

VOJENSKÝ GEOGRAFICKÝ OBZOR

Sborník
Geografické
služby
AČR



1/2003



OBSAH

Předmluva plk. Ing. Karla Brázdila, CSc., náčelníka VGHMÚř	3
Výstavba GPS-Infračího a sledovacího střediska AČR mjr. Ing. Petr Janus	4
Transformace geodetických referenčních systémů s použitím geopotenciálního modelu EGM96 prof. Ing. Milan Burša, DrSc., Ing. Viliam Vatr, DrSc., RNDr. Marie Vojtíšková	7
Systematická chyba ve výškách kvazigeoidu na území ČR určených astronomicko-gravimetrickou nivelací v systému S-1942/83 prof. Ing. Milan Burša, DrSc., Ing. Viliam Vatr, DrSc., RNDr. Marie Vojtíšková	10
Možnosti družicových technologií pro obnovu GIS kpt. Ing. Jan Marša	14
Tíhová měření na Karpatském polygonu 1967–1999 Ing. Karel Diviš, CSc., Géza Csapó, Ph.D., Ing. Juraj Kováčik	20
Dobruška a její vojenská posádka po květnu 1945 pplk. v. v. Karel Sekyra	33
Vzpomínka na zřizování kartoreprodukce a tiskárny Vojenského kartografického ústavu v Harmanci pplk. v. v. Josef Vlastník	38
Vídeňský sáh ve službách armády Dr. Ladislav Jangl	40
Počátky a rozvoj seismologie v Českých zemích RNDr. Jan T. Kozák, CSc.	46
Významné osobnosti české geodetické minulosti 19. století Doc. Ing. Pavel Hánek, CSc.	52
Profesor Ing. Miloš Pick, DrSc., osmdesátiletý prof. Ing. Milan Burša, DrSc.	60
Odešel pplk. v. v. Ing. Jiří Kánský, náčelník Vojenského topografického ústavu v letech 1960–1974 plk. Ing. Karel Brázdil, CSc.	62
Slovo za přítelem pplk. v. v. Ing. Jaroslav Podolský	64
Rozloučení s prof. Josefem Vykutilem	64
Kaleidoskop	65
Anotovaná bibliografie článků otištěných v tomto čísle	68
Summaries	70

CONTENS

Foreword of Col Ing. Karel Brázdil, CSc., Chief of Office of Military Geography and Hydrometeorology	3
The building of the GPS Main Military Point of Contact Maj Ing. Petr Janus	4
An Using of the Geopotential Model EGM96 for the Conversion of Geodetic Datums Prof. Ing. Milan Burša, DrSc., Ing. Viliam Vatrt, DrSc., RNDr. Marie Vojtíšková	7
The Systematic Height Anomaly Error on the Territory of the Czech Republic Determinated by Astronomical and Gravimetric Levelling in Geodetic Datum 1942/83 Prof. Ing. Milan Burša, DrSc., Ing. Viliam Vatrt, DrSc., RNDr. Marie Vojtíšková	10
Sattellite Technology Possibilities for GIS Updating Capt Ing. Jan Marša	14
Gravity Measurement on the Carpathian Polygon Ing. Karel Diviš, CSc., Géza Csapó, Ph.D., Ing. Juraj Kováčik	20
Town of Dobruska and its Garrison after May 1945 Retired Lt-Col Karel Sekyra	33
Memories of the Military Cartography Institute Harmanec Set Up Retired Lt-Col Josef Vlastník	38
“Six Feet of Vienna” Serving in the Army Dr. Ladislav Jangl	40
Beginning of the Seismology in the Czech Countries RNDr. Jan T. Kozák, CSc.	46
Important Personalities of the Czech Geodetic Past of the 19th Century Doc. Ing. Pavel Hánek, CSc.	52
Professor Ing. Miloš Pick, DrSc., Celebrated his Eightieth Birthday Prof. Ing. Milan Burša, DrSc.	60
Retired Lt. Col Ing. Jiří Kánský the Former Chief of Military Topographic Institute (1960–1974) Col Ing. Karel Brázdil, CSc.	62
Remembering the Friend Retired Lt-Col Ing. Jaroslav Podolský	64
Professor Josef Vykutil Departed – Obituary	64
Kaleidoscope.....	65
Summaries	70

Vážení spolupracovníci, kolegové a kolegyně,

s potěšením vám předkládáme další vydání Vojenského geografického obzoru, který je pokračováním Vojenského topografického obzoru vydávaného dlouhá léta v působnosti topografické, respektive geografické služby Armády České republiky. Považuji toto vydání za naplnění jednoho ze slibů, které jsme předložili před realizací reformy geografické služby Armády České republiky v roce 2003, tzn. že budeme pokračovat ve všem dobrém, co původní geografická služba dělala, řehla a rozvíjela.

Uplynulý rok byl jedním z velmi obtížných roků nejen mnohých z nás, ale pro celou geografickou službu. Uskutečnila se reorganizace služby, která nemá v poválečném období existence topografické, respektive geografické služby období. Je zřejmé a citelné, že tato reorganizace se dotkla mnoha z nás, a zejména pak zaměstnanců bývalého Vojenského zeměpisného ústavu v Praze. Zanikla pro české a lze říci i pro československé kartografy a geografů mateřská organizace, ke které se váží nejen vzpomínky, ale zejména úcta k profesionalitě specialistů a špičkových odborníků. Vojenský zeměpisný ústav se pro naši generaci nezapomenutelně zapsal do historie zeměměřičtví škálou vynikajících kartografických děl a geografických produktů světové úrovně. Patří mezi ně nesporně například Vojenský zeměpisný atlas, soubor publikací Svět slovem a mapou, ale i novější produkty, jako jsou speciální mapy pro zabezpečení leteckého provozu Armády České republiky, mapy pro společné operace JOG a řada dalších.

Při plánování reorganizace geografické služby jsme však museli vycházet jednak z obecných trendů a cílů reformy ozbrojených sil České republiky směřujících k zásadnímu snížení počtů osob a věcných a finančních prostředků vynakládaných na obranu, ale současně i z komplexních představ geodetického a geografického zabezpečení Armády České republiky v nových vojensko-politických podmínkách, případně ozbrojených sil Aliance při předpokládaném kolektivním zajištění obrany České republiky. Východiskem se pak nutně staly principy a rozhodující úkoly geodetického a geografického zabezpečení Aliance ve stanovené národní zodpovědnosti.

Vytvořili jsme organizační strukturu – jak v novém Vojenském geografickém a hydrometeorologickém úřadu, tak u vojsk – která dnes svou působností pokrývá komplexní škálu odborností, produktů a služeb geodetického, geografického a hydrometeorologického zabezpečení obrany, s vědomím a přesvědčením, že tyto produkty a služby jsou pro zabezpečení obrany a rozvoj ozbrojených sil České republiky nezbytné. I nadále přepokládáme zabezpečovat a rozvíjet všechny oblasti naší odbornosti, tj. vojenskou geodézii, speciální geofyziku, fotogrammetrii a dálkový průzkum Země, geoinformatiku, speciální geografii, vojenskou kartografii, kartopolygrafii, přímou geodetickou a geografickou podporu štábů Armády České republiky a jednotlivých druhů vojsk a služeb i systém zásobování vojsk geografickými produkty. Nově budeme rozvíjet společně s příslušníky hydrometeorologické služby obor vojenské meteorologie.

Podobně jako ostatní geografické služby států aliance NATO budeme rozvíjet úzkou spolupráci s vojenským zpravodajstvím a vojskovým průzkumem. Naším cílem bude přispět kvalitními a aktuálními geografickými a meteorologickými informacemi k vytváření ucelených informací a informačních systémů nezbytných pro efektivní a kvalitní řízení veškeré činnosti Armády České republiky.

Usilovat budeme o rozvoj vzájemně výhodné spolupráce s příbuznými orgány a organizacemi státní správy, zejména s Českým úřadem zeměměřičtím a katastrálním a Českým hydrometeorologickým ústavem. Z hlediska našeho postavení a působnosti budeme intenzivněji rozvíjet spolupráci a součinnosti a s ostatními bezpečnostními složkami České republiky, zejména s orgány a organizacemi Integrovaného záchranného systému. Rozvíjet budeme spolupráci v mezinárodní rovině, zejména s geografickými službami aliance NATO a Evropské unie a dalšími nadnárodními organizacemi a sdruženími v oborech našich působností.

Dovolu mi v závěru poděkovat všem našim současným a bývalým zaměstnancům za jejich přínos pro rozvoj geodetického, geografického a dnes i meteorologického zabezpečení obrany České republiky.

plukovník Ing. Karel BRÁZDIL, CSc.
náčelník Vojenského geografického
a hydrometeorologického úřadu

Výstavba GPS-Infračího a sledovacího střediska AČR

mjr. Ing. Petr Janus

Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad Dobruška

Úvod

Používání přesné polohové služby (PPS) systému GPS v AČR je podmíněno vybudováním systému distribuce přístupových dešifrovacích klíčů, které zpřístupňují využívání tohoto systému v bojových podmínkách.

Systém GPS je provozován a výhradně kontrolován Ministerstvem obrany USA. Na základě dokumentu „Memorandum of Understanding IV“ ze dne 1. 1. 1994 je smluvně ujednáno, že americká strana bude spojenecké armády informovat o všech relevantních změnách signálu GPS. Tyto informace jsou zasílány prostřednictvím kontrolního střediska v Colorado Springs. Z organizačních důvodů je ze strany provozovatele požadováno, aby vojenští i civilní uživatelé zřídili v každé zemi pouze jediné kontaktní místo, kam budou zasílány zmíněné informace o stavu systému GPS. Ve vojenském sektoru je toto kontaktní místo označováno jako „Main Military Point of Contact“ (dále jen MMPOC).

Pracoviště MMPOC ve většině armád NATO disponuje mechanismy, které umožňují nezávislou kontrolu poskytovaných informací. Děje se tak většinou na základě provozu vlastní permanentní stanice GPS a software vhodného k rozboru družicového signálu GPS. V případě zjištění nesprávné funkce systému GPS okamžitě informuje MMPOC jednotky AČR o nastalé situaci.

Ve Vojenském geografickém a hydrometeorologickém úřadu Dobruška byla v roce 2003 zahájena výstavba „GPS-Infračího a sledovacího střediska AČR“ (dále jen GISS), k jehož základním úkolům patří funkce MMPOC, provoz permanentní stanice GPS k verifikaci získaných informací a distribuce přístupových dešifrovacích klíčů GPS. Provoz GISS je stálým úkolem Oddělení výstavby a řízení navigačního systému GPS.

MMPOC

Hlášení o stavu systému GPS jsou správcem systému GPS označována jako Notice Advisory to NAVSTAR Users (dále jen NANU) a jsou rozdělena pro autorizované uživatele (armáda USA a její spojenci) a neautorizované uživatele (převážně civilní uživatelé GPS). Rozsah a obsah zasílaných informací není závazně stanoven. Obsah

NANU určených pro civilní uživatele je pouze částí informací, které jsou poskytovány vojenským uživatelům. Spojenci v NATO získávají stejné informace jako uživatelé v armádě USA. Rozhodnutí, zda bude informace poskytnuta, závisí na tom, jakým způsobem vyhodnotí USA momentální politickou situaci ve světě.

Po přijetí bude zpráva zpracována a nezávisle verifikována analýzou družicového signálu z dat pořízených permanentní stanicí GPS. Pokud zpráva nebo analýza družicového signálu prokazatelně ukáže na nesprávnou funkci systému GPS, budou o vzniklé situaci neprodleně informováni uživatelé GPS v AČR. Výstavba systému uvědomování vojsk o nesprávné funkci systému GPS je důležitým úkolem při budování GISS AČR.

K dalším úkolům GISS patří sledování technologického vývoje nových družicových navigačních systémů, zejména pak výstavby ruského navigačního systému „GLONASS“ a civilního systému „Global Navigation Satellite Systems GNSS“ (Galileo) a zpracovávání odborných informací k této problematice.

S využitím dostupných komunikačních prostředků bude GISS vyhodnocovat uveřejněné informace a články všech předních institucí činných v oblasti vývoje systému GPS, jakož i ostatních družicových systémů (NAVSTAR GPS Joint Program Office, US Federal Aviation Administration, European Space Agency), a při zjištění důležitých změn v podmínkách využívání systému GPS informovat uživatele GPS v AČR formou informační zprávy.

GISS AČR tak bude mít k dispozici nejaktuálnější informace nejen o provozu systému GPS, ale i o ostatních strategických navigačních systémech ve světě, a může se proto odborně vyjadřovat k zásadním technickým a bezpečnostním otázkám při zavádění družicové navigační technologie do AČR. GISS bude rovněž v této oblasti organizovat odborná školení a kurzy pro uživatele v AČR.

Provoz permanentní stanice GPS

Permanentní stanice GPS sbírá data od všech právě viditelných družic systému GPS. Analýzou tohoto signálu lze verifikovat některé informace obsažené v NANU, jako např. počet a technický stav družic GPS

nebo strukturu signálu GPS. Sledování a vyhodnocování stavu systému GPS tedy probíhá paralelně a nezávisle na informacích oznamovaných provozovatelem systému GPS (NANU). Data pořízená permanentní stanicí GPS budou moci prostřednictvím sítě CADS dále využívat jiní armádní uživatelé pro potřebu diferenčních měření GPS. Protože příjmem a analýzou družicového signálu lze sledovat a hodnotit i ostatní družicové systémy, což v současné době připadá v úvahu mimo systém GPS pouze u ruského systému GLONASS, předpokládá se v nejbližší možné budoucnosti rozšířit sledovací činnost GISS i o přijímače tohoto družicového systému. V této oblasti se předpokládá kooperace s jinými permanentními stanicemi GPS a organizacemi při získávání dalších regionálních nebo globálních měření GPS, která pak budou použita pro analýzu družicového signálu.

Sledování družicového systému musí být zabezpečeno nepřetržitě, tak aby GISS mohlo kdykoliv podat zprávu o funkčnosti systému GPS, zejména pak pro prostory aktuálního nebo plánovaného nasazení jednotek AČR.

Distribuce klíčů GPS

Přijímače GPS PPS obsahují bezpečnostní moduly, které jsou schopny generovat a dekódovat družicový signál určený pro autorizované uživatele GPS. Tyto bezpečnostní moduly se aktivují až po zavedení platného přístupového dešifrovacího klíče. Bez platného klíče pracují přijímače GPS buď v civilním režimu SPS, nebo nefungují. Podle bezpečnostní politiky MO USA k provozování systému GPS se předpokládá, že služba SPS bude v oblasti bojové činnosti elektronicky rušena, a tím bude neautorizovaným uživatelům odepřeno využívání systému GPS. Z tohoto důvodu jsou pro přímou podporu bojových operací bezpodmínečně požadovány pouze přijímače GPS aktivované pro využívání služby PPS.

Dešifrovací klíče GPS poskytuje provozovatel systému podle bezpečnostních pravidel daných mezivládní smlouvou COMSEC. Distribuce klíčů GPS má naprosto zásadní význam pro používání technologie GPS v AČR. Distribuci dešifrovacích klíčů GPS lze technicky i dislokačně oddělit od ostatních úkolů GISS.

Podmínky k zabezpečení úkolů GISS

Vybudování a provoz GISS vyžaduje realizaci celé řady personálních, technických a bezpečnostních podmínek, přičemž zejména personální podmínky a bezpečnostní jsou pro zdárný a úspěšný začátek provozu GISS nejdůležitější. Zabezpečení základních úkolů GISS vyžaduje odborný personál v minimálním počtu alespoň 6 osob, přičemž je kladen důraz zejména na jejich odbor-

nou způsobilost v oblasti družicové navigace a schopnost komunikace v anglickém jazyce. Vysoké požadavky na jazykové znalosti jsou dány tím, že s činností GISS je úzce spojena aktivní práce v komisi NATO (SC/8), která řeší základní problémy používání družicové navigace v ozbrojených silách.

Činnost GISS se vedle běžné výpočetní a kancelářské techniky neobejde bez speciálního technického vybavení a software. Za speciální hardware je považována permanentní stanice GPS s příslušenstvím zabezpečujícím její nepřetržitý chod i v případech výpadku dodávky elektrické energie. Vzhledem k tomu, že data permanentní stanice budou využívána i pro geodetické měřické úkoly, jsou vysoké požadavky kladeny i na stabilizaci fázového centra geodetické antény.

Chod permanentní stanice GPS je řízen počítačem s instalovaným programem, který automaticky provádí ukládání, správu a další distribuci družicového signálu podle uživatelem předem definovaných podmínek. K analýze družicového signálu se používá speciální software, který umožňuje načítat formáty různých přijímačů GPS a obsahuje nástroje k jeho rozboru. Signál GPS obsahuje informace o počtu družic kosmického segmentu GPS, technickém stavu družic, na základě aktuálního almanachu družic lze rovněž počítat pro prostory nasazení jednotek AČR časové úseky s nedostatečným počtem viditelných družic nutných pro určení polohy nebo upozorňovat na časové úseky, ve kterých dochází v důsledku špatné konfigurace družic (PDOP) ke zhoršení přesnosti měření apod.

Na základě dosavadních zkušeností při aktualizaci vnitřního software přijímačů GPS (firmware) lze usuzovat, že zavedení přístupového dešifrovacího klíče do přijímače GPS bude vyžadovat kromě stávající výpočetní techniky i speciální hardware. Technické podmínky distribuce klíčů GPS však nejsou doposud podrobně známy. Použití speciálního software lze očekávat i pro distribuci klíčů GPS.

Provoz GISS je náročný na různorodé komunikační prostředky, které musí zabezpečovat trvalé spojení s kontrolním centrem GPS pro zasílání NANU, hlásný systém uvědomování vojsk v případě nesprávné funkce systému GPS, distribuci diferenčních dat GPS, přístup k odborným informacím z oblasti družicových navigačních systémů a komunikaci s odbornou veřejností. Komunikační kanál pro předávání informací obsažených v NANU musí splňovat podmínky obsažené v dohodě COMSEC, podepsané mezi MO ČR a národním bezpečnostním úřadem USA (NSA).

Základem pro komunikaci GISS s odbornou veřejností a pro vyhledávání informací o vývoji stávajících nebo nových družicových systémů je internet. Pro tyto

účelu vyhovuje z hlediska přístupové rychlosti internet MO AČR. Komunikačním prostředkem hlásného systému uvědomování vojsk v případě nesprávné funkce systému GPS bude CADS. Pro vojensky citlivější informace by byl vhodnější ŠIS (štábní IS), ale není podmínkou. Síť CADS bude využívána i pro automatizovanou distribuci diferenčních dat GPS vojenským uživatelům.

Současná konstrukce vojenských přijímačů GPS PPS není po elektronické stránce odolná proti zásahu zvenčí. To znamená, že tyto přijímače GPS se stávají po zavedení přístupového dešifrovacího klíče GPS utajovanými zařízeními. Distribuce dešifrovacích klíčů tedy bude podle současného stavu vyžadovat zabezpečenou oblast pro ukládání utajovaných skutečností. Dostupná technická a odborná literatura z distribuce SC/8 stupeň utajení blíže nespecifikuje, prozatím se v projektu výstavby počítá s vybudováním zabezpečené oblasti na stupeň TAJNĚ. Bezpečnostní politika používání GPS v ozbrojených silách počítá v nejbližší době s povinným nahrazením stávajících čipů GPS, které jsou již odolné proti zásahu zvenčí (SAASM), a po zavedení dešifrovacího klíče GPS je přijímač GPS pouze evidovaným zařízením. Přípravuje se i změna v oblasti utajení klíčů GPS.

Současný stav výstavby GISS

Na základě jednání mezi GeoS AČR a sekcí J6 GŠ, která je zodpovědná za zavádění technologie GPS do AČR, bylo do plánu RVT VTOPÚ Dobruška na rok 2002 zařazeno zpracování „Úvodního projektu výstavby GPS-Infračíslného a sledovacího střediska AČR“. Tento úkol byl splněn a na konci roku 2002 schválen na SOK N GeoS AČR. V té době již byla AČR autorizovaným uživatelem systému GPS, a legislativně tak byly odstraněny překážky k nákupům vojenských přijímačů GPS do AČR. K zabezpečení procesu zavádění technologie GPS do AČR vydal NGŠ úkolový list č. 27094/2002-1304, ve kterém mj. nařizuje výstavbu GISS ve VTOPÚ Dobruška. Na základě tohoto rozhodnutí byly z finančních prostředků vzdušných sil AČR vypsány dva investiční projekty. Jeden na stavební realizaci GISS a druhý na jeho technické vybavení.

Na stavební část (ISPROFIN 207 350 2008, „Dobruška – rekonstrukce Military Point of Contact“) výstavby GISS jsou k dispozici následující finanční prostředky v tomto časovém harmonogramu:

	2003 (mil. Kč)	2004 (mil. Kč)
Projektová dokumentace	0,200	–
Stavební úpravy	0,600	1,000
Trezory, počítačová síť ...	0,350	0,700
Neinvestiční potřeby	0,350	0,800
Celkem	1,500	2,500

V současné době byl pod vedením VUS Pardubice vyhodnocen a uzavřen marketingový průzkum na dodavatele projekční dokumentace ke stavbě GISS.

Druhý investiční projekt (ISPROFIN 207 350 2009 – „Military Point of Contact – nákup vybavení“) řeší technické vybavení GISS. K dispozici jsou následující finanční prostředky v tomto časovém harmonogramu:

	2003 (mil. Kč)	2004 (mil. Kč)
Výpočetní technika	0,300	1,900
Programové vybavení	0,500	1,000
GPS technologie	1,500	–
Periferní zařízení (scanner, tiskárna ...)	–	0,600
Celkem	2,300	3,500

V rámci finančních prostředků přidělených na rok 2003 se podle plánu realizují akviziční nákupy podle vypracovaných specifikací.

Ve VTOPÚ byl rovněž zpracován bezpečnostní projekt na výstavbu zabezpečeného objektu GPS-Infračíslného a sledovacího střediska AČR na stupeň „TAJNĚ“, který byl schválen kompetentními orgány. Lze tedy s uspokojením konstatovat, že výstavba GISS probíhá podle stanoveného harmonogramu. Výstavbou GISS tak budou vytvořeny základní podmínky pro využívání systému GPS na podporu boje a vojenských misí AČR.

Transformace geodetických referenčních systémů s použitím geopotenciálního modelu EGM 96

Prof. Ing. Milan Burša, DrSc., Ing. Viliam Vatrč, DrSc.,
RNDr. Marie Vojtíšková

Special Study Group Global Geodesy Topics: Satellite Altimetry Applications (SSG GGSA),
Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad Dobruška

Věnováno prof. Pickovi k osmdesátinám

Úvod

Geodetická obranná strategie, formulovaná NIMA (DMA), má globální charakter a vyžaduje transformace geodetických referenčních systémů do systému geocentrického (Malys a Slater, 1994). Geocentrický systém byl zvolen proto, že je dostupný z dráhových analýz umělých družic. V Keplerovském ideálním případě je ohnisko eliptické dráhy právě v geocentru. V současné době se dokonce monitorují ze sítě laserových družicových stanic pohyby geocentra s milimetrovou přesností. Hmotný střed zemského tělesa, jehož polohu předdružicová geodézie neznala, se stal nyní referenčním opěrným bodem pro vzájemnou transformaci negeocentrických referenčních systémů.

I když problém transformace geodetických referenčních systémů je čistě geometrické povahy, je v geodetické epoše geopotenciálních modelů možnost řešit jej nebo alespoň kontrolovat kvalitu jeho řešení fyzikálně. Ovšem geopotenciální modely mají místní distorze, proto přesnost řešení závisí na velikosti transformační oblasti.

Teoretické základy

Geopotenciál neboli tíhový potenciál $W(M)$ v obecném bodě zemského povrchu (obr. 1) je veličina skalární, je funkcí pouze prostorové polohy bodu M . Lze jej za určitých předpokladů vypočítat, známe-li Moloděnského normální výšku H_q bodu M , což je oblouk NN_0 normální tížnice mezi obecným hladinovým elipsoidem E_0 a bodem M , v němž platí

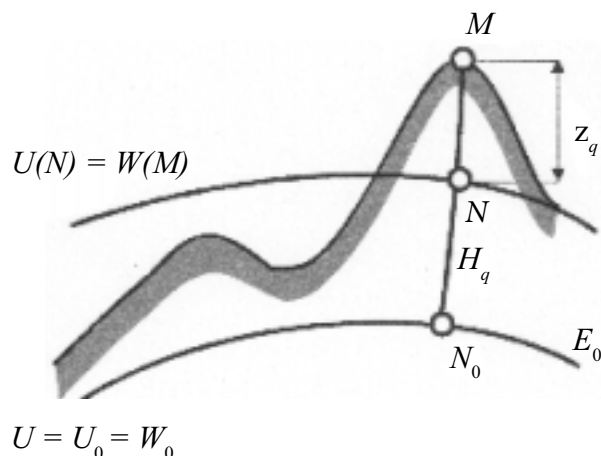
$$U(N) = W(M). \quad (1)$$

Zde U je normální potenciál, buzený parametry GM (geocentrická gravitační konstanta), ω (úhlová rychlost rotace), $U_0 = W_0$ (normální potenciál hladinového elipsoidu,

rovný geopotenciálu geoidu) a $J_2^{(0)}$ (druhý zonální Stokesův parametr). Čtveřicí parametrů GM , w , W_0 , $J_2^{(0)}$ můžeme tedy popsat vnější geopotenciál v libovolném bodě, jehož geodetické souřadnice (B, L) a normální výšku známe. Přitom souřadnice B, L postačí znát pouze přibližně, neboť rozdíl potenciálu

$$W_0 - W(M) = H_q \gamma_m \quad (2)$$

je závislý na geodetické šířce pouze prostřednictvím veličiny γ_m , což je integrální střední hodnota normální tíže na oblouku NN_0 (obr. 1). Nepřesnost v geodetické šířce při $H_q = 2$ km způsobí u geopotenciálu chybu pouze $0,01 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$, což odpovídá hodnotě 1 mm v průvodiči hladinové plochy. Geodetickou délku nemusíme pro tento účel znát vůbec.



Obr. 1 K výpočtu geopotenciálu $W(M)$ v bodě M zemského povrchu. H_q je normální výška bodu M , z_q výška anomální (výška kvazigeoidu)

Potenciál $W(M)$ můžeme vyjádřit přesným uzavřeným vzorcem (Jeremějov a Jurkina, 1972)

$$\begin{aligned}
 W(M) &= U(N) = & (3) \\
 &= \frac{GM}{a} \left\{ \frac{1}{e} \operatorname{acotsh} w + \frac{1}{3} q \left(\frac{a}{a_0} \right)^3 e^2 \operatorname{ch}^2 w [1 - P_2^{(0)}(\cos u)] + \right. \\
 &+ \left. \frac{1}{3} m \left(\frac{a}{a_0} \right)^3 [(3 \operatorname{sh}^2 w + 1) \operatorname{acotsh} w - 3 \operatorname{sh} w] P_2^{(0)}(\cos u) \right\}, \\
 m &= \frac{3 - 2e^2}{e^2} \operatorname{atan} \frac{e}{1 - a} - 3 \frac{1 - a}{e}, \\
 q &= \frac{w^2 a_0^3}{GM}, \quad e^2 = 2a - a^2, \\
 P_2^{(0)}(\cos u) &= \frac{3}{2} \cos^2 u - \frac{1}{2}.
 \end{aligned}$$

a , a_0 jsou parametry (velká poloosa a zploštění) hladinového elipsoidu E_0 , $a_0 = 6\,378\,137$ m je volitelná konstanta použitá ve výrazu pro druhý zonální Stokesův parametr $J_2^{(0)}$, aby byl bezrozměrný; u , v , w jsou křivočaré elipsoidické souřadnice svázané s kartézskými x_j ($j = 1, 2, 3$) vztahy

$$\begin{aligned}
 x_1 &= ae \sin u \cos n \operatorname{chw}, \\
 x_2 &= ae \sin u \sin n \operatorname{chw}, \\
 x_3 &= ae \cos u \operatorname{shw};
 \end{aligned} \quad (4)$$

Poloha bodu N na normální tížnici procházející bodem M je definována geodetickými souřadnicemi B_M , L_M (šířka, délka) v systému elipsoidu E_0 a normální výškou $H_q = NN_0$; prakticky lze totiž položit $B_N = B_M$, $L_N = L_M$.

Veličina počítaného potenciálu je silně závislá na normální výšce bodu M a na přijatých primárních konstantách GM , w , W_0 , $J_2^{(0)}$. Je prakticky nezávislá na transformačních parametrech definujících geodetický referenční systém.

V bodě M máme tedy k dispozici veličinu, která je prakticky nezávislá na souřadnicích vázaných na geodetický referenční systém. A právě této její vlastnosti můžeme použít k řešení problému transformace.

Geopotenciál v bodě M totiž můžeme vypočítat z geopotenciálního modelu, avšak v tomto případě již musíme znát polohu bodu v geocentrickém systému, a to co nejpřesněji.

Geopotenciálním modelem se nazývá soubor Stokesových parametrů (harmonických nebo geopotenciálních koeficientů) $J_n^{(k)}$, $S_n^{(k)}$, stupně n a řádu k , které spolu s geocentrickou gravitační konstantou GM a úhlovou rychlostí rotace Země w popisují tíhové

pole Země. Jedná se ovšem o pole vyhlazené úměrně maximálnímu stupni n udržovaných harmonických členů v rozvoji geopotenciálu do řady sférických funkcí

$$\begin{aligned}
 W &= \frac{GM}{r} \left\{ 1 + \sum_{n=2}^n \sum_{k=2}^n \left(\frac{a_0}{r} \right)^n \left(J_n^{(k)} \cos k\lambda + S_n^{(k)} \sin k\lambda \right) P_n^{(k)}(\sin \Phi) + \right. \\
 &+ \left. \frac{1}{3} q \left(\frac{a_0}{r} \right)^3 [1 - P_2^{(0)}(\sin \Phi)] \right\} + \\
 &+ \left\{ (1 + k_s) \frac{GM_m}{GM} \left(\frac{r}{\Delta_{zm}} \right)^3 P_2^{(0)}(\sin d_m) P_2^{(0)}(\sin \Phi) + \right. \\
 &+ \left. (1 + k_s) \frac{GM_m}{GM} \left(\frac{r}{\Delta_{zs}} \right)^3 P_2^{(0)}(\sin d_s) P_2^{(0)}(\sin \Phi) \right\} \quad (5)
 \end{aligned}$$

r , Φ , λ jsou geocentrické souřadnice stanoviska, $P_n^{(k)}(\sin \Phi)$ je přidružená Legendrova funkce stupně n a řádu k , a_0 je volitelný délkový faktor normující Stokesovy parametry na bezrozměrné veličiny:

$$\left\{ \begin{array}{l} J_n^{(k)} \\ S_n^{(k)} \end{array} \right\} = \frac{(2 - d_{k0})(n - k)!}{Ma_0^n (n + k)!} \int_{\mathcal{M}} r^n P_n^{(k)}(\sin \Phi) \left\{ \begin{array}{l} \cos k\lambda \\ \sin k\lambda \end{array} \right\} dm$$

V nich d_{k0} je Kroneckerovo delta a r , Φ , λ značí geocentrické souřadnice proměnného hmotného elementu dm . Mohlo by se tudíž zdát, že k jejich číselnému určení potřebujeme znát rozložení hmoty (hustoty) v tělese. Naštěstí, jak praví druhá identita Greenova, lze uvedené konstanty exaktně určit z informací o vnějším gravitačním poli. Tyto informace dnes globálně získáváme z dráhové dynamiky umělých družic a v současné době SSG GGSA pracuje s modely stupně $n = 360$ obsahujícími $(361^2 - 3)$ Stokesových parametrů. Nejpřesnější je v současné době model EGM96. Poslední dva členy v závorce (5) představují stálý vliv zonálních slapových členů od Měsíce a od Slunce, když za zonální Legendrovy polynomy $P_2^{(0)}$ s argumenty geocentrických deklinací Měsíce d_m a Slunce d_s dosadíme dlouhodobé integrální střední hodnoty; Δ_{zm} a Δ_{zs} jsou geocentrické vzdálenosti hmotných středů Měsíce a Slunce, k_s je sekulární Loveovo číslo.

Geopotenciální model umožňuje tedy určit hodnotu geopotenciálu v libovolném bodě M zemského povrchu nebo ve vnějším okolozemském prostoru, pokud jsou známy jeho geocentrické souřadnice.

V bodě M máme pak k dispozici rozdíl

$$dW = U(N) - W(\text{model}) = W(M) - W(\text{model}). \quad (6)$$

Tento rozdíl bude narušen v tím větší míře, v jaké se souřadnice x_j nebo ρ , Φ , λ , použité při výpočtu geopotenciálu (5), budou odchýlovat od ideálních souřadnic geocentrických. Zanedbáme-li nyní distorze modelu a nepřesnosti přijatých čtyř primárních konstant GM , w ,

$W_0, J_2^{(0)}$, pak je rozdíl (6) funkcí pouze transformačních prvků definujících vzájemný vztah použitého referenčního systému vzhledem k ideálnímu systému geocentrickému geopotenciálního modelu (dnes EGM96)

$$dW = \frac{GM}{\rho} \frac{a_0}{\rho} \sum_{k=0}^1 (J_1^{(k)} \cos kA + S_1^{(k)} \sin kA) P_1^{(k)}(\sin \Phi) + \frac{GM}{\rho} \left(\frac{a_0}{\rho}\right)^2 [(J_2^{(1)} \cos A + S_2^{(1)} \sin A) P_2^{(1)}(\sin \Phi) + S_2^{(2)} \sin 2A P_2^{(2)}(\sin \Phi)]. \quad (7)$$

První člen v (7) je funkcí souřadnic $\Delta x_0, \Delta y_0, \Delta z_0$ počátku daného referenčního systému vzhledem ke geocentru, druhý člen funkcí tří úhlů, definujících vzájemné směry souřadnicových os obou systémů. Zde se budeme zabývat jen členem prvním.

Pak

$$dW = - \frac{GM}{\rho} \left[\frac{\Delta z_0}{\rho} \sin \Phi + \frac{\Delta x_0}{\rho} \cos \Phi \cos A + \frac{\Delta y_0}{\rho} \cos \Phi \sin A \right] \quad (8)$$

nebo s dostatečnou přesností

$$dR = \Delta x_0 \cos \Phi \cos A + \Delta y_0 \cos \Phi \sin A + \Delta z_0 \sin \Phi, \quad (9)$$

když jsme položili

$$dR = - \frac{R^2}{GM} dW, \quad (10)$$

$$R = \rho.$$

Rovnice oprav pro výpočet neznámých transformačních parametrů daného geodetického referenčního systému v tomto zjednodušení pak zní

$$n = \Delta x_0 \cos \Phi \cos A + \Delta y_0 \cos \Phi \sin A + \Delta z_0 \sin \Phi + c + \frac{GM}{R^2} [W(M) - W(model)], \quad (11)$$

když jsme připojili čtvrtou neznámou c , obrážející případné diferenciální měřítko délek v obou systémech.

Poznamenejme ještě, že rovnice (11) i jí předcházející vztahy (7)–(10) předpokládají, že průvodič ρ bodu M byl v daném (transformovaném) referenčním systému $E_r(a_r, a_r)$ vyjádřen jako součet

$$\rho = \frac{a_r \sqrt{1 - e_r^2}}{\sqrt{1 - e_r^2 \cos^2 B}} + H_q + z_q, \quad (12)$$

když H_q je normální výška bodu M opravená o redukci na přijatou referenční hodnotu W_0 a z_q jeho výška kvazigeoidu v systému E_r ; $e_r^2 = 2a_r - a_r^2$. Vztah (12) je přibližný, ale pro danou úlohu přesnostně postačující.

Závěry

1. Metoda transformace geodetických referenčních systémů s použitím geopotenciálních modelů nevyžaduje, aby na identických bodech byly známy souřadnice v obou referenčních systémech, tedy v systému daném a v systému, do něhož se transformuje. V tomto ohledu je nezastupitelná.

2. Podmínkou aplikability navržené metody je znalost normálních výšek transformovaných bodů.

3. Přesnost transformace je závislá na velikosti oblasti transformace. Čím větší je oblast transformace, tím větší přesnost lze očekávat. Je tomu tak proto, že geopotenciální modely mají lokální distorze řádu decimetrů.

4. Hmotný střed Země plní v navržené metodě transformace úlohu pomocného referenčního bodu. Mají-li se vzájemně transformovat dva geodetické referenční systémy bez znalosti souřadnic identických bodů v obou systémech, pak se úloha rozpadá na dvě dílčí transformace do geocentrického systému. Výsledné transformační parametry vzájemné transformace jsou pak dány rozdíly transformačních parametrů v obou dílčích transformacích geocentrických.

5. V případě již uskutečněných transformací lze metodou geopotenciálu ověřovat jejich kvalitu, tedy i posuzovat přesnost různých předběžných řešení.

6. Navržená metoda transformace je nezastupitelná v případě, kdy nejsou k dispozici polohy GPS ani souřadnice identických bodů v obou geodetických referenčních systémech.

Literatura

[1] JEREMEEV, V. F. a JURKINA, M. I.: *Theorija vysot v gravitacionnom pole Zemli*. Moskva : Nedra 1972. 144 s.

[2] MALYS, S. and SLATER, J. A.: *Maintenance and Enhancement of the World Geodetic System 1984*. Presented at The Institute of Navigation, ION GPS-94, Salt Lake City, Utah, September 1994.

Systematická chyba ve výškách kvazigeoidu na území ČR určených astronomicko-gravimetrickou nivelací v systému S-1942/83

Prof. Ing. Milan Burša, DrSc., Ing. Viliam Vatrt, DrSc.,
RNDr. Marie Vojtíšková

Special Study Group Global Geodesy Topics: Satellite Altimetry Applications (SSG GGSA),
Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad Dobruška

Věnováno prof. Pickovi k osmdesátinám

Úvod

Astronomicko-gravimetrická nivelace (AGN) Moloděnského [6], [2] patří k tzv. metodám relativním, v nichž se určují rozdíly geodetických veličin, v daném případě rozdíly $\Delta\zeta_q$ výšek kvazigeoidu ζ_q na sousedních bodech sítě AGN. Absolutní hodnoty ζ_q se získávají postupným přičítáním určovaných rozdílů $\Delta\zeta_q$, čímž dochází k hromadění chyb, a tedy k jejich nárůstu s rostoucí délkou pořadu AGN.

V předdružicové epoše, přesněji před vývojem družicového navigačního systému, nyní GPS, nebylo možné chyby absolutních výšek ζ_q ani spolehlivě odhadnout. V epoše GPS to možné je, určíme-li touto technikou geocentrickou prostorovou polohu nivelčních bodů, jejichž normální (Moloděnského) výšku známe.

Zde se budeme zabývat z tohoto hlediska přesností výšek ζ_q určených v systému S-1942/83 s výchozím bodem Pulkovo vzdáleným od bodů AGN ČR při západní hranici ČR až asi 1500 km, měřeno podél pořadů sítě AGN. Jeho výška byla přijata v S-1942/83 jako a priori daná. V dalším budeme jmenované výšky značit $(\zeta_q)_{AGN}$.

1. Pomocný geocentrický souřadnicový systém s parametry elipsoidu Krasovského

Budeme předpokládat, že prostorové souřadnice, určené technikou GPS, jsou geocentrické nebo ideálním geocentrickým blízké. Pomocí nich vytvoříme pomocný geocentrický systém (dále Systém I), jehož základem je geocentrický elipsoid s parametry, přesně rovnými parametrům elipsoidu Krasovského, který označíme E_I (velká poloosa $a = 6\,378\,245$ m, zploštění $\alpha = 1/298,3$).

V systému I vypočteme geodetické souřadnice B_I, L_I, h_I (šířka, délka, výška nad E_I) všech bodů GPS identických

s trigonometrickými body v systému S-1942/83, který označíme Systém II. Jejich přesnost je adekvátní přesnosti geocentrických souřadnic bodů GPS.

Souřadnice B_{II}, L_{II} známe, avšak výšku h_{II} nad plochou elipsoidu Krasovského E_{II} neznáme, neboť neznáme absolutní výšku kvazigeoidu nad plochou E_{II} a obecně ani normální výšku uvažovaných trigonometrických bodů s dostatečnou přesností.

Elipsoidy E_I a E_{II} mají tedy stejné parametry (a, α), avšak jsou v zemském tělese různě umístěny. Geocentrické souřadnice středu elipsoidu E_{II} označíme $\Delta x_0, \Delta y_0, \Delta z_0$ a směry geodetických os systému II vzhledem k osám systému E_I budeme definovat třemi Cardanovými úhly e, y, w [1].

Rozdíly geodetických souřadnic $(B_{II} - B_I), (L_{II} - L_I)$ jsou vázány známými transformačními rovnicemi (např. [1]),

$$B_{II} - B_I = -\frac{\sin B \cos L}{M+h} \Delta x_0 - \frac{\sin B \sin L}{M+h} \Delta y_0 + \frac{\cos B}{M+h} \Delta z_0 - e(1 + e^2 \cos 2B) \sin L + y(1 + e^2 \cos 2B) \cos L, \quad (1)$$

$$L_{II} - L_I = -\frac{\sin L}{(N+h) \cos B} \Delta x_0 + \frac{\cos L}{(N+h) \cos B} \Delta y_0 + e(1 - e^2) \operatorname{tg} B \cos L + y(1 - e^2) \operatorname{tg} B \sin L - \omega, \quad (2)$$

$$M = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 B)^{3/2}}, \quad N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 B)^{1/2}};$$

$$e^2 = 2\alpha - \alpha^2.$$

Transformační elementy $\Delta x_0, \Delta y_0, \Delta z_0, e, y, w$ se předpokládají malými tak, že druhé a vyšší diferenciály v (1) a (2) bylo možné zanedbat a za veličiny B, L a geodetické (elipsoidické) výšky dosadit jejich přibližné hodnoty.

2. Určení transformačních elementů a jejich ověření pomocí geopotenciálního modelu EGM96

Dané území není natolik velké, abychom pro Cardanovy úhly e , y , w dostali reálné hodnoty [8]. Formálně bychom je v řešení mohli ponechat, avšak tato skutečnost by vedla k deformaci elementů translačních. Proto jsme byli nuceni v rovnicích (1) a (2) položit $e = 0$, $y = 0$, $w = 0$; aplikovali jsme je v tomto zjednodušení na 174 bodech GPS, totožných s body trigonometrickými, určenými v systému S-1942/83. Transformační elementy vyšly

$$\begin{aligned}\Delta x_0 &= (21,16 \pm 0,29) \text{ m}, \\ \Delta y_0 &= -(125,02 \pm 0,08) \text{ m}, \\ \Delta z_0 &= -(86,14 \pm 0,35) \text{ m},\end{aligned}\quad (3)$$

při jednotkové střední chybě $m_0 = \pm 0,13$ m.

Pomocí transformačních elementů (3) můžeme známé geodetické výšky h_1 převést do systému II:

$$h_{II} = h_1 - \Delta x_0 \cos B \cos L - \Delta y_0 \cos B \sin L - \Delta z_0 \sin B. \quad (4)$$

Můžeme je též vypočítat z evidentních vztahů

$$\begin{aligned}h_{II} &= (X_1 - \Delta x_0) \sec B_{II} \sec L_{II} - N_{II} = \\ &= (Y_1 - \Delta y_0) \sec B_{II} \operatorname{cosec} L_{II} - N_{II} = \\ &= (Z_1 - \Delta z_0) \operatorname{cosec} B_{II} - N_{II} (1 - e^2),\end{aligned}\quad (5)$$

z nichž X_1 , Y_1 , Z_1 jsou geocentrické souřadnice určené technikou GPS.

Řešení lze ověřit pomocí geopotenciálního modelu EGM96 [5] aplikovaného v bodech GPS totožných s nivelačními body o známých normálních výškách H_q .

Ověřovací rovnice pro každý bod M výškově určený nivelací a se známou výškou kvazigeoidu $(z_q)_{AGN}$ neboli geodetickou výškou h_{II} (238 bodů) zní

$$\begin{aligned}\Delta x_0 \cos B \cos L + \Delta y_0 \cos B \sin L + \\ + \Delta z_0 \sin B + \frac{GM}{W_0^2} [U(N) - W(M)_{S_{42}}] = dR\end{aligned}\quad (6)$$

$$W_0 = 62\,636\,856,0 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \quad (7)$$

je hodnota geopotenciálu na geoidu [3],

$$GM = (398\,600\,441,8 \pm 0,8) \times 10^6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2} \quad (8)$$

je geocentrická gravitační konstanta [7], $U(N)$ je hodnota normálního potenciálu v bodě N na normální tížnici daného bodu M na zemském povrchu, pro nějž platí

$$U(N) = W(M); \quad (9)$$

polohu bodu N definuje normální výška bodu M .

Geopotenciál $W(M)_{S_{42}}$ představuje hodnotu vypočtenou z modelu EGM96 pomocí geodetických souřadnic

B_{II} , L_{II} a geodetické výšky (4) v systému S-1942/83. Hodnoty dR ve výrazu (6) vyšly v mezích $< -0,62$, $+0,91$, střední (kvadratická) hodnota dR vyšla $\pm 0,29$ m.

Poznamenejme, že vztahu (6) můžeme použít nejen pro kontrolu, nýbrž při dostatečně velkém území i k odvození translačních elementů Δx_0 , Δy_0 , Δz_0 při podmínce

$$\sum dR^2 = \text{minimum}. \quad (10)$$

Podmínka však je, abychom v systému, který transformujeme, znali prostorovou polohu bodu M a mohli v něm vypočítat geopotenciál $W(M)$ z EGM96. I z tohoto aspektu musí být dané území dostatečně velké tak, aby se distorze EGM96 prakticky vůbec neuplatnily. V našem případě vyšly střední chyby transformace elementů přibližně 1–2 m.

Dále poznamenejme, že vztah (6) nezáleží na Cardanových úhlech e , ψ , ω , které jsou vždy tak malé, že jejich čtverce a součiny můžeme zanedbat. Pak radiální posuny dR na rotacích souřadnicového systému nezávisí. Z toho dále plyne, že při dostatečně velkém území je výhodné transformační elementy určit z fyzikálního transformačního vztahu přes geopotenciál (6) a Cardanovy úhly pak řešit jako zbylé tři neznámé z matice rotací. Při dostatečně velkém území lze ve fyzikálním transformačním vztahu zavést i třetí neznámou, konstantu

$$C = D\rho; \quad (11)$$

D je rozměrový (měřítkový) faktor, ρ je přibližná hodnota průvodiče reprezentativní místní hladinové plochy (prakticky postačí použít hodnoty středního zemského poloměru).

Odhad střední chyby výšek $(z_q)_{II}$ je s ohledem na číselné hodnoty (3) a přesnost souřadnic GPS asi $\pm 0,35$ m.

3. Výpočet výšek kvazigeoidu v systému S-1942/83

Z číselných hodnot (4) dostaneme již snadno výšky kvazigeoidu v systému II ze vztahu

$$(z_q)_{II} = h_{II} - H_q - dH_{q,0}, \quad (12)$$

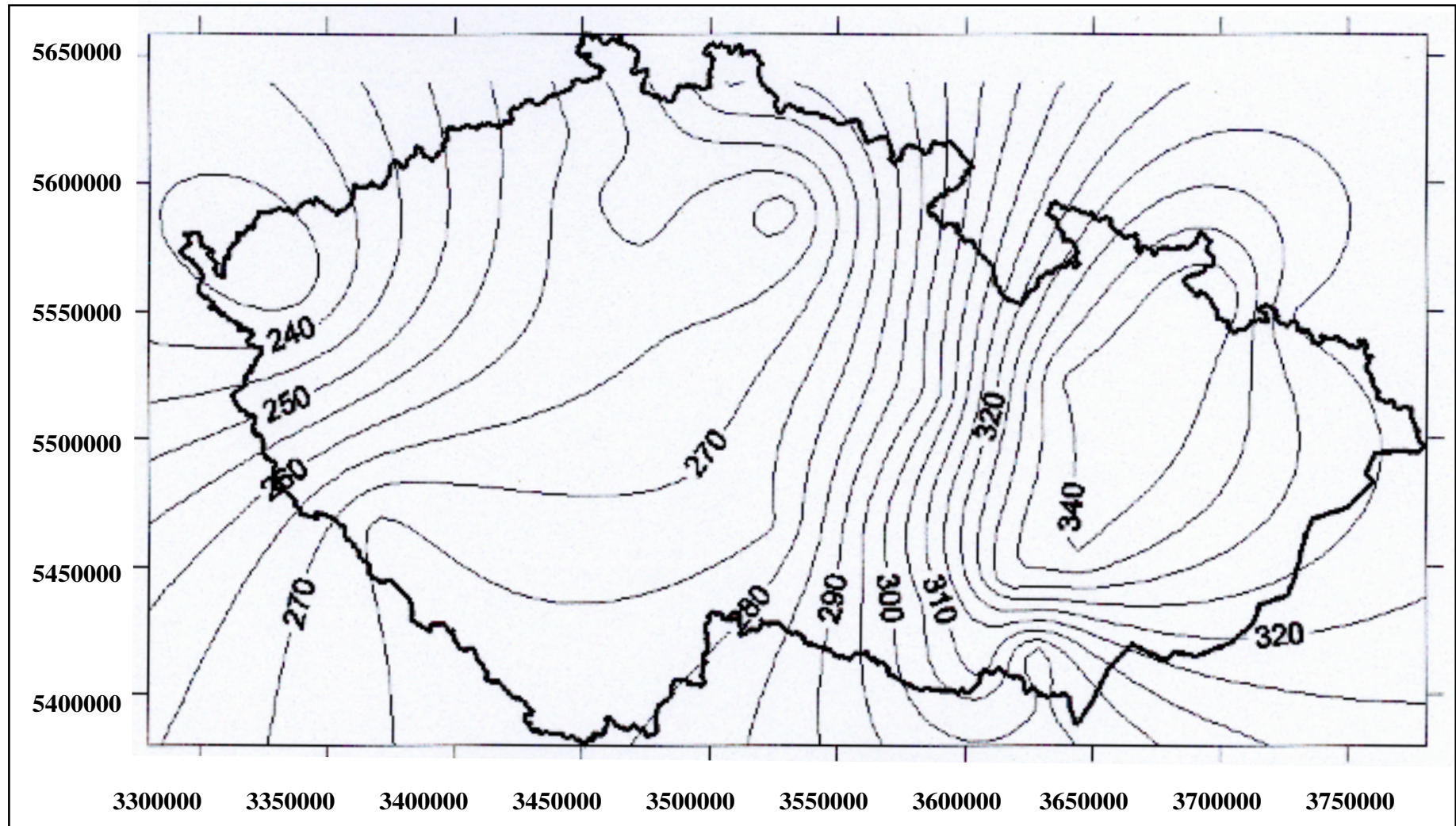
v němž $dH_{q,0}$ je korekce z rozdílu hodnoty geopotenciálu v nule Kronštadského vodočtu a hodnoty (7); je však prakticky zanedbatelná [4] (< 5 cm).

Nyní porovnáme vypočtené relativní výšky kvazigeoidu $(z_q)_{II}$ s původními $(z_q)_{AGN}$, určenými astronomicko-gravimetrickou nivelací. Rozdíly

$$dz_q = (z_q)_{II} - (z_q)_{AGN} \quad (13)$$

jsou zobrazeny na obr. 1. Přesahují 3 m, konstantní část rozdílu (10) činí

$$(dz_q) = (2,94 \pm 0,37) \text{ m}. \quad (14)$$



Obr. 1 Isočáry δz_q rozdílů vypočtených relativních výšek kvazigeoidu ($z_{q,II}$) a původních ($z_{q,AGN}$) určených astronomicko-gravimetrickou nivelací; hodnoty v cm, interval isočar 5 cm

Závěr: Eventuální dopad na transformaci systému S-1942/83, použijí-li se v ní výšky $(z_q)_{AGN}$

Výšky kvazigeoidu $(z_q)_{AGN}$ obsahují tedy chybu (14), jejíž původ je v hromadění chyb v pořadech AGN od výchozího bodu Pulkovo až na naše území. Musíme být tudíž velmi obezřetní, zejména při transformacích systému S-1942/83. Jako příklad ukážeme, jak vejde chyba (14) do transformačních elementů, použijeme-li výšek $(z_q)_{AGN}$ pro transformaci S-1942/83 do systému geocentrického. Opravíme-li výšky $(z_q)_{AGN}$ o zmíněnou chybu, dostaneme správně:

$$\begin{aligned}\Delta x_0 &= (21,315 \pm 0,018) \text{ m}, \\ \Delta y_0 &= (-124,978 \pm 0,018) \text{ m}, \\ \Delta z_0 &= (-85,948 \pm 0,018) \text{ m}.\end{aligned}\quad (15)$$

Kdybychom tuto opravu nezavedli, došli bychom chybně k:

$$\begin{aligned}\Delta x_0 &= 23,170 \text{ m}, \\ \Delta y_0 &= -124,463 \text{ m}, \\ \Delta z_0 &= -83,673 \text{ m}.\end{aligned}\quad (16)$$

Lze tedy konstatovat, že původní hodnoty výšek kvazigeoidu $(z_q)_{AGN}$ jsou pro transformaci souřadnicových systémů u nás nepoužitelné, mají-li být translační elementy vypočteny s přesností vyšší než asi dvoumetrovou.

Literatura

- [1] BURŠA, M.: *Základy kosmické geodézie*. Díl 1. Kosmická geodézie geometrická. Praha : MNO 1967. 226 s.
- [2] BURŠA, M., KANDA, L. a MAŘANOVÁ, R.: Tížnicové odchylky a výšky kvazigeoidu na území ČSSR a teorie jejich určování. 1. část teoretická. Praha : *Edice VÚGTK*, řada 3, 1968.
- [3] BURŠA, M., KENYON, S., KOUBA, J., KUMAR, M., MÜLLER, A., RADĚJ, K., VATRT, V., and VOJTÍŠKOVÁ, M.: Long-term stability of geoidal geopotential from TOPEX/POSEIDON satellite altimetry 1993–1999. *Earth, Moon, and Planets*, vol. 84, 2001, no 3, p. 163–176.
- [4] BURŠA, M., KENYON, S., KOUBA, J., RADĚJ, K., ŠIMEK, J., VATRT, V. and VOJTÍŠKOVÁ, M.: *World height system specified by geopotential at tide gauge station*. Presented at the IAG Symposium on Vertical Reference Systems, Feb. 20.–23. 2001, Cartagena, Colombia.
- [5] LEMOINE, F. G., SMITH, D. E., KUNZ, L., SMITH, R., PAVLIS, E. C., PAVLIS, N. K., KLOSKO, S. M., CHINN, D. S., TORRENCE, M. H., WILLIAMSON, R. G., COX, C. M., RACHLIN, K. E., WANG, I. M., KENYON, S. C., SALMAN, R., TRIMMER, R., RAPP, R. H. and NEREM, R. S.: The Development of the NASA GSFC and NIMA Joint Geopotential Model. *Proc. Int. Symp. Gravity, Geoid and Marine Geodesy (GRAGEOMAR 1995)*, Univ. of Tokyo, Japan, Sept. 30–Oct. 5. Springer Verl. 1997, p. 461–469.
- [6] MOLODENSKY, M. S.: The determination of the figure of the geoid by the simultaneous use of observed astronomical-geodetic deflections of the plumb-line and of a map of gravity anomalies. *Trudy Res. Inst. Geod., Air-Survey and Cartogr*, 1937, no 17, p. 9–32. (Moscow).
- [7] RIES, J. C., EANES, R. J., SHUM, C. K., and WATKINS, M. M.: Progress in the Determination of the Gravitational Coefficient of the Earth. *Geophys. Res. Letters*, **19**, 1992, no. 6, p. 271–274.
- [8] VATRT, V.: K problému prostorové transformace geodetických referenčních systémů. *Vojenský topografický obzor*, 1997, č. 1, s. 3–9.

Možnosti družicových technologií pro obnovu GIS

kpt. Ing. Jan Marša

Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad Dobruška

Úvod

V poslední době se stále více hovoří o možnostech a výhodách vzájemného propojení dvou technologií – GPS a GIS – a je zřejmé, že GPS nabízí efektivní cestu k aktualizaci digitálních dat. Dnešní metody GPS splňují hlavní požadavky aktualizace dat v terénu nejen pro svou rychlost, ale i pro přesnost a spolehlivost. Propojení GIS a GPS nabízí dvojí přístup k problému. Principem obou metod je využití dat GIS při šetření v terénu a současně měření GPS pro určení polohy daného objektu. V dalším textu je pod pojmem *aktualizace* myšleno měření GPS/GIS do nadstavbové – uživatelem definované – vrstvy. Uživatel definuje i atributy prvků. Naopak *přímá obnova dat* je měření do příslušné vrstvy DMÚ 25. Uživatel tedy příslušné objekty geometricky lokalizuje a pouze doplňuje příslušné atributy.

Určitý rozdíl je dle mého soudu možno vidět i v oblastech případného použití technologie. *Aktualizace* může nalézt uplatnění při doměřování vybraných polohopisných prvků v časově náročných situacích (např. povodně), a to nejen na území České republiky, ale případně i pro potřeby geografické podpory vojsk v zahraničních misích. Výsledkem jsou změnové vrstvy, resp. aktualizací soubory, do nichž jsou přímo v terénu ukládána data i s jejich atributy. Tyto soubory je možné v případě nutnosti odeslat pomocí telefonní karty z místa zaměření do centra, kde mohou být nad příslušnou mapou (např. RETM) následně vytištěny. *Přímá obnova dat* by měla sloužit v případě, kdy je potřebné rychle aktualizovat určité území v co nejkratším čase, a z tohoto důvodu tedy není možné použít celou technologii aktualizace dat DMÚ 25, která se skládá z mnoha kroků a je časově velmi náročná. Výsledkem této metody mají být aktualizovaná data GIS i s atributy přímo v terénu.

S oběma přístupy k problematice GPS/GIS už mám své zkušenosti podložené množstvím měření a čtenář s nimi bude seznámen. Ještě dříve se však na celou problematiku podívejme z hlediska programového a technického vybavení a s tím související otázkou možné přesnosti dosažených výsledků měření.

1. EGNOS – cesta k dosažení přesnosti DGPS

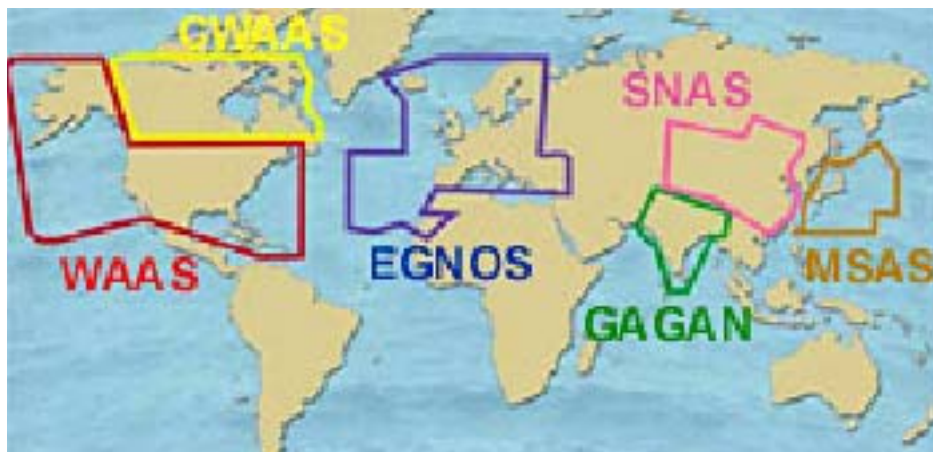
Pro řízený sběr dat v terénu je ve VGHMÚř využíván jednoduchý GIS „do ruky“ ArcPad (což samozřejmě

není jediná možnost, ale naše technologie je založena právě na tomto řešení firmy ESRI). Umí zobrazovat rastrová data (formát *.sid, mimo to firma ESRI udává i formáty *.jpg a *.bmp) i vektorová data – jeho důležitou výhodou je schopnost pracovat s daty nahranými přímo z kancelářského GIS bez nutnosti konverze do speciálního formátu. ArcPad využívá vektorová data ve standardním formátu shapefile, a je tedy kompatibilní s ArcView GIS.

Série zkušebních měření prokázala, že při použití autonomního měření bez následné diferenční korekce lze běžně docílit polohové přesnosti do 10 metrů, i v případě neoptimálních observačních podmínek nepřekračuje polohová chyba 20 metrů. Takovou přesnost je možné pro mnohé aplikace považovat za vyhovující. Je však užitečné znát i možnosti případných zpřesnění dosažených výsledků, je-li to nutné. Dnes již je na trhu verze programu ArcPad 6, která podporuje *GPSCorrect software*. Program startuje automaticky při spuštění ArcPadu a představuje cestu k diferenčnímu zpřesnění a zvýšení spolehlivosti měření GPS. Jeho princip spočívá v tom, že v terénu měříme a sbíráme atributové informace standardním způsobem v ArcPadu. Kromě toho však GPSCorrect běžící na pozadí ukládá binární satelitní data ve formátu SSF, což umožní po návratu do kanceláře nahrát jak shapefile, tak SSF data, která následně standardně diferenčně zkorigujeme a dodatečně opravíme (zpřesníme) shapefile. Diferenční korekci lze provést s využitím dat z veřejné referenční stanice a placené internetové služby *Pathfinder Express*. V případě, že máme k dispozici vlastní data, diferenční korekci lze provést v programovém prostředí *Pathfinder Office*.

Pro dosažení přesnosti DGPS je možno využít zdroj korekcí v reálném čase, včetně EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay System). EGNOS je systém, který doplňuje a vylepšuje vlastnosti GPS v Evropě tím, že poskytuje diferenční GPS data v reálném čase, a to zdarma. Jeho výhodou je široká využitelnost, protože je bezplatný a pro přístup k němu stačí mít k dispozici běžný (civilní) přijímač označený „With WAAS“. Co znamená WAAS (Wide Area Augmentation System)? Jde o obdobný systém pokrývající Spojené státy a Kanadu, v běžně využitelném testovacím provozu je od roku 2000. Systém EGNOS sice také experimentálně vysílá od téhož roku (pod názvem ESTB, tj. EGNOS System Test Bed), ovšem až od dubna 2003 vysílá ve formátu kompatibilním s obdobným systémem WAAS.

Do plného provozu by se měl EGNOS dostat od 1. května 2004. I v dalších částech světa jsou v různém stadiu vývoje podobné systémy. Všechny mají být kompatibilní a označují se společnou zkratkou SBAS (Satellite-Based Augmentation System).



Obr. 1 Oblasti SBAS
zdroj <http://www.gpsweb.cz>

Podobně jako systém GPS, i ESTB, resp. EGNOS má tři segmenty – vesmírný, pozemský a uživatelský. Po dobudování má mít EGNOS asi třicet *pozemních stanic*. Každá stanice monitoruje signály ze všech viditelných družic (GPS, GLONASS). Výsledek monitorování je průběžně předáván do jednoho ze tří *hlavních řídicích center*, kde jsou data zpracována. Výsledkem zpracování je informace o stavu družic GPS a o chybách měření zaviněných stavem ionosféry. Data jsou pak sítí předána třem *vysílacím stanicím*. Každá vysílací stanice předává data „svému“ satelitu. Ovšem ve srovnání s GPS jsou satelity systému EGNOS geostacionární. Nacházejí se na oběžné dráze ve výšce cca 35 tisíc kilometrů nad rovníkem. Jedná se o dvě družice komunikačního systému Inmarsat III, konkrétně satelit AOR-E na 15.5° západní délky (nad Atlantikem) a druhý IOR na 64° východní délky (nad Indickým oceánem). Jak uvádí [1], ve druhé polovině roku 2003 měl být vypuštěn třetí satelit – ARTEMIS – s umístěním nad Afrikou mezi oběma Inmarsaty na 21.5° východní zeměpisné délky. Satelity vracejí data zpět na Zemi. Přijímač uživatele data načte a koriguje podle nich údaje přijaté ze satelitů GPS. Korekční data však rychle stárnou a vše funguje jen při dobrém výhledu na jihozápad.

2. Stručné představení technologie rychlé aktualizace dat

V současnosti je pro tento úkol vyčleněn přenosný toughbook GETAC s interní i externí baterií. Životnost interní baterie je přibližně 4 hodiny, při nutnosti delšího měření je možné použít tzv. car adapter. Možnost připojení klávesnice nebo lze použít infračervenou klávesnici. Na přijímač GPS nejsou kladeny žádné zvláštní nároky, je pouze nezbytné, aby podporoval standardní datový formát NMEA 0183, případně TSIP. Pro sběr dat byl k dispozici přijímač Garmin emap. V současnosti je pro tento účel užíván vhodný přijímač GPS HI-202E, integrovaný přijímač s anténou GPS bez displeje a ovládacích prvků. Z tohoto faktu vyplývá nemožnost uživatelského nastavení přijímače. Data

jsou v textové podobě ve formátu NMEA 0183. Celý současný komplet pro sběr dat a atributů pomocí GPS lze považovat za dostatečný, nicméně při případném nasazení do praxe není zcela vyhovující. Důvodem je jeho určitá těžkopádnost při zapojování i během vlastního provozu. Další nezanedbatelnou skutečností je, že současné hardwarové vybavení neumožňuje případné zpřesnění poloh získaných v terénu (GPScorrect, EGNOS). Pro zavedení do praxe lze jednoznačně doporučit „bezdrátové“ řešení.

Pro přenos dat jsou PC a GETAC vzájemně propojeny paralelním kabelem přes port LPT1. Software ArcPad určený pro sběr dat v terénu již byl zmíněn. Pro úplnost je vhodné doplnit, že pro nezbytné kancelářské přípravné práce lze použít ArcView GIS, ale jen do verze ArcPad 5.0.1. Ač je ArcPad 5.0.1 samostatný program, jeho součástí je i nadstavba pro ArcView GIS. Ta obsahuje nástroje umožňující uživateli přípravu dat pro ArcPad na kancelářském počítači, zejména definice formuláře pro sběr atributů prvků a přípravu legendy – knihovny symbolů pro zobrazování. V případě verze ArcPad 6 je k přípravě dat určeno *ArcPad Studio* pro úpravu rozhraní, které je součástí *ArcPad 6 Application vBuilder*. To však není a v dohledné době zřejmě ani nebude ve VGHMÚř k dispozici.

V roce 2003 byly ve Vojenském geografickém a hydrometeorologickém úřadu (VGHMÚř) v Dobrušce zpracovány technické pokyny *Rychlá aktualizace digitálních mapových produktů s využitím systému GPS*, komplexně řešící celou technologii od kancelářské přípravy včetně vytvoření formuláře pro sběr atributů dat, přes měření v terénu, až po výsledné zpracování. V okolí Dobrušky byla provedena série testovacích měření vytipovaných objektů a také atributy, které je nutné v terénu zjistit. Navíc, některé prvky v terénu byly z kontrolních důvodů polohově zaměřeny i jednofrekvenčním přijímačem GPS Pathfinder ProXR (Trimble) a polohy byly v kancelářských podmínkách diferenčně zkorigovány. Jako zdroj referenčních dat posloužil dvoufrekvenční přijímač GPS Trimble 4000SSI,

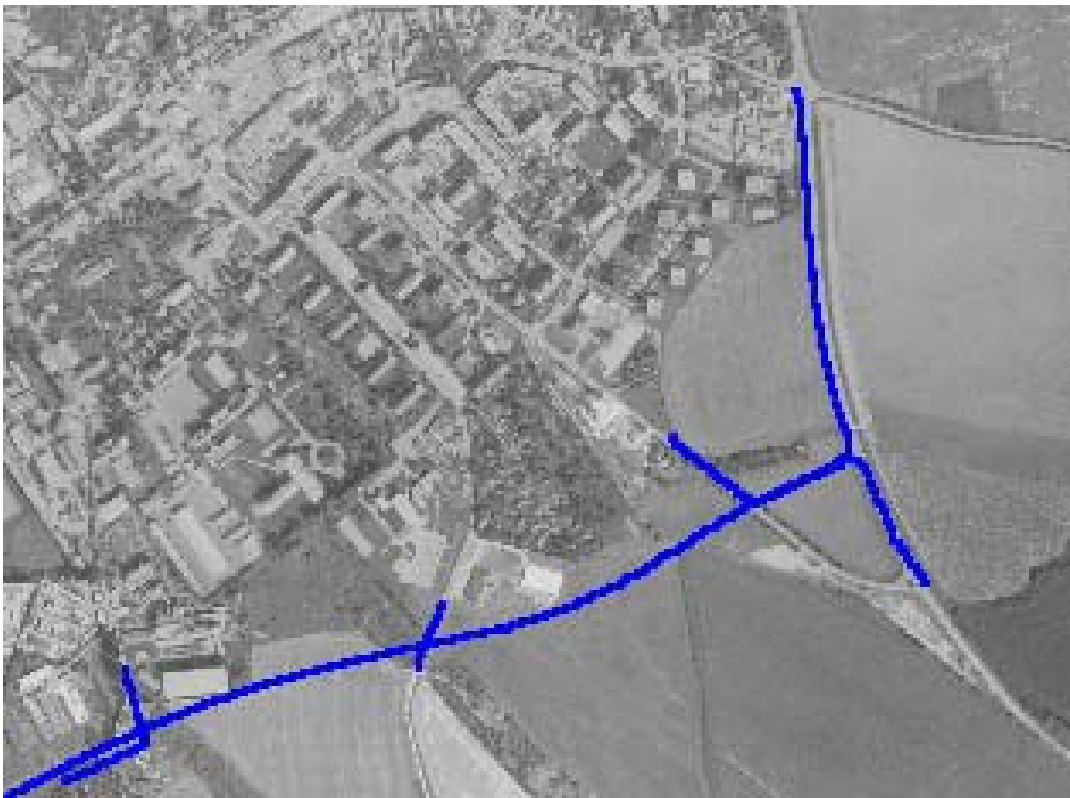
umístěný na Komparační základně Polom v Orlických horách. Když uvážíme, že očekávaná přesnost takto provedeného kódového měření s diferenční korekcí je 1 metr (referenční stanice nebyla v žádném okamžiku dále než 30 km od mobilní stanice), a dosažené výsledky porovnáme s měřením přístrojem Garmin emap, zjistíme, že se zaměřené polohy téhož bodu ve velké většině neliší o více než 5 metrů. A to i na bodech, které z hlediska příjmu GPS signálu nelze považovat za optimální. V místech, která jsou pro příjem družicového signálu velmi nepříznivá (les), bylo dosaženo nejméně přesných hodnot. Ovšem ani ty nepřekročily v žádném případě 20 metrů. Kromě toho byla provedena tři měření navigačním přístrojem GPS Garmin emap i na trigonometrických bodech v okolí Dobrušky (na každém bodě jeden záznam aktuální polohy). Takto určená poloha se lišila od katalogové maximálně o 6 metrů.

Na obrázku č. 2 vidíme LMS části Dobrušky. Protože je snímek poněkud staršího data, neobsahuje nově vybudovaný silniční obchvat města. Na části komunikace, která je na snímku obsažena, si lze udělat vizuální představu o polohové přesnosti zaměřené situace (bez jakékoliv další korekce). Pochopitelně jsem si vědom faktu, že se polohová přesnost liší v závislosti na okolním terénu. Když si ovšem uvědomíme, jaká je přesnost dat DMÚ 200 (40–80 m), resp. střední polohová chyba DMÚ 25 (18 m), a když uvážíme, že mnohé aplikace nebudou na digitální modely území vůbec vázány, je

možno shledat přesnost měření jako dostatečnou. Jak již bylo zmíněno, využití technologie je vhodné při nutnosti rychlého, relativně přesného a obsahově správného zaměření aktuální situace do vlastní – uživatelské – vrstvy. Pokud se na technologii rychlé aktualizace dat podíváme přísně z pohledu technologie tvorby a obnovy DMÚ 25, musíme připustit, že nejde o nijak zvlášť výjimečný příspěvek. Jistě, důležitou roli hraje v technologii sběr a zhodnocení dostupných informačních podkladů a pro přímé doměření prvků v terénu lze použít technologie GPS. Základní technologické etapy jsou ovšem zachovány a možnost přímého doměřování s pomocí GPS v terénu znamená „jen“ urychlení jedné z etap technologie tvorby a obnovy DMÚ 25.

3. Přímá obnova dat DMÚ 25

Popsanou technologii rychlé aktualizace lze rozšířit v tom smyslu, že vlastní zaměření v terénu se provádí přímo do příslušné vektorové vrstvy DMÚ 25. Nejen geometrie, ale i atributy nově zaměřovaných prvků. V případě přímé obnovy dat není namístě vždy hovořit o pouhém zaměřování, velmi často jde o editaci prvků aktivní vrstvy sejmutím s GPS. Právě v úspěšné komunikaci ArcPadu s GPS tkví výhody popisované technologie. Pokud je stávající prvek databáze polohově zpřesněn pomocí GPS, ponechává si své původní atributy. I ty jsou však editovatelné. Podstatou zkušebních měření



Obr. 2 Zaměření silničního obchvatu Dobruška do nadstavbové uživatelské vrstvy

v okolí Dobrušky bylo testování zapůjčeného systému GeoExplorer CE (viz následující kapitola), praktické ověření vybraných funkcí SW ArcPad včetně jejich využití při editaci prvků ve vrstvě DMÚ 25 a zejména získání takových zkušeností, aby mohlo být provedeno „skutečné“ zaměření nového dálničního obchvatu v okolí Plzně. Není smyslem příspěvku popisovat plán měření a množství problémů, které bylo nutno řešit. Důležitý je výsledek. Při autonomním způsobu zaměrování prvků (jinými slovy – v případě použití stávající technologie) jsme obnovy příslušné vrstvy DMÚ 25 schopni již bez problémů. Mimo jiné lze prvek zaměřit zcela nově (a to kontinuálním GPS měřením nebo jen měřením rohů s využitím funkce pro jejich spojování), další možností je editace vertexů pomocí GPS. Objekt (včetně jeho atributů) zůstává. Nová je jen jeho poloha, sice určená autonomně, ale s dostatečnou přesností. Pokud jde o možnosti diferenčního zpracování (GPSCorrect, EGNOS), i ty byly díky zapůjčenému systému zkoumány. Nutno dodat, že zatím neúspěšně.

Jinou otázkou je samozřejmě vlastní způsob zaměření, tedy *co* a *jak* měřit. V tomto ohledu budeme získávat zkušenosti stále a ještě dlouho bude trvat, než se tato práce stane „rutinní“. Právě tady je vidět, snad více než kde jinde, jak splývá v jeden nedělitelný celek problematika geodetická, kartografická a informačních systémů. Na obrázku č. 3 je v jeho horní části nová poloha hřiště A (objekt hřiště fyzicky zůstal, ale v důsledku stavby silničního obchvatu se změnila jeho poloha). Na snímku

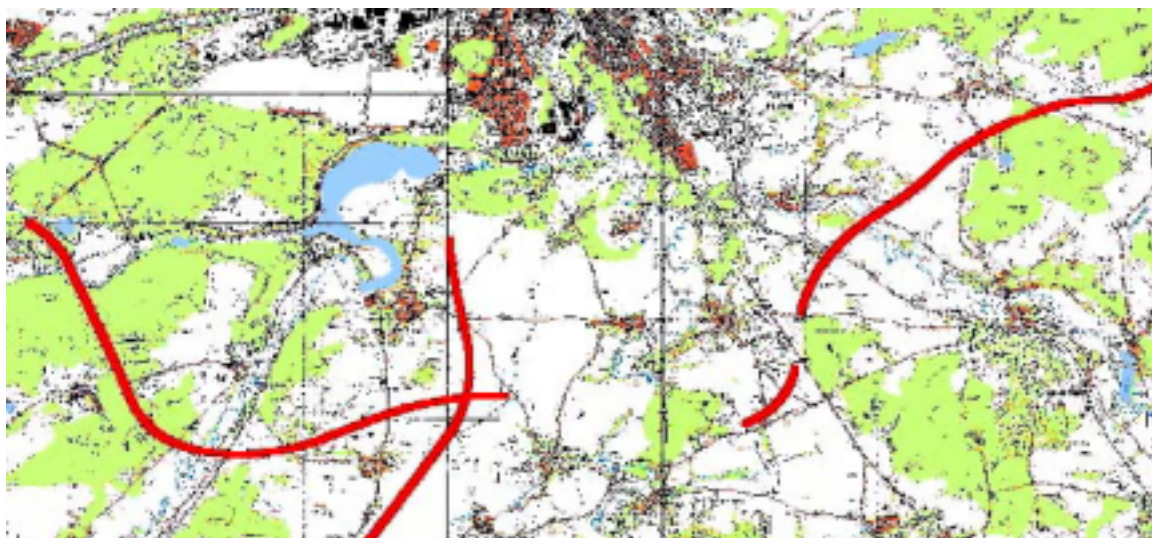
staršího data lze vidět původní umístění hřiště. „Nové“ hřiště A nebylo celé zaměřováno, pomocí GPS byla editována jen poloha rohů hřiště. Zcela nově bylo naopak zaměřeno hřiště B, které bylo nově vybudováno na místě zaniklých skladových prostor.

Na základě získaných zkušeností bylo provedeno měření dálničního obchvatu v okolí Plzně. Do příslušného projektu byly načteny vrstvy DMÚ 25: kom_lin.shp, kom_nod.shp ze dvou mapových listů: M-33-75-c, M 33-75-d. Do liniových vrstev DMÚ 25 byla zaměřena nová situace včetně vlastního obchvatu, ale i nájездů, případně i přilehlých komunikací. Do bodových vrstev byly zaměřeny i propustky a nájězdy. Všem zaměřeným objektům byly v terénu přiděleny atributy.

Nová situace v Plzni se v místě obchvatu a v bezprostřední blízkosti poměrně značně liší od situace původní. Měření probíhalo tak, že se v terénu (ve služebním automobilu) pohybovali dva specialisté. Jeden (měřič) se věnoval vlastnímu zaměrování objektů a technické stránce práce. Druhý v terénu prováděl náčrty, hlídal situaci a zejména to, aby při měření nebylo něco podstatného opomenuto, a to jak po stránce geometrické, tak i po stránce atributové. Dvě osoby plnily úkol z toho důvodu, že se jednalo o první „ostré“ měření svého druhu, a proto byla účelná přítomnost nejen měřiče s geodetickými zkušenostmi, ale i specialisty s bohatými zkušenostmi v oblasti sběru dat.



Obr. 3 Editace polohy stávajícího prvku ve vrstvě DMÚ 25



Obr. 4 Obchvat Plzně (vybudované a zaměřené části); jako podkres použity RETM 25

V kancelářských podmínkách byla na plotru vytištěna celá nová situace tak, jak byla v terénu získána. Pracovní výkres byl doplněn náčrtu jednotlivých křížení komunikací a byly zaznamenány další informace, které situaci zpřehlednily odborníkovi v oblasti správy DMÚ 25, který se měření v terénu neúčastnil. Tento specialista „surová“ data v prostředí UNIX upravil a zaktualizoval příslušnou vrstvu. Celá operace pro něj byla poměrně jednoduchá, ovšem budoucím úkolem v tomto ohledu je vytvoření vhodného uživatelského prostředí tak, aby tyto úpravy mohl provádět i operátor GIS. Nyní tedy stojíme před etapou nalezení vhodného mechanismu vlastní obnovy dat DMÚ 25 poté, co disponujeme v terénu obnovenou vrstvou *.shp.

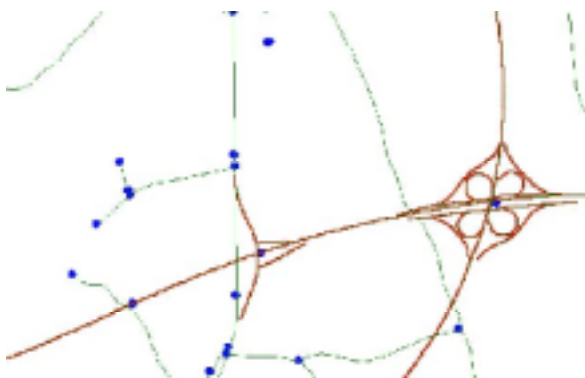
Popsaná technologie přímé obnovy dat se jeví jako velmi výhodnou metodou pro přímou obnovu jednotlivých vrstev DMÚ 25 prostřednictvím technologie GPS. Umožňuje totiž naprosto jednoduše aktualizovat digitální databázi. Základní technologické kroky stávající tvorby a obnovy map z digitálních podkladů zahrnují předvýrobní etapy zpracování, základní redakční přípravu, fotogrammetrické zpracování, topografické

vyhodnocení, následné fotogrammetrické doměření a místní šetření v terénu. Závěrečnou etapou zpracování jsou pak dokončovací práce, závěrečná revize a zpětné uložení dat do databáze. Co když však po takto provedené aktualizaci dat vyvstane nutnost doměření určitého (a řekněme významného) prvku tak, abychom digitální databázi udržovali co možná nejvíce aktuální? Opakovat celý výše uvedený proces je nemyslitelné. Technologie přímé obnovy pomocí GPS se jeví jako velmi užitečná a perspektivní.

4. GPS/GIS – technologie budoucnosti

Z kapacitních důvodů se budou po plánovaném dokončení aktualizace databázi VGIS po roce 2005 hledat alternativy další obnovy dat GIS. Dnes se zdá, že i nadále zůstane tato problematika v armádní působnosti, nicméně část kapacit bude převedena k plnění dalších úkolů. A mimo jiné i proto se jeví jako perspektivní použití systému GPS pro přímou a efektivní obnovu geografických informačních systémů v rámci geografického zabezpečení.

S uspokojením mohu konstatovat, že věty o určité perspektivě technologie nejsou jen zbožným přáním autora příspěvku, který se danou problematikou dlouhodobě zabývá. Dokazuje to i skutečnost, že se do plánu akvizic na rok 2004 dostal systém GeoExplorer CE. Jde o kompaktní bezkabelový systém obsahující GPS, anténu a Windows CE počítač s interní pamětí až 512 MB, to vše v jediné schránce robustní konstrukce. Je vysoce odolný, vodotěsný, nárazuvzdorný a prachotěsný. Interní Li-Ion akumulátor má životnost vyšší, než 10 hodin. Jeho barevný dotykový displej má vysoké rozlišení. Uživatel má možnost volby zobrazení map v různých národních souřadnicových systémech. Volba řídicího a GIS softwaru (mj. ArcPad, GPScorrect), stejně jako podpora GSM



Obr. 5 Zaměření nové situace (tmavé linie)

komunikace je samozřejmostí. Pro dosažení DGPS přesnosti je možno využít zdroj korekcí v reálném čase, protože systém obsahuje i vestavěný přijímač EGNOS diferenčních korekcí. GeoExplorer CE je k dispozici ve dvou verzích a mnoha modifikacích. VGHMŮř usiluje o verzi GeoXT, která je vhodná k měření v obtížných podmínkách. Dvanáctikanálový přijímač umožňuje sběr kódových dat submetrové přesnosti i fázových s přesností do 30 cm. V srpnu 2003 firma Geotronics Praha, s. r. o., popisovaný přístroj našemu úřadu laskavě zapůjčila, a díky tomu mohla být provedena série měření v okolí Dobrušky. Jedinou výtkou vůči systému GeoExplorer CE může být nedostatečná svítivost displeje, ovšem byli jsme ubezpečeni, že tento problém je u novějších verzí odstraněn (nebo alespoň zmírněn). Navíc je třeba říci, že se nepodařilo přijímat korekční data systému EGNOS. To lze zřejmě vysvětlit zkušebním provozem tohoto systému, který v době měření nemusel pracovat korektně. Podobnou zkušenost navíc mají i specialisté z firmy Geotronics Praha. Celkově lze ovšem zakoupení takového systému doporučit.



Obr. 6 GeoExplorer CE
(zdroj <http://www.geotronics.cz>)

Literatura a internetové odkazy

- [1] <http://www.gpsweb.cz>
- [2] <http://www.geotronics.cz>
- [3] MARŠA, J. a JELÍNEK, J.: Rychlá aktualizace digitálních mapových produktů s využitím systému GPS. *Sborník referátů z konference Geografické informační systémy ve vojenství 2003*. Brno, Vojenská akademie 2. 4. 2003.
- [4] <http://www.skyfly.cz>
- [5] *Technické pokyny pro aktualizaci digitálního modelu území DMŮ 25*. Dobruška, VTOPŮ 1999.

Závěr

Myslím si, že armáda musí i nadále kvalitně udržovat svůj informační fond o území. Je samozřejmě otázkou, má-li tak činit sama. Ovšem je povinná to alespoň zabezpečit. Záměrně hovořím jen o obnově dat z českého území, i když v principu nezáleží na místě sběru dat (a atributů). Aktuální data ze zahraničního území jsou však obvykle získávána na základě mezinárodních dohod vzájemnou výměnou. Do armády jsou zaváděny nové moderní systémy řízení a velení včetně moderních zbraňových systémů. Ty jsou orientovány na využívání digitálních počítačových sítí, digitálních informačních systémů, nových výcvikových prostředků a trenažérů. Pro jejich činnost a efektivní využití je nezbytné mít k dispozici řadu digitálních dat, mezi nimiž mají své nezastupitelné místo i maximálně aktuální databáze geografických informací.

Přehled zkratk použitých v textu

AOR-E	Atlantic Ocean Region – East
DGPS	Diferenční GPS
DMŮ 200	Digitální model území 1 : 200 000
DMŮ 25	Digitální model území 1 : 25 000
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay System
ESRI	Environmental Systems Research Institute
ESTB	EGNOS System Test Bed
GIS	Geografické informační systémy
GLONASS	Global'naja Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema
GPS	Global Positioning System
IOR	Indian Ocean Region
LMS	Letecký měřický snímek
NMEA 0183	National Marine Electronics Association
RETM 25	Rastrové ekvivalenty topografických map 1 : 25 000
TSIP	Trimble Standard Interface Protocol
VGHMŮř	Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad
WAAS	Wide Area Augmentation System

Tíhová měření na Karpatském polygonu 1967–1999

Ing. Karel Diviš, CSc., Zeměměřický úřad, Praha¹

Géza Csapó, Ph.D., Eötvös Loránd Geophysical Institute²

Ing. Juraj Kováčik, Geodetický a kartografický ústav³

1. Úvod

Vektor tíhového zrychlení \mathbf{g} v bodě P zemského povrchu je součtem odstředivého zrychlení \mathbf{z} a gravitačního zrychlení \mathbf{b}

$$\mathbf{g} = \mathbf{z} + \mathbf{b} = \omega^2 \mathbf{p} + G \frac{\rho dV}{r^3} \mathbf{l} \quad (1.1)$$

kde je ω úhlová rychlost zemské rotace, \mathbf{p} vektor vzdálenosti bodu P od osy rotace, G gravitační konstanta, V objem Země (zemského tělesa V_E a zemské atmosféry V_A), ρ měrná hmotnost, \mathbf{l} vektor vzdálenosti bodu P od elementu objemu dV, $l=|\mathbf{l}|$ vzdálenost bodu P od elementu objemu dV. Změnu tíhového zrychlení může vyvolat změna kteréhokoliv parametru na pravé straně rovnice (1.1). Dále si uvedeme výčet jednotlivých parametrů a jejich vlivu, pokud ho lze odhadnout:

- změna úhlové rychlosti rotace Země se projeví maximální změnou tíhového zrychlení 10 nm s^{-2} ,
- variace vektoru \mathbf{p} se projeví změnou polohy pólu a následnou změnou g v mezích $\pm 50 \text{ nm s}^{-2}$,
- variace hustoty atmosféry vyvolané změnami tlaku vzduchu vyvolají změny g o maximální velikosti $-4 \text{ nm s}^{-2}/\text{hPa}$,
- kolísání hladiny oceánů a moří se projeví změnou tíhového zrychlení až $400 \text{ nm s}^{-2}/\text{m}$,
- změny hladiny spodní vody dosahují vlivu na g až $100 \text{ nm s}^{-2}/\text{m}$; krátkoperiodické kolísání půdní vlhkosti, způsobené dešťovými srážkami, může dosáhnout až několik set nm s^{-2} ,
- změny měrné hmotnosti uvnitř zemského tělesa vyvolané například vulkanickou nebo seizmickou činností,
- vertikální pohyby zemské kůry vyvolají změny tíhového zrychlení g až $2 \mu\text{m s}^{-2}/\text{m}$.

Podle rozsahu můžeme změny g rozdělit na globální, regionální a lokální [1].

Globální změny mohou být způsobeny přesuny excentrického jádra Země vzhledem k plášti, přesuny hmot uvnitř zemského pláště a litosféry (pohyby tektonických ker) [2] a zvyšováním hladiny moří v důsledku globálního oteplování. Posuny hmotného středu Země dosahují velikosti několika mm/rok. Globální změny zůstávají v mezích přesnosti určení g ($10\text{--}100 \text{ nm s}^{-2}$).

Regionální změny probíhají společně s procesy postglaciální izostatické kompenzace, s tektonickými procesy (horotvornými) a s hutněním sedimentárních pánví. V oblastech seizmicky a vulkanicky aktivních dochází ke změnám g v aktivních fázích. Regionální roční změny g jsou zpravidla menší než 100 nm s^{-2} .

Lokální změny (10 až 10^2 km) se vztahují zejména k jevům předcházejícím a následujícím zemětřesení, vulkanické procesy a pohyby na zlomech a propadlinách.

Globální a regionální změny g mají věkovou nebo dlouhodobý charakter s trváním $10^3\text{--}10^8$ let, přičemž nelze vyloučit dlouhoperiodické složky změn. Seizmická a vulkanická činnost vede k náhlým nebo krátkoperiodickým změnám o trvání $10\text{--}10^2$ let. Hydrologické a atmosférické procesy způsobují nepravidelné a periodické změny o trvání $10^{-2}\text{--}10$ let.

Obecně dlouhodobé působení sil má za následek plastické deformace, naopak krátkodobé periodické působení sil vyvolává elastické (pružné) deformace. Náhlé lokální procesy většinou vedou k permanentním změnám.

2. Karpatský polygon

V rámci komplexního geofyzikálního výzkumu zemské kůry a její dynamiky byl na území Slovenska v 60. letech založen speciální polygon Bajč – Vrútky pro opakovaná měření tíhového zrychlení [3]. Polygon, spojující oblast s intenzivním vertikálním zdvihem na

¹Adresa: Pod sídlíštěm 9, 182 11 Praha 8, ČR; e-mail: karel.divis@atlas.cz

²Adresa: Kolumbusz u. 17-23, H-1440 Budapest, Maďarsko; e-mail: csapo@elgi.hu

³Adresa: Chlumeckého 4, 827 45 Bratislava, Slovensko; e-mail: kovacic@gku.sk

severu s oblastí výrazných poklesů na jihu Slovenska, prochází seizmicky aktivním územím [4]. Všech devět bodů polygonu bylo v terénu stabilizováno betonovým pilířem 60×60 cm v úrovni terénu zapaštěným do hloubky 1 m. První etapa tíhových měření se uskutečnila v roce 1967.

V průběhu následujících let byl původní polygon Bajč-Vrútky v rámci mezinárodní spolupráce bývalého Československa se sousedními státy rozšířen na území Maďarska a Polska, a vznikl tak Karpatský polygon. Koncovými se staly body Pécs na jihu Maďarska a Kraków na jihu Polska. Karpatský polygon zahrnuje pět tíhových bodů umístěných na letištích, které tvořily původní rámec polygonu – 101.10 Pécs, 107.10 Budaörs, 113 Nové Zámky, 175 Žilina a 128 Kraków. K zaměření rámce polygonu bylo možné použít letecké přepravy.

Roku 1978 byly do Karpatského polygonu zapojeny absolutní tíhové body 81 Siklós, 83 Žilina a 84 Kraków a v dalších letech postupně absolutní body 82 Budapest, 92 Madocsa, 406 Hurbanovo, 407 Liesek a 6990 Ojców. (Na tíhovém bodě 410 Nitra nebylo dosud provedeno tíhové měření absolutním přístrojem.) Schéma Karpatského polygonu je znázorněno na obr. 1, kde je zachycen stav z roku 1999.

Z tektonického hlediska můžeme Karpatský polygon rozdělit na pět bloků, A až E, ohraničených hlubinnými zlomy zasahujícími až do svrchního pláště (obr. 1). Hlubinný zlom Zagreb – Kulcs jdoucí po linii Sárosd – Adony – Monor rozděluje Panonskou pánev na jižní a severní část. Karpatský polygon protíná mezi body 105 Dunaújváros a 106 Ercsi a tvoří hranici mezi bloky A a B. Blok B zahrnuje severní část Panonské pánve a oblast Komárna. Severozápadní hranici bloku B tvoří Veporský hlubinný zlom s největší intenzitou zemětřesení na Slovensku [4], dosahující magnituda až 9. Blok C – Podunajský blok – je na severozápadě ohraničen hlubinným zlomem jdoucím podél Bradlového pásma. Na severovýchodě tvoří hranici mezi bloky C a D Štiavnicko-přerovský hlubinný zlom, který protíná Karpatský polygon mezi body 116 Rožnové Mítice a 117.02 Beluša. Blok D je ohraničen na severu Bradlovým pásmem, na jihozápadě Štiavnicko-přerovským hlubinným zlomem a na jihovýchodě Veporským hlubinným zlomem. Severní část Karpatského polygonu leží na bloku E, který je tvořen částí Slovensko-slezského bloku. Na jihu je blok E ohraničen Bradlovým pásmem.

3. Tíhová měření

V prvních dvou etapách 1967 a 1973 bylo prováděno pouze relativní tíhové měření, od roku 1978 bylo měřeno na několika bodech též absolutní metodou.

Relativní tíhová měření byla prováděna skupinou gravimetrů čtyřnásobnou profilovou metodou. Kromě první etapy v roce 1967 se měření provádělo v mezinárodní spolupráci. Na měření se podílely postupně tyto instituce:

Zeměměřický úřad, Praha (Land Survey Office) – ZÚ;
Vojenský topografický ústav, Dobruška (Topographic Institute) – VTOPÚ;
Zentralinstitut für Physik der Erde, Potsdam (Central Institute for Physics of the Earth) – ZIPE;
Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa (Institute of Geodesy and Cartography) – IGiK;
Geodetický a kartografický ústav, Bratislava (Geodetic and Cartographic Institute) – GKÚ;
Eötvös Loránd Geofizikai Intézet, Budapest (Eötvös Loránd Geophysical Institute) – ELGI;
Geofyzikální ústav ČSAV, Praha (Geophysical Institute of the Czechosl. Academy of Sciences) – GFÚ ČSAV;
Geodezja i Kartografia, Warszawa (Geodesy and Cartography) – GEOKART.

Tíhové měření bylo prováděno gravimetry různých konstrukcí – Gs12, Sharpe geodetického i prospekčního typu, Worden a LaCoste Romberg. Celkem se na měření Karpatského polygonu v období 1967–1999 zúčastnilo 25 gravimetrů. Jejich nasazení v jednotlivých etapách je patrné z tabulky 2. Gravimetry Sharpe č. 174G (kromě etapy 1967), 226G a 280G a Worden č. 961 a 978 byly vybaveny termostatem. V roce 1967 byl polygon Bajč – Vrútky měřen dvakrát – na jaře a na podzim – pozemní cestou. Spoj 175 Žilina letiště – 113 Nové Zámky byl zaměřen přímo leteckou cestou, a to na jaře i na podzim. V roce 1973 byl Karpatský polygon zaměřen po zemi a spoje 128 Kraków – 175 Žilina – 113 Nové Zámky – 107 Budaörs – 101 Pécs také leteckou cestou. V dalších etapách byla relativní měření Karpatského polygonu prováděna pouze pozemní cestou.

První absolutní měření tíhového zrychlení na Karpatském polygonu provedl v roce 1978 Institut Fiziki Zemli (IFZ) Akademie věd tehdejšího Sovětského svazu balistickým gravimetrem GABL na bodech 81 Siklós, 83 Žilina a 84 Kraków. Stejnou aparaturou bylo měřeno na bodě 82 Budapest v letech 1980, 1983, 1986 a 1987. V dalších letech se na absolutním měření podílely:

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV), Wien, gravimetrem JILAG-6, Defense Mapping Agency (DMA), USA, gravimetrem Axis FG 5 č. 107, Institut für Angewandte Geodäsie, (IfAG), Frankfurt a. M., gravimetrem FG 5 č. 101, Università di Trieste, (UoT), Italy, gravimetrem IMGIC.

Kromě balistického gravimetru IMGIC, který pracoval na principu symetrické metody, využívaly všechny

Obr. 1 Schéma Karpatského Polygonu



ostatní gravimetry metodu volného pádu. Přehled absolutních měření na bodech Karpatského polygonu je uveden v tabulce 1.

V případě **relativních tíhových měření** je měřena veličinou relativní tíhové zrychlení g_r , které je s plnou hodnotou tíhového zrychlení g vázáno vztahem

$$g = g_0 + g_r. \quad (3.1)$$

Základní měřickou jednotkou je denní úsek. Hodnota měřeného tíhového zrychlení na tíhovém bodě je dána vztahem

$$g_r = g_r' + S_0 + Z(t), \quad (3.2)$$

kde

$$g_r' = a' + b'n + c'n^2 + d'n^3 + e'n^4 + S_1 A_1' \sin 360^\circ (n + F_1) P_1 \quad (3.3)$$

je rovnice stupnice gravimetru, vyjadřující její nelinearitu a opravu z periodické chyby.

Druhý člen v rovnici (3.2) představuje opravy z vnějších vlivů se známými parametry. Byly zaváděny následující opravy:

a) Slapová oprava

$$o_1 = -\delta_i B_1' \cos(\Omega_1 t + \Phi_1 + \kappa_1), \quad (3.4)$$

kde i je index slapové vlny, δ_i amplitudový faktor, B_1' teoretická amplituda, Ω_1 teoretická frekvence slapové vlny, Φ_1 teoretická fáze slapové vlny pro čas $t = 0$, κ_1 fázové zpoždění. Veličiny δ_i , κ_1 , odvozené ze slapových měření, byly převzaty z [5]. Celkem bylo použito 505 vln rozvoje slapového potenciálu a byla uvážena oprava z permanentní části slapů $M_0 + S_0$.

b) Oprava z výšky systému gravimetru h_g nad tíhovým bodem

$$o_2 = -(dg/dh)h_g, \quad (3.5)$$

kde (dg/dh) je vertikální gradient tíhového zrychlení [6], [7].

c) Barometrická oprava

$$o_3 = \beta (p - p_0), \quad (3.6)$$

kde p_0 je hodnota tlaku vzduchu na prvním bodě v denním úseku. Barometrický koeficient β byl určován z měření v barokomoře [8]. Oprava o_3 byla zaváděna pouze u gravimetru Worden č. 961. U ostatních gravimetrů byla velikost barometrické opravy buď statisticky nevýznamná, nebo ji nebylo možné jednoznačně zavádět s ohledem na barometrickou hysterezi [9].

V případě **absolutních měření** se určí plná hodnota tíhového zrychlení v efektivní výšce h nad povrchem

stabilizace bodu. Kromě přístrojových korekcí byly zaváděny následující opravy:

a) redukce z efektivní výšky podle vztahu (3.5),

b) oprava z vlivu anomální části atmosféry

$$\delta g^p = 0,300 (p_0 - p_n)/100 \quad [\mu\text{ms}^{-2}], \quad (3.7)$$

kde p_0 je měřený, p_n normální tlak na bodě, počítaný ze vztahu

$$p_n = 1013,25 [1 - (0,0065 H/288,15)]^{5,256} \quad [\text{hPa}], \quad (3.8)$$

H je nadmořská výška bodu v metrech;

c) oprava z pohybu pólu

$$\delta g^n = -19,1 \sin 2 (x \cos \lambda - y \sin \lambda)/100 \quad [\mu\text{ms}^{-2}], \quad (3.9)$$

kde λ jsou zeměpisné souřadnice ve stupních, x , y jsou souřadnice pólu CIO (Conventional International Origin) ve vteřinách;

d) slapová oprava (3.4).

4. Vyrovnání

Měřené hodnoty relativního zrychlení g_{ri} jsou při měření denního úseku vzájemně vázány chodem gravimetru

$$Z(t_i) = a_0 + da + b t_i + c t_i^2 + d t_i^3 + e \delta, \quad (4.1)$$

kde t_i je čas, $\delta = 0$ pro všechna měření před a $\delta = 1$ po eventuálním skoku v chodu. Dále nechť pro adiční konstantu platí $g_0 = a_0$.

Při vyrovnání sítě máme tři druhy neznámých:

1. parametry chodu v jednotlivých denních úsecích da, b, c, d, e ,
2. rozměrové koeficienty jednotlivých gravimetrů $K = 1 + Y$,
3. tíhové zrychlení v jednotlivých bodech sítě $X = X_0 + dX$.

Platí

$$X = g_0 + g_r K_0 (1 + Y) + v + [Z(t) - g_0],$$

odkud rovnice oprav je

$$v = -[Z(t) - g_0] - g_r K_0 Y + dX - [g_r K_0 - (X_0 - g_0)]. \quad (4.2)$$

Jako příklad si uveďme koeficienty rovnic oprav pro jeden denní úsek s třemi tíhovými body A, B, C se skokem po pátém měření a chodem 3. stupně zaměřený čtyřnásobnou profilovou metodou.

	da	b	c	d	e	dX_A	dX_B	dX_C	Y	-1
v_1	-1	$-t_1$	$-t_1^2$	$-t_1^3$	.	1	.	.	$-g_{r1} K_0$	$g_{r1} K_0 - X_{0A} + g_0$
v_2	-1	$-t_2$	$-t_2^2$	$-t_2^3$	.	.	1	.	$-g_{r2} K_0$	$g_{r2} K_0 - X_{0B} + g_0$
v_3	-1	$-t_3$	$-t_3^2$	$-t_3^3$	.	.	.	1	$-g_{r3} K_0$	$g_{r3} K_0 - X_{0C} + g_0$
v_4	-1	$-t_4$	$-t_4^2$	$-t_4^3$	.	.	1	.	$-g_{r4} K_0$	$g_{r4} K_0 - X_{0B} + g_0$
v_5	-1	$-t_5$	$-t_5^2$	$-t_5^3$	.	1	.	.	$-g_{r5} K_0$	$g_{r5} K_0 - X_{0A} + g_0$
v_6	-1	$-t_6$	$-t_6^2$	$-t_6^3$	-1	.	1	.	$-g_{r6} K_0$	$g_{r6} K_0 - X_{0B} + g_0$
v_7	-1	$-t_7$	$-t_7^2$	$-t_7^3$	-1	.	.	1	$-g_{r7} K_0$	$g_{r7} K_0 - X_{0C} + g_0$
v_8	-1	$-t_8$	$-t_8^2$	$-t_8^3$	-1	.	1	.	$-g_{r8} K_0$	$g_{r8} K_0 - X_{0B} + g_0$
v_9	-1	$-t_9$	$-t_9^2$	$-t_9^3$	-1	1	.	.	$-g_{r9} K_0$	$g_{r9} K_0 - X_{0A} + g_0$

(4.3)

Rovnice oprav pro absolutní měření jsou

$$v = X - g_{\text{abs}} \quad (4.4)$$

Rovnice oprav můžeme zapsat v maticovém tvaru (denní úsek s relativním měřením je elementární síť)

$$v = A x + B_1 y_1 + B_2 y_2 - I, \quad (4.5)$$

kde x jsou neznámé parametry chodu, y_1 neznámé hodnoty tíhového zrychlení, y_2 neznámé rozměrové koeficienty (jeden koeficient pro každý gravimetr a rok), A , B_1 , B_2 jsou příslušné matice plánu, I je vektor měřených veličin. Rovnice oprav (4.5) vedou na normální rovnice

$$\begin{aligned} A^T A x + A^T B_1 y_1 + A^T B_2 y_2 - A^T I &= 0 \\ B_1^T A x + B_1^T B_1 y_1 + B_1^T B_2 y_2 - B_1^T I &= 0 \\ B_2^T A x + B_2^T B_1 y_1 + B_2^T B_2 y_2 - B_2^T I &= 0. \end{aligned} \quad (4.6)$$

Všech pět etap relativních tíhových měření na Karpatském polygonu bylo zpracováno na osobním počítači pomocí souboru programů [10] používaného v ZÚ Praha. Tento software umožňuje komplexní zpracování naměřených tíhových údajů od zápisníku až po vyrovnání kombinované gravimetrické sítě (obsahující relativní i absolutní měření g) středního i velkého rozsahu. Celková struktura zpracování vychází ze základní měřické jednotky, kterou je denní úsek.

Software [10] dovoluje vyrovnání denního úseku volbou optimální varianty aproximace chodu gravimetru (4.1) polynomem 1., 2. nebo 3. stupně s možností jednoho skoku (pokud je dostatečný počet rovnic

oprav). Jednotlivé varianty výpočtu jsou graficky zobrazovány on-line na monitoru. Denní úsek je vyrovnán jako volná síť. Výsledkem vyrovnání denního úseku je soubor rovnic oprav (4.2), respektive (4.5), určený pro další společné zpracování skupiny denních úseků nebo sítě.

K vyrovnání gravimetrické sítě byla v [10] použita metoda řešení soustavy řídkých lineárních rovnic (4.6) pomocí Givensovy transformace [11]. Tato metoda zaručuje vysokou stabilitu řešení v případě velkého počtu neznámých i rovnic oprav. Vstupními parametry jsou rovnice oprav, výstupem výsledky řešení s charakteristikami vnitřních aposteriorních středních chyb. Rozměrové koeficienty jednotlivých gravimetrů je možné zadat jako dané nebo počítat v procesu vyrovnání jako neznámé. V druhém případě musí gravimetrická síť obsahovat nejméně dva pevné nebo opěrné tíhové body.

Vyrovnání kombinované gravimetrické sítě je možné provádět ve 4 variantách:

- a) s jedním nebo více pevnými body,
- b) s jedním nebo více opěrnými body,
- c) jako volnou sítí,
- d) s jedním nebo více pevnými a opěrnými body.

Singularitu varianty c) lze odstranit doplněním regularizačních podmínek. V případě varianty b) s opěrnými body předpokládáme, že známe na jednom nebo více vybraných bodech hodnotu tíhového zrychlení s přesností, kterou vyjadřuje zadávaná váha. V našem případě byla váha g opěrných bodů zvolena 4, hodnoty g na ostatních tíhových bodech dostaly váhu 1. Pro i -tou neznámou pak

platí

$$v_i = X_i - g_i, \quad (4.7)$$

kde g_i je zadaná hodnota tíhového zrychlení. K rovnici (4.7) je přiřazena váha p_i . V případě varianty a) považujeme hodnoty tíhového zrychlení na zvolených tíhových bodech za bezchybné.

Výpočet chyb vyrovnaných veličin se provádí podle vztahů

$$m_0 = \overline{\frac{v^T P v}{n - n_1 - n_2 - n_3}}, \quad m_{xi} = m_0 \overline{Q_{xxii}},$$

kde n je počet rovnic oprav, n_1 počet parametrů chodu, n_2 počet neznámých hodnot tíhového zrychlení a n_3 počet neznámých rozměrových koeficientů, Q_{xxii} je váhový koeficient pro i -tou hodnotu tíhového zrychlení.

5. Výsledky měření

Nasazení gravimetrů v jednotlivých etapách měření a rozměrové koeficienty k_0 použité při vyrovnání jsou patrné z tabulky 2. Vyrovnané hodnoty tíhového zrychlení a jejich střední chyby v jednotlivých etapách měření na Karpatském polygonu jsou spolu s dalšími charakteristikami vyrovnání sestaveny v tabulce 3. Tučně jsou vyznačeny výsledky pro opěrné, respektive pevné body.

V první etapě 1967 byla měření v úseku Bajč – Vrútky vyrovnána jako volná síť. Pro gravimetr Sharpe č. 174G (v té době bez termostatu) byl rozměrový koeficient odvozen z výsledků vyrovnání jednotlivými gravimetry, které bylo provedeno pro všechny tři gravimetry odděleně, podle vztahu

$$k_0^{174} = (\sum_{129} g_r + \sum_{181} g_r) / 2 \sum_{174} g_r.$$

Vyrovnání měření v etapě 1973 bylo provedeno s jedním pevným bodem 175 Žilina letiště. Do vyrovnání byla zahrnuta i měření ELGI na části Karpatského polygonu z roku 1972.

Ve třetí etapě byl Karpatský polygon vyrovnán jako kombinovaná síť. Hladina a rozměr sítě byly definovány třemi pevnými body, na kterých bylo v roce 1978 provedeno absolutní měření – 81 Siklós, 83 Žilina a 84 Kraków. Do vyrovnání byla zahrnuta též relativní měření leteckou cestou mezi body 101 Pécs, 29 Budapest a 175 Žilina z roku 1979.

Jako síť se čtyřmi opěrnými body 81 Siklós, 82 Budapest, 83 Žilina a 84 Kraków byla vyrovnána tíhová měření na Karpatském polygonu v letech 1988–1989. Hodnoty tíhového zrychlení na opěrných bodech byly odvozeny z absolutních měření na těchto bodech lineární interpolací. Rozměrové koeficienty k_0 jednotlivých

gravimetrů byly převzaty z výsledků vyrovnání Jednotné gravimetrické sítě [12], [13] (viz tab. 2).

V páté etapě byl Karpatský polygon rozdělen na dvě části. Jižní část na území Maďarska a Slovenska byla relativně zaměřena v letech 1997 a 1999 sedmi gravimetry LaCoste Romberg (tab. 2). Severní část na území Polska zaměřil v roce 1999 ZÚ gravimetry LCR č. 176 a LCR č. 1068. Obě části polygonu nebyly spojeny relativním měřením. Jižní část byla vyrovnána jako kombinovaná síť s pěti pevnými body, za které byly zvoleny absolutní body 81 Siklós, 83 Žilina, 92 Madocsa, 406 Hurbanovo a 407 Liesek (obr. 1). Severní část byla vyrovnána jako kombinovaná síť s jedním pevným bodem 6990 Ojców, na kterém bylo měřeno absolutním přístrojem v roce 1996, a s rozměrovými koeficienty k_0 uvedenými v tabulce 2.

6. Diskuse naměřených výsledků

Během zpracování tíhových měření se odstraní známé rušivé vlivy na měřené tíhové zrychlení i na měřické přístroje. Většími zdroji chyb zůstanou nevyložené změny g v důsledku variací měrné hustoty uvnitř zemského tělesa, (např. kolísání hladiny spodní vody a půdní vlhkosti). Výsledky měření relativními gravimetry mohou být negativně ovlivněny zbytkovými kalibračními chybami a neodstraněným vlivem kolísání barometrického tlaku, zejména při větších rozdílech výšek tíhových bodů.

Výsledné hodnoty tíhového zrychlení g v bodech Karpatského polygonu a po sobě následující měřické etapy jsou uvedeny v tabulce 3. Obsahují jednak nahodilé a zbytkové systematické chyby měření, jednak vliv celé řady geologických a geofyzikálních faktorů, uvedených z větší části v úvodu tohoto článku. Komplexní interpretace výsledků by si vyžádala znalost doplňkových údajů geodetických (změna výšky tíhového bodu mezi jednotlivými etapami tíhových měření), hydrogeologických (výška hladiny spodní vody, vlhkost půdy v blízkém okolí tíhového bodu, výška vodní hladiny v blízkých vodotečích, respektive vodních nádržích), seizmologických (údaje o času, poloze epicentra a magnituda zemětřesení v dané etapě měření) a technogenních (přesuny hmot vyvolané činností člověka).

Dále budeme předpokládat, že změny tíhového zrychlení mezi jednotlivými etapami měření jsou vyvolány příčinami tektonického charakteru. Na základě změn δg_i v bodech byly vypočteny průměrné změny v blocích A až E (tab. 4)

$$\delta g = 1/n \sum_{i=1} \delta g_i \quad (6.1)$$

se střední chybou

$$m(\delta g) = \overline{\frac{|v v|}{n(n-1)}}. \quad (6.2)$$

Rozdíly δg byly podrobeny Studentovu testu nulové hypotézy $H: \delta g = 0$ s testovacím kritériem

$$t_k = \delta g / m(\delta g) \quad (6.3)$$

s $(n - 1)$ stupni volnosti. Zamítací pravidlo na hladině významnosti α je

$$t_k \geq t_{\alpha/2} [n - 1]. \quad (6.4)$$

Za statisticky významné jsme považovali hodnoty $(1 - \alpha_L) > 90\%$, kde α_L je hraniční hodnota rizika [14]. Výsledky testu jsou uvedeny v tabulce 4.

Závislost mezi změnou tíhového zrychlení δg a změnou výšky δh můžeme v 1. aproximaci vyjádřit jednoduchým modelem – Bouguerovou deskou [15]

$$\delta g = (-2\gamma/R + 2\pi G\rho) \delta h, \quad (6.5)$$

kde γ je střední hodnota tíhového zrychlení na povrchu Země, R je střední poloměr Země. Pro střední měrnou hustotu povrchových vrstev Země $\rho = 2600 \text{ kgm}^{-3}$ je $\delta g/\delta h \approx -2,00 \text{ } \mu\text{ms}^{-2}\text{m}^{-1}$.

Rovnice (6.5) platí za předpokladu, že změny tíhového zrychlení závisí pouze na změnách výšky. Ve skutečnosti jsou změny δg výsledkem působení celé řady faktorů. K určení vzájemné závislosti hodnot δg , δh v jednotlivých blocích jsme použili korelační analýzu lineární regrese

$$\delta g = a + b \delta h. \quad (6.6)$$

Parametry a , b regresní přímky (6.6) byly odvozeny na základě časově korespondujících dvojic δg , δh . Hodnoty δh byly získány z mapy recentních vertikálních pohybů v Karpato-balkánské oblasti [16] interpolací pro měřické období 1967 až 1978. Odvozené parametry a , b jsou spolu s koeficientem korelace r uvedeny v tabulce 5, sloupcích 3 až 5. Na slovenské části Karpatského polygonu bylo možné hodnoty δh odečíst rovněž z mapy recentních vertikálních pohybů Západních Karpat [4]. Výsledky (odhad δh podle [4]) uvedené v tabulce 5, sloupce 7 až 9 poměrně dobře souhlasí s odpovídajícími hodnotami ve sloupcích 3 až 5 (odhad δh podle [16]). Hodnoty koeficientu $b \approx \delta g/\delta h$ mají velký rozptyl a liší se značně od hodnoty $-2 \text{ } \mu\text{ms}^{-2}\text{m}^{-1}$. Koeficient korelace se mění od 0,16 do -1 . Ve dvou případech je opačné i znaménko koeficientu. Značný rozptyl hodnot parametrů b , r může být do značné míry způsoben změnami hydrologických

poměrů během měřické etapy, menší přesností tíhových měření v měřických etapách 1967 a 1973 vlivem zbytkových chyb v kalibraci gravimetrů (chyba v rozměrovém koeficientu $1,10^{-4}$ vyvolá při celkovém tíhovém rozdílu $4000 \text{ } \mu\text{ms}^{-2}$ systematickou chybu $0,4 \text{ } \mu\text{m s}^{-2}$), rozdílnou měrnou hustotou povrchových vrstev zemské kůry $\rho \neq 2670 \text{ kg m}^{-3}$ a v neposlední řadě chybou v časovém přiřazení hodnot δg , δh (měřická etapa nivelace trvá celou řadu let).

Závěr

Absolutní měření tíhového zrychlení balistickými gravimetry dosahuje v současné době přesnosti $\pm(20-50) \text{ nm s}^{-2}$. Relativní měření malých tíhových rozdílů a s blízkými body (jeden denní úsek) gravimetrem LaCoste Romberg dosahuje přesnosti kolem $\pm 50 \text{ nm s}^{-2}$, pro body vzdálené několik set kilometrů a velké tíhové rozdíly (několik tisíc $\mu\text{m s}^{-2}$) asi $\pm 150 \text{ nm s}^{-2}$. Optimální měřická metoda spočívá v kombinaci absolutních měření s relativním měřením skupinou gravimetrů. Absolutní měření definuje správný rozměr a hladinu sítě. Relativní měření skupinou gravimetrů snižuje vliv systematických chyb jednotlivých přístrojů, především v jejich kalibraci. Kombinovaná síť umožňuje dosažení přibližně stejné přesnosti v měřeném g i při větších rozdílech tíhového zrychlení jednotlivých bodů. Z uvedených pěti etap měření Karpatského polygonu splňují tyto předpoklady pouze etapy 1978 a 1997.

Výsledky tíhových měření na Karpatském polygonu (tab. 3) mohou být ovlivněny celou řadou faktorů. Interpretace tíhových změn δg má charakter nepřímé úlohy gravimetrie. Mnohoznačnost řešení by se dala zúžit zavedením doplňujících údajů – hloubky hladiny spodní vody a vlhkosti povrchových vrstev v blízkém okolí tíhového bodu, seizmologických údajů a v neposlední řadě změny výšky tíhového bodu v daném časovém období. I přes tyto skutečnosti lze usuzovat, že za sledované období nedošlo na žádném bodě Karpatského polygonu k výraznější změně tíhového zrychlení. Eventuální změny jsou překryty co do velikosti měřickými chybami a výše uvedenými vlivy. V budoucích etapách by měly být body Karpatského polygonu zapojeny do sítě opakovaných nivelací [15, 17, 18] a určovány hydrogeologické údaje. Tím se podstatně zvýší vypovídací hodnota naměřených tíhových změn.

Tab. 1 Absolutní měření na Karpatském polygonu											
Rok měření											
Tíhový bod	1978	1980	1983	1986	1987	1991	1993	1994	1995	1996	1997
81 Siklós	IFZ					BEV			BEV		
82 Budapest		IFZ	IFZ	IFZ	IFZ	BEV	DMA	DMA	DMA	DMA	UoT
83 Žilina	IFZ						BEV				
84 Kraków	IFZ										
92 Madocsa								DMA			
406 Hurbanovo								DMA			
407 Liesek										DMA	
6990 Ojców										IfAG	

Tab. 2 Použité rozměrové koeficienty k_0								
Gravimetr	1967	1972/73	1978/79	1988	1989	1997/99	Majitel	Poznámka
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gs12 č. 129	1	1					ZÚ	
Gs12 č. 181	1	1					VTOPÚ	
Gs12 č. 194		1					ZIPE	
Sharpe č. 174G	1,001602		1	0,998832	0,998888		ZÚ	
Sharpe č. 181		1	1	0,997998	0,997863		ELGI	
Sharpe č. 184			1				IGiK	
Sharpe č. 197		1					ELGI	
Sharpe č. 226G		1					GFÚ ČSAV	
Sharpe č. 228		1	1				IGiK	
Sharpe č. 256		1	1	1,000168	1,000847		ELGI	
Sharpe č. 280G		1	1	0,999399	0,999493		GKÚ	
Worden č. 923		1					ELGI	
Worden č. 961			1	0,999545	0,999597		ZÚ	
Worden č. 968					1,001299		GEOKART	
Worden č. 971			1	0,994922	0,994396		ELGI	
Worden č. 978			1	0,998432	0,998339		GKÚ	
Worden č. 999					1,002244		GEOKART	
Worden č. 1225					1,000162		GEOKART	
LCR č. 176						1	ZÚ	0,999613*
LCR č. 821						1	ELGI	
LCR č. 963						1	ELGI	
LCR č. 1011						1	GKÚ	
LCR č. 1068						1	ZÚ	1,000493*
LCR č. 1919				1,000402	1,000311	1	ELGI	
LCR č. 180D						1	GKÚ	

* na území Polska

Tab. 3 Výsledky tíhových měření na Karpatském polygonu v letech 1967–1997																	
Číslo	Název	g – 67	m(g)	g – 73	m(g)	g – 78/79	m(g)	g – 88/89	m(g)	g – 97/00	m(g)	(5) – (3)	(7) – (5)	(9) – (7)	(11) – (9)	Blok	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
28,01	Kraków Balick			10370,04	0,084	10369,74	0,076	10370,19	0,137					-0,30	0,45	E	
29,00	Budapest			8144,65	0,081	8144,45	0,074							-0,20		B	
81,00	Siklós abs					6782,88		6783,06	0,101	6783,200				0,18	0,14	A	
82,00	Budapest abs					8242,96	0,105	8243,04	0,084	8242,890	0,071			0,08	-0,15	B	
82,50	Budapest exc					8267,36	0,106	8267,23	0,103					-0,13		B	
83,00	Žilina abs					8808,44		8808,61	0,095	8808,637				0,17	0,03	D	
83,50	Žilina exc					8779,07	0,049	8779,06	0,105					-0,01		D	
84,00	Kraków abs					10382,07		10382,06	0,103					-0,01		E	
92,00	Madocsa abs									7617,700						A	
101,00	Pécs aer			6625,11	0,118	6624,82	0,066							-0,29		A	
101,10	Pécs aer exc					6624,75	0,089	6624,56	0,127	6624,957	0,052			-0,19	0,40	A	
102,00	Mecseknádasd			7075,54	0,128	7075,38	0,079	7075,20	0,110	7075,385	0,044			-0,16	-0,18	0,18	A
103,00	Tolna			7440,32	0,133	7440,25	0,092	7440,04	0,107	7440,311	0,044			-0,07	-0,21	0,27	A
104,00	Madocsa			7604,72	0,132	7605,01	0,098	7604,92	0,107	7604,893	0,050			0,29	-0,09	-0,03	A
105,00	Dunaujváros			7736,20	0,125	7736,26	0,098	7736,35	0,122	7736,081	0,060			0,06	0,09	-0,27	A
106,00	Ercsi			7919,81	0,108	7919,98	0,094	7920,13	0,099	7919,950	0,062			0,17	0,15	-0,18	B
107,00	Budaörs aer			8260,07	0,096	8259,90	0,087			8259,578	0,177			-0,17		B	
107,10	Budaörs aer exc					8259,90	0,106	8260,10	0,094	8259,779	0,077			0,20	-0,32	B	
108,00	Szár			8146,93	0,111	8146,72	0,101	8146,44	0,106	8146,500	0,072			-0,21	-0,28	0,06	B
109,00	Tata			8455,81	0,117	8456,01	0,114	8456,13	0,122	8455,848	0,072			0,20	0,12	-0,28	B
110,00	Komárom			8425,90	0,113	8426,12	0,116	8426,11	0,127	8425,727	0,061			0,22	-0,01	-0,38	B
111,00	Komárno			8448,73	0,104	8449,11	0,118	8449,08	0,130	8448,757	0,042			0,38	-0,03	-0,32	B
112,00	Bajč	8491,53	0,148	8491,34	0,098	8491,39	0,119	8491,55	0,134	8491,293	0,041	-0,19	0,05	0,16	-0,26	C	
113,00	Nové Zámky aer	8576,62	0,135	8576,28	0,056	8576,33	0,123					-0,34	0,05			C	
113,01	Nové Zámky aer					8575,90	0,119	8575,99	0,134	8575,806	0,045			0,09	-0,18	C	
114,00	Milanovce	8616,96	0,129	8617,01	0,093	8617,01	0,111	8617,23	0,132	8617,074	0,060	0,05	0,00	0,22	-0,16	C	
115,00	Kamanová	8861,15	0,130	8861,27	0,106	8861,19	0,106	8861,45	0,138	8861,056	0,074	0,12	-0,08	0,26	-0,39	C	
116,00	Rožnové Mitice	8850,73	0,087	8850,82	0,110	8850,70	0,094	8850,95	0,132	8850,829	0,072	0,09	-0,12	0,25	-0,12	C	
117,00	Sverepec	8718,38	0,086	8718,68	0,099	8718,50	0,077					0,30	-0,18			D	
118,00	Žilina	8721,50	0,086	8721,62	0,071	8721,39	0,096					0,12	-0,23			D	

119,00	Strečno	8685,24	0,084	8685,26	0,106							0,02				D
119,01	Strečno					8749,15	0,092	8749,30	0,116	8749,538	0,045			0,15	0,24	D
120,00	Vrútky	8621,55	0,093	8621,38	0,109	8621,36	0,106					-0,17	-0,02			D
121,00	Kralovany			8514,04	0,124	8513,76	0,120						-0,28			D
121,01	Kralovany							8518,60	0,129	8518,626	0,052				0,03	D
122,00	Orav. Podzámok			8400,65	0,138	8400,15	0,140	8400,31	0,143	8400,580	0,044		-0,50	0,16	0,27	E
123,00	Tvrdošín			8309,44	0,145	8309,00	0,153						-0,44			E
124,00	Jablonka Orav			8407,45	0,146	8406,96	0,154	8407,20	0,155	8407,334	0,288		-0,49	0,24	0,13	E
125,00	Birlatowa			8770,17	0,143	8769,71	0,142	8770,01	0,137				-0,46	0,30		E
125,01	Birlatowa					8776,75	0,140	8777,14	0,135					0,39		E
126,00	Pcim			9577,43	0,134	9577,22	0,114	9577,49	0,121				-0,21	0,27		E
126,01	Pcim					9501,02	0,100	9501,23	0,109	9501,309	0,183			0,21	0,08	E
127,00	Glogoczów			10033,56	0,122	10033,34	0,072	10033,70	0,111	10033,667	0,134		-0,22	0,36	-0,03	E
128,00	Kraków			10374,92	0,106	10374,58	0,042	10374,88	0,116	10374,750	0,099		-0,34	0,30	-0,13	E
175,00	Žilina aer			8856,10		8856,05	0,050	8856,13	0,108	8856,071	0,047		-0,05	0,08	-0,06	D
175,10	Žilina aer exc					8856,10	0,077	8856,13	0,171					0,03		D
406,00	Hurbanovo abs									8504,807						B
407,00	Liesek abs									8046,620						D
410,00	Nitra abs									8957,289	0,074					C
1751,00	Radola			8740,49	0,112	8740,35	0,062						-0,14			E
1752,00	Čadca			8932,10	0,153	8931,93	0,084						-0,17			E
3640,01	Priekopa							8553,52	0,120	8553,618	0,053				0,10	D
4100,00	Dunaujváros					7637,84	0,113	7637,74	0,106	7637,635	0,046			-0,10	-0,10	A
6990,00	Ojców abs									10144,050						E
	m_0		0,393		0,236		0,208		0,206		0,146					
	Počet rovnic oprav		404		1661		2970		3265		1113					
	Počet neznámých chodu		111		610		1051		1283		357					
	Počet nezn. hodnot g		16		45		59		66		35					
	Počet nezn. roz. koeficientů		0		0		16		19		11					
tíhové údaje v $\mu\text{m s}^{-2}$																

Tab. 4						
Epocha	Blok	n	δg	$m(\delta g)$	$\delta g/m(\delta g)$	$1 - a_L$ (%)
1	2	3	4	5	6	7
1973–1967	C	5	–0,054	0,090	–0,600	40
	D	4	0,068	0,098	0,694	45
	D–C		0,122			
1978–1973	A	5	–0,034	0,099	–0,244	10
	B	7	0,056	0,092	0,609	40
	C	5	–0,020	0,032	0,625	41
	D	5	–0,152	0,050	–3,040	97
	E	10	–0,327	0,044	–7,432	100
	B–A		0,090			
	C–B		–0,076			
	D–C		–0,132			
	E–D		–0,175			
1988–1978	A	7	–0,071	0,057	–1,246	72
	B	8	0,012	0,057	0,211	6
	C	5	0,196	0,032	6,125	100
	D	4	0,097	0,041	2,366	93
	E	10	0,267	0,041	6,512	100
	B–A		0,083			
	C–B		0,184			
	D–C		–0,099			
	E–D		0,170			
1997–1988	A	7	0,084	0,087	0,966	61
	B	7	–0,226	0,056	–4,036	99
	C	5	–0,222	0,048	–4,625	99
	D	5	0,066	0,050	1,320	74
	E	5	0,064	0,068	0,941	59
	B–A		–0,31			
	C–B		0,004			
	D–C		0,288			
	E–D		–0,002			
hodnoty δg , $m(\delta g)$ jsou uvedeny v $\mu\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$						

Tab. 5 Výsledky korelační analýzy								
Epocha	Blok	n	a	b	r	a	b	r
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1973–1967	C	5	-1,27	-116,5	-0,54	-0,72	-132,8	-0,64
	D	4	-0,39	-66,5	-0,92	0,02	-46,1	-0,76
	C + D	9	-0,15	-17,1	-0,22	-0,04	-13,4	-0,20
1978–1973	A	5	-0,16	-107,6	-0,85			
	B	7	-0,11	-37,7	-0,35			
	C	5	0,11	15,5	0,16			
	D	5	0,03	28,2	0,46			
	E	8	-0,92	-132,4	-0,68			
	A + B	12	-0,12	-45,2	-0,51			
	C + D	10	-0,17	-11,4	-0,18			
1978–1967	C	5	-1,16	-56,5	-0,68	-0,46	-42,0	-0,52
	D	3	-0,21	-5,0	-0,65	-0,09	-18,8	-1
	C + D	8	-0,31	-12,5	-0,47	-0,14	-11,4	-0,51
rozměr: a [$\mu\text{m s}^{-2}$], b [$\mu\text{m s}^{-2}\text{m}^{-1}$]								

Literatura

- [1] TORGE, W.: *Gravimetry*. Berlin (New York) : Walter de Gruyter 1989.
- [2] LILLIE, R. J.: *Whole Earth Geophysics*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 1999. 361 p.
- [3] ŠIMON, Z. and TRÄGER, L.: Polygons for Studying the Secular Variations of the Acceleration of Gravity on the Territory of Czechoslovakia. *Upper Mantle Project Programme in Czechoslovakia 1962–1970*. Praha : Academia, NČSAV 1971, p. 51–53.
- [4] KVIKOVIC, J. and VANKO, J.: Recentní vertikální pohyby Západních Karpát pre epochu 1951–1976. *Geografický časopis*, **42**, 1990, č. 4, s. 345–356.
- [5] HOLUB, S., ŠIMON, Z. and BROŽ, J.: Tidal Observations with Gravity Meter Gs 15 No. 228 at Station Pecný. In *Geofyzikální sborník 1986*. Praha : Academia, NČSAV, 1988.
- [6] DIVIŠ, K.: Centrační prvky při tíhových měřeních. *Geodetický a kartografický obzor*, **24 (66)**, 1978, č. 3, s. 64–68.
- [7] CSAPÓ, G.: Effect of vertical gravity gradient on the accuracy of gravimeter measurements based on Hungarian data. *Geophys. Transactions*, **42**, 1999, no. 1–2, p. 67–81.
- [8] DIVIŠ, K., HÖSCHL, V. and HRÁCH, S.: Some Pressure Test Phenomena of Worden and CG-2 (Sharpe) Gravimeters. *Studia geoph. et geod.*, **25**, 1981, no. 1, p. 14–23.
- [9] DIVIŠ, K.: Tlaková hysterese u křemenných gravimetrů a její vliv na přesnost tíhových měření. *Geodetický a kartografický obzor*, **29 (71)**, 1983, č. 10, s. 248–255.
- [10] KOSTELECKÝ, J.: *Zpracování gravimetrických měření, vyrovnání denního úseku a vyrovnání gravimetrické sítě středního rozsahu v prostředí IBM-PC (verze 1.3)*. Zdíby : Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický 1999, 22 s. Výzkumná zpráva č. 995/99.
- [11] ČEPEK, A.: *Implementace Givensovy transformace při řešení soustav rovnic s řídkými maticemi*. Praha : Stavební fakulta ČVUT 1993. Disertační práce.
- [12] OLEJNÍK, S. and DIVIŠ, K.: Tíhový systém 1995 na území České republiky. *Geodetický a kartografický obzor*, **48 (90)**, 2002, č. 8, s. 145–161.
- [13] CSAPÓ, G. et al.: Unified Gravity Network of the Czech Republic, Slovakia and Hungary. In *Proc. Int. Gravity Commis. and the Int. Geoid Commis.* Graz : 1994.
- [14] BÖHM, J., RADOUCH, V. and HAMPACHER, M.: *Teorie chyb a vyrovnávací počet*. Praha : Geodetický a kartografický podnik 1990.
- [15] WENZEL, H.-G.: On the Role of Gravimetry for Determination of Recent Vertical Crustal Movements. In *Symposium on Height Determination and Recent Vertical Crustal Movements in Western Europe*. Hannover : 1986.
- [16] JOÓ, I. et al.: *Karta sovremenných vertikálnych dviženij v Karpato-Balkanskom regione 1 : 1 000 000*. Budapest : Mnogostoronnoje naučno-techničeskoje sotrudničestvo geodezičeskich služb socialističeskich stran 1985. Mapa.
- [17] DIVIŠ, K., LEDERER, M. and TRAKAL, J.: Tíhové měření v Základní geodynamické síti České republiky. *Geodetický a kartografický obzor*, **47 (89)**, 2001, č. 7, s. 141–146.
- [18] HECK, B. and MÄLZER, H.: Determination of Vertical Crustal Movements by Levelling and Gravity Data. *Tectonophysics*, **97**, 1983, p. 251–264.

Dobruška a její vojenská posádka po květnu 1945

pplk. v. v. Karel Sekyra,

první poválečný velitel dobrušské vojenské posádky

Dobruška – město spjaté s českou historií, plné hodných a pracovitých lidí ochotných pomoci druhým, milujících svoje město a okolní krajinu, lidí, kteří si váží přírody a mají ji rádi. Kromě toho, jak jsem se později přesvědčil, také lidí družných, sportovně a kulturně založených. Tak se mi Dobruška – mé nové působiště – jevila v září památného roku 1945.

Mé dojmy snad posilovalo i to, že jsme do města přišli z prostředí zcela protikladného, těžce poznamenaného důsledky právě skončivší války, německým fašistickým fenoménem a působením všech možných živlů, které byly válkou zplozeny. Z prostředí poznamenaného útěky vězňů z Terezína, kde vedle vítězné sovětské armády existovaly zbytky poražené německé armády po kapitulaci.

Dvanáctý spojovací prapor, kterému jsem velel, byl od května 1945 do doby převelení do Dobrušky v září 1945 dislokován u velitelství 12. divize v Litoměřicích.

Na vlastní oči jsme tam viděli nesčetné materiální škody, bezprostředně jsme poznali hrůzy Terezína a také krutost a nenávisť, které po prohrané válce vedly zbytky SS a některé příslušníky wehrmachtu k tomu, co chtěli, uměli a stačili ještě udělat. Důkazem byly obavy i strach vojáků, kteří vykonávali strážní službu u podzemní továrny Richard pod Radobýlem.

Jedním z hlavních úkolů našeho praporu bylo zajišťování válečného materiálu, především spojovacího, který byl ve velkém množství na různých místech kraje. Lze jen litovat, že tehdy nebylo k dispozici dost lidí ani prostředků k zabezpečování všeho toho materiálu, který byl nalezen a soustředěn. Někdy to byla marná práce – jeden den jsme sklad zajistili, avšak už druhý den byl vykraden.

Mužstvo praporu tvořili převážně vojáci v záloze nástupních ročníků 1936 a 1937, kteří byli povoláni na cvičení. Pro tyto záložáky to byla neobvyklá, samozřejmě



Obr. 1 Dobruška – malebné město pod Orlickými horami



Obr. 2 Nádvoří kasáren se zbytky materiálu a techniky



Obr. 3 Čelo jednotky nováčků při průchodu branou kasáren na slavnostní přísahu (1945)

tíživá situace – zatímco si ostatní začali budovat nový život, oni a členové Revolučních gard byli odloučeni od rodin a museli spoléhat pouze na vyplácený vyživovací příspěvek (na rodinu s jedním děckem to bylo 900 Kč) a tzv. žold, který činil 375 Kč měsíčně. Počty nastupujících záloh se v důsledku povolovaných odkladů pro některé profese (např. železničáře, zaměstnance pošt, elektráren apod.) neustále snižovaly, byly i případy odkladů vystavovaných z pouhé známosti.

Přestože se početní stav praporu neustále snižoval, přibližovalo se období přechodu na organizovaný vojenský režim a přípravy na nástup prvních nováčků armády osvobozené vlasti. Za této situace byl Litoměřický 12. spojovací prapor zrušen a jako 3. prapor 1. spojovacího pluku odvelen dnem 12. 9. 1945 do Dobrušky.

Příchod do Dobrušky – město, lidé – se nám ve srovnání s poválečnými Litoměřicemi jevil tak, jak jsem jej popsal v úvodu. Kasárna, původně určená pro vojska pohraničního opevnění, byla prázdná, naším úkolem bylo

připravit je pro nástup nováčků. Objekty byly vcelku pěkné a téměř nové, nádvoří kasáren, naše budoucí cvičiště, nám připomínalo Litoměřice. Nádvoří a přilehlé prostory byly totiž zaplněny vozidly všeho druhu – chyběly snad jen tanky. Interiér budov byl natolik devastován, že by se bez stavebních úprav a vymalování nedal užívat. Proto prvním „bojovým úkolem“ bylo připravit kasárna na příchod nováčků. Času mnoho nezbývalo, stejně jako nebylo lidí na práce. Spása přišla v podobě většího počtu německých zajatců, které jsem jako výpomoc dostal k dispozici. Ještě dnes na ně musím vzpomenout s vděčností, neboť jejich zásluhou byly všechny prostory kasáren uklizeny a vzorně připraveny – samozřejmě včetně obligátních, vzorně nacpaných slamníků. S počty našich vojáků bychom nebyli schopni takový úkol splnit. Avšak posledním, nejsložitějším úkolem bylo vyklizení a úprava cvičiště na nádvoří kasáren.

Náš prapor byl posílen dalším mužstvem a budoucími instruktory, z nichž valná část prošla východní frontou jako vojáci Svobodovy armády. Jejich příchod znamenal



Obr. 4 Průkazka velitele posádky v Dobrušce



Obr. 5 Pozvánka na posádkovou taneční zábavu

zároveň i vybavení praporu motorovými vozidly, převážně frontovými chevrolety. S jejich pomocí byl zvládnut již poslední velký úkol – vyklizení a úklid nádvoří, hlavní části prostranství kasáren. Úplné spokojenosti toho ještě dost chybělo, ale na přivítání nových vojáků osvobozené vlasti jsme připraveni byli.

Po nástupu nováčků probíhal jejich základní výcvik a příprava na první slavnostní vojenskou přísahu v osvobozené vlasti. Uskutečnila se na náměstí v Dobrušce. Náměstí bylo během přísahy plné občanů, stejně jako byl hojně navštíven seznamovací večírek a utkání naší posádkové fotbalové jedenáctky s místním klubem.

Občané Dobrušky nás vzali mezi sebe jako své, vlastní, Sám jsem poznal, jak si vážili a cenili skutečnosti, že mají ve svém městě vojenskou posádku. Vždyť i ona byla pro jejich město přínosem – jak z hlediska společenského, tak hospodářského.

Velitelský sbor byl rozšířen, došlo k dělbě úkolů, zpracování plánu výcviku, jeho všestrannému zabezpečování a také k navazování spolupráce s orgány místní samosprávy. Navázat spolupráci s městským a okresním národním výborem bylo nezbytné také proto, že zásobování bylo ještě regulované, vše bylo na lístky. Jako posádkový velitel jsem si proto stanovil úkol navázat co nejužší spojení a vztahy s oběma orgány. Věděl jsem, že cíle lze dosáhnout neformálně, prostřednictvím společenských, kulturních a sportovních aktivit – a ty měly v Dobrušce dobrou základnu a tradici.

Po válce byl hlad po zábavě. Naše první seznamovací večírky a založený hudební kroužek úspěšně splňovaly přání dobroušské veřejnosti, hlavně mládeže, po celou dobu mého působení v Dobrušce.

Naše fotbalová jedenáctka úspěšně plnila své sportovní poslání a jako soupeř místního fotbalového klubu výrazně přispívala k obnovení sportovního ducha ve městě.

Poválečné poměry nebyly lehké a časem těžkostí přibývalo. Nedostatek pracovních sil si vyžádal výpomoc armády v zemědělství – chodili jsme na brigády do Pulic. Práci jsme se zúčastňovali bez rozdílu všichni, doba si toho žádala a my jsme to chápali.



Obr. 6 Příchod nováčků a jejich shromáždění na nádvoří kasáren
Obr. 7 Uvítání prvních nováčků v roce 1945



Blížily se první Vánoce v osvobozené vlasti. Mnozí příslušníci povolávaných ročníků – z nichž někteří byli ve službě již od května 1945 – těžce nesli materiální situaci svých rodin, které zůstávaly často bez prostředků. Proto bylo někdy velmi nesnadné přesvědčovat je, že bez jejich přítomnosti není možné plnit výcvikové úkoly. Mohu však konstatovat, že nakonec většina z nich nadále plnila své povinnosti k vlasti, ač na úkor svých rodin. Byl jsem a zůstal jsem jim zato vděčný.

Vnitrostátní vývoj i uspořádání poměrů se odrážely na životě města i v kasárnách. Došlo k rozhodování o sídle okresu – zda bude v Novém Městě nad Metují, nebo v Dobrušce. Svým způsobem se na tomto procesu podílela i posádka, Svědčí o tom výsledky jednání s místními orgány. Bylo dohodnuto, že vojáci se mohou hlasování zúčastnit ve volební místnosti MNV v Dobrušce.



Obr. 8 Slavnostní přísaha nováčků na dobrušském náměstí za přítomnosti velitele pluku pplk. Brady (1945)

Obr. 9 Čestná stráž, hosté, civilisté a vojáci u dobrušské radnice



Nepřetržitě již probíhal výcvik, nastupovaly náhradní zálohy, ročníky starších branců, neustále jsme se potýkali s nedostatkem poddůstojníků a instruktorů. Také se blížil termín prvních voleb a do kasáren začalo zasahovat politické soupeření. Osvětoví důstojníci pracovali podle vydaných směrnic, docházelo k názorovým střetům. Jako velitel posádky jsem osobně vycházel s představiteli jednotlivých politických stran dobře, obdobně se ani pohled místních občanských složek na armádu nezměnil.

Vojenský život pokračoval v roce 1946 již ve vyjetých kolejích a postupně přešel do opravdu mírových podmínek. Jen branců neubývalo, nastupovali další náhradní zálohy, a tak jsme z „nováčků“ nevycházeli.

Charakter posádkového režimu se ustálil a sepětí se životem města se stalo pro obě strany běžnou zvyklostí.

Dobrušské hospůdky už nebyly myslitelné bez příslušníků posádky a jejich zpěv zněl po mnohé večery ztichlým městem. Naše zábavní večery s tancem plně oceňovaly místní děvy, a tak i ne jeden chlapec zde našel štěstí svého budoucího, občanského života.

Přišel rok 1947. Na několik měsíců jsem služebně opustil město, které mi přirostlo k srdci. Po návratu jsem zjistil, že starostí jak v posádce, tak ve městě nebylo, ba naopak – byl to rok sucha a také naplnění známého hesla „v nouzi poznáš přítele“. Pokračovalo vyhraňování politických názorů jednotlivců a také vyhrocování názorů na uspořádání v republice, prostě radikalizace postojů.

Přiblížil se rok voleb 1948. V armádě neomezeně působí osvětoví důstojníci a vlivem všech těchto okolností dochází postupně k politické diferenciaci. Získal jsem tehdy zkušenost: koncem ledna 1948 jsme se na večírku ještě vzájemně bavili s představiteli všech politických stran, avšak po měsíci se titíž lidé už neznali, a dokonce se při setkání na ulici ani nepozdravili. Takové skutečnosti byly pro mne těžko pochopitelné, stejně tak jako mnoho dalších událostí, které následovaly.

V září 1948 odcházím z Dobrušky do Prahy. Ani ne za dva roky se můj názor na některé lidi mění, na vlastní kůži jsem pocítil jejich proměnu a také důsledky jejich vlivu.

Přesto všechno mám Dobrušku rád, nadále věřím a jsem přesvědčen, že většina lidí byla a zůstala dobrá. Těm, kteří se na mně tzv. podepsali, jsem již dávno odpustil, věřím však, že si vše zodpoví před vlastním svědomím. O to více mě těší, že ještě dnes – po tolika letech a změnách – mám v Dobrušce přátele, kterých si velice vážím. Bohužel, už je jich málo, většina z nich už není mezi námi.

Městu Dobrušce, všem jeho obyvatelům, a zvláště pak našim vojenským následovníkům v dobrušských kasárnách přeji hodně zdaru a plno úspěchů v dalším životě. Vojenskému hydrometeorologickému ústavu, který představuje nový život v dobrušských kasárnách, přeji, aby v něm pracovali a žili lidé právě s takovou láskou a elánem, s jakými jsme dávali kasárna do pořádku po válce v roce 1945.



Obr. 10 Hudební kroužek dobrušské posádky



Obr. 11 Naše fotbalová jedenáctka v roce 1945

L á n i s

sepsaný dne 17. února 1946 na posádkovém velitelství v Dobrušce.

P ř e d m ě t

Jest sjištění a provedení nařízení ONV v Novém Městě nad Metují ze dne 13. února 1946 č. j. 3622 ve věci veřejného hlasování s cílem úkresného národního výboru event. o rozdělení okresu na dvě samostatné okresy a to jeden se sídlem v Novém Městě nad Met. a jeden se sídlem v Dobrušce.

P ř í t o m n i :

Hlasovací komise: Ing. František Melanec pověřený ONV v Novém Městě nad Met.

Posádkový velitel: Kpt. Karel Sekyra

Hlasovací komise sjištění, že z rozhodnutí posádkového velitele v Dobrušce bylo veřejné hlasování v daném rozsahu ze dne 16. února 1946 vyhlášeno a zároveň jím bylo rozhodnuto, že bez nařízení vyššího velitelství se hlasování v kasárnách dobrušské posádky prováděti nebude.

Členové posádky, kteří by svoji vůli hlasováním chtěli provésti, nebo, jak bylo v daném rozsahu uvedeno, provésti toto ve volební místnosti místního národního výboru.

Stonáno, přečteno a podepsáno.

Hlasovací komise: *Ing. Melanec*

Velitel posádky: *Kar. Sekyra*

Obr. 12 Zápis z jednání o účasti vojáků na veřejném hlasování v sídle ONV



Obr. 13 Velitelský sbor praporu s velitelem pluku

Vzpomínka na zřizování kartoreprodukce a tiskárny Vojenského kartografického ústavu v Harmanci

pplk. v. v. Josef Vlastník,

býv. zam. VZÚ, náčelník tiskárny a referent pro polygrafii

Pomocná rota Vojenského zeměpisného ústavu bývala doplňována nováčky z ústavních elévů, polygrafických pracovníků civilního sektoru a bývala využívána na práce příkazníků a na plnění dalších úkolů jiných profesí, takže to bývaly například profese kuchař, krejčí, ševc a holič, na které byli přidělováni také sudetští Němci. Přicházeli převážně ze Šumavy. Když v roce 1936 řval Hitler do světa lži o Československu, s oblibou se zaměřoval na hlavu státu – na prezidenta ČSR. Byl to „Péneš“, kterému spílal. A Hitlerovy „projevy“ poslouchali karlovarští Němci s planoucím zrakem, zatímco šumavští Němci se k nim přidali až později. A pak byla válka. Skončila za šest let a co vím od Arnošta Seiferta, který se z války vrátil bez nohy, všichni Němci, kteří ve VZÚ sloužili, zůstali na zasněžených pláních sovětského Ruska.

V těchto, pro český národ těžkých a složitých předválečných letech přišel shora příkaz, že VZÚ v Praze zůstat nemůže a že se musí přestěhovat na Slovensko. Nebyly to tehdy radostné Vánoce; každý příslušník VZÚ byl vázán na Prahu, a proto se hledala možnost jiného zaměstnání. Všechno se sice tajilo, ale dozvěděl jsem se, že by to mělo být střední Slovensko, že naproti budoucímu sídlu nového ústavu je papírna a že objekt bude dobudován do konce roku 1937.

V červnu 1937 jsme jako novomanželé navštívili Slovensko s cílem vidět a poznat co nejvíce. Vykonali jsme pěší túru ze Štubnianských Teplíc nově vybudovanou horskou, strategickou silnicí do Banské Bystrice. Tehdy se tam ve stejném směru na svazích s galeriemi budovala železnice s 23 tunely. Myslím, že výstavba železnice byla tehdy hotova tak asi z jedné třetiny. Silnice přes sedlo Malé Fatry vedla krásnou krajinou, která od sedla klesala do Harmaneckého údolí s protékající říčkou; v okolí samé kopce podobné špičatým střechem. Prostor pro stavbu nového objektu zeměpisného ústavu nebyl nikde zřejmý, jen naproti papírně leželo nevelké hřiště. Tam jsme se uvelebili s tím, že právě tady bude – a skutečně pak bylo – naše nové pracoviště, náš životní „osud“. Tehdy vedla z Banské Bystrice do harmanecké papírny vlečka, a to s provozem pouze ráno a večer. Staříčké nádražíčko bylo v Banské Bystrici a možnost ubytování byla jen v Národním domě.

Starosti, jež jsme měli s přestěhováním na Slovensko, přerušila německá okupace našich korunních zemí.

Slovensko se odtrhlo, vytvořilo tzv. Slovenský štát a Němci nás z VZÚ vyhnali do Veletržního paláce. Pro kartoreprodukci, mědirytinu a tiskárnu zabrali Schulzovu soukromou tiskárnu. Po skončení druhé světové války a osvobození se asi jedna čtvrtina pracovníků předválečného VZÚ navrátila do ústavu. Práce a tvorba se opět rozběhly, i když zcela jiným směrem. Aby zůstal tento směr zachován, byl tak jako jinde povolán sovětský poradce. Všude se mluvilo o míru, ale připravovala se třetí válka. Z vojáků základní služby – komunistů – se stali důstojníci, do VZÚ byli povoláváni mladí polygrafové jako kapitáni. Svobodník Starosta, ruční sazeč, byl v nově založené tiskárně *Naše vojsko* jmenován plukovníkem. Z nás, starých pracovníků VZÚ, kteří jsme se po kvalifikačních zkouškách stali důstojníky, se najednou stali třídní nepřátelé. Vzhledem k tomu, že v té době provedli mjr. Holeček za kartografií a mjr. Srna za polygrafii situační prověrku stavu výstavby objektu v Harmanci a vrátili se v červnovém čase s nadšením, rozhodlo MNO, že se pražský VZÚ do těchto objektů přestěhuje. Ovšem tak, že jako pracovníci tam nepůjdou ti čistokrevní, nábořem získaní komunisté, ale živel třídně nepřátelský. Pro kartografické kresliče byl uvolněn objekt správní budovy v Banské Bystrici a pro kartoreprodukci a tiskárnu byl vyhrazen právě dokončený nový objekt v Harmanci. Pracovníci kartografií, kteří působili za Slovenského štátu, zůstali v Bratislavě. V nově postavené harmanecké budově byly sklady a v tiskárně měla Rudá armáda ustájené koně. Když jsem přišel do Harmance, vyváželi ještě vojáci „fúrikom“ koňský hnůj.

Na tehdejším veliteli VZÚ v Praze pplk. Ing. Blahákovi bylo, koho z příslušníků ústavu pošle na Slovensko. Slíbil nám, že se budeme střídat, protože tam pro rodiny nebyly byty, na Fončordě se teprve stavěly. Vzal jsem si velkou bednu, do ní složil peřinu a další potřebné věci a jeli jsme – jako první turnus. Z kartografického odboru tehdy jelo pět pracovníků, z reprodukčního jen já sám. Na svobodárně v Banské Bystrici jsme se vyspali a druhý den mne ústavní řidič zavezl těch 13 km do horského kaňonu Harmanecké doliny. Objekt skutečně stál na místě bývalého hřiště, postavený jak se říká „do sekery“ – podle silnice stála budova kartolitografie s reprodukcí a nátiskárnou; kolmo pak tiskárna zabudovaná do straně a nad ní vedla železniční trať. Při projektování stavby tedy rozhodovaly metry!

Budova ústavu zela prázdnou, nikde živáčka; prý odešli na dovolenou. Přítomni byli velitel mjr. Ing. Šesták a por. Miklošik, oba Slováci – mjr. Ing. Šesták byl původně zeměměřičem v Praze. Ubikace mužstva (ubytováno bylo asi dvacet mužů) byly mimo provozní budovu; byla to strážní četa, která měla ubytování a stravování ve své, vyhrazené budově. Mezi mužstvem tehdy nebyl žádný grafik. Četě velel proviantní rotmistr a vařil pro ni kuchař s pomocníkem. Tehdy jsem se ptal, zda je možné ještě něco k podávanému jídlu přikoupit. Prý vedle papírny je krčma „U Cabana“ a ten něco mívá. Díval jsem se do kuchyně čety, kde jsem v kotli uviděl velký kus tmavého masa. Vypadalo to na hovězí, ale nakonec jsem zjistil, že to je kus jelena. „Kde jste k tomu přišli?“ ptám se. Byli zaraženi, až jeden povídá: „To střelil tady Honza.“ Ptám se: „A čím?“ Natlačili mu laň a on ji střelil pistolí připevněnou k prkénku. Jako jídlo to připravit neuměli, a tak to dostali strážní psi.

Zkusil jsem nakreslit rozmístění pracovišť a strojů se zařízením – avšak padla na mne hrůza! Kdo mi v tom pomůže, kde získám zařízení fotoreprodukce, nátiskárny a ofsetové tiskárny, knihtisku a pomocných pracovišť – vždyť je po válce, která trvala šest let! Z pražského VZÚ nelze přivést nic a koupit se nedá mnoho. To jsem poznal ve své příští funkci. Uprostřed mých starostí přišel rozkaz, abych se ihned vrátil do Prahy. Co mi chtějí? Před odjezdem na Slovensko jsem měl totiž rozpracovanou barevnou náplň mapy Sovětského svazu, kterou nakreslil jeden nadšenec pro SSSR a chtěl ji mít barevnou kvůli rozlišení národností jednotlivých republik. A tak jsem na tom díle podle rozkazu pracoval. Večer, asi v devět hodin, se přišel podívat dozorčí důstojník VZÚ, tehdy topograf škpt. Svoboda. Se zájmem se vyptával, jak to v Harmanci vypadá; byl zvědav na mé odborné znalosti a osobní starosti. Řekl jsem mu totiž, že po tom, co jsem poznal v Harmanci,

si najdu práci v Praze a na Slovensko se už nevrátím. Nevěděl jsem, že mluvím se zástupcem budoucího náčelníka zeměpisné služby, mjr. Ing. Klímy – toho, který měl řídit topografické oddělení generálního štábu. Pokračoval jsem v práci na mapě SSSR. Náčelník VZÚ byl mezitím z funkce odvolán a místo něho nastoupil plk. gšt. Fára. Ten mi jednoho dne oznámil: „Starouši, musíš na štáb!“ Zhrozil jsem se, protože o tomhle pracovišti šly špatné pověsti – a navíc, nebyl jsem komunista. Ovšem tam se mne nikdo na politickou příslušnost neptal. Starostí o výrobu bylo k neunesení; ale o tom jsem již psal.

Největší podíl na naplnění prázdných budov v Harmanci strojním a přístrojovým zařízením a na jejich uvedení do provozu měl ve spolupráci s GŠ-TO tehdejší kapitán tech. Bedřich Zoul. Byl velmi iniciativní a šikovný; nevím, kdo jiný by takového výkonu byl v tehdejších podmínkách schopen. Víím, co například znamenalo získat pro kartoreprodukcii mladé dívky z okolních, neseadno přístupných horských vesnic, jako byly třeba Kordíky, Horní Harmanec, Špania Dolina, a přemluvit jejich mamičky, aby je pustily mezi vojáky. Nakonec se tam dobře vdaly. Zoul je se svými lidmi naučil kartografické kresbě. Obdobně byl ohromný výkon naučit bývalé dřevorubce grafickému povolání!

Devět let jsem tam za GŠ-TO docházel na kontroly. Po celou tu dobu mě těšila možnost sledovat, jak rostla jejich odbornost, a tím i úroveň harmaneckého ústavu.

Mladíci mezi 14 až 17 roky, kteří se po krátkém vojenském zácviku vyučili některé z profesí VZÚ; na závěr učební doby pak skládali řádné učňovské zkoušky.

Vídeňský sáh ve službách armády

Dr. Ladislav Jangl

Habsburská monarchie byla mnohojazyčný slepenec zaostalých zemí s nevalným zemědělstvím, s neproduktivní řemeslnou výrobou pracující pro místní trhy, se špatně fungující správou a s nedobře organizovanou a vybavenou armádou. Po nastoupení Marie Terezie na trůn toho v letech 1740–1748 využily některé evropské státy, především Prusko, ale i Bavorsko, Francie a zčásti také Sasko a Španělsko a v letech 1756–1763 opakovaně Prusko k pokusům o změnu panující dynastie či alespoň o odtržení části území. Stát zachránily jen mimořádné vlastnosti Marie Terezie, která kolem sebe dokázala soustředit skupinu odborně zdatných spolupracovníků.

Základní podmínkou zachování existence monarchie bylo přebudování armády. Základní podmínkou přebudování armády byly reorganizace státní správy a peníze. To nebylo možné bez celé řady vzájemně navazujících reforem.

K intenzivní výrobě výzbroje a výstroje bylo třeba zajistit základní suroviny, které byly důležité i pro civilní výrobu. Stát podněcoval a sám zahájil těžbu nerostných surovin, především železa a cínu, i rozsáhlý průzkum ložisek. Podporoval rozvoj manufaktur, zvláště železáren, skláren i textilních manufaktur.

Rozvoj výroby nebyl myslitelný bez intenzivnější dopravy. Její dosavadní žalostný stav s nevalnými cestami po vodě a s mizernými po zemi bránil nejen dálkovému, ale i místnímu obchodu, brzdil dodávky surovin a rozvoz zboží a nesmírně ztěžoval přesuny armády. Ke splavnění Vltavy přistupovaly stát i země váhavě od začátku 18. století. Do konce století však bylo vybudováno v Čechách 728 km a na Moravě 743 km zpevněných „císařských“ silnic, které měly pro armádu mimořádný význam.

Aby bylo možné provádět reformy, bylo nutné reorganizovat řízení státu a přesunout jeho správu z rukou pozemkových vrchností na byrokracii. K tomu docházelo na centrální úrovni od roku 1749 a na krajské úrovni od roku 1751. (V Čechách bylo krajů šestnáct, na Moravě šest a v okleštěném Slezsku po

válkách dva kraje.) K tomu se přidružily postupně jednak reformy práva a justice (trestní zákoník 1765 a 1787, soudní řády 1769, 1776 a 1781), jednak úprava obchodních styků uvnitř monarchie a se zahraničím (sjednocení celních tarifů 1752, celní unie mezi českými a rakouskými zeměmi 1775 a mincovní reforma 1753–1754, která zavedla tzv. konvenční minci, spojující monarchii s německými státy).

Armáda, výroba i správa státu vyžadovaly na všech úrovních vzdělanější obyvatelstvo. Po zrušení jezuitského řádu 1773 a některých dalších řádů 1781 byl jejich majetek převeden do tzv. studijního fondu, který usnadnil reformu školství. V letech 1774–1775 byl uveden do života všeobecný školní řád, který zavedl povinnou školní docházku pro děti od 5 do 12 let. Na základní „triviální“ školy navazovaly čtyřleté hlavní školy nebo čtyřleté normální školy s rozšířenou výukou. Počet dřívějších jezuitských gymnázií byