROKER, P. F.–MARTIN, M.: Fault associated seabed mounds (carbonate knolls?) off western Ireland and North-west Australia. *Marine Petroleum Geology*, 1994, č. 11, s. 232–246.
- [7] LANGE, G.: Eiskalte Entdeckungen – Forschungsreisen zwischen Nord- und Südpol. Bielefeld, Delius Klasing 2001.
- [8] LURTON, X.: An Introduction to Underwater Acoustics: Principles and Applications. Velká Británie, Chichester, Praxis Publishing Ltd., Springer 2002.
- [9] MAURY, M. F.: The Physical Geography of the Sea. Velká Británie, London, Nelson 1893.
- [10] NIELSEN, R. O.: Sonar signal processing. USA, Boston, Artech House. 1991.
- [11] NOKIN, M.: Sea Trials of the Deep Scientific System VICTOR 6000. [9. International Offshore and Polar Engineering Conference.] Francie, Brest 1999.
- [12] Povodí Vltava 2005. Vyměřovací loď Valentýna II. <http://www.pvl.cz/>
- [13] SCHENKE, H. W.: GPS und Fächersonarmessungen mit Hydrosweep auf FS Polarstern. *ZIV*, 1992, 8/9, s. 599–616.
- [14] SIBUET, M.–OLU, K.: Biogeography, biodiversity and fluid dependence of deep-sea coldseep communities at active and passive margins. *Deep-Sea Research*, 1998, 45, s. 517–567.
- [15] WHEELER, A. J. et al., incl. POKORNÁ, M.: Deep-water Corals Mounds on the Porcupine Bank. Irish Margin: Preliminary Results from the Polarstern ARK-XIX/3a ROV cruise. In: A. Freiwald and J. M. Roberts (eds): Deep-water corals and Ecosystems. Proceedings of the 2nd International Symposium on Deep-water Corals. Springer-Verlag 2004.

Do redakce došlo: 17. 6. 2005

Lektoroval:
Ing. Georgij Karský, CSc.,
Praha

Zařízení ArgusTAT pro měření kanalizací totálními stanicemi

Dipl.-Ing. Matthias Fuhrland¹⁾,
Prof. Dr.-Ing. habil. Michael Möser,
Geodetický ústav,
Technická univerzita Dráždany

528.48:628.2

Abstrakt

Konstrukce a funkce opticko-mechanického zařízení ArgusTAT firmy Argus Geo Tech GmbH, které umožňuje rovnoběžný přenos vodorovného záměrného paprsku totální stanice do kanalizačních stok a potrubí, případně do podobných mělkých podzemních děl, do hloubky až 8 m při zachování všech měřických funkcí. Výsledky ověřovacích testů a rozborů přesnosti, prováděných pracovníky TU v Drážďanech, a prognóza dalšího vývoje.

The Argus TAT Device for Canalization Measuring by a Total Station

Summary

Construction and function of optics – mechanical device ArgusTAT produced by Argus GeoTech GmbH company which enables the parallel transfer of horizontal sight- ray of the total station into the canalization sewers and pipe lines or another shallow underground workings up to the 8 m depth without the loss of measuring functions. The results of tests and accuracy analyses being performed by specialists of Technical University in Dresden. Estimate of future development.

1. Úvod

Zaměření prostorového průběhu a polohy kanalizačních stok či potrubí a jim podobných mělkých podzemních staveb s geodetickou přesností je obvykle poměrně obtížné, protože komerčně dostupné měřické systémy to dosud nedovolují. Proto měřič obvykle totální stanicí (elektronickým tachymetrem) určuje jen polohu a výšku středu krytu kanálové šachty či mříže dešťové vpusti kanálu a pomocí latě měří hloubku dna a uložení potrubí nebo stoky. Při použití speciálních přípravků lze sice polárně zaměřit polohu jejich zaústění, ale nikoli další průběh, což by bylo potřebné pro exaktní pořízení nebo doplnění dokumentace, a tím i pro zabránění stavebním škodám. Ani použití laserového skeneru [1] v kanálové šachtě neumožňuje přesné určení směru potrubí, ale jen tvaru zaústění. Pomocí kanalizačního televizního systému [2] je sice možné měřit podélný profil i příčné řezu potrubí či stoky, ale nikoli určovat absolutní polohu. Měření výškových poměrů je přitom relativně nepřesné. Inerciální měřicí systémy vyžadují přesnou orientaci na počátku [3]. Polohu podzemní kanalizace lze také promítnout na povrch speciálními měřicími systémy [4]. Vysílač se pohybuje v podzemí na vozíku, jeho poloha je na povrchu vyznačena přijímačem s řadově decimetrovou přesností. Přesné určení hloubky není možné, problémy nastávají v případech křížících se podzemních sítí.

Německá firma Argus Geo Tech GmbH vyvinula přídatné zařízení k totálními stanicím, označené ArgusTAT (Tachymeter-Aufsatz mit Teleskop), které má odstranit nedostatky dosavadního měřického vybavení. Funkce prototypu, určeného pro hloubky až 8 metrů, je testována pracovníky Geodetického ústavu Technické univerzity v Drážďanech (TUD). Vhodné kalibrované zkušební sítě byly v rámci diplomových prací vybudovány v prostorách TUD a Vysoké školy v Magdeburku (HSM).

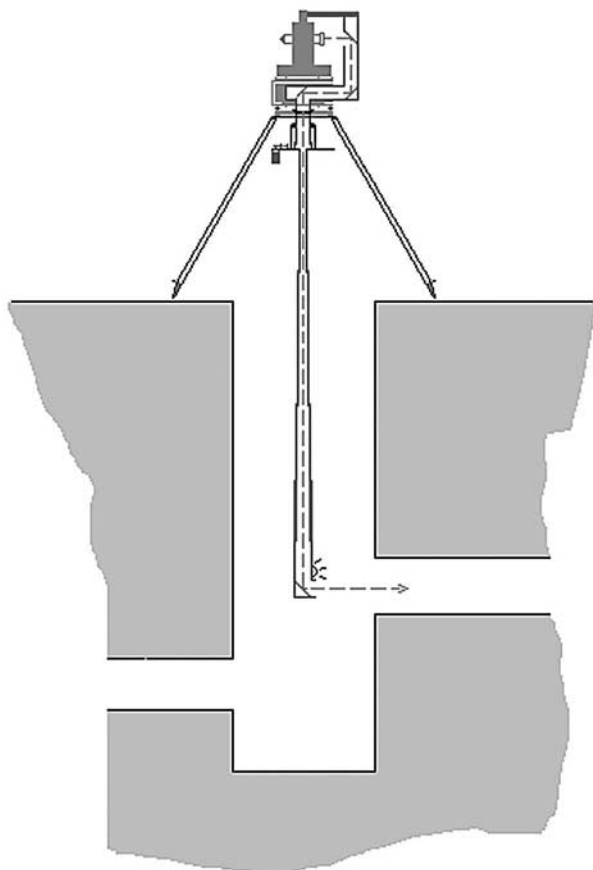
2. Zařízení ArgusTAT

2.1 Funkce a obsluha

Modulární zařízení ArgusTAT je určeno pro běžné totální stanice, dále popsaný prototyp je přizpůsoben přístrojům firmy Leica Geosystems. Umožňuje polární zaměření bodů mělkých podzemních děl, zejména kanalizací, z povrchového stanoviska. Optickým systémem, skládajícím se ze čtyř rektifikovaných zrcadlových soustav, podrobně popsaných v [5], zalamujících paprsek s vysokou přesností o pravý úhel, je záměrný paprsek rovnoběžně přenesen do potřebné hloubky (obr. 1). První tři zrcadlové soustavy jsou umístěny v nástavci ArgusTA, který představuje první modul konstrukce zařízení. Nástavec je uchycen na držadlo totální stanice a tu spojuje limbovým čepem s otočnou střední částí přesné konzole. Druhým modulem je vertikální teleskop se čtvrtou zrcadlovou soustavou na spodním konci tubusu. Jeho délka je měnitelná lanovodem, poháněným servomorkem. Teleskop je umístěn na speciálním stabilním stavivu s průměrem hlavy 0,3 m v Kardanově závěsu a pomocí svory je upevněn k otočnému středu konzole prvního modulu. Tím je dosaženo zतोžnění svislé točné osy totální stanice a osy teleskopu. Není-li hlava stavivu přesně vodorovná, slouží k dostředění optické a mechanické osy křížový support. Potřebnou volnost posunů zajišťuje konstrukce stavivu. Pokud se otáčí alhidádou totální stanice, otáčí se i střed konzole a teleskop. Ustanovky přístroje jsou funkční, třetí jemnou ustanovku lze případně seřídit na větší zatížení [6]. Pro měření osnovy směrů se dá vzájemně pevně spojení přístroje a nástavce zrušit.

