

GEODETICKÝ a KARTOGRAFICKÝ

obzor

opzori

Český úřad zeměměřický a katastrální
Úřad geodézie, kartografie a katastra
Slovenskej republiky

4/2020

Praha, duben 2020
Roč. 66 (108) ● Číslo 4 ● str. 73–88

Obsah

Ing. Jan Řezníček, Ph.D. Posouzení vlivu generalizace převodních tabulek na přesnost zpřesněné globální transformace	73
Ir. André Loits, Ing. arch. Tomáš Drdáký, Ing. Tomáš Žadrazil, Jaroslav Buzek Zjevná nepravidelnost, nebo skrytý řád středověkých měst	80

SPOLOČENSKO-ODBORNÁ ČINNOST	85
SPRÁVY ZO ŠKÔL	87
OSOBNÉ SPRÁVY	88

Stowarzyszenie Geodeta
Český svaz geodetů
Slovenská spoločnosť geodetov a kartografov



AKCE BYLA ZRUŠENA
s předpokladem realizace v roce 2021

Główny Geodeta Kraju i Prezydent Miasta Łodzi

Komunikat

Konferencja naukowo-techniczna

XXVI Międzynarodowe Polsko-Czesko-Słowackie Dni Geodezji

W programie XXVI Międzynarodowych Dni Geodezji przewidziano bloki tematyczne poświęcone następującym zagadnieniom:

1. Aktualne informacje na temat działalności służb geodezyjnych i kartograficznych
2. Rola geodezji w kształtowaniu przestrzeni miast (Smart City) i terenów wiejskich (Smart Village)
3. Automatyzacja i zastosowanie innowacyjnych technik pomiarowych w geodezji
4. Miejsce geodezji i wykorzystanie technik geodezyjnych w innych branżach
5. Kierunki rozwoju krajowych systemów odniesień przestrzennych
6. Nowoczesne technologie i algorytmy w geodezji - sesja studencka i doktorancka



04.–06.06.2020, Łódź
Hotel Vienna House Andel's,
ulica Ogrodowa 17, Łódź

Posouzení vlivu generalizace převodních tabulek na přesnost zpřesněné globální transformace

Ing. Jan Řezníček, Ph.D.,
Zeměměřický úřad

Abstrakt

Počátkem roku 2018 byla zavedena do praxe nová verze převodních tabulek pro zpřesněnou globální transformaci mezi referenčními systémy ETRS89 a S-JTSK označená 2017-10. Tabulky vyjadřují průběh lokálních deformací S-JTSK prostřednictvím souřadnicových odchylek mezi oběma systémy. Verze 2017-10 byla oproti předchozím verzím vypočtena z redukovaného souboru identických bodů a vůči předchozím verzím dosahuje i lepší hladkosti, tj. plynulosti změn souřadnicových odchylek. Článek se zabývá možností generalizace převodních tabulek, která by vedla k jejich dalšímu vyhlazení, s ohledem na výslednou přesnost zpřesněné globální transformace v důsledku takového vyhlazení.

Assessment of the Influence of Generalization of the Transformation Tables to the Accuracy of the Refined Global Transformation

Abstract

In the beginning of 2018 new version of transformation tables for refined global transformation between reference systems ETRS89 and S-JTSK, marked 2017-10, was introduced to geodetic practice. The tables express the course of local deformations of S-JTSK through the coordinate differences between the two systems. Comparing the 2017-10 version to previous ones, this was computed from reduced set of identical points and achieves better smoothness, i.e. fluency of changes of coordinate differences than the previous versions. The article deals with possible generalization of transformation tables, which would lead to further smoothing out of transformation tables with regard to final accuracy of refined global transformation due to such a smoothing out.

Keywords: GNSS, geodetic reference systems, ETRS89, S-JTSK

1. Úvod do problematiky

Převodní tabulky jsou vytvářeny pro účely tzv. zpřesněné globální transformace mezi Evropským terestrickým referenčním systémem (ETRS89) a Souřadnicovým systémem Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK). Vyjadřují průběh lokálních deformací S-JTSK vůči ETRS89 (resp. pracovnímu systému S-JTSK/05) prostřednictvím souřadnicových odchylek. Převodní tabulky mají podobu pravidelné čtvercové mřížky s rozestupy uzlových bodů 2 x 2 km, přičemž hodnoty v uzlech mřížky reprezentují hodnoty deformací v dané lokalitě. Převodní tabulky jsou počítány z pole identických bodů – trigonometrických bodů (TB), případně i zhušťovacích bodů (ZhB). Metodika zpřesněné globální transformace včetně uplatnění převodních tabulek v rámci této transformace je popsána v [1]. Aktuálně platné převodní tabulky nesou označení verze 2017-10 a byly zavedeny do praxe Českým úřadem zeměměřic-kým a katastrálním (ČÚZK) k 1. 1. 2018. Způsob výpočtu těchto tabulek včetně prováděných kontrol je popsán v [2].

1.1 Lokální deformace a parametry převodních tabulek

Hodnoty lokálních deformací S-JTSK se na území české republiky (ČR) mění v rozmezí cca 0 – 0,5 m, jak ukazuje obr. 1, který je grafickým vyjádřením souřadnicových odchylek převodních tabulek verze 2017-10. Přesnost převodních tabulek verze 2017-10 je charakterizovaná střední chybou v poloze $m_p = 3,6$ cm. Byla určena na základě kontroly vnější přesnosti [2], v rámci které byly všem identic-

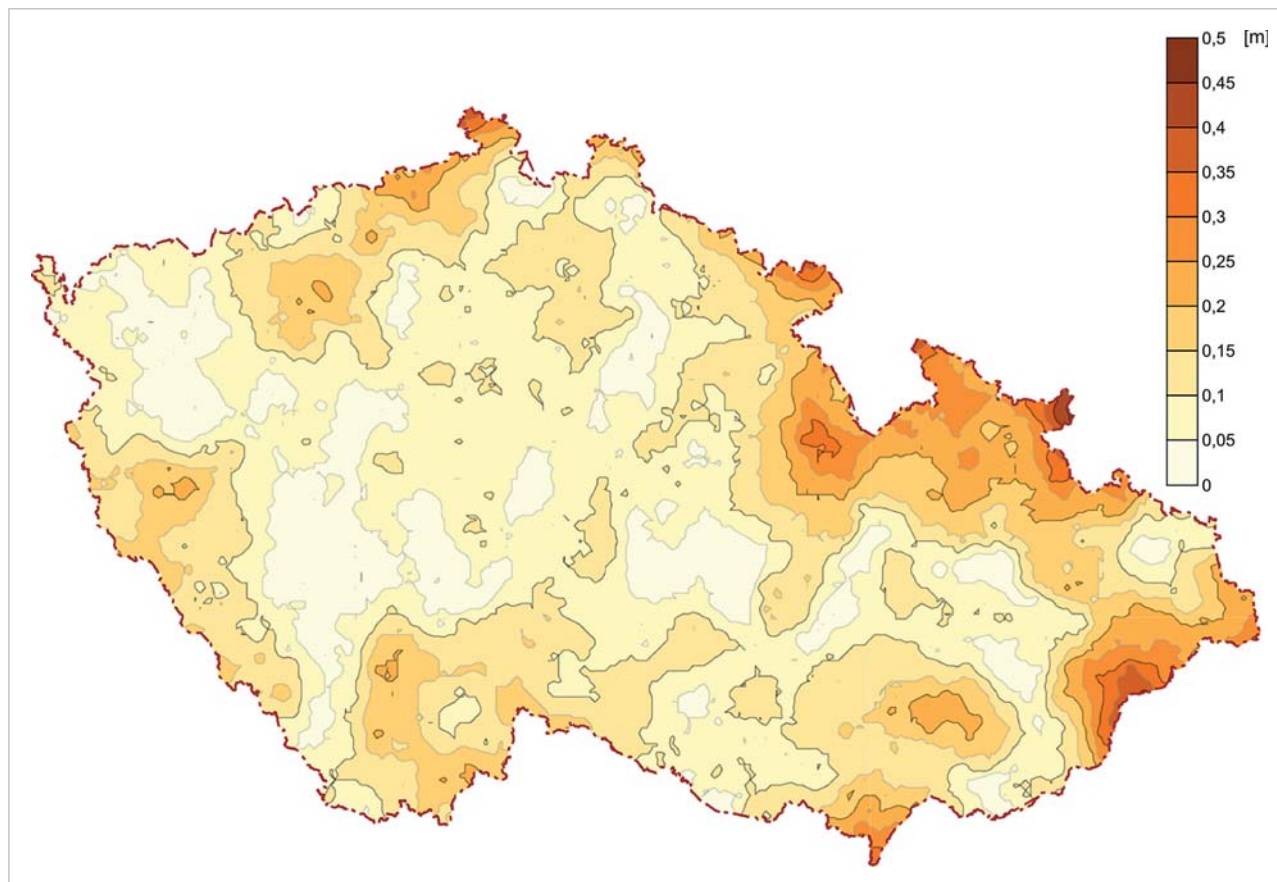
kým TB a ZhB, u nichž byly v Databázi bodových polí evidovány souřadnice S-JTSK i ETRS89, vypočteny rozdíly souřadnic S-JTSK daných a transformovaných z ETRS89 pomocí převodních tabulek.

Míru plynulosti změn souřadnicových odchylek mezi sousedními uzly převodních tabulek označujeme jako hladkost převodních tabulek. Na základě kontroly hladkosti převodních tabulek verze 2017-10 byla zjištěna průměrná hodnota změny souřadnicových odchylek mezi sousedními uzly 1,4 cm (tj. 0,7 cm na 1 km) a maximální hodnota této změny 14,6 cm [2].

Uvedené hodnoty přesnosti a hladkosti převodních tabulek plně vyhovují potřebám zpřesněné globální transformace v katastru nemovitostí. Podle Vyhlášky ČÚZK č. 31/1995 Sb. [3] lze takovou transformaci použít pro práce, pro které je postačující přesnost vyhovující střední souřadnicové chybě $m_{xy} = 6$ cm (tj. střední chybě v poloze $m_p = 8$ cm).

Přísnější nároky na parametry transformačních vztahů jsou obvykle kladeny v aplikacích inženýrské geodézie, kde se namísto zpřesněné globální transformace využívá lokální transformace s volbou identických bodů, popř. v kombinaci s vyrovnáním terestrických měření v účelových sítích. Zkreslením geometrie účelové sítě užitím zpřesněné globální transformace se zabýval např. příspěvek [4].

Specifické požadavky jsou pak kladeny v případě liniových staveb o délce řádově až desítek km (silnice, železnice). V příspěvku [5] byla formulována potřeba definice „jednotného transformačního klíče ČR“, který by splňoval na celém území ČR hladkost 0,5 cm na 1 km pro potřeby železniční geodézie.



Obr. 1 Průběh lokálních deformací S-JTSK vyjádřený pomocí převodních tabulek verze 2017-10, v metrech, [2]

1.2 Cíl příspěvku

Hladkost převodních tabulek není dána pouze vlastním rozložením deformací v rámci ČR, ale též způsobem výpočtu převodních tabulek. Oproti dříve platným verzím, které byly počítány z TB i ZhB, jsou převodní tabulky verze 2017-10 vypočteny z redukovaného počtu identických bodů (cca 4 000 TB) a ve srovnání s předchozími verzemi dosahují nejvyšší hladkosti.

Dalšího vyhlazení převodních tabulek přijatelného pro specifické geodetické aplikace lze docílit vhodně zvolenou generalizací během výpočtu převodních tabulek (volbou metody, parametrů, či počtu identických bodů). Lze však předpokládat, že další vyhlazení povede ve svém důsledku i k negativnímu efektu snížení přesnosti zpřesněné globální transformace, neboť generalizované převodní tabulky nebudou zachycovat skutečný, ale zjednodušený stav lokálních deformací S-JTSK.

Cílem příspěvku je proto vyčíslení popsaného negativního efektu, tj. přesnosti zpřesněné globální transformace provedené užitím generalizovaných převodních tabulek s různou mírou vyhlazení.

2. Generalizace převodních tabulek

Za účelem posouzení přesnosti byly nejprve vytvořeny generalizované převodní tabulky s různou mírou vyhlazení. Přitom byly otestovány dva postupy generalizace popsá-

né v dalším textu. V obou případech byl zachován postup výpočtu převodních tabulek verze 2017-10 (resp. verzí předchozích), avšak s účelovou změnou některých parametrů. Zachován byl rozstup převodních tabulek 2 x 2 km, také vstupní soubor identických bodů byl obdobný, jako v případě převodních tabulek verze 2017-10, tedy cca 4000 TB. Zároveň byl využit dosavadní iterační postup výpočtu převodních tabulek, kdy jsou v rámci každé iterace vygenerovány převodní tabulky, prostřednictvím kterých jsou následně porovnány dané souřadnice všech vstupních identických bodů se souřadnicemi transformovanými pomocí těchto tabulek. Pokud u některého z bodů rozdíl daných a transformovaných souřadnic překročí mezní polohovou odchylku d_{MEZ} , bod se z další iterace (a tím i celého výpočtu převodních tabulek) vyřadí.

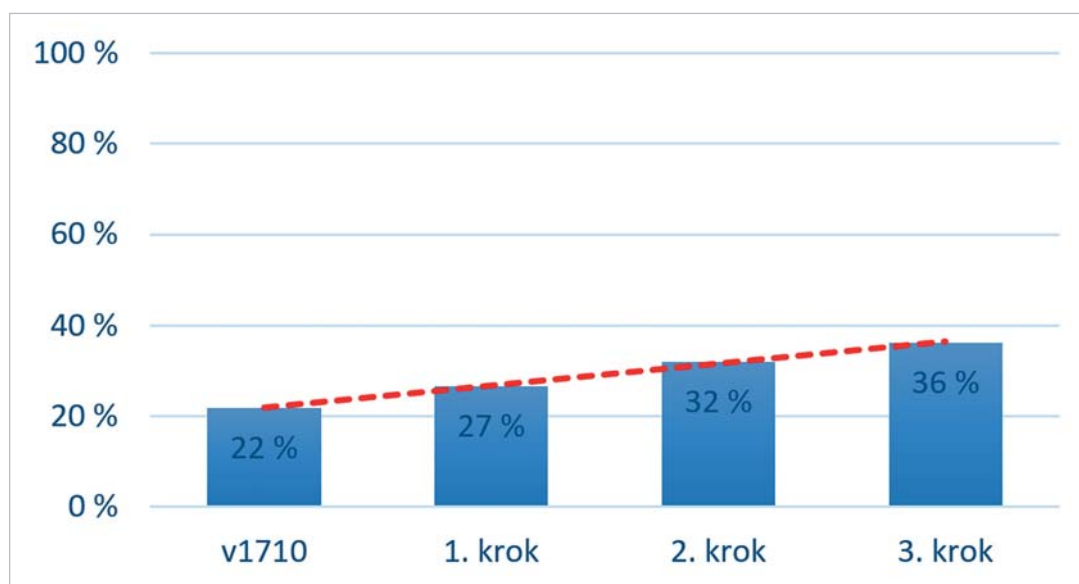
2.1 Generalizace vyhlazením souřadnic S-JTSK vstupního souboru identických bodů

Nejprve byl otestován postup generalizace založený na „vyhlazení“ souřadnic S-JTSK vstupních identických bodů. Celkem byly vypočteny 3 varianty převodních tabulek s postupným vyhlazením, kdy do výpočtu vstupovaly v každém kroku namísto daných souřadnic S-JTSK identických bodů jejich vyhlazené souřadnice S-JTSK transformované z daných souřadnic ETRS89 užitím převodních tabulek vypočtených v předchozím kroku. Tímto postupem byly:

- v 1. kroku vypočteny převodní tabulky tak, že namísto daných souřadnic S-JTSK identických bodů vstupovaly

Tab. 1 Charakteristiky převodních tabulek generalizovaných vyhlazením souřadnic S-JTSK vstupního souboru identických bodů

označení tabulek	hladkost [cm]		četnost rozdílů polohových oprav [%]	přesnost [cm]
	průměrná hodnota rozdílů ve směru Y/X	maximální hodnota rozdílů ve směru Y/X	0-0,5 [cm/km]	m_p
verze 2017-10	1,4	15,6	22 %	3,6
1. krok	1,2	15,0	27 %	3,6
2. krok	1,1	14,8	32 %	3,7
3. krok	1,1	14,9	36 %	3,7

**Obr. 2** Generalizace převodních tabulek vyhlazením souřadnic S-JTSK vstupního souboru identických bodů – trend vyhlazení vyjádřený četností rozdílů polohových oprav 0-0,5 cm/1 km

do výpočtu souřadnice S-JTSK transformované z daných souřadnic ETRS89 pomocí převodních tabulek verze 2017-10;

- ve 2. kroku byly vypočteny převodní tabulky tak, že do výpočtu vstupovaly souřadnice S-JTSK identických bodů transformované z daných souřadnic ETRS89 pomocí převodních tabulek vypočtených v prvním kroku;
- ve 3. kroku byly vypočteny převodní tabulky tak, že do výpočtu vstupovaly souřadnice S-JTSK identických bodů transformované z daných souřadnic ETRS89 pomocí převodních tabulek vypočtených ve druhém kroku.

Při výpočtu převodních tabulek bylo aplikováno stejné územní omezení jako v případě platných převodních tabulek verze 2017-10, kdy byly k výpočtu jednotlivých uzlů tabulek použity identické TB umístěné ve vzdálenosti do 10 km od příslušného uzlu. Tento postup působí ve svém důsledku i celkové územní omezení výsledných tabulek, které mají přesah státních hranic ČR do vzdálenosti cca 10 km od hraniční čáry.

Pro každé z generalizovaných převodních tabulek byly vyčísleny hodnoty hladkosti a přesnosti, přičemž byly

aplikovány kontroly hladkosti a vnější přesnosti jako při výpočtu převodních tabulek verze 2017-10 (viz část 1.1). Pro posouzení hladkosti byla vyčíslena průměrná hodnota relativní změny souřadnicové odchylky mezi sousedními uzly převodních tabulek v obou souřadnicových osách, resp. maximální hodnota této změny. Pro názornost byla navíc vyčíslena i četnost rozdílů splňující hladkost formulovanou v [5], tj. hladkost 0,5 cm na 1 km. Pro posouzení přesnosti byla pro každou z generalizovaných převodních tabulek určena střední chyba v poloze m_p . Dosažené hodnoty ukazuje **tab. 1**, která obsahuje pro srovnání i stejné charakteristiky pro převodní tabulky verze 2017-10.

Dosažené četnosti ukazuje navíc graf na **obr. 2**, který ilustruje konvergenci zvoleného postupu. Jak je vidět z dosažených výsledků, tento postup generalizace sice vedl k postupnému vyhlazení převodních tabulek, avšak velice pomalu. K dosažení hladkosti do 0,5 cm / 1 km v 90 % případů uzlů tabulek by bylo potřeba spočítat ještě mnoho kroků (i pokud by byl zachován lineární trend výpočtu, který naznačuje **obr. 2**, pak minimálně 15 kroků). Postup se tak ukázal jako časově velmi náročný, uvážíme-li, že vy-

Tab. 2 Charakteristiky převodních tabulek generalizovaných zpřísněním kritéria pro vstup identických bodů

d_p^{MEZ} [cm]	hladkost [cm]		četnost rozdílů polohových oprav [%]	přesnost [cm]		vyřazeno bodů
	průměrná hodnota rozdílů ve směru Y/X	maximální hodnota rozdílů ve směru Y/X		m_p	maximální hodnota polohové odchylky	
5	0,9	10,9	57 %	4,4	20	5 %
2,5	0,7	10,7	65 %	5,7	32	33 %
1	0,5	8,1	78 %	7,1	37	75 %
0,75	0,5	7,3	81 %	7,5	39	84 %
0,5	0,4	6,5	85 %	8	40	91 %
0,25	0,3	4,1	93 %	9,4	44	97 %
0,1	0,2	2,4	99 %	10,9	44	99 %
0,075	0,2	6,8	98 %	11,4	45	99,6 %

počet převodních tabulek se v každém kroku již sám o sobě skládá z několika iterací. Naproti tomu přesnost převodních tabulek se při tak nízkém stupni vyhlazení příliš nesnížila, ve 3. kroku dosahovala střední chyba v poloze stále příznivé hodnoty střední polohové chyby $m_p = 3,7$ cm.

2.2 Generalizace nastavením přísnějšího kritéria pro vstup identických bodů

Dále byl otestován postup založený na zpřísnění kritéria mezní polohové odchylky d_p^{MEZ} pro vyřazení identického bodu z další iterace (viz část 2). V platné verzi převodních tabulek 2017-10 (i verzích předchozích) bylo kritérium nastaveno na hodnotu 5 cm. V rámci tohoto postupu bylo kritérium sníženo na zvolenou hodnotu nejprve 2,5 cm, dále na hodnoty 1 cm, 0,75 cm, 0,5 cm, 0,25 cm, 0,1 cm a 0,075 cm. Tímto způsobem bylo vygenerováno 7 různých verzí generalizovaných převodních tabulek. Opět byla sledována kvalita tabulek – jejich hladkost a přesnost pomocí popsáných kontrol hladkosti a vnější přesnosti.

Postupné snižování kritéria d_p^{MEZ} vedlo i k postupnému zvyšování procenta identických bodů vyřazených z výpočtu převodních tabulek, což ve svém důsledku znemožnilo aplikovat územní omezení 10 km pro výběr identických bodů jako při výpočtu převodních tabulek verze 2017-10. Při výpočtu všech převodních tabulek generalizovaných tímto postupem proto zmíněné územní omezení aplikováno nebylo, stejně jako v případě dříve platných verzí převodních tabulek. Pro srovnání hodnot hladkosti a přesnosti byly vypočteny i převodní tabulky s hodnotou kritéria $d_p^{MEZ} = 5$ cm, avšak rovněž bez územního omezení.

Pro posouzení hladkosti a přesnosti generalizovaných tabulek byly využity stejné kontroly jako v předchozím postupu (část 2.1). Dosažené hodnoty ukazuje **tab. 2**. Pro lepší názornost jsou v případě přesnosti vedle středních polohových chyb uvedeny i maximální hodnoty polohových odchylek vypočtených v rámci kontroly vnější přesnosti z rozdílů daných a transformovaných souřadnic S-JTSK.

Obdobně jako v části 2.1 jsou graficky na **obr. 3** zobrazeny i dosažené četnosti rozdílů polohových oprav 0-0,5 cm/1 km, které ilustrují konvergenci zvoleného postupu.

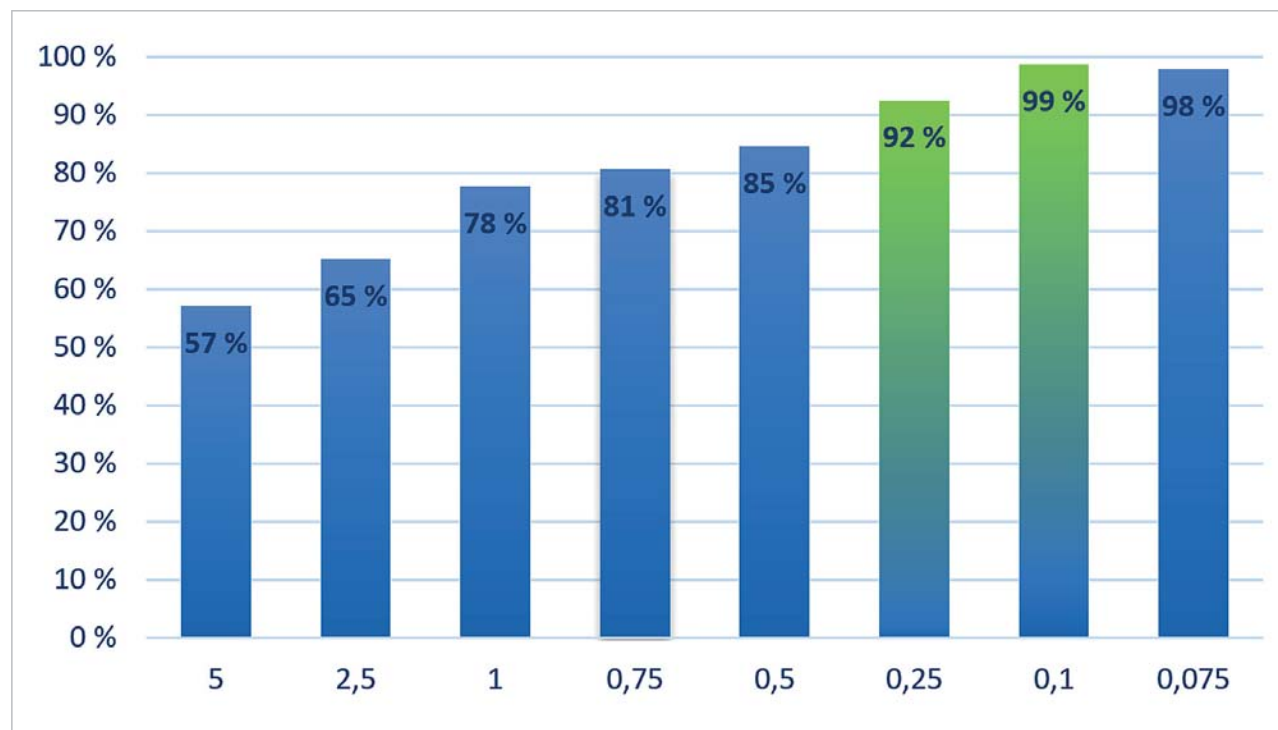
Jak je vidět z dosažených výsledků, zvolený postup již směřoval k požadovanému cíli, kdy se s postupným zpřísněním zvyšovala hladkost tabulek. V případě tabulek s kritériem 0,25 cm, resp. 0,1 cm již byl dokonce u více než 90 % uzlů tabulek splněn požadavek na hladkost 0-0,5 cm/1 km. Naopak snížení hodnoty kritéria pod 0,1 cm již k dalšímu vyhlazení nevedlo.

Z hlediska přesnosti generalizovaných tabulek došlo k očekávanému efektu, kdy se s vyšší mírou vyhlazení současně snižovala přesnost převodních tabulek. V případě tabulek s kritériem $d_p^{MEZ} = 0,1$ cm již střední chyba v poloze přesahovala hodnotu $m_p = 10$ cm.

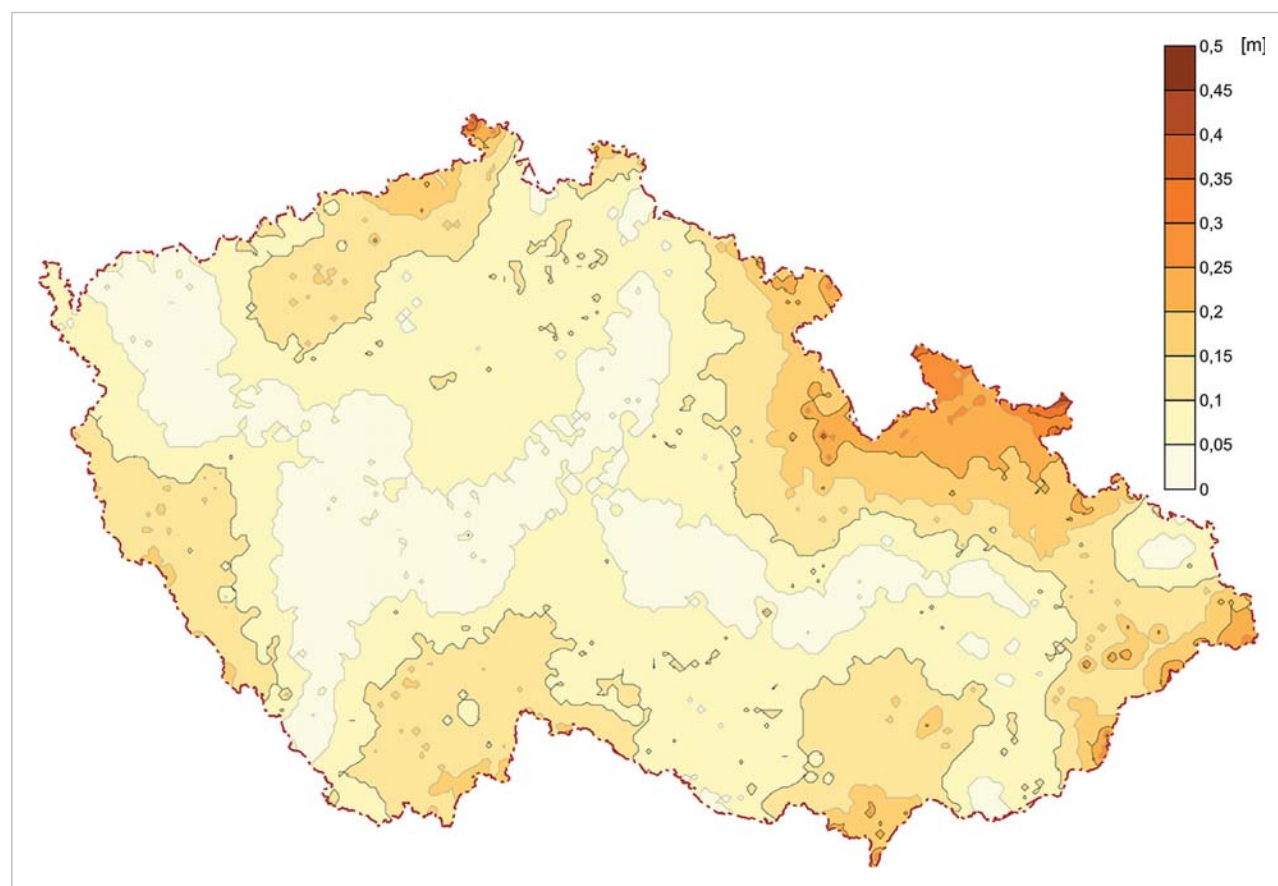
Pro názornost jsou na **obr. 4 – obr. 7** generalizované převodní tabulky graficky znázorněny. Obrázky ukazují, jak generalizované převodní tabulky idealizují průběh lokálních deformací S-JTSK se zvyšující se mírou jejich vyhlazení, pokud postupně zpřísnujeme kritérium d_p^{MEZ} od hodnoty 2,5 cm (**obr. 4**) na hodnoty 0,75 cm (**obr. 5**), 0,25 cm (**obr. 6**) až na 0,1 cm (**obr. 7**).

2.3 Transformace bez užití transformačních tabulek

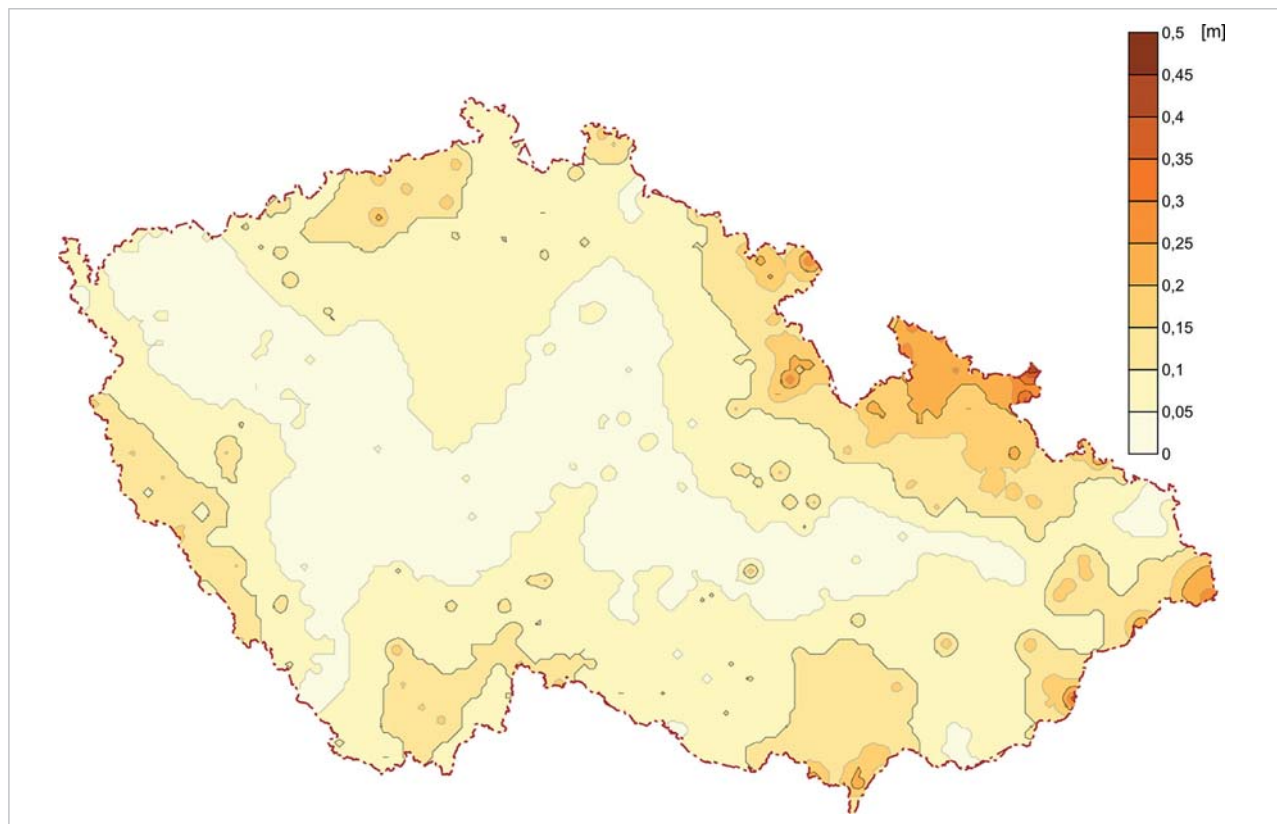
Pro úplnost a názornost dosažených hodnot byl výčet možností doplněn i případem užití zpřesněné globální transformace bez užití převodních tabulek. V tomto případě se lokální deformace S-JTSK zcela zanedbají a hodnoty transformovaných souřadnic S-JTSK jsou identické se souřadnicemi S-JTSK/05 (pouze bez konstanty 5000 km, která se přidává k souřadnicím S-JTSK/05, aby nedošlo k záměně s S-JTSK). Možnostmi využití S-JTSK/05 se zabývala práce [6]. Aplikujeme-li kontrolu vnější přesnosti na stejný soubor identických bodů a dvojice souřadnic daných S-JTSK a S-JTSK/05 (bez konstanty 5 000 km), dostáváme hodnoty přesnosti, které ukazuje **tab. 3**.



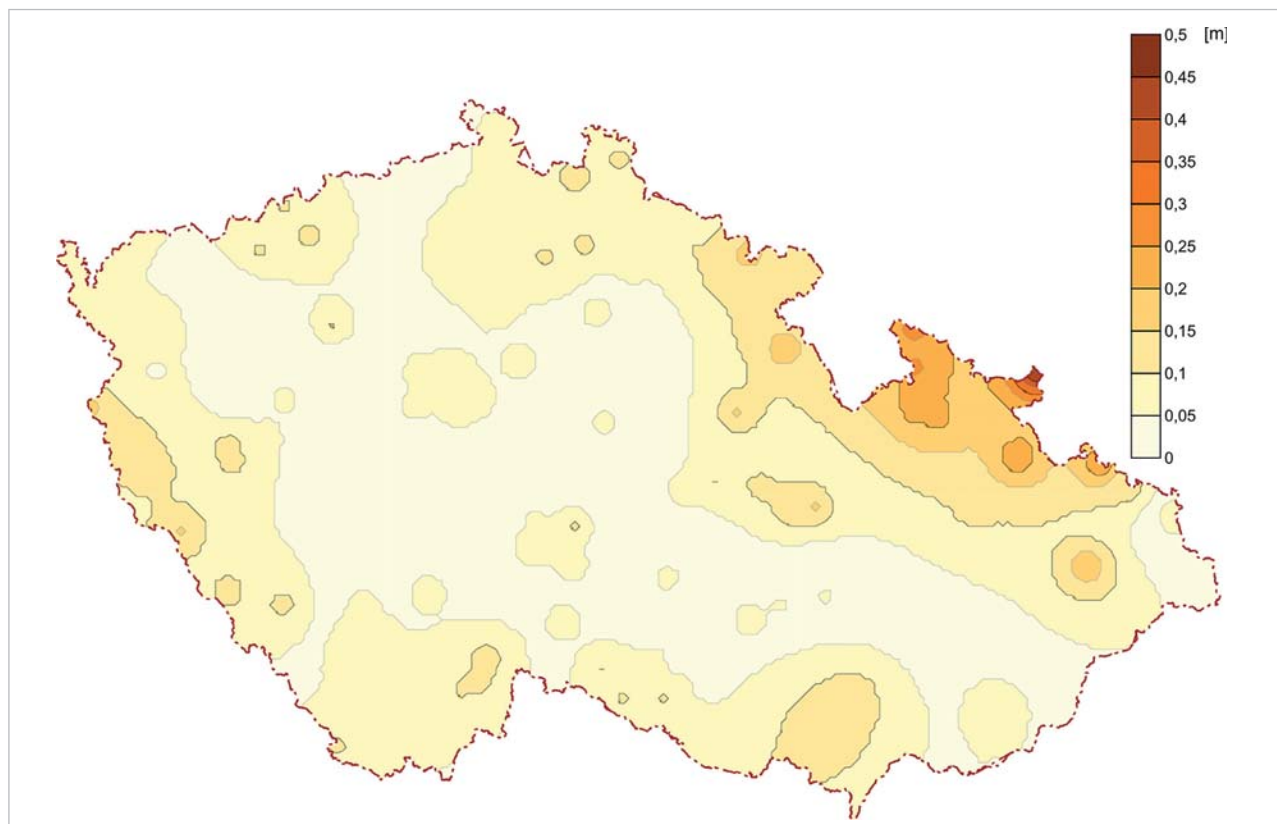
Obr. 3 Generalizace převodních tabulek zpřísněním kritéria pro vstup identických bodů – trend vyhlazení vyjádřený četností rozdílů polohových oprav 0-0,5 cm/1 km



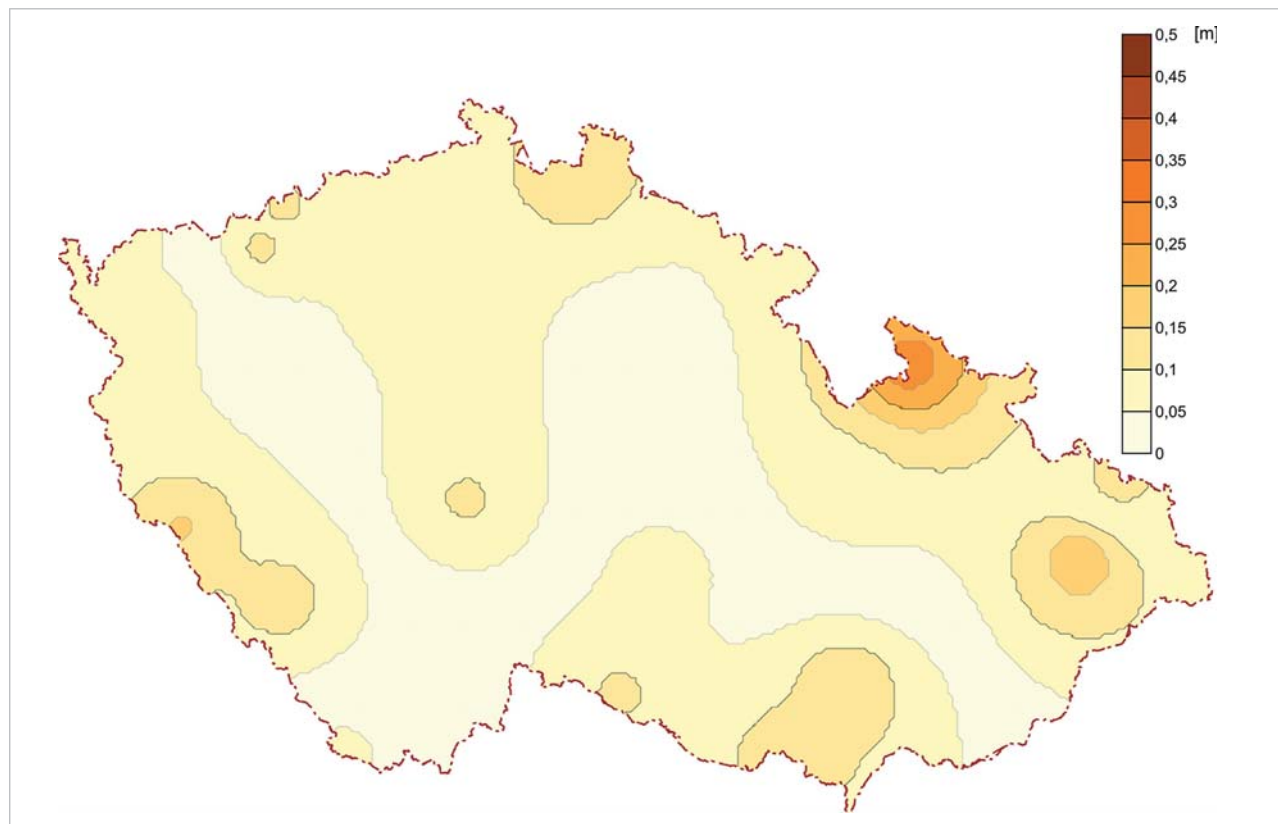
Obr. 4 Zidealizovaný vyhlazený průběh lokálních deformací S-JTSK (v metrech) vyjádřený pomocí převodních tabulek generalizovaných zpřísněním kritéria d_p^{MEZ} na hodnotu 2,5 cm



Obr. 5 Zidealizovaný vyhlazený průběh lokálních deformací S-JTSK (v metrech) vyjádřený pomocí převodních tabulek generalizovaných zpřísněním kritéria d_p^{MEZ} na hodnotu 0,75 cm



Obr. 6 Zidealizovaný vyhlazený průběh lokálních deformací S-JTSK (v metrech) vyjádřený pomocí převodních tabulek generalizovaných zpřísněním kritéria d_p^{MEZ} na hodnotu 0,25 cm



Obr. 7 Zidealizovaný vyhlazený průběh lokálních deformací S-JTSK (v metrech) vyjádřený pomocí převodních tabulek generalizovaných zpřísněním kritéria d_p^{MEZ} na hodnotu 0,1 cm

Tab. 3 Přesnost transformace provedené bez převodních tabulek

přesnost [cm]	
m_p	maximální hodnota polohové odchylky
13,4	50

3. Závěr

Záměrem příspěvku bylo posoudit možnost generalizace převodních tabulek, který by vedl k jejich dalšímu vyhlazení, za účelem jejich využití pro speciální geodetické aplikace. Cílem příspěvku bylo posoudit zejména negativní efekt generalizace, kterým je snížení přesnosti zpřesněné globální transformace provedené užitím generalizovaných převodních tabulek.

K vyhlazení převodních tabulek byly otestovány dva postupy. Ukázalo se, že na vyhlazení nemá zásadní vliv, pokud se před výpočtem převodních tabulek „vyhladí“ vstupní souřadnice identických bodů užitím převodních tabulek vypočtených v předchozím kroku. K účinnému vyhlazení převodních tabulek vedl postup při zpřísnění kritéria dopustné odchylky pro vstup identických bodů, jehož aplikací docházelo při vyšší míře vyhlazení i k vysokému procentu vyřazení identických bodů vstupujících do výpočtu.

Současně se potvrdil předpoklad, že s vysokým vyhlazením převodních tabulek již dochází k výraznému snížení přesnosti zpřesněné globální transformace. V extrémních případech vyhlazení je již dokonce přesnost srovnatelná s přesností transformace bez použití převodních tabulek

(tj. transformace do S-JTSK/05) a reálné využití takto generalizovaných převodních tabulek tím již pozbývá praktického významu.

LITERATURA:

- [1] KOSTELECKÝ, Jan-CIMBÁLNÍK, M.-ČEPEK, A.-DOUŠA, J.-FILLER, V.-KOSTELECKÝ, Jakub-NÁGL, J.-PEŠEK, I.-ŠÍMEK, J.: Realizace S-JTSK/05. Geodetický a kartografický obzor 58/100, 2012, č. 7, s. 145-154.
- [2] NÁGL, J.-ŘEZNÍČEK, J.: Výpočet nové verze převodních tabulek pro přesnou globální transformaci mezi referenčními systémy S-JTSK a ETRS89 (verze 2017-10). Geodetický a kartografický obzor 64/106, 2018, č. 10, s. 213-221.
- [3] Vyhláška Českého úřadu zeměměřického a katastrálního č. 31/1995 Sb. ze dne 1. února 1995, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením. Sbírka zákonů České republiky, částka 6, s. 406-423. Ve znění pozdějších předpisů.
- [4] NOSEK, J.: Analýza geometrie sítě transformované globálním klíčem verze 1710. Geodetický a kartografický obzor 65/107, 2019, č. 9, s. 209-215.
- [5] BUREŠ, J.-KOSTELECKÝ, J.: Analýza jednotného transformačního klíče verze 1202 pro účely železniční geodézie. In: Družicové metody v geodézii a katastru. Brno: ECON publishing, 2018. ISBN 978-80-86433-67-7.
- [6] KOSTELECKÝ, Jakub-STÁNKOVÁ, H.-KOSTELECKÝ, Jan: Vybrané charakteristiky rozdílů mezi systémy S-JTSK a S-JTSK/05. Geodetický a kartografický obzor 66/108, 2020, č. 3, s. 49-52.

Do redakce došlo: 17. 12. 2019

Lektoroval:
prof. Ing. Jan Kostecký, DrSc.,
Výzkumný ústav geodetický, topografický
a kartografický, v. v. i.

Zjevná nepravidelnost, nebo skrytý řád středověkých měst

Ir. André Loits, Ing. arch. Tomáš Drdáký,
Ing. Tomáš Zadražil, Jaroslav Buzek,
ÚTAM AV ČR, v. v. i.,
Centrum Telč

Abstrakt

Nová města založená Římskou říší byla vystavěna na půdorysu šachovnice s přispěním tehdejších zeměměřičů. Ve středověku v řadě nově založených měst sice nechybí pravoúhlá náměstí a pravidelná síť ulic, ale v jiných tomu tak není. Znamená to, že ve středověku nebyli zeměměřiči zapojeni do plánování měst, nebo že jejich um byl zapomenut?

Apparent Anarchy or Hidden Order of Medieval Cities

Abstract

New cities founded by the Roman Empire were built on the chessboard floor plan under the supervision of surveyors of that time. During the Middle Ages a number of newly established cities included a rectangular square and a regular pattern of streets, but in many others it is not the case. Does it mean that in the Middle Ages surveyors weren't involved in town planning or that their work was forgotten?

Keywords: historical cities, location, medieval triangulation, urban type, surveyor, groma

1. Úvod

V nově založených městech Římské říše bylo běžně použito plánů, které vypracovali tehdejší zeměměřiči. Dokladem přítomnosti zeměměřičů při jejich výstavbě je pravidelný, většinou pravoúhlý půdorys těchto měst (obr. 1). To odpovídalo antické potřebě řádu a chápání krásy. Na-

víc v uzavřeném prostoru, jako je město, je nutnost stanovit hranice mezi veřejným a soukromým sektorem více než nezbytná. Platnost této myšlenky vnímáme v celém průběhu dějin, od antiky přes středověk a vlastně i dnes. Novým obyvatelům je potřebné vždy vymezit prostor, kde mohou stavět a kde nikoliv. Každá doba však přináší odlišné požadavky a klade důraz na jiná hlediska. Pro vět-



Obr. 1 Starověký Milét, Vatikánská muzea (foto: Ing. Tomáš Zadražil)

šinu středověkých měst zakládáných po celé Evropě byla primární potřebou výstavba opevnění. V době, kdy města vznikala, se jednalo přímo o otázku jejich fyzického přežití. Druhým aspektem bylo pravděpodobně hledisko ekonomické. Těžko je totiž představitelné, že by tehdejšího investora, kterým byl většinou panovník, nezajímala finanční návratnost celého podniku. Potřeboval tedy znát přinejmenším délku hradeb, rozlohu města a velikost náměstí vzhledem k předpokládanému počtu budoucích obyvatel – tedy daňových poplatníků. Tyto údaje mu byly schopni dát pouze zeměměřiči.

2. Středověká města a lokátoři v našem prostředí

Zakládání většiny středověkých měst se u nás datuje do období od počátku 12. století do konce 14. století. Některá města vznikala „ex nihilo“ na „zelené louce“, jiná byla budována kolem stávajících osídlení. Historické prameny se zmiňují o osobě tzv. lokátora, který při zakládání měst sehrával významnou roli. Mezi nejznámější lokátory u nás jistě patří v jižních Čechách působící Hirzo, nebo bohatý kutnohorský patricij Eberhard. Otázkou zůstává, jestli byli lokátoři více zeměměřiči, nebo podle dnešní terminologie spíše developeři. Dá se předpokládat, že na práci nebyli sami, ale měli k ruce pomocníky. Tehdejší lokátoři se při plánování půdorysné osnovy nového města, nebo rozšíření původního museli vyrovnat s celou řadou problémů. Zejména těch přírodních, jako byl terén, nebo směr vodních toků. Velkou roli zde sehrál i požadavek investora na výstavbu efektivního opevnění. Přesto však u řady založených měst v dobách posledních Přemyslovců můžeme vypočítat jisté podobnosti. Nejčastěji se setkáváme s centrálně umístěným čtverhranným náměstím, z jehož koutů, nebo středů stran vybíhají ulice k městským branám. Většina plochy nově založených měst měla pravoúhlý rastr (České Budějovice, Klatovy, Plzeň a další). Většina z nich neměla čtvercový obvod, jako například Vysoké Mýto, ale oválný, kruhový, nebo vejčitý mnohdy s dalšími nepravidelnostmi ovlivněnými terénem, nebo řekami. Výsledkem tak bylo často kompromisní řešení mezi ideálem a danou situací. Vznikaly i atypické půdorysy, jako třeba Domažlice s dlouhým protáhlým náměstím. V případě Domažlic, mohl hrát v založení města blízkost vlivů sousedního Bavorska. Stejně tak plošná velikost nově založených měst u nás je podobná. Většinou byla kolem 12–15 hektarů. I tak se vyskytla velkolepější založení v případě Uherského Hradiště, Uherského Brodu, nebo dnes dolnorakouského Marcheggu přesahující rozlohu 60 hektarů.

Situace kolem zakládání středověkých měst není jednoduchá a přímočará ani v dalších ohledech. Ve stejné době totiž vznikají města na pravidelném přísně ortogonálním půdorysu (např. České Budějovice, Klatovy, Vysoké Mýto), ale i města na první pohled neuspořádaná (např. Znojmo, Kutná Hora). Existovaly snad v téže době a v téže kulturním prostředí dva naprosto odlišné způsoby vytyčování měst?

3. Zakládání měst ve středověku

Informace o způsobu zakládání měst v tomto období se ve většině literárních pramenů objevují ve velmi stručné

podobě. Nejvíce se této problematice věnují ve svých dílech autoři D. Líbal, F. Hofmann či J. Žemlička. Ucelený přehled v kontextu světového vývoje nám dává ve své publikaci Svět měst J. Hruza. Avšak o způsobu zakládání měst, případně jaké pomůcky a přístroje tehdejší měřiči (lokátoři) používali tyto prameny příliš nerozvádí. Krom již výše zmíněného lokátora v Saském zrcadle můžeme nalézt vyobrazení práce měřičů v publikaci Středověká Francie (obr. 2). Dalším dokladem práce měřičů v té době je náhrobek stavitele katedrály v Remeši Huese Libergiera [1], který je zde vyobrazen i se svými měřicími pomůckami v reálné velikosti. Vyobrazená měřicí lať, kružítko a úhelník se hodily na vytyčování a stavbu středověké katedrály, ale jestli pro vytyčení města nevíme. Ve starověkém Římě byla používána pro vytyčení pravých úhlů *groma* (obr. 3) a její použití se objevuje i ve středověku. Půdorysy středověkých měst až na některé výjimky tak pravoúhlé nejsou a vypadají složitěji. Je tedy možné se domnívat, že byl používán přístroj, který umožňoval vytyčovat, nejen pravé úhly, ale i jistou škálu omezeného počtu úhlů. Tato úvaha byla základní myšlenkou následujícího zvažování: pokud byl pro organizaci nových měst používán omezený počet hodnot úhlů, nutně to muselo zanechat společné stopy, které bychom mohli nalézt v orientaci hradeb, uspořádání tržišť a ve vytyčení uliční sítě. Důležité tedy bylo stanovit, která úhlová jednotka mohla být použita. V římském starověku byly jednotky rozděleny na 12 dílů *unciae* nebo na 16 dílů *digiti*. Pokud použijeme pravý úhel jako celek, můžeme jej rozdělit na



Zeměměřič (Arnald z Villanovy,
Traktát o vyměřování, Carpentras,
Bibl. Inguibertine, 15. století)



Obr. 3 Římská groma, Data z dějin zeměměřičství
25 tisíc let oboru, s. 20

12 nebo 16 dílů a tyto díly považovat za úhlovou jednotku. V případě dělení pravého úhlu na 12 dílů je velikost úhlové jednotky $7,5^\circ$ a při dělení pravého úhlu na 16 dílů je tato jednotka $5,625^\circ$. Hovoříme pak o „režimu D12“, při dělení pravého úhlu 12-ti a o „režimu D16“, při dělení pravého úhlu 16-ti. Režim D12 umožňuje vytvořit pouze 6 různých pravoúhlých trojúhelníků, čímž se počet hodnot goniometrických funkcí sníží na 33, které je nutno znát. Režim D16 vede k 8 různým pravoúhlým trojúhelníkům a 45 potřebným hodnotám goniometrických funkcí [2].

Dále stojíme před otázkou, jak byly používány nástroje, které jsme popsali. Chybějícím článkem této hypotézy je *groma*. V žádných pramenech se nám doposud nepovedlo najít písemný záznam, kresbu středověké *gromy*, umožňující 12 nebo 16 různých záměrů v rámci pravého úhlu. Takový hypotetický typ *gromy* D12 (obr. 4) byl vyroben v dílně pracoviště CET Telč za účelem praktických pokusů. Pro měřické účely byly vyrobeny *gromy* dvě s vyměnitelným vrchním dílem se zářezy na mosazných destičkách nejen pro typ D12, ale také D16. Studie provedená pracovníky CET Telč nabízí metodu možného vytyčení města pomocí prototypu hypotetické středověké *gromy* [3]. Metoda byla zatím použita pro analýzu 30 vybraných historických měst v České republice a také pro některá historická města na Slovensku a v Rakousku [10]. Další omezení může být spojeno s výpočty hodnot goniometrických funkcí. Bylo totiž nutno násobit délku pomocí hodnot goniometrických funkcí s použitím římské notace čísel, kde zlomky vyjadřovaly goniometrické hodnoty. K zobrazení číselných symbolů a zlomků bylo používáno počítaadlo abakus (obr. 5), které umožňovalo provádět jejich sčítání, odečítání a násobení pouhým přesouváním žetonů na jednotlivých hodnotových řádcích [2].



Obr. 4 Prototyp *gromy* vytvořený v Centru Telč
(foto: archiv autorů)



Obr. 5 Abakus A. Loitse vytvořený pro výpočetní účely

4. Pokusná měření s gromou

Prototyp hypotetického přístroje *groma* se skládá ze šestiúhelníkové koruny, podepřené třemi oporami na trojúhelníkové základně. Na stranách koruny je upevněno šest tenkých mosazných destiček tak, aby jen mírně vyčnívaly nad povrch koruny. V mosazných destičkách byly vytvořeny úzké zářezy tím způsobem, aby jejich spojnice procházela středem koruny, přesně v místech odpovídajícímu rozdělení 90° po 12-ti dílech, resp. 16-ti dílech. Pro

účely měření je protilehlými zářezy přes korunu napnuta šňůra. Tato šňůra je na obou stranách zatížena olovnicemi ponořenými v nádobách s vodou, aby se zabránilo jejich nežádoucímu pohybu. Před samotným měřením však ještě dojde k urovňování a centraci *gromy* na výchozím bodě pomocí středové olovnice a dřevěných klínků na podpěrách [3].

Zeměměřič provádí záměr tak, že vizuálně ztotožní obě šňůry a výtyčku, kterou posunuje figurant, podle pokynů zeměměřiče. Jakmile dojde k tomuto ztotožnění, umístí

v místě výtyčky značku (obr. 6). Pak je přes korunu mezi dalšími dvěma protilehlými zářezy, které odpovídají zvolenému úhlu vytyčování, napnuta další šňůra a operace se opakuje. Byl proveden jednoduchý pokus pro typ *gromy* D 12 s jednotkou úhlu $7,5^\circ$. Jednoduchost obsluhy tohoto prototypu prokázala, že i při použití nezkušenými osobami bylo docíleno poměrně kvalitních výsledků pozorování s maximálním rozdílem ve vytyčovaném úhlu menším než $0,15^\circ$. Tento pokus s *gromou* byl proveden pro vzdálenosti do 100 metrů délky s rozdíly v polohách bodů 0,2 metrů [3]. Následoval další pokus opět s použitím dvou *grom*, ale pro vzdálenosti 200–350 metrů. Zde bylo použito *gromy* D16 s jednotkou úhlu $5,625^\circ$. Zdá se, že vzdálenost okolo 350 metrů začíná být pro lidské oko limitní, co se týká viditelnosti signálu dřevěné výtyčky a viditelnosti signalizace měřiče pro figuranta. Bylo vytyčeno 8 bodů ve vzdálenostech 100–340 metrů, kde bylo dosaženo obdobných výsledků rozdílů ve vytyčovaném úhlu, jako v předchozím pokusu. To však ovlivní rozdíl v poloze vytyčovaných bodů, který je přibližně 3krát větší, než v předchozím pokusu (0,6 metru).

Zatímco dva předchozí pokusy se odehrávaly pouze s vytyčováním úhlů, tak ve třetím pokusu s *gromou* byla rozměřena základna o délce 16 prutů (1 prut = 8 loktů = 16 stop = 4,74 metru) [4] provazem o délce jednoho prutu kladeného za sebou z bodu A do bodu B, kde byly postaveny a směrově vzájemně orientované obě *gromy* s výsledným rozdílem 0,37 metru mezi skutečnou (totální stanicí změřenou) a provazem rozměřenou délkou. V tomto případě byl učiněn pokus o vytyčení čtvercového náměstí a jednoho přilehlého bloku. Z bodů základny byly postupně vytyčeny body I–V s přemístěním *gromy* z bodu A do bodu C. Rozdíly v úhlech byly opět do $0,15^\circ$, poloha vytyčených bodů však byla ovlivněna rozměřením základny A–B. U všech pokusů bylo provedeno kontrolní zamě-

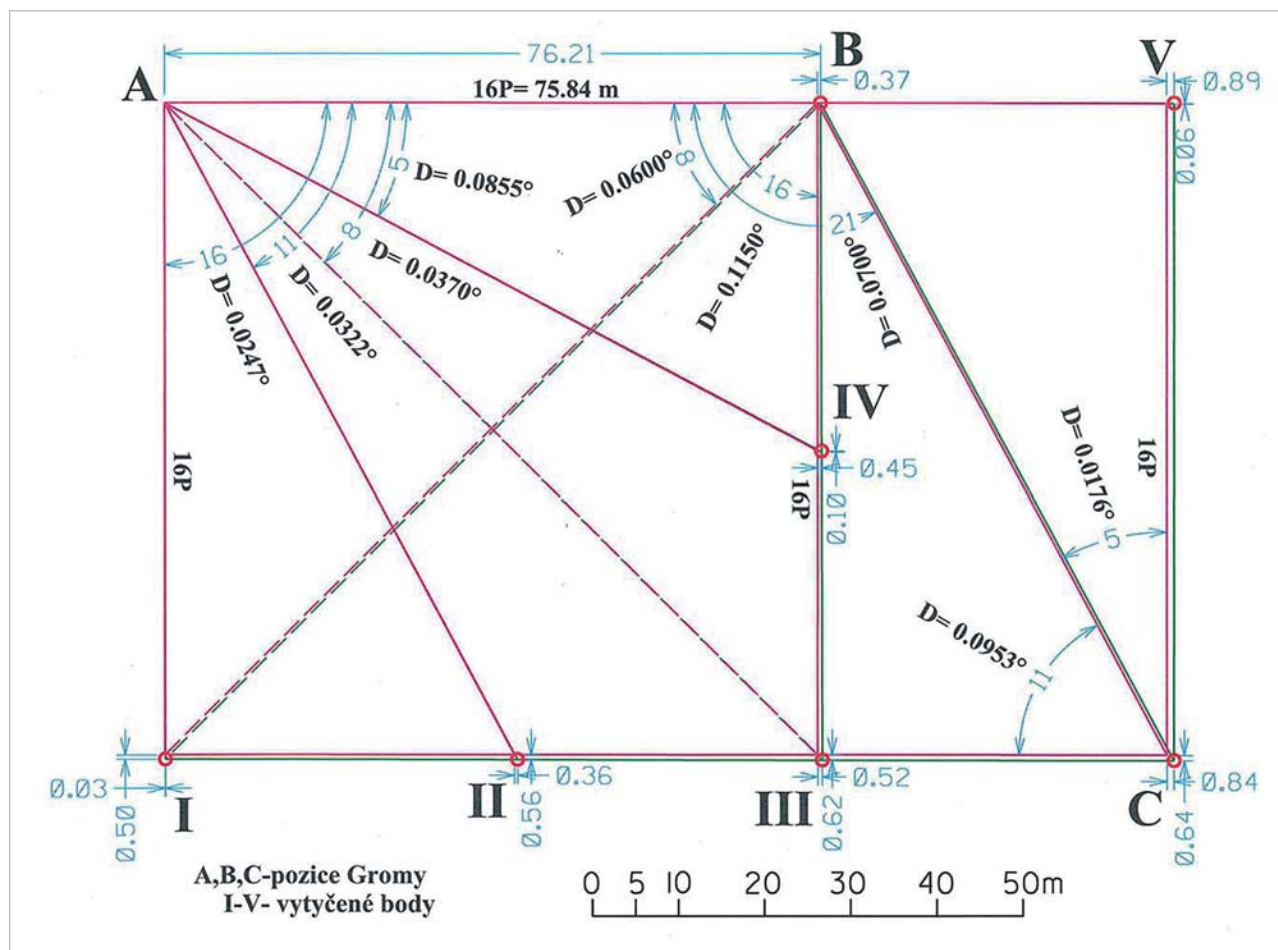
ření vytyčených bodů přístrojem Trimble M3, z kterého byly zjištěny rozdíly úhlů a poloh bodů mezi ideálem a experimentem vytyčenými body (obr. 7). Z výše uvedených souhrnných výsledků pokusů se dá předběžně usuzovat, že naši předci byli schopni vytyčit nejen pravý úhel, ale i násobky dělení 12, nebo 16 pravého úhlu s přesností, která jim mohla vyhovovat. Opakovaná měření za různých podmínek a s větším počtem měřených hodnot by prokázala, zda lze dosáhnout větší přesnosti při vytyčování touto metodou. Problémem současných měřičů je zejména jejich malá zkušenost pracovat, s těmito na první pohled jednoduchými pomůckami a také „vrozená zaujatost“ metrickým systémem, který dnes běžně používají.

Přestože v období středověku byla značná nejednotnost měř, pracovali jsme s předpokladem, že tehdy používanou jednotkou délkové míry na našem území mohl být prut (dnešních 4,74 metru), který se dále dělil na 8 loktů a 16 stop [4]. Pruty zmiňuje například ve své publikaci o založení Českých Budějovic Daniel Kovář [5]. Jiné prameny uvádí používání provazců, který měl 42 loktů [6]. Podrobně se této problematice věnuje dvojice autorů Pavel Hánek a Pavel Hánek ml. ve svých publikacích z nedávné doby [7], [8]. Snahou Přemysla Otakara II. bylo provést reformu v této oblasti a ujednotit míry a váhy (1268). V tehdejší Evropě se jednalo o ojedinělý normalizační počín, který je zaznamenán jen faktem, že k němu došlo [6]. My dnes víme, že tehdy selhal, a i v tomto ohledu král železný a zlatý o několik století předběhl svoji dobu. To samé platí o používání plošných měř, kterými jsme se zatím podrobně nezabývali.

Také je otázkou, do jaké míry byly délkové jednotky pro naše předky důležité. Jak ve své knize Katedrála v Remeši uvádí Peter Kováč v kapitole „Nástroje remešského stavitelce Libergiera“ [1], kde zmiňuje myšlenku, že pro potřeby středověku, nebo i starších věků není délková nejednot-



Obr. 6 Vytyčení *gromou* v režimu D16 (foto: archiv autorů)



Obr. 7 Výsledky vytyčení ideálního pravoúhlého města v režimu D 16 (kresba: Ing. Tomáš Zadražil)

nost pro stavitelství podstatná, protože se vždy pracovalo s geometrií poměrů délek. Je tedy i možné, že poměrová geometrie byla také využívána při výstavbě nových měst v míře větší, než jsme si dnes ochotni připustit. Zároveň je i pravděpodobné, že pokud nově zakládaná města mají rukopis stejného lokátora, který se v dané oblasti pohyboval, byla vytyčována pokaždé s použitím stejné délkové míry [10].

5. Závěr

Možnosti středověkých zeměměřičů v porovnání se současnými byly do značné míry omezené. O to více překvapuje přesnost a preciznost jejich práce. Zeměměřiči byli schopni vytyčit města pravidelných půdorysů, často upravených a optimalizovaných z hlediska konfigurace terénu a místních podmínek do jedinečného tvaru. Požadavky na obranu města, optimální tvar opevnění, nebo omezené finanční prostředky nezbytné k založení města byly neméně důležitým limitem při rozvržení nového. Přestože půdorysy měst vytyčené před více než sedmi sty lety nebyly dimenzovány pro potřeby současných obyvatel, v drtivé většině přetrvávají dodnes a jsou trvalou součástí městského urbanismu i nejstarším dochovaným záznamem jeho historie. Pokud tedy město existuje, je jeho historický půdorys téměř nezniklý [9].

Cílem popisované práce bylo shromáždit poznatky, které umožní zaplnit bílá místa nebo alespoň zčásti objasnit stránky historie spojené s budováním měst ve středověku. Získané poznatky mohou do budoucna prospět historikům, archeologům, urbanistům, možná i architektům tvořícím v prostředí historických měst a zároveň poodhalit dějiny vlastního oboru také současným zeměměřičům. Domníváme se, že víceoborová spolupráce pomůže nalézt odpovědi na řadu otázek, které naše studie pravděpodobně vyvolává.

Poděkování

Autoři děkují za podporu Ministerstvu kultury České republiky, které práci podpořilo v rámci grantového programu NAKI II výzkumným projektem DG16P02R025 „Původy a atributy hodnot kulturního dědictví historických měst České republiky“ řešeným ve spolupráci Ústavu urbanismu Fakulty architektury ČVUT a ÚTAM Akademie věd ČR, v. v. i.

LITERATURA:

- [1] KOVÁČ, P.: Katedrála v Remeši, Praha 2018, s. 633-643, ISBN 978-80--904298-5-7.
- [2] LOITS, A.-DRDÁČKÝ, M.-RAMPULA, J.-RAMEŠOVÁ, M.-VALEČKÝ, Š.: Proměny telčských domů, ITAM, Praha, 2013, s. 8-11, ISBN 978-80-86246-41-3.
- [3] LOITS, A.-DRDÁČKÝ, T.-ZADRAŽIL, T.-BUZEK, J.: Lokace středověkých měst na území Čech, Moravy a Slezska, In: Rozpravy NTM – Z dějin geodézie a kartografie 19, Praha NTM, 2018, s. 138-144, ISBN 979-80-7037-310-1.

- [4] HOFMANN, G.: Metrologická příručka pro Čechy, Moravu a Slezsko do zavedení metrické soustavy. Plzeň: Státní oblastní archiv v Plzni, Muzeum Šumavy v Sušici, 1984, 100 s.
- [5] KOVÁŘ, D.: Fundatio Civitas – Zrození královského města Českých Budějovic, České Budějovice, 2015, s. 53-54. ISBN 978-80-86829-98-2.
- [6] HONL, I.-PROCHÁZKA, E.: Úvod do dějin zeměměřictví II., Středověk. Praha, 1983, s. 42-45.
- [7] HÁNEK, P.-HÁNEK, P. ml.: 750 let od úprav zemských měr. Geodetický a kartografický obzor, 64/106, 2018, č. 10, s. 222-225.
- [8] HÁNEK, P.-HÁNEK, P. ml.: Měřictví v českém stavebnictví. In: Rozpravy NTM – Z dějin geodézie a kartografie 19, Praha NTM, 2018, s. 145-153. ISBN 979-80-7037-310-1.
- [9] HOFMANN, F.: České město ve středověku. Praha 1992, 114 s.
- [10] LOITS, A.-DRDÁČKÝ, T.-ZADRAŽIL, T.-BUZEK, J.: Triangulated medieval cities. In: Sborník Architektura v perspektivě, VŠB TU Ostrava, 2017, s. 98-103. ISBN 979-80-7037-310-1.
- [11] LORENC, V.: Nové Město pražské. SNTL, Praha, 1973.
- [12] PEŠKOVÁ, Z.: Vybrané kolonizační podniky stejných lokátorů v Čechách. Dějiny vědy a techniky 2011/4, s. 237-260. ISSN 0300-4414.
- [13] ŠKABRADA, J.-PEŠKOVÁ, Z.: K možnostem identifikace středověkého vyměřování vesnic v českých zemích. Dějiny vědy a techniky 2006/3, s. 163-177. ISSN 0300-4414.

Do redakce došlo: 19. 1. 2020

Lektoroval:
prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc.,
Praha



SPOLEČENSKO-ODBORNÁ ČINNOST

Ocenenie Medzinárodnej geodetickej asociácie 2019

V júli 2019 pri príležitosti 27. generálneho zhromaždenia Medzinárodnej únie geodetickej a geofyzikálnej (IUGG) si v kanadskom Montreale prevzal ocenenie Guya Bomforda z rúk prezidenta Medzinárodnej geodetickej asociácie (IAG) Harald Schuha mladý slovenský vedec Michal Šprlák (obr. 1). Toto celosvetové ocenenie udeľuje IAG od roku 1975 mladým vedcom do 40 rokov raz za štyri roky za vynikajúce príspevky k rozvoju teoretickej a aplikovanej geodézie. Prestížnosť ceny Guya Bomforda znasobuje fakt, že jej držiteľmi sú skutočne vedecké geodetické authority, ako napríklad Erik Grafarend, Fernando Sansò, John Wahr alebo Peter Teunissen. Michal Šprlák po niekoľkoročnom pôsobení v zahraničí v súčasnosti pracuje na katedre geomatiky Fakulty aplikovaných vied Západočeskej univerzity v Plzni (ZČU). Pri tejto významnej príležitosti požiadala redakčná rada nášho časopisu oceneného vedca o rozhovor.

Michal, priblížte prosím našim čitateľom oblasť Vášho výskumu, ktorý viedol k získaniu spomínaného ocenenia.

Ocenenie Guya Bomforda som získal za výrazné pokroky vo výskume gravitačného poľa, ktoré predstavuje jeden z troch základných pilierov súčasnej geodézie. Zásadným spôsobom som prispel k rozvoju teoretického aparátu na modelovanie gravitačného poľa a to v nasledovných smeroch:

- 1) Rozšíril som triedu sférických integrálnych transformácií, ktoré umožňujú vzájomný prevod medzi gravitačným potenciálom, zložkami gravitačného zrýchlenia a zložkami gravitačných tenzorov 2. a 3. rádu. Táto systematická práca bola publikovaná po častiach vrátane detailných matematických odvodení a numerických experimentov v niekoľkých vedeckých článkoch v najlepšíšom geodetickom časopise Journal of Geodesy. Prehľad a zovšeobecnenie sférických integrálnych transformácií sme spolu s Pavlom Novákom,

Martinom Pitoňákom a Robertom Tenzerom publikovali v prestížnom geovednom časopise Earth-Science Reviews.

- 2) Vypracoval som systematickú teóriu pre gravitačný tenzor 3. rádu a študoval som matematické vlastnosti tohto tenzora. Súčasťou tejto výskumnej práce bolo riešenie okrajovej úlohy na gravitačnú krivosť, t.j. vonkajšej okrajovej úlohy pre gravitačný potenciál vo sférickej aproximácii s okrajovými podmienkami vo forme zložiek gravitačného tenzora 3. rádu. Taktiež som sa zaoberal globálnymi vlastnosťami gravitačného tenzora 3. rádu a možnosťou realizácie družicovej misie, ktorá by eventuálne merala zložky tohto tenzora a mapovala by tak globálne gravitačné pole Zeme.
- 3) Okrem teoretických úloh na sfére som rozšíril techniky modelovania gravitačného poľa s využitím geometrie rotačného elipsoidu. Konkrétne som odvodil elipsoidické integrálne transformácie vhodné na inverziu zložiek gravitačného zrýchlenia a zložiek gravitačného tenzora 2. rádu. Okrem toho som úspešne vyriešil vertikálnu a horizontálnu elipsoidickú okrajovú úlohu.

Všetky tieto príspevky vznikli počas môjho prvého pôsobenia na ZČU v rokoch 2013-2016 pod mentorským vedením Pavla Nováka.

Naša práca teoretického charakteru viedla aj k praktickejšim úlohám, na riešení ktorých som spolupracoval s kolegami zo ZČU prípadne zo zahraničných univerzít. Napríklad s kolegom Martinom Pitoňákom sme v rokoch 2014-2016 intenzívne pracovali na inverznom probléme gradiometrických dát dostupných z družicovej misie Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer (GOCE).

Pôbali ste na viacerých akademických pracoviskách na Slovensku aj v zahraničí. Ktoré z nich Vaše vedecké smerovanie najviac ovplyvnilo?

Veľmi solídny vedomostný základ som získal počas štúdia odboru Geodézia a kartografia na Stavebnej fakulte (SvF) Slovenskej technickej univerzity (STU) v Bratislave v rokoch 2000-2005. Predmety ako Vyššia geodézia, Fyzikálna geodézia alebo Metódy určovania geoidu boli mojimi najobľúbenejšími. Prvé kroky vo vedeckej práci som absolvoval pri riešení bakalárskej a diplomovej práce pod vedením Juraja Janáka. Detailne som sa zoznámil so základnými úlohami fyzikálnej geodézie, ako napríklad sférická harmonická syntéza alebo numerický výpočet Stokesovho integrálu. Okrem toho som začal čítať množstvo odbornej literatúry o určovaní gravitačného poľa v anglickom jazyku.



Obr. 1 Michal Šprlák pri preberaní ocenenia

Prirodzene som pokračoval v doktorandskom štúdiu na Katedre geodetických základov na SvF STU v Bratislave. Pod vedením Marcela *Mojzeša* som sa zaoberal numerickým testovaním procedúr používaných pri výpočte lokálneho kvázigeoidu. Počas trojročného doktorandského štúdia som mal dostatočný časový priestor na písanie prvých odborných článkov v slovenskom aj anglickom jazyku, ale aj na vytvorenie výpočtových programov, základy ktorých používam dodnes.

V roku 2009 som úspešne obhájil dizertačnú prácu a začal som pracovať vo Výskumnom ústave geodézie a kartografie v Bratislave. Mojou prioritou bol spočiatku európsky projekt GIS4EU z oblasti geoinformačných systémov. Pri znám sa, že tejto problematike som vôbec nerozumel. Po mnohých diskusiách s vtedajším námestníkom Michalom *Labusom* som postupne samostatne riešil niekoľko čiastkových úloh spojených s presným určovaním kvázigeoidu na území Slovenska.

Jeden z historických mílnikov geodézie sa odohral v roku 2009, keď Európska vesmírna agentúra (ESA) vypustila na obežnú dráhu družicu GOCE, aby mapovala statické globálne gravitačné pole Zeme. O rok neskôr som získal dvojročnú post-doktorskú vedeckú pozíciu na Nórskej univerzite životných vied (Norwegian University of Life Sciences) v mestečku Ås a naplno som sa začal venovať využitiu a validácii gradiometrických dát a produktov tejto jedinečnej európskej družicovej misie. Mojimi trpezlivými mentormi boli Christian *Gerlach* a Bjørn Ragnvald *Pettersen*. Vytvorili mi vynikajúce pracovné podmienky, odbramenili ma od akejkoľvek administratívy a neustále ma povzbudzovali v mojich pracovných aktivitách.

V roku 2013 som získal v poradí druhú post-doktorskú pozíciu, tentokrát na ZČU v Plzni. Tu ma prilákala predovšetkým možnosť spolupracovať s Pavlom *Novákom*, ktorý bol v tom čase hlavným riešiteľom projektu ESA zameraného opäť na družicovú misiu GOCE. Začali sme spolu diskutovať teoretický problém matematickej transformácie zložiek tenzora 2. rádu z obežnej dráhy družice GOCE bližšie k zemskému povrchu. Bol to začiatok našej vynikajúcej spolupráce a nadštandardnej vedeckej produkcie, ktorá viedla až k cene Guya Bomforda a pokračuje dodnes.

V roku 2017 som sa presťahoval na východné pobrežie Austrálie. Začal som pracovať na Univerzite v Newcastli (University of Newcastle), kde som získal v poradí tretiu post-doktorskú vedeckú pozíciu. Mojim veľmi striktným mentorom bol Shin-Chan *Han*, ktorý je známou postavou v geodetickej komunite a okrem iného pracoval aj osem rokov v NASA Goddardovom centre pre vesmírne lety (NASA Goddard Space Flight Center). Do Austrálie ma priviedla možnosť pracovať na projekte zameranom na družicovú misiu Gravity Recovery and Interior Laboratory (GRAIL). Táto misia mapovala globálne gravitačné pole Mesiaca v roku 2012. Rozšíril som si tak odborné obzory smerom do planetárnych vied. Pravdepodobne mojím najdôležitejším príspevkom v Austrálii ale bolo vypracovanie metódy na určenie povrchovej hustoty v elipsoidickej aproximácii. Jedná sa o veličinu, ktorá sa používa napríklad na odhad úbytku ľadovcov v polárnych oblastiach Zeme na základe meraní družicovej misie Gravity Recovery And Climate Experiment (GRACE) a jej nasledovníka Gravity Recovery And Climate Experiment – Follow On (GRACE-FO). Spolu s mojimi austrálskymi kolegami sme ukázali, že tento úbytok môže byť až o 15 % väčší ako sa doteraz predpokladalo. Na konci roka 2019 sa však moje austrálske dobrodružstvo skončilo.

Ak by som to mal zhrnúť, nedokážem špecifikovať jediné pracovisko, ktoré ma vedecky ovplyvnilo najviac alebo najmenej. Každá doterajšia skúsenosť, či už študijná alebo pracovná, bola pre mňa dôležitá, pretože som sa všade naučil niečo nové o profesionálnej aj osobnej stránke. Definitívne ale môžem povedať, že pracovným skúsenostiam v zahraničí sú nič nevyravná a môžem ich len odporučiť mladším kolegom, ktorí majú ambície napredovať vo vedeckej kariére.

Aký je význam a praktické aplikácie výsledkov Vášho výskumu?

Už som zmienil, že gravitačné pole predstavuje jeden z troch základných pilierov súčasnej geodézie. Vzhľadom na skutočnosť, že každé jedno geodetické meranie sa vykonáva v reálnom gravitačnom (prípadne tiažovom) poli, nie je tento postoj vôbec prehnaný. Nakoniec každý jeden praktický geodet rešpek-

tuje dôležitosť gravitačného poľa (niekedy možno nevedomky) základným úkonom centrácie a horizontácie svojej totálnej stanice.

Na omnoho fundamentálnejšej úrovni patrí gravitácia k štyrom základným fyzikálnym interakciám. Aj vďaka gravitácii je náš vesmír taký aký je. Ak niekto pochybuje o význame gravitácie, odporúčam na chvíľu zavrieť oči a predstaviť si aký (a či vôbec) by bol svet bez nej.

Pokúsím sa najprv popísať niektoré praktické aplikácie gravitačného poľa v geodézii. Pravdepodobne najznámejšími pojmami z oblasti fyzikálnej geodézie sú geoid a kvázigeoid. Tieto predstavujú referenčné plochy pre určovanie fyzikálnych výšok – ortometrických alebo normálnych podľa Molodenského. V moderných GNSS aparátúrach sú zakomponované modely geoidu alebo kvázigeoidu a umožňujú tak konvertovať elipsoidické výšky na výšky fyzikálne. Bez geoidu alebo kvázigeoidu sa nezaobídeme ani pri výpočte transformačných kľúčov medzi klasickými 2D triangulačnými sieťami a modernými 3D referenčnými rámcami. Znalosť dostatočne presného globálneho geoidu/kvázigeoidu je dôležitá pri zjednocovaní rôznych výškových systémov používaných vo svete, čo je jedna z aktuálnych priorit Medzinárodnej geodetickej asociácie. Gravitačné pole sa výrazne uplatňuje pri určovaní polohy pomocou GNSS, a v družicovej navigácii alebo v navigácii pomocou inerciálnych systémov. Je to jednoduché, čím presnejšie poznáme gravitačné pole, napríklad vo forme geopotenciálneho modelu, tým presnejšie poznáme polohu družíc.

Množstvo aplikácií môžeme nájsť v iných geovedných disciplínach. Gravitačné pole je obrazom hmotnosti. Geofyzici a planetárni vedci sa snažia určiť vnútorné zloženie Zeme a ostatných planetárnych telies pomocou meraní gravitácie. Časové zmeny hmotnosti na zemskom povrchu spôsobujú časové zmeny gravitačného poľa merané napríklad družicami GRACE a GRACE-FO. Aj tieto merania umožnili v posledných dvoch desaťročiach analyzovať roztápanie ľadovcov v polárnych oblastiach, výšku hladiny podzemnej vody vo veľkých vodných tokoch, post glaciálny zdvih, zmeny hladiny morí a oceánov, správanie oceánskych prúdov aj silné zemetrasenia. Znalosť gravitačného poľa a jeho časových zmien teda zásadne prispieva k lepšiemu pochopeniu aktuálnych celospoločenských problémov, akými sú klimatické zmeny a prírodné hazardy.

Musím zdôrazniť, že všetky tieto aplikácie sú možné vďaka úmernej práci niekoľkých generácií teoretikov a modelárov v geodézii a v iných vedných disciplínach, inžinierov vymýšľajúcich domyselné technológie alebo manažérov vo vesmírnych agentúrach. Som veľmi rád, že môžem byť súčasťou tohto reťazca odborníkov a aspoň malou kvapkou prispieť k týmto revolučným praktickým a teoretickým pokrokom, ktoré dnes v geodézii zažívame.

Od januára 2020 pôsobíte na ZČU v Plzni. Akým smerom sa plánujete uberať?

Mojim dlhodobejším zámerom je spolu s kolegami v Čechách, na Slovensku, ale aj v zahraničí postupne riešiť úlohy fyzikálnej geodézie s využitím elipsoidickej geometrie. Niektoré z týchto problémov som už spomenul vyššie a sú teda úspešne vyriešené. Mnohé iné však doposiaľ nikto nevyriešil. Pre tento účel sme založili medzinárodnú študijnú skupinu v rámci Medzikomisného výboru pre teóriu (Inter-Commission Committee on Theory) pod záštitou Medzinárodnej geodetickej asociácie, ktorého súčasným prezidentom je Pavel *Novák*.

Musím zdôrazniť, že v tomto prípade sa nejedná len o nejaké teoretické hranie. V slnečnej sústave existuje množstvo planetárnych telies, ktoré sú sploštené oveľa viac ako Zem. Príkladom je planéta Mars alebo trpasličia planéta 1 Ceres. Matematický aparát fyzikálnej geodézie je však veľmi často prispôbovaný len našej planéte. Našou snahou bude postupné zovšeobecnenie existujúceho teoretického aparátu aj pre iné planetárne telesá. To môže byť veľmi dôležité pre ďalšie generácie, ktoré sa pri spoznávaní nových svetov bez znalosti ich gravitačného poľa nezaobídu.

Taktiež by som bol veľmi rád, keby sa mi v budúcnosti podarilo prilákať do akademického prostredia mladších, talentovanejších a zapálenejších kolegov, aby pokračovali v našich stopách ďalej.

Ďakujem za rozhovor.

Ing. Katarína Leitmannová,
ÚGKK SR



SPRÁVY ZO ŠKÔL

GIS Day na Stavebnej fakulte STU
v Bratislave

Dňa 13. 11. 2019 sa pri príležitosti medzinárodného dňa geografických informačných systémov (GIS), po prvýkrát na pôde Stavebnej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave (SvF STU v Bratislave), konalo podujatie pod názvom „GIS day na SvF“. Tento deň sa oslavuje každoročne po celom svete s cieľom priblížiť GIS a ich využitie v najrôznejších aplikáciách čo najširšej skupine ľudí.

Program bol zameraný na sprostredkovanie skúseností odborníkov z praxe študentom, ktorí sa s problematikou GIS priamo alebo aspoň okrajovo stretávajú aj počas štúdia na niektorých predmetoch vyučovaných Katedrou geodetických základov (KGZA) či Katedrou vodného hospodárstva krajiny (KVHK) na SvF STU v Bratislave. Záujem návštevníkov o podujatie prekonal očakávania organizátorov, nakoľko bolo pozvanie rozšírené aj na Prírodovedeckú fakultu Univerzity Komenského v Bratislave. Príspevky od siedmich pozvaných prednášajúcich si nakoniec v seminárnej miestnosti vypočulo viac ako 90 bezodplatne registrovaných študentov a študentiek, vyučujúcich a ďalších priaznivcov geoinformatiky, ktorí mali možnosť pri losovaní na konci podujatia vyhrať jednu z piatich licencií na ročné použitie softvéru ArcGIS od spoločnosti Esri.

V úvodnom slove prítomných privítali organizátorky podujatia Milica Aleksić (KVHK) a Alexandra Rášová (KGZA) (obr. 1) a prodekanka pre vedu a výskum prof. Ing. Kamila Hlavčová, PhD. (obr. 1). Nasledoval príspevok od Jakuba Fúsky z Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva SPU v Nitre, ktorý formou video rozhovoru pojednával o využívaní aplikácií GIS, hlavne otvoreného softvéru QGIS, na ich fakulte vo výuke a v projektoch. Ďalej vyzdvihol potrebu pozemkových úprav v Slovenskej republike (SR) a vieru v rýchle začatie projektu pozemkových úprav, pričom načrtnol aj možnú spoluprácu so SvF pri ich realizácii.

Druhou prednášajúcou bola Linda Gálová z Úradu geodézie, kartografie a katastra (ÚGKK) SR (obr. 2), ktorá v príspevku s názvom Letecké mapovanie na ÚGKK SR referovala o projekte leteckého laserového skenovania (LLS) územia SR a o tvorbe nového celoplošného digitálneho modelu reliéfu. Po spomenutí základných informácií o priebehu projektu, ako je súťaženie jednotlivých lokalít, obdobia vykonávania LLS a o etapách odovzdávania, kontrole a akceptovaní jednotlivých lokalít, sa zamerala hlavne na možnosti a spôsoby bezodplatného poskytovania údajov z už dostupných lokalít a na dosiahnuté kvalitatívne parametre získané kontrolnými meraniami, či už od dodávateľa alebo obstarávateľa, alebo porovnaním s geodetickými meraniami z iných úloh (testované ako na spevnených, tak aj na nespevnených plochách). V závere spomenula aj ďalšie bezodplatne poskytované dátové zdroje ako je ortofotomozaika západného a stredného územia SR alebo webové mapové služby.

Tretím príspevkom bola firemná prezentácia od Martina Šveca z firmy HERE pod názvom Vznik map pro navigační systémy, v ktorej vyzdvihol kvalitu a aktuálnosť prezentovaných produktov v celosvetovom zastúpení, ako je napr. 3D model vytvorený z pozemného skenovania (nosič umiestnený na automobiloch).

Štvrtým prednášajúcim bol Jakub Straka z firmy AI-MAPS (obr. 3), ktorý predstavil projekt a v spolupráci s úniou nevidiacich a slabozrakých SR vyvíjaný softvér na tvorbu hmatových orientačných máp – STHORM, ktorého cieľom je vytvoriť hmatové mapy priestorov na celkovú predstavu navigácie v priestore vhodnú pre nádražia, podchody, obchodné centrá, administratívne budovy a pod.

Ďalším prezentujúcim bol jeden z vývojárov otvoreného softvéru QGIS Martin Dobias z firmy Lutra Consulting (obr. 4), ktorý pojednával o GIS dnes a o trendoch v GIS v najbližších rokoch, pričom vyzdvihol výhody otvorených aplikácií, produktov a softvérov so zameraním sa na aplikáciu QGIS a na budúcnosť, ktorú vidí v otvorených dátach. V závere podporil aj myšlienku celej akcie: „svet potrebuje gisákov“.

Predposledným prezentujúcim bol Patrik Sleziač z Ústavu hydrologie Slovenskej akadémie vied. V rámci prezentácie o využití GIS pri krajinárskych a hydrologických analýzach nám priblížil svoj výskum od samotného zbierania priestorových dát v teréne (odber vzoriek a ich priestorové zameranie), ich spracovania až po tvorbu priestorových modelov, ako sú napr. modely pôdnej reakcie.



Obr. 1 Vľavo organizátorky akcie „GIS Day na SvF“ – Milica Aleksić (KVHK) a Alexandra Rášová (KGZA) a vpravo príhovor prodekanky pre vedu a výskum prof. Ing. Kamily Hlavčovej, PhD.



Obr. 2 Linda Gálová pri prezentovaní noviniek leteckého mapovania na ÚGKK SR



Obr. 3 Jakub Straka pri predstavení softvéru na tvorbu hmatových orientačných máp



Obr. 4 Martin Dobiaš pri prezentovaní o GIS dnes a trendoch do budúcnosti

Posledným prezentujúcim bol Miloslav Ofúkaný zastupujúci asociáciu Amavet 962, ktorý porozprával o využití GIS v rámci aktivít týkajúcich sa dobrovoľníctva a humanitárnej pomoci. Zhrnul vznik a históriu Missing maps maphatonov v SR, ktorých cieľom je aktualizovať a vytvárať mapy v oblastiach humanitárnych kríz.

Na záver podujatia organizátorky vyslovili nádej, že GIS day na SvF bude pokračovať aj ďalší rok, kedy GIS day pripadá na 18. 11. 2020 s prísľubom opäť zaujímavých a aktuálnych prednášaných tém, nakoľko GIS sú technológiou na zber, ukladanie, spracovanie, analýzu a zobrazovanie priestorových dát a majú veľký potenciál využitia v praxi, vo vede, aj v bežnom živote – či už ide o vyhľadávanie miest, adries, trás v Google Maps či OpenStreetMap, aktuálnu a rýchlu navigáciu v autách alebo pohodlné prezeranie katastrálnych či turistických máp na internete.

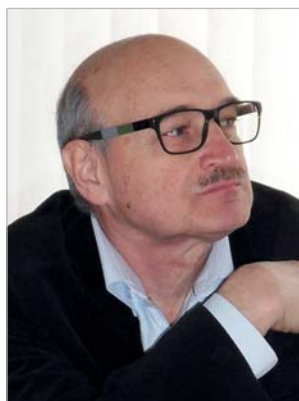
*Ing. Linda Gálová, PhD.,
ÚGKK SR,*

*Ing. Alexandra Rášová, PhD.,
Ing. Milica Aleksić,
foto: Veronika Soldánová,
SvF STU v Bratislave*



OSOBNÉ SPRÁVY

Prof. Ing. Ján Hefty, PhD. – 70



Prof. Ing. Ján Hefty, PhD. sa narodil 16. 4. 1950 v Bratislave. V roku 1968 začal študovať na Elektrotechnickej fakulte Slovenskej vysokej školy technickej (SVŠT – 1968 a 1969). V roku 1970 prestúpil na Stavebnú fakultu (SvF) SVŠT, kde s vyznamenaním ukončil odbor Geodézia a kartografia (GaK) v roku 1975. V tomto roku nastúpil na Astronomicko-geodetické observatórium SVŠT – samostatné vedecko-výskumné pracovisko Katedry geodetických základov (KGZ) SvF SVŠT (od 1. 4. 1991 Slovenská technická univerzita

– STU) ako vedecký pracovník. Tam spolupracoval na riešení výskumných úloh v oblasti astronomického určovania zmien rotácie Zeme pod vedením prof. Ing. J. Krajčího a neskôr prof. Ing. J. Melichera, PhD. Ďalej sa zaoberal automatizáciou spracovania astronomických meraní, analýzou zmien rotácií Zeme, spresňovaním katalógov hviezd, využitím metód geodetickej astronómie na výskum geodynamiky a metódami kozmickej geodézie v oblasti sledovania pohybu pólu a rotácie Zeme. Vedeckú hodnotu kandidáta fyzikálno-matematických vied v odbore Teoretická geodézia získal v roku 1985. V rokoch 1987 a 1989 až 1992 absolvoval stážové pobyty na Parížskom observatóriu, v rámci Medzinárodnej časovej služby, Medzinárodnej služby rotácie Zeme (IERS) a v Astronomickom inštitúte Univerzity v Berne, kde nadviazal spoluprácu v oblasti astronomického určovania rotácie Zeme a využitia metódy interferometrie s veľmi dlhou základnicou (VLBI) na výskum rotačnej dynamiky Zeme. V roku 1991 prestúpil na pedagogické miesto KGZ SvF STU ako odborný asistent. Za docenta v odbore Geodézia a kartografia bol vymenovaný v roku 1995 na základe habilitačnej práce a za profesora v odbore Geodézia a geodetická kartografia 31. 1. 2005. Vedúcim KGZ SvF STU bol od 15. 3. 2003 do 14. 3. 2011. Od roku 1993 zabezpečoval výučbu (na úrovni prednášok a cvičení) v predmetoch geodetická astronómia a základy kozmickej geodézie 1 a 2, družicová geodézia, integrovaná geodézia a referenčné systémy, od roku 1995 prednášal geodetické technológie globálneho systému určovania polohy (GPS), matematické metódy spracovania meraní, globálne navigačné systémy a spracovanie a analýzu meraní 1, 2 a 3.

Počas svojho pedagogického pôsobenia vchoval približne 20 bakalárov, viac ako 50 diplomantov a 10 doktorandov. Prof. J. Hefty bol predsedom odborevej komisie doktorandského štúdia v odbore GaK na SvF STU v Bratislave a bol garantom študijného programu Geodézia a kartografia (3. stupeň). Bol členom vedeckej rady SvF STU v Bratislave, podpredsedom Národného komitétu Slovenskej republiky pre geodéziu a geofyziku, členom vedeckej rady Výskumného ústavu geodetického a kartografického Zdrby (od roku 1997) a od 15. 3. 2000 do 15. 3. 2003 bol predsedom Akademického senátu SvF STU. Je členom Medzinárodnej astronomickej únie, Medzinárodnej geodetickej asociácie a Európskej únie geovied. Pôsobil ako člen redakčných rád zahraničných a domácich vedeckých časopisov: Reports on Geodesy and Geoinformatics (Poľsko), Geoinformation Issues (Poľsko), Geodetický a kartografický obzor (Česká republika – ČR a Slovenská republika – SR), Contributions to Geophysics and Geodesy (SR) a Slovak Journal of Civil Engineering (SR). V pedagogickej a vedeckovýskumnej činnosti, okrem už spomínanej geodetickej astronómie a štúdia rotácie Zeme, sa zamerával najmä na globálne navigačné satelitné systémy (GPS, GLONASS, Galileo), GPS (zriadenie prvej permanentnej stanice GPS Modra-Piesok, spracovanie a analýzy národných a medzinárodných projektov GNSS – globálny navigačný satelitný systém – v SR a v strednej Európe) a geokinetiku a geodynamiku (výskum regionálnej geodynamiky pomocou GNSS v rámci strednej Európy a Balkánsko-Adriatického regiónu, analýzy opakovaných meraní geodetických sietí). V rokoch 1996 až 2001 aktívne spolupracoval s Výskumným ústavom geodézie a kartografie v Bratislave na riešení výskumných úloh v oblasti integrovanej geodetickej siete a rozvoja integrovaných geodetických základov SR. Je autorom monografie, spoluautorom 3 vysokoškolských učebníc (skript), autorom a spoluautorom viac ako 110 vedeckých a odborných prác v domácich a zahraničných časopisoch a referoval na viac ako 40 domácich a medzinárodných konferenciách a sympóziách. Prednášal na univerzitách a vedeckovýskumných pracoviskách v ČR, vo Francúzsku, v Grécku, v Poľsku a vo Švajčiarsku.

Po pri pedagogickej činnosti sa aktívne zapájal do riešenia výskumných úloh. Je spoluriešiteľom a zodpovedným riešiteľom viac ako 20 výskumných a grantových úloh. Ako spoluriešiteľ sa podieľal na viacerých významných medzinárodných projektoch (COST, CERGOP, CERGOP-2/Environment, Unigrace).

Do dôchodku odišiel v júli 2019. Začiatkom roka 2020 bol prof. Ing. Jánovi Heftymu, PhD. udelený titul emeritný profesor. Je významnou vedeckou osobnosťou geodézie v rámci stredoeurópskeho regiónu, priekopníkom GNSS v SR, vynikajúcim pedagógom a zároveň čestným, konštruktívnym a zodpovedným človekom. Prof. Ing. Jánovi Heftymu, PhD. srdečne blahoželáme k jeho životnému jubileu a prajeme mu veľa zdravia, rodinnej a pracovnej pohody a spokojnosti.

GEODETIKÝ A KARTOGRAFICKÝ OBZOR
recenzovaný odborný a vědecký časopis
Českého úřadu zeměměřického a katastrálního
a Úřadu geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky

Redakce:

Ing. Jan Řezníček, Ph.D. – vedoucí redaktor
Zeměměřický úřad, Pod sídlištěm 1800/9, 182 11 Praha 8
tel.: 00420 284 041 530

Ing. Darina Keblůšková – zástupce vedoucího redaktora
Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky,
Chlumeckého 2, P.O. Box 57, 820 12 Bratislava 212
tel.: 00421 220 816 053

Petr Mach – technický redaktor
Zeměměřický úřad, Pod sídlištěm 1800/9, 182 11 Praha 8
tel.: 00420 284 041 656

e-mail redakce: gako@egako.eu

Redakční rada:

Ing. Katarína Leitmannová (předsedkyně)
Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky

Ing. Karel Raděj, CSc. (místopředseda)
Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v. v. i.

Ing. Svatava Dokoupilová
Český úřad zeměměřický a katastrální

Ing. Robert Geisse, PhD.
Stavebná fakulta Slovenskej technickej univerzity v Bratislave

doc. Ing. Pavel Hánek, CSc.
Fakulta stavební Českého vysokého učení technického v Praze

Ing. Michal Leitman
Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky

Vydavatelé:

Český úřad zeměměřický a katastrální, Pod sídlištěm 1800/9, 182 11 Praha 8
Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky, Chlumeckého 2, P. O. Box 57, 820 12 Bratislava 212

Inzerce:

e-mail: gako@egako.eu, tel.: 00420 284 041 656 (P. Mach)

Sazba:

Petr Mach

Vychází dvanáctkrát ročně, zdarma.
Toto číslo vyšlo v dubnu 2020, do sazby v březnu 2020.



ISSN 1805-7446

<http://www.egako.eu>
<http://archivnimapy.cuzk.cz>
<http://www.geobibline.cz/cs>





Český úřad zeměměřický a katastrální



Úrad geodézie, kartografie a katastra Slovenskej republiky