Totální stanice s nástavcem ArgusTA se urovná nad otevřenou šachtou, poloha se určí obvykle úlohou volného stanoviska. Poté je možno přivést teleskop a jeho hlavu spustit svisle do hloubky až 8 m. Obr. 2 znázorňuje celý systém ArgusTAT, připravený k měření. Otáčením alhidádou totální stanice se mění směr horizontální záměrné přímky v šachtě, takže lze zacílit a směrově zaměřit viditelné body uvnitř ka-

1) Matthias.Fuhrland@tu-dresden.de



Obr. 1

nalizace. Mechanické vedení teleskopu však není natolik precizní, aby byla zachována přesná rovnoběžnost záměrného paprsku dalekohledu stanice a do podzemí přeneseného paprsku. Pro rektifikaci jejich vzájemné polohy je na horním konci teleskopu umístěno zařízení pro jemné pootáčení. Dalekohledem totální stanice se pozoruje ryskový kříž, osazený ve spodní části tubusu. Pomocí zmíněného zařízení se dosáhne vzájemné rovnoběžnosti rysek kříže stanice a teleskopu. Přitom je možné stočení až o 100 gon.

Dálkoměr stanice se používá k určení délky svislého posunu (hloubky) záměrné přímky a k zaměření bodů v podzemí. Pro měření délky posunu se používá dálkově ovládaný reflexní terč, který se vyklápí na konci tubusu (obr. 3). Měření délek k diskretním bodům v podzemí se zpravidla provádí dálkoměrem s pasivním odrazem, neproblematické je ale i měření na odrazné fólie nebo hranoly. Zkoušky s přístrojem Leica TCR 1100 prokázaly při měření na bod ostění s pasivním odrazem, při kterém se projevila největší ztráta výkonu, dosah zhruba 30 m a více než 300 m při cílení na odrazné fólie a hranoly. Při použití infračerveného dálkoměru byly fólie měřitelné na vzdálenost do 80 m a hranoly na vzdálenost překračující 500 m.

Konstrukce zařízení dovoluje vystupující horizontální záměrný paprsek sklápat v omezeném rozsahu ve svislé rovině. Rozsah je při větším vysunutí tubusu teleskopu omezen velikostí spodní zrcadlové soustavy (160 mm), při malém vysunutí je omezen velikostí třetí soustavy (57 mm). Náklon paprsku se potom pohybuje v rozmezí 0,6 gon až 1,0 gon. Z toho plyne, že je možno měřit bez zkrácení možné délky záměry v kanalizaci, jejíž spád nepřekračuje 2 %. Přesnost

je zaručena kvalitní justáží zrcadlových soustav (1“ od výrobce) a kyvadlovým zavěšením čtvrté z nich.

Konstrukce konzole omezuje rozsah otáčení alhidádou totální stanice na zhruba 330 gon. Protože však výše zmíněné zařízení pro rektifikaci rovnoběžnosti paprsků umožňuje potočení tubusu až o 100 gon, jsou měřitelné i body, ležící mimo rozsah otáčení alhidády. Zenitový úhel ζ , čtený na totální stanici, musí být 100 gon, aby na spodní zrcadlové soustavě nedošlo k záměně podélných a příčných odchylek, a tím nebyl zkrácen horizontální směr záměry. Je proto užitečné přístroj postavit tak, aby případné skloněné záměry pokud možno neležely v „mrtvém úhlu“ rozsahu otáčení alhidády.

Prototyp zařízení byl konstruován pro totální stanici Leica TCR 1100. Pro jiné typy přístrojů s odlišnou výškou horizontu a držáku je nutno upravit rozměry prvního modulu.

Hmotnost ArgusTAT je 19 kg, k instalaci na stativu jsou zapotřebí dva pracovníci. Jemné posuny jsou vybaveny aretací, která chrání před poškozením při přepravě. Hlava speciálního stativu, zaručujícího stabilitu, může být umístěna též na nástěnný držák. Kapacita akumulátoru pro dálkově ovládané osvětlení terče na konci teleskopu, stejně jako externího akumulátoru pro posun tubusu, postačí pro celodenní měření.

2.2 Určení součtové konstanty

Součtová konstanta zařízení k je rozdílem délky měřené k odraznému terči teleskopu a skutečným převýšením a klopné osy dalekohledu totální stanice a odrazného terče. Pro měření převýšení a je nutno pracovat s vodorovným paprskem, tedy $\zeta = 100$ gon. U testovaného prototypu je $k = 520$ mm. Změna zenitového úhlu ζ o hodnotu ± 1 gon nezpůsobí při použití infračerveného dálkoměru znatelnou změnu vodorovné délky. Při použití laserového dálkoměru s viditelným paprskem však může dojít v důsledku odrazů na vnitřních plochách tubusu k odchylce i více milimetrů.

Geometrické veličiny t , s a e (obr. 4) jsou závislé na zenitovém úhlu ζ a na velikosti vysunutí tubusu. Jejich výpočet je podmínkou pro zavedení opravy měřené vodorovné délky mezi svislou točnou osou totální stanice a měřeným bodem a pro přesné určení převýšení cílového bodu. Vztažným bodem pro jejich určení je vrchol P pravého úhlu, vzniklého zalomením záměrné přímky na spodní zrcadlové soustavě. Při $\zeta \neq 100$ gon odpovídá e excentricitě svislé točné osy stanice a vztažného bodu P ve směru záměry, t je změnou převýšení a . Hodnota s je délkou dráhy záměrného paprsku mezi zrcadly spodní (čtvrté) zrcadlové soustavy. S ohledem na tolerance výroby a montáže teleskopu jsou tyto veličiny určovány individuálně pro každý výrobek a jsou zaváděny do software vyhodnocení polárního měření.

2.3 Přesnost

Odchylka vodorovného směru byla ověřována měřením na dva závěsy upevněných olovnic. Při maximálním vysunutí tubusu dosáhla v důsledku mechanických nepřesností hodnoty až 2,5 gon. Ta však může být vyloučena nebo výrazně redukována zařízením pro dosažení rovnoběžnosti rysek záměrných křížů přístroje a teleskopu. Z opakovaných cílení zleva a zprava vyplynula odchylka až 50 mgon, směrodatná odchylka cílení jen z jedné strany je 2 mgon.

Lanovod teleskopu je umístěn příčně k záměrné přímce. Při změnách délky tubusu dochází k lehkému křížení jednotlivých dílů, které způsobuje změnu polohy spodní zrcadlové



Obr. 2



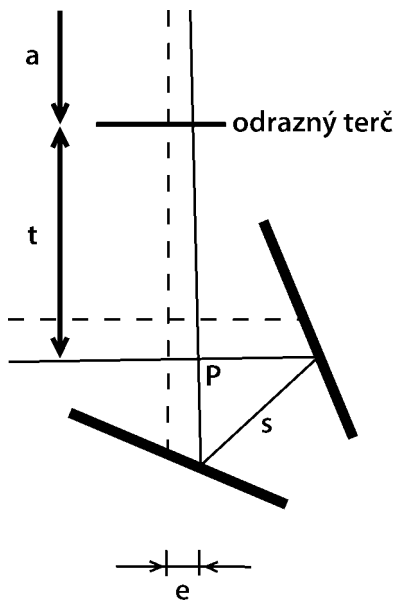
Obr. 3

soustavy a tím změnu vodorovného směru v hodnotě do 0,4 gon. Opakované cílení je charakterizováno směrodatnou odchylkou 15 mgon.

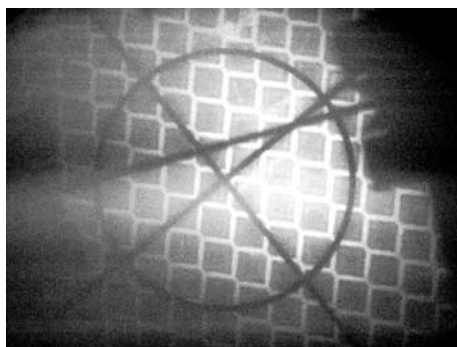
Pro testování přesnosti podle normy [7] byly v budově Hülsebau v areálu TUD a v objektu HSM vybudovány kalibrační sítě. Z opakovaných měření byla vypočtena při citlivé obsluze soupravy hodnota směrodatné odchylky 10 mgon. Pokud musela být znovu nastavena rovnoběžnost rysek záměrných křížů, stoupla její hodnota na 50 mgon. Tyto hodnoty jsou však závislé i na osobě měřiče a na působení bočního větru.

Pokud by byl použit videotachymetr, lze očekávat zvýšení přesnosti přenesení směru do podzemí, protože nerovnoběžnost rysek křížů a excentricita reflexního terče vůči svislé točné ose by byly měřitelné na obraze (obr. 5). Rozbory přesnosti poskytly hodnotu očekávané směrodatné odchylky směru ≤ 30 mgon.

Přesnost určení převýšení a délek závisí především na přesnosti dálkoměru. Při testech bylo dosaženo směrodatných odchylek 3 mm + 1 ppm pro délky a 4 mm ve výšce cílového bodu, což odpovídá přesnosti použitého dálkoměru s pasivním odrazem. Při bočním větru dochází k jemnému chvění obrazu cíle.



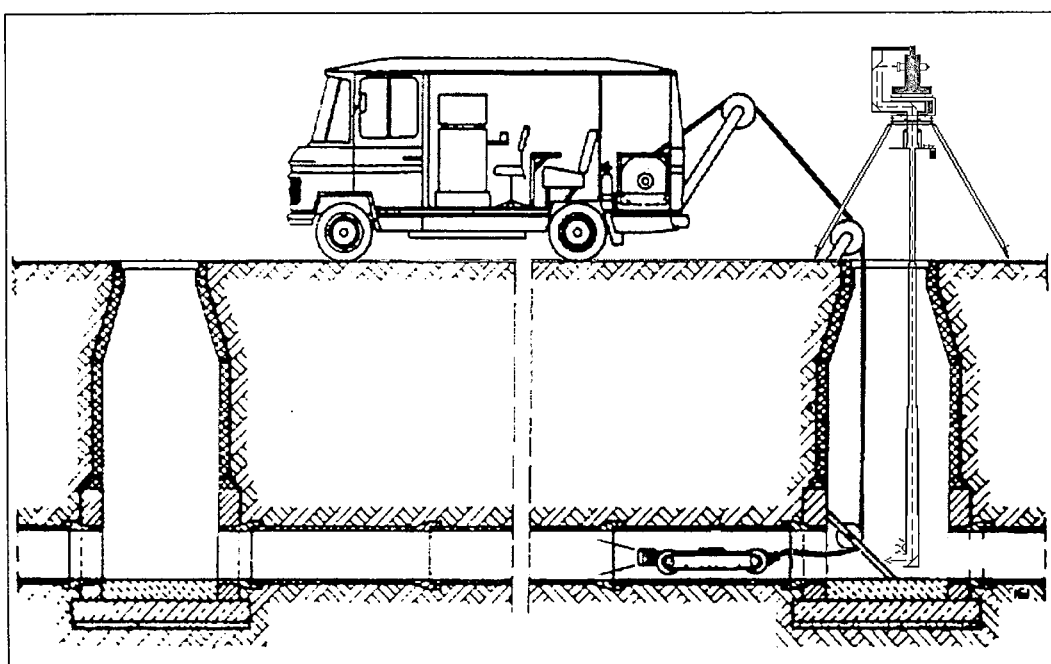
Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7

3. Možnosti použití

Zařízení ArgusTAT se díky modulární stavbě uplatní i bez teleskopu. Totální stanice s nástavcem ArgusTA může být používána pro nadírové provažování, pro měření hloubek nebo pro vertikální přenesení směru ve vysokých budovách, studních nebo důlních a tunelářských šachtách. V současnosti probíhá na TUD výzkum vlivu boční refrakce při těchto aplikacích.

Kombinace obou modulů je určena především pro měření a dokumentaci kanalizační sítě (obr. 6), včetně užití pro jejich vedení v katastru podzemních sítí. Pro měření tvaru a podélného průběhu kanalizační stoky nebo potrubí je používán televizní systém, nesený měřicím vozíkem. Pokud je vozík dodatečně vybaven odrazným terčem a je viditelný z jedné nebo z obou krajních šachet kontrolovaného úseku, lze změřit a souřadnicově určit jeho polohu (obr. 7). Na rozdíl od dosavadních komerčních měřicích systémů je tak absolutně určena prostorová poloha a průběh kanalizace nebo poloha stavebního poškození, deformace ostění či provozní překážky. Protože úseky mezi šachtami jsou obvykle přímé, je jediným problémem jen postavení a nastavení zařízení. Významnou předností systému je to, že měřiči nejsou vystavováni možnému poškození zdraví v podzemí.

Systém ArgusTAT najde uplatnění zřejmě též v archeologii. Je využitelný při měření těžko přístupných podzemních dutin a prostor nebo pro vzájemně směrové propojení podlaží nebo os stavebních objektů až do hloubky 8 m. Při vodorovných vzdálenostech do 10 m je systém již nyní přesností vhodný i pro vytyčování. Může posloužit i pro počáteční nastavení inerciálních měřicích systémů.

S úspěchem už bylo ověřeno vytyčení podzemních orientačních bodů pro laserové skenery. Automatizované skenování nebylo ještě realizováno, ale může být vyvinuto s použitím motorizovaných totálních stanic. Zajímavé je použití zařízení ArgusTAT s videoteodolitem, protože stočení spodního záměrného kříže by se nemuselo odstraňovat mechanicky, ale měřením v obraze. Potřebné výpočetní algoritmy budou zpracovány na TUD.

Zpracováno se souhlasem autorů, upraveno v rámci výzkumného záměru MSM 68400770001.

LITERATURA:

- [1] NIEBUHR, E.: 3D Scanning mit Callidus 1.2, dargestellt an Praxisbeispielen. (Prostorové laserové skenování pomocí přístroje Callidus 1.2, představené na příkladech praxe.) 5. Jenaer Geomessdiskurs 2003 „Laserscanning und Alternativen“, Jena 2003.
- [2] www.IBAK.de
- [3] NIEMEIER, W.–KATRYCZ, W.: Geodätische Sensoren zur Bauwerksüberwachung. (Geodetické senzory pro sledování staveb.) Abschlussbericht zum SFB 477, DFG-Jahresbericht 2001.
- [4] BÖLKE, K.-P.: Kanalispektion: Schäden erkennen und dokumentieren. (Kontrola kanalizací: poškození rozeznat a dokumentovat.) Berlin / Heidelberg / New York, Springer-Verlag 1996.
- [5] FUHRLAND, M.–MÖSER, M.: Úhlová zrcadla ArgusEye pro totální stanice – nové možnosti měření v architektuře. Stavební obzor, 14, 2005, č. 7, s. 214–217.
- [6] www.Argus-GeoTech.de
- [7] ISO 12857-2: Optics and optical instruments – Geodetic instruments – Field procedures for determining accuracy – Part 2: Theodolites. 1997.

Kontakt: Matthias.Fuhrland@tu-dresden.de

Do redakce došlo: 15. 12. 2005

Přeložil:
Doc. Ing. Pavel Hánek, CSc.,
katedra speciální geodézie FSv ČVUT v Praze

LITERÁRNÍ RUBRIKA

JÄGER, R.–MÜLLER, T.–SALER, H.–SCHWÄBLE, R.: **Klassische und robuste Ausgleichungsverfahren.** (Klasické a robustní metody vyrovnání.) Heidelberg, Herbert Wichmann Verlag 2005. 340 s. + CD, 24 tab., 45 obr., cena 50 €.

(043) 528.1

Spolu s měřicími technologiemi se v důsledku elektronizace a komputizace v minulých letech významně změnila též postupy zpracování dat. Vedle klasické metody nejmenších čtverců (MNC) se stále častěji prosazují robustní metody. Čtveřice profesorů Fakulty geomatiky Univerzity v Karlsruhe (spolková země Bádensko-Württemberg) připravila studentům i praktikům-geodetům moderně koncipovanou učebnici, zrcadlící současný stav a úroveň výuky a aplikací teorie chyb a vyrovnávacího počtu. Důsledně uplatněný maticový zápis umožnil jednoduchou a přehlednou prezentaci matematických vztahů. Obsah je členěn do osmi kapitol, které ve své posloupnosti vytvářejí úvodní, teoretickou a aplikační část zpracování. Seznamy literatury z německé a anglické jazykové oblasti (včetně malého počtu překladů) jsou zpravidla zařazeny na konci jednotlivých kapitol.

Do polygraficky tradičně velmi dobře zpracované publikace v měkké vazbě formátu 170 x 240 mm je vložen kompaktní disk (CD). Na něm jsou umístěny soubory s rozšiřujícími příklady k jednotlivým kapitolám knihy, určenými pro aktivní samostudium čtenáře. Na CD je také program ROBUST, vyvinutý pro použití robustních metod vyrovnání, a demo verze software NETZ2D pro výpočet polohových sítí, vytvořená Geodetickým institutem univerzity. Všechny příklady v knize jsou samozřejmě orientovány k měřením prováděným současnou moderní měřicí technikou, velmi často GPS (Global Positioning System).

První kapitolou knihy (9 s.) je Úvod zmiňující historický vývoj (C. F. Gauss, A. M. Legendre), Gauss – Markovův model (GMM) vyrovnání, algoritmus MNC, význam statistických testů a koncepci publikace. Obsah 2. kapitoly (27 s.) je charakterizován názvem *Základy maticového počtu*. Sjednocuje a opakuje znalosti použitého matematického aparátu (matice, determinant, řešení lineárních rovnic, inverze a transformace matic, pseudoinverze).

Druhou část publikace zahajuje významná 3. kapitola *Statistika a teorie chyb*. Její odstavce se na 55 stranách zabývají základními definicemi, určením nejpravděpodobnější hodnoty veličiny, funkcí četnosti, hustotou pravděpodobnosti, rozděleními (Gaussovo, Studentovo, χ^2), chybovými modely, korelací, zákonem přenašání chyb, konfidenčními obory a testy (včetně stručných tabulek). Kapitola 4 *Metody vyrovnání a parametrické odhady – vlastnosti a výklad* (43 s.) aplikuje principy M-odhadu (tj. Maximum-Likelihood) pro sjednocení matematických modelů odhadů parametrů zprostředkovaných vyrovnání GMM. Jsou sestaveny obecné algoritmy řešení klasické metody MNC (norma L2), robustních řešení (norma L1) a zvláštních případů (Čebyšev). Výběr známých M-odhadů a jejich grafické znázornění (Huber, Hampel, Biweight, Fair, Welsch, L_p, Datasnooping, Talwar a další) je obsahem odstavce 4.5. Dále jsou uvedeny i R- a L- odhady, významné v matematické statistice, ale dosud se neuplatňující v GMM, a kovarianční matice robustních odhadů. Kapitola je doplněna příklady s využitím CD (např. medián jako zvláštní případ GMM v L1 a L2, hranice robustních odhadů, spojení GPS a nivelačních výšek). MNC (norma L2) je naplní nejrozsáhlejší 5. kapitoly (93 s.), představující těžiště publikace. Jednotlivé odstavce jsou věnovány vyrovnání MNC jako klasickému standardnímu případu M-odhadu (lineární a linearizovaný GMM). Jsou uvedeny klasické matematické modely MNC (podmínkové vyrovnání s neznámými nese označení GHM, tj. Gauss-Helmertův model) včetně uvážení fyzikálních korelací, problematika konfidenčních intervalů, charakteristiky přesnosti, statistické testy včetně vyhledávání hrubých chyb, stochastické modely a otázky rozptylu jejich parametrů (skutečná, zdánlivá, optimální přesnost).

Závěrečné kapitoly učebnice jsou věnovány vybraným praktickým aplikacím. *Vyrovnání geodetických sítí* je názvem a obsahem 6. kapitoly (47 s.), jednájí v úvodu o vyloučení a interpretaci datových defektů. Jsou stanoveny tři základní možnosti vyrovnání polohových a výškových, respektive prostorových sítí: vyrovnání volných sítí a dynamická a hierarchická vyrovnání, v nichž vstupující souřadnice bodů jsou považovány za přibližné, nestabilní nebo pevné. Na závěr této kapitoly je zařazen odstavec o analýze deformací (např. ověření vztažných bodů, určení parametrů posunů, pootočení, poklesů, náklonů, rychlosti změn). Sedmá kapitola *Využití metod vyrovnání k plánování sítí* (25 s.) se zabývá apriorními rozbory přesnosti, optimalizací, variacemi, možnostmi měření, kontrol a vyrovnání navr-

hované geodetické sítě z hlediska požadovaných cílů, tj. přesnosti nově určených bodů. (Jeden z příkladů se týká prorážky podzemních děl.) Poslední 8. kapitola *Vybrané úlohy vyrovnání* (34 s.) diskutuje příklady vyrovnání, jejichž cílem není určení optimálních souřadnic bodů geodetických sítí. Sem patří výpočty vyrovnávacích (proložných) funkcí (polynom, regresní a hladké funkce) a náhradních křivek, ploch a těles (kružnice, elipsa, koule). Knihu uzavírá *věcný rejstřík* (6. s.).

Zpracováno v rámci výzkumného záměru MSM 68400770005.

Doc. Ing. Pavel Hánek, CSc.,
katedra speciální geodézie FSv ČVUT v Praze

SANDAU, R. (vydavatel): **Digitale Luftbildkamera.** (Digitální letecká kamera.) Heidelberg, Herbert Wichmann Verlag 2005. 342 s., 15 tab., 210 obr., cena 52 €.

(043) 528.7:681.3.05

Digitální letecké kamery se staly v posledním desetiletí díky rozvoji elektronických obrazových, počítačových a navigačních technologií hlavním prostředkem sběru dat ve fotogrammetrii a dálkovém průzkumu Země. Jejich konstrukce dovoluje – na rozdíl od kamer analogových – při jediném snímkování poříditi různé druhy dat s dobrou rozlišovací schopností. Díky managementu nakladatelství máme možnost seznámit se s prvním vydáním publikace, která se podrobně zabývá teorií a konstrukcí těchto moderních snímačů a jejich efektivním použitím v řadě (nejen zeměměřických) technických oborů, při ochraně a tvorbě krajiny a v územním plánování. Vedoucí autorského kolektivu a vydavatel Dr. R. Sandau, dlouholetý vedoucí pracovník berlínského Německého střediska pro leteckou a kosmickou dopravní techniku (DLR), v *předmluvě* připomíná, že nové možnosti a postupy ovšem vyžadují jiný přístup uživatelů a tedy i jinou přípravu kvalifikovaných odborníků. Tomuto jistě oprávněnému názoru odpovídá podtitul knihy „*Praktická příručka*“, i když text obsahuje četné obsáhlé teoretické pasáže, hojně podporované matematickými zápisy. Naším zájemcům bude recenzní výtisk opět k dispozici v knihovně ODIS ve VÚGTK Zdi by, takže se na dalších řádcích mohou omezit jen na stručnou vstupní informaci.

Publikace formátu 170 x 240 mm v měkké vazbě je tradičně na velmi dobré polygrafické úrovni. Text je dělen do sedmi kapitol, doprovázených četnými, převážně černobílými obrázky, grafy a kvalitními fotografiemi. Na jeho tvorbě se podíleli další čtyři pracovníci DLR, šest pracovníků firmy Leica Geosystems AG a tři vysokoškolské pedagogové ze Stuttgartu a Hannoveru.

1. kapitola *Úvod* za ohlednutím do historie definuje oblasti použití neterestrických digitálních kamer, rozdíl mezi digitálním a analogovým (na film) záznamem, popisuje geometrické a spektrální možnosti a rozdíly kamer nesených letadlem nebo družicí. (Poznámka: podle mého názoru je z tohoto hlediska český oficiální slovníkový překlad slova Luftbildkamera jako letecká kamera poněkud zavádějící.) Jsou vysvětleny pojmy a postupy detekce – rozlišení – identifikace, jeden z odstavců je věnován principům a porovnání digitálních tzv. třířádkových nebo maticových kamer. Závěrem kapitoly je představen výběr komerčně dostupných přístrojů malého, středního a velkého formátu (podrobněji jsou uvedeny systémy ADS40 a DMC).

Základy a definice je název obsáhlé 2. kapitoly (s. 33–140), která za pomoci matematických aparátů přibližuje základy optiky, vlastnosti světla, radiometrické a fotogrametrické veličiny, Fourierovu transformaci pro využití v charakteristikách optoelektronických systémů (amplituda, fáze, modulate), jejich popis pomocí tzv. lineárních systémů, diskretizaci kontinuálních signálů. Další odstavce kapitoly jedná o radiometrickém rozlišení a šumech, o barvách (jejich vnímání je subjektivní), o problematice času a pohybu při neterestrickém snímání, úhlu záběru, orientaci snímače (včetně základů GPS) a porovnávají vlastnosti digitálního záznamu a záznamu na fotografických vrstvách. *Vlivy atmosféry* jsou obsahem krátké 3. kapitoly.

Nejobsáhlejší 4. kapitola (s. 153–280) je věnována popisu stavby, funkce a parametrů všech částí *konstrukce digitální kamery*. Tricetistránkový odstavec *Optika a mechanika* jedná za pomoci grafů a vzorců o vlastnostech přirozeného světla, optických systémech, typech objektivů, geometrických vlastnostech zobrazení, filtrech, velmi podrobně o optoelektronických měničích. Další odstavce této kapitoly se zabývají moduly v ohniskové rovině, konstruovanými na bázi CCD prvků, zpracováním signálů a jejich analogo-digitál-

ními transformacemi. Následují informace o řídicích počítačích, software, kompresi a ukládání dat a pasáže o plánování a řízení snímkového letu. Závěrečné statě jsou věnovány inerciálním a systémům GPS pro integrované určování polohy kamery a požadavkům, kladeným na montážní základnu kamery na palubě letového nosiče.

Práci uzavírají tři poměrně krátké kapitoly, zaměřené na geometrickou a radiometrickou *kalibraci* kamer a ověření kvality obrazu a dále na *archivování* a zpracování obrovských souborů dat. Poslední kapitola demonstuje závěry předchozích částí knihy na příkladu systému ADS40, vyvinutého společně DLR a firmou Leica (původně LH Systems). Text je doplněn barevnými a pseudobarevnými snímky terénu a ortofotomapou. Na konci publikace je zařazen *seznam používaných zkratk*, rozsáhlý *seznam literatury* a webových adres (s. 327–333) a *věcný rejstřík* (s. 335–342).

Zpracováno v rámci výzkumného záměru MSM 68400770001.

Doc. Ing. Pavel Hánek, CSc.,
katedra speciální geodézie FSv ČVUT v Praze

ZPRÁVY ZE ŠKOL

Seznam diplomových prací obhájených na Fakultě stavební VUT v Brně posluchači oboru geodézie v roce 2005

(043) 378.962(437.2):528 „2005“

- BABÁČEK, M.: Posouzení přesnosti novoměřického mapování v katastrálním území Rečkovice.
BOJDOVÁ, E.: Astronomické určení tížnicových odchylek.
BORŮVKOVÁ, D.: Srovnání softwaru a měřických metod pro tvorbu map orientačního běhu.
BRTNÍK, R.: Vliv atmosférických prvků na přesnost oboustranně určených převýšení trigonometricky.
DVORÁK, P.: Geofyzikální analýza horizontálních pohybových tendencí v prostoru Západních Karpat.
DVORÁKOVÁ, I.: Astronomické určování polohy.
FORNŮSEK, P.: Měření posunů kamenných bloků metodou GPS.
FRYŠTÁK, L.: Analýza stavu výškopisu Digitální technické mapy města Brna.
HVIZDOŠOVÁ, L.: Zpracování kombinace terestrických měření spolu s měřením GPS.
CHODUROVÁ, S.: Určení posunů skalních bloků.
CHOUTKA, J.: Budování podrobného polohového bodového pole v k. ú. Lipovec.
JORDÁNOVÁ, H.: Problematika tvorby a údržby katastru nemovitostí v oblasti bývalého Pruska.
KOHOUT, J.: Tvorba účelové mapy a GIS v systémech Kokeš a Misys.
KONEČNÁ, I.: Modelování propadání Bílého potoka pro sledování posunů.
KOPLÍK, P.: Vyhodnocení polohopisné a výškopisné dokumentace vedení VVN.
KOZIELKOVÁ, E.: Analýza kartografických znaků českých a světových map.
LÁSKA, Z.: Analýza etapových nivelačních měření.
LÉTAL, J.: Měření posunů v předpolí západní opěry Ivančického viaduktu.
LÍBAL, J.: Porovnání výsledků získaných metodami GPS a GLO-NASS.
MATĚJČKOVÁ, D.: Analýza dat pro tvorbu kartogramů.
ORSÁG, J.: Laserové metody v geodézii – laboratorní testování.
OČENÁŠ, P.: Zaměření a zhotovení prostorové mapy části brněnského kolektoru včetně rozvodů.
PEXOVÁ, L.: Problematika tvorby a využití digitální katastrální mapy v katastrálním území Miroslavské Knínice.
PIJÁK, R.: Zpracování 2. etapy projektu na vybudování podrobného polohového bodového pole v k. ú. Kotvrdovice.
PLÁNKA, M.: Testování malých přijímačů GPS v kinematickém režimu.
PRŮKOP, J.: Analýza digitální katastrální mapy ve vybrané části katastrálního území Bystřec.
RAČKO, D.: 3D model propadání Bílé Vody.

RAISOVÁ, L.: Originální mapová díla v prostředí internetu.
 RANDOVÁ, M.: Určení astronomického azimutu.
 ROFLÍK, V.: Vliv atmosférických prvků na přesnost jednostranně určených převýšení trigonometricky.
 ROMAN, J.: Měření tvaru mostní konstrukce.
 RŮŽIČKA, L.: Analýza přesnosti technologie GPS - RTK.
 SŮKAL, J.: Možnosti výpočtu a analýz délkových a směrových protínání.
 SYROVÁTKOVÁ, P.: Připojení vybraných krasových jevů střední části Moravského krasu ke státním souřadným systémům.
 ŠNAJDROVÁ, K.: Určení a porovnání troposférických parametrů získaných různými metodami kosmické geodézie.
 ŠTENCLOVÁ, V.: Návrh a doplnění měřické sítě v objektu zámku a zaměření interiéru.
 VAŇKOVÁ, I.: Měřická činnost pro zaměření detailů historického objektu pozemní fotogrammetrií.
 VOLÁKOVÁ, L.: Aplikace DMT při analýzách geometrických parametrů staveb.

*Ing. Ladislav Bárta,
Ústav geodézie FAST VUT v Brně*

Zoznam diplomových prác obhájených absolventmi odboru geodézie a kartografia Stavebnej fakulty STU v Bratislave v roku 2005

(043) 2005 378.962 (437.6):528

Katedra geodézie

DOLNÍKOVÁ, S.: Dlhodobá kontrola stability stavebných objektov.
 FAIX, R.: Analýza presnosti určenia objemu pomocou softvérových produktov.
 GÁRDIANOVÁ, M.: Projekt merania pri zatažkávacej skúške mostného objektu.
 HERŠKO, J.: Testovanie stability nivelačných prístrojov.
 HORÁK, T.: Testovanie stability univerzálnych meracích staníc.
 HOSTINOVÁ, A.: Geodetická kontrola stability diaľničného mosta Lafranconi.
 HUDÁK, R.: Geodetické meranie a spracovanie polohových sietí.
 CHLEPKOVÁ, M.: Zber údajov na tvorbu ZB GIS digitálnou fotogrametriou.
 JAŇOTOVÁ, Z.: Aplikácia digitálnej fotogrametrie pri rekonštrukcii stavebného objektu.
 KAROLČÍK, J.: Testovanie rovinných odrazových systémov.
 KUBOVČÍKOVÁ, J.: Geodetická podpora výstavby diaľničných tunelov.
 KUČHTIAK, M.: Dlhodobé sledovanie stability mostných objektov.
 LAHUČKÝ, T.: Geodetický monitoring malých mostných objektov.
 LESŇÁK, M.: Testovanie elektronických tachymetrov s pasívnym odrazom.
 MÁČALKA, O.: Odhad parametrov v miestnej 2D geodetickej sieti.
 MARON, J.: Pasportizácia kláštora Kartuziánov digitálnou fotogrametriou.
 MĚSZÁROS, M.: Meranie posunov diaľničného mosta D203-00 v úseku diaľnice D1 Beharovce–Branisko.
 PETRILÁK, M.: Automatizované určovanie plošných obsahov.
 PIRHÁČ, M.: Eliminácia systematického vplyvu z prostredia pri trigonometrickom určovaní prevýšenia.
 PŠENČÍK, B.: Fotogrametrické zhustenie bodového poľa.
 SOBOTA, J.: Dlhodobá kontrola vodnej stavby Hriňová.
 ŠČEPÁN, D.: Monitoring skalného brala hradu Devín s využitím terestrického laserového systému.
 ŠELIGA, P.: Zber údajov na projekt sanácie skalného zárezu digitálnou fotogrametriou.
 WIRTH, M.: Priestorový monitoring vodnej elektrárne Gabčíkovo.

Katedra geodetických základov

BAŤOVÁ, E.: Určenie metrologických vlastností niektorých prístrojov a pomôcok rovinnej a kozmickej geodézie.
 HERIBAN, S.: Analýza meraní cirkumzenitálom CZ 50/500 v rokoch 2003/2004.
 HORNÁK, P.: Projekt informačného systému správy majetku.
 IGAZ, P.: Vyrovnávanie uhlovo a dĺžkovo meranej polohovej siete.
 KABÁTOVÁ, Z.: Určovanie pohybu atmosférickej vlhkosti pomocou GPS.
 KALÁBER, A.: Návrh metodiky miestneho šetrenia zberu atribútov objektov ZB GIS.
 KALÁBER, B.: Vplyv atmosférických podmienok na určenie polohy z malého počtu meraní pomocou globálneho systému určovania polohy.
 KOLŠTROM, Š.: Odhad parametrov miestnej siete určenej z výsledkov meraní GPS.
 MAJZLÁN, T.: Modelovanie tiažového poľa vo vysokohorskom prostredí.
 MĚSZÁROSOVÁ, R.: Digitálny hustotný model a jeho využitie na spresnenie geodetických veličín.
 MIKUŠOVÁ, Z.: Určovanie a porovnanie geoidu a kvázigeoidu vo vybranej lokalite.
 NOVÁK, M.: Geoinformačný model miestnej integrovanej siete.
 NÝVLTOVÁ, K.: Určovanie dráh družíc využívaných na špeciálne projekty.
 PERONČÍK, J.: Vyrovnávanie siete astronomických bodov v oblasti Tatier.
 PLESNÍK, M.: Predpokladaný prínos systému Galileo k zvýšeniu absolútneho určovania polohy.
 POLTÁK, M.: Návrh postupu objektovo orientovaného modelovania geoinformačných systémov.
 STRELKA, R.: Kombinácia GPS a terestrických meraní s využitím na aktualizáciu grafických údajov katastra nehnuteľností.
 SŮKEOVÁ, L.: Možnosti využitia historických terestrických meraní a výsledkov GPS na analýzu deformácií zemskej kôry.
 SUSKO, R.: Kalibrácia prijímačov GPS.
 ŠPRLÁK, M.: Modelovanie tiažového poľa Zeme.
 TERNĚNYOVÁ, Z.: Aplikácia tenzorového počtu v úlohách sférickej geodézie.
 TOPINKOVÁ, I.: Využitie moderných metód družicovej geodézie na spresňovanie tiažového poľa Zeme.
 VALKO, M.: Odhad presnosti digitálnych modelov reliéfu na území Slovenska.
 ZÁLOM, M.: Kalibrácia relatívnych gravimetrov na gravimetrickej základnici Modra – Vinosady.

Katedra mapovania a pozemkových úprav

ARON, M.: Evidovanie vecného bremena a práva vyplývajúceho z vecného bremena v katastri nehnuteľností.
 BAGI, T.: Modelovanie technických opatrení v projekte pozemkových úprav.
 BALKOVÁ, M.: Geometrický plán z podkladov registra obnovennej evidencie pozemkov.
 BEDNÁROVÁ, M.: Aktualizácia bázy údajov WISKN a katastrálny portál.
 BENKOVIČ, L.: Tvorba tematickej mapy SR digitálnou technológiou.
 BRUNA, M.: Dĺžkové skreslenia ortodromy v kužeľových zobrazeniach.
 ČERVENÁ, K.: Obmedzenie drobenia a zákaz drobenia pozemkov a spoluvlastníckych podielov v nezastavanej časti obce.
 ČUJKO, M.: Údajový model základnej bázy GIS.
 HAVADEJOVÁ, K.: Oceňovanie pozemkov na účely pozemkových úprav.
 HORVÁTHOVÁ, M.: Organizácia územia pre jednotlivo hospodáriacich roľníkov.
 HUDEC, P.: Tvorba priestorovej bázy údajov.
 HŮSKOVÁ, Z.: Obmedzenie drobenia a zákaz drobenia pozemkov a spoluvlastníckych podielov v spoločenstvennom vlastníctve.
 KURICOVÁ, J.: Zápis práv k nehnuteľnostiam do katastra nehnuteľností.
 KUVIK, R.: Rozdeľovací plán projektu pozemkových úprav.
 LEITMAN, M.: Výškopis na účelových mapách veľkých mierok.
 MIŠÍK, M.: Modelovanie ekologických opatrení v projekte pozemkových úprav.
 OLACHOVÁ, E.: Ochranné pásmo elektrického vedenia a potrubných vedení vo vzťahu ku katastru nehnuteľností.
 SEGÍN, B.: Konanie o oprave chyby v katastrálnom operáte a súborov geodetických informácií katastra nehnuteľností.

STAŠ, J.: Projektová dokumentácia hlavnej poľnej cesty.
SUCHÁN, I.: Spracovanie projektu pozemkových úprav výpočtovou technikou.
ŠMOTLÁKOVÁ, I.: Organizácia územia pre farmy a poľnohospodárske podniky.
ŠVANČAROVÁ, V.: Možnosti budovania viacúčelového katastra nehnuteľností.
TOMÁŠKOVÁ, K.: Jednoduchý projekt pozemkových úprav.
TURČÁK, M.: Rozdelovací plán projektu pozemkových úprav.
VANÍKOVÁ, E.: Metódy priestorového modelovania prvkov krajiny.

Ing. Július Bartaloš, PhD.,
Katedra mapovania a pozemkových úprav
Stavebnej fakulty STU v Bratislave

Úspešné odborné podujatie procesu celoživotného vzdelávania

528:37

V dňoch 24. až 28. 10. 2005 v priestoroch Stavebnej fakulty (SvF) Slovenskej technickej univerzity (STU) v Bratislave, v organizačnej réžii SvF, prebehol v rámci **Projektu celoživotného vzdelávania – Stavebníctvo a geodézia** zo série kurzov „Geodézia a kartografia“ **1. beh kurzu „Metódy, formy a prevádzka katastra nehnuteľností“**. Kurz bol organizačne zabezpečený Katedrou mapovania a pozemkových úprav (KMPÚ) SvF STU. Garantom kurzu bol doc. Ing. Imrich Horňanský, PhD. Hlavným cieľom kurzu bolo prehĺbiť aktuálne poznatky a znalosti metodiky práce z katastra nehnuteľností (KN) vychádzajúce z legislatívy, z medzinárodných dohôd, z analýz dokumentačných fondov, zo všeobecnej i špeciálnej metodiky prevádzky, z charakteristiky priestorových objektov a ich štandardizácie a modelovania v geoinformačných systémoch. Kurz obsahoval vybrané špeciálne najnovšie poznatky z KN, najmä z oblastí foriem a spôsobov evidovania nehnuteľností a práv k nehnuteľnostiam. Absolvent kurzu získal prehľad o pokroku, ktorý bol dosiahnutý začiatkom tohto tisícročia v oblasti KN, ako aj možnosť osvojenia si vedomostí v oblasti nových technológií na úseku budovania informačného systému KN a jeho aktualizácie osobitne v súbore geodetických a popisných informácií KN.

Kurz pozostával zo série 14 prednášok prednesených 12 prednášateľmi: Doc. Ing. Imrich Horňanský, PhD., KMPÚ SvF STU: „Koncepcia katastra nehnuteľností v Slovenskej republike“ a „Verejný údajov KN a závažnosť údajov KN“, JUDr. Jaroslava Tomašovičová, Úrad geodézie, kartografie a katastra (ÚGKK) Slovenskej republiky (SR): „Legislatíva katastra nehnuteľností“, Ing. Július Bartaloš, PhD., KMPÚ SvF STU „Informačný systém KN – údaje KN, identifikátory“, Ing. Juraj Kadlic, PhD., Výskumný ústav geodézie a kartografie v Bratislave: „Priestorový geoinformačný manažment a „Budovanie národných ISU/LIS“⁽¹⁾, Ing. Ingrid Šuppová, ÚGKK SR: „Postupy v digitálnej katastrálnej dokumentácii, vektorové mapy a využívanie informácií z nich“, Ing. Jozef Vlček, Katastrálny ústav v Žiline: „Obnova katastrálneho operátu, katastrálne konanie“, Ing. Lubica Hudcová, PhD., ÚGKK SR: „Tvorba a zápis operátov registra obnovenej evidencie pozemkov do KN“, Ing. Ján Nývlt, Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy: „Digitálne mapy KN v nekatastrálnych aplikáciách“, Ing. Ivana Ivánová, Katedra geodetických základov SvF STU: „Analýza kvality KN“, Ing. Vladimír Stromček: „Objektová analýza KN v geoinformačných systémoch“, doc. Ing. Jozef Čižmár, PhD., KMPÚ SvF STU: „Faktory reprodukčného procesu v KN, manažment, hodnotová analýza časovej náročnosti“ a Ing. Eleonóra Mičicová ÚGKK SR: „Poznatky z profesionálnej inšpekcie v operátoch KN“. Forma výučby bola kombinácia prednášky a rozpravy.

Účastníkmi kurzu boli absolventi študijného obdoru geodézia a kartografia technických univerzít (bakalári, inžinieri) pôsobiaci v správach katastra, v katastrálnych úradoch, všeobecne v orgánoch štátnej správy, v komerčnej geodetickej sfére a v pedagogickom procese na školách geodetického zamerania. Kurzu v rozsahu 40 vyučovacích hodín sa zúčastnilo 24 frekventantov. Široký záujem o prvý beh kurzu v etape jeho prípravy i pozitívny ohlas zo strany účastníkov prvého behu kurzu sú záväzkom pre organizátora, aby analyzoval možnosti realizácie ďalších behov tohoto kurzu.

Doc. Ing. Imrich Horňanský, PhD.,
KMPÚ SvF STU

OSOBNÉ SPRÁVY

K šesťdesiatke doc. Ing. Jozefa Čižmára, PhD.

92.Čižmár:528

V plnej pracovnej sviežosti a aktivite, plný elánu a optimizmu sa medzi šesťdesiatnikov zaradil dňa 1. 12. 2004 doc. Ing. Jozef Čižmár, PhD., vedúci Katedry mapovania a pozemkových úprav (KMPÚ) Stavebnej fakulty (SvF) Slovenskej technickej univerzity (STU) v Bratislave.

Rodák z Moravského Svätého Jána, okres Senica. Maturoval v roku 1963 na Strednej všeobecnovzdelávacej škole v Malackách. Odbor geodézia a kartografia skončil na SvF Slovenskej vysokej školy technickej (SVŠT) v Bratislave v roku 1968 a nastúpil do Kartografie, n. p., Bratislava. Tu bol v rokoch 1969 a 1970 vedúcim oddelenia organizácie a riadenia výroby a po jeho zrušení vykonával zástupcu vedúceho oddelenia prípravy výroby (1971 a 1972). V roku 1972 prechádza na KMPÚ SvF SVŠT (od 1. 4. 1991 STU), ako odborný asistent. V roku 1981 získal vedeckú hodnosť kandidáta technických vied a za docenta pre odbor geodézia bol vymenovaný v roku 1992. Vedúcim KMPÚ SvF STU je doc. Čižmár, PhD., od 1. 2. 1997 (od 15. 3. 2003 tretie funkčné obdobie). V rokoch 1990 až 1995 bol členom názvoslovnej komisie Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky (SR), v rokoch 1991 až 1997 členom Akademického senátu a v rokoch 1994 až 1997 členom vedeckej rady SvF STU, ďalej v rokoch 1995 až 2002 bol členom pracovnej skupiny akreditačnej komisie pre geodéziu a kartografiu. Od roku 1998 je členom spoločnej komisie pre vedný odbor kartografia a geoinformatika na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave. Je školiteľom doktorandov. Od 19. 10. 1995 je predsedom Výkonného výboru Kartografickej spoločnosti SR.

Doc. Čižmár prednáša predmety digitálny kartografický model, kartografická tvorba a reprodukcia a topografia. V pedagogickej a vedeckovýskumnej činnosti sa zamerával na oblasť kartografickej tvorby a reprodukcie. Je autorom a spoluautorom 4 dočasných vysokoškolských učebníc, 7 interných pomôcok a 74 odborných a vedeckých prác (z toho 7 v zahraničí). Úspešne referoval na domácich a medzinárodných konferenciách a seminároch.

Popri pedagogickej činnosti sa doc. Čižmár, PhD., aktívne zapája do riešenia výskumných úloh (VÚ). Bol zodpovedným riešiteľom 1 grantového projektu, 6 VÚ a spoluriešiteľom 8 VÚ. Má úspešnú spoluprácu s praxou.

Pri príležitosti životného jubilea bol doc. Čižmár dekanom SvF STU ocenený plaketou profesora Gála za dlhoročnú pedagogickú, vedeckovýskumnú a publikačnú činnosť a za príspevok k rozvoju KMPÚ.

Do ďalších rokov želáme doc. Ing. Jozefovi Čižmárovi, PhD., pevné zdravie, nové pedagogické a osobné úspechy a aby ďalej úspešne vychovával novú generáciu geodetov a kartografov.

Ing. Dušan Fičor jubilujúci člen redakčnej rady

92.Fičor:528

Čas sa zastaviť nedá a roky ubiehajú aj členom redakčnej rady (RR). Táto skutočnosť má čo povedať členovi RR Ing. Dušanovi Fičorovi, inšpektorovi na kartografiu a polygrafiu odboru katastrálnej inšpekcie (OKI) Úradu geodézie, kartografie a katastra (ÚGKK) Slovenskej republiky (SR), dávajúc mu príležitosť obzrieť sa pri okrúhlym výročí za seba.

Jubilant sa narodil 3. 3. 1945 v Košiciach, kde v rokoch 1959 až 1963 absolvoval Strednú priemyselnú školu stavebnú a zememeračskú. Zememeračské inžinierstvo študoval na Stavebnej fakulte Slovenskej vysokej školy technickej v Bratislave (1963 až 1966) a na Fakultě stavební Českého vysokého učení technického v Prahe – špecializácia kartografická (1966 až 1968). V roku 1968 nastúpil do Vododvorzvoja (teraz Výskumný ústav vodného hospodárstva) v Bratislave, kde pracoval na autorských origináloch 1. vydania Vodohospodárskej mapy SR 1:50 000.

V roku 1972 prešiel Ing. Fičor do Slovenského úradu geodézie a kartografie (SÚGK), ako odborný referent na kartografiu a polygrafiu technického odboru, kde usmerňoval tvorbu 1. vydania Základnej mapy (ZM) SR 1:10 000 a zaviedol jej obnovu. Zaslúžil sa o zavedenie systematickej obnovy ZM SR 1:50 000 na celom území SR a o zavedenie systematickej štandardizácie geografického názvoslovía (ŠGN) z územia SR v rámci tvorby a obnovy štátnych mapových diel. Má tiež zásluhu na rozšírení aktivít SÚGK v oblasti ŠGN nad štátny rámec, a to účasťou na spolupráci v rámci lingvisticko-geografickej regionálnej skupiny Organizácie Spojených národov (OSN) a na konferenciách OSN o ŠGN. Zabezpečoval aj gesticu tvorby a vydávania technických predpisov z oblasti kartografie a polygrafie.

Dňom 24. 10. 1989 bol Ing. Fičor vymenovaný za riaditeľa Slovenskej kartografie, š. p., (SK) Bratislava na základe výsledkov voľieb kolektívu pracovníkov SK. Funkciu riaditeľa vykonával do 30. 11. 1992.

Dňa 1. 12. 1992 sa Ing. Fičor vrátil do SÚGK (Od 1. 1. 1993 ÚGKK SR) do funkcie inšpektora na kartografiu a polygrafiu odboru inšpektorátu, od roku 1997 OKL. Od 1. 3. 1996 do 29. 2. 2004 bol vedúcim oddelenia inšpekcie obnovy katastrálneho operátu a ostatných úloh OKL. Dňa 13. 1. 1998 bol vládou SR vymenovaný za člena slovenskej delegácie Stálej slovensko-českej hraničnej komisie. V terajšej funkcii je od 1. 3. 2004.

Čitateľom nášho časopisu je jubilant známy ako autor a lektor príspevkov a od 1. 2. 2004 ako člen RR. Záslužná bola jeho činnosť aj vo vedecko-technickej spoločnosti a v telovýchove. Bol spoluzorganizátorom kartografických konferencií a organizoval niekoľko seminárov alebo bol ich garantom. Významné sú jeho aktivity i v kartografickej spoločnosti SR.

K významnému životnému jubileu želá kolektív redaktorov a RR časopisu Ing. Dušanovi Fičorovi, obetavému pracovníkovi a priateľovi, veľa pevného zdravia, pracovného elánu a nové pracovné úspechy.

kde vykonával rôzne práce v oblasti fotogrametrie, potom v Slovenskom zememeračskom a kartografickom ústave (1950 až 1953), v Geodetickom, topografickom a kartografickom ústave (1954 až 1956) a v Geodetickom ústave – GÚ (1957 až 1959). Ťažiskom jeho prác v týchto ústavoch bolo topografické mapovanie v mierke 1:25 000 a pri jeho zabezpečovaní prešiel Ing. Vrzgula rôznymi funkciami od vedúceho meračskej čaty po vedúceho prevádzky.

V rokoch 1959 a 1960 pracoval v Správe geodézie a kartografie na Slovensku (SGKS), kde vykonával funkciu inžiniera technológa pre evidenciu pôdy, ako aj funkciu technického inšpektora. Z tohto obdobia je jeho cenným prínosom tvorba smerníc a technologických postupov pre oblasť jednotnej evidencie pôdy a jej údržbu.

Po územnej reorganizácii SGKS v roku 1960 pôsobil Ing. Vrzgula v GÚ (1960 až 1965), v Kartografickom a geodetickom fonde (1966 a 1967) a v Inžinierskej geodézii, n. p., (1968) ako projektant, inšpektor technickej kontroly a vedúci kontrolného útvaru.

Dlhoročná výkonná činnosť na rôznych úsekoch a úspešne zastávané funkcie v organizáciách rezortu geodézie a kartografie boli dobrým predpokladom, aby od roku 1969 vo funkcii vedúceho technického odboru, neskôr od roku 1973 vo funkcii vedúceho koordinačného a správneho odboru (od 1. 7. 1978 riaditeľ tohto odboru) a od roku 1980 vo funkcii riaditeľa ekonomického odboru Slovenského úradu geodézie a kartografie (SÚGK) mohol uplatniť poznatky z praxe. Tieto poznatky úspešne využíval pri tvorbe a schvaľovaní smerníc a technologických postupov, ako aj v riadiacej činnosti. Mal zásluhu na realizovaní dobudovania mapového fondu na Slovensku. Veľkou mierou ovplyvňoval zavádzanie automatizácie a uplatnenie moderných pracovných postupov v rezorte SÚGK.

Svoje odborné vedomosti odovzdával Ing. Vrzgula tiež ako externý pedagóg na Strednej priemyselnej škole stavebnej v Bratislave a na SVŠT.

Ing. Vrzgulovi boli za jeho všestrannú činnosť udelené rezortné vyznamenania a vyznamenanie vedecko-technickej spoločnosti.

Odišiel čestný, pracovitý a šlachetný človek. Naňho a na dielo, ktoré zanechal nezabudneme. Česť jeho pamiatke!

NEKROLÓGY

Na rozlúčku s Ing. Metodom Vrzgulom

92.Vrzgula:528



V živote sú chvíle a dni, o ktorých vieme, že skôr či neskôr prídu no predsa nás ich príchod prekvapí. Takýto deň bol aj 13. 11. 2004, ktorý pri niesol správu, že naše rady opustil Ing. Metod Vrzgula. Najbližší príbuzní, zástupcovia organizácií rezortu Úradu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky (ÚGKK SR), priatelia a známi sa s ním rozlúčili 19. 11. 2004 v obradnej sieni domu smútku na Bratislavskom cintoríne v Ružinove. Na smútočnom obrade sa so zosnulým rozlúčil Ing. Andrej Vojtičko, PhD., riaditeľ odboru geodézie, kartografie

a geoinformatiky ÚGKK SR, ktorý pripomenul medzníky jeho života.

Ing. Vrzgula sa narodil 25. 7. 1922 v Lúčkach, okres Ružomberok. Po skončení stredoškolského štúdia na Gymnáziu v Liptovskom Mikuláši v roku 1941 študoval zememeračské inžinierstvo na odbore špeciálnych náuk Slovenskej vysokej školy technickej (SVŠT) v Bratislave. Odbornú prax začal v roku 1945 v Katastrálnom meračskom úrade v Liptovskom Mikuláši, kde do roku 1947 vnikal do problematiky katastrálneho vymeriavania a bol zapojený do úprav vojnovou zničených obcí na východnom Slovensku.

V roku 1947 prichádza Ing. Vrzgula do Bratislavy, kde pracoval až do obchodu do dôchodku, t. j. do 31. 12. 1985. Najskôr pracoval vo Fotogrametrickom ústave pre Slovensko (1947 až 1950),

Za Ing. Jozefom Hagarom, PhD.

92.Hagara:528

Zákony prírody určujú čas práce, čas života, ale aj čas rozlúčky. Posledná rozlúčka s Ing. Jozefom Hagarom, PhD., sa konala v obradnej sieni bratislavského krematória dňa 22. 11. 2004, ktorý 16. 11. 2004 ticho odišiel. V spomienke na neho si pripomeňme jeho celoživotnú dráhu.

Ing. Jozef Hagara, PhD., sa narodil 7. 7. 1923 v Riečke, okres Banská Bystrica. Po absolvovaní zememeračského inžinierstva na odbore špeciálnych náuk Slovenskej vysokej školy technickej v Bratislave v roku 1947 nastúpil do Fotogrametrického ústavu pre Slovensko v Bratislave. Fotogrametria a Bratislava zostal verný do smrti. Neskôr pracoval v Slovenskom zememeračskom a kartografickom ústave (1950 až 1953), v Geodetickom, topografickom a kartografickom ústave (1954 až 1956), v Geodetickom ústave (1957 až 1965), v Ústave geodézie a kartografie (1966 a 1967), v Inžinierskej geodézii, n. p. (1968 až 1972) a od 1. 1. 1973 do 30. 4. 1988 v Geodézii, n. p., ako vedúci prevádzky fotogrametrie.

Ing. Hagara, PhD., sa okrem vlastnej pracovnej činnosti staral aj o svoj odborný rast. V roku 1965 absolvoval kurz programovania a v rokoch 1967 až 1969 externé 2-ročné štúdium, pre expertíznu činnosť v zahraničí, na Spoločenskovednej fakulte Univerzity 17. listopadu v Prahe. V roku 1972 získal vedeckú hodnosť kandidáta technických vied.

Ing. Hagara, PhD., sa aktívne zúčastňoval riešení a zavádzania pokrokových foriem práce na úseku výpočtovej techniky a fotogrametrie. Mal zásluhu na zavedení metódy blokovej analytickej aeriatriangulácie do praxe a na racionalizácii tvorby máp veľkých a stredných mierok metódou fotogrametrie. Záslužná bola jeho činnosť aj v Komitete pre fotogrametriu a diaľkový prieskum Zeme. Viac rokov pôsobil na Strednej priemyselnej škole stavebnej. Obetavá a úspešná práca Ing. Havaru, PhD., bola ocenená viacerými vyznamenaniami.

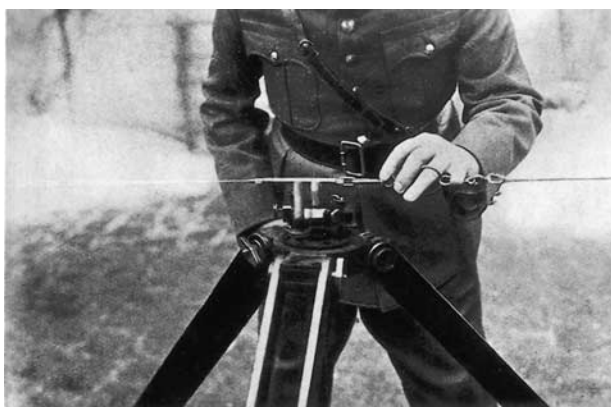
Uzavrela sa úspešná životná cesta Ing. Jozefa Hagaru, PhD. Česť jeho pamiatke.

Z historie geodetických základů

Roku 1936 zaměřil Vojenský zeměpisný ústav, Praha, v rámci budování základní trigonometrické sítě tehdejšího Československa geodetickou základnu u jihoslovenských Feledinců (od roku 1948 Jesenské, okres Rimavská Sobota; Janko Jesenský, spisovatel, 1874–1945). Základna délky 6,3 km byla měřena čtveřicí invarových drátů délky 24 m, vyrobených ze dvou různých slitin firmou Carpentier před rokem 1908 (obr 1, obr. 2). Empirická směrodatná odchylka dosáhla hodnoty 2 mm, tj. zhruba 0,3 ppm. Mezinárodně byla doporučována přesnost ≤ 1 ppm. Protože srovnávací délková základna v pražské oboře Hvězda byla zbudována v letech 1938 až 1939, byla základna Jesenské pro zajištění homogenity s ostatními základnami v síti přeměřena roku 1951 Státním zeměměřickým a kartografickým ústavem v Praze. V tomto případě byly použity čtyři dráty Carpentier a čtyři dráhy Secrétan; přesnost je charakterizována směrodatnou odchylkou 5 mm. Výsledné délky základny obou měření se liší o 4 mm, což mimo jiné svědčí o stabilitě základny.



Obr. 1



Obr. 2

*Doc. Ing. Pavel Hánek, CSc.,
katedra speciální geodézie FSv ČVUT v Praze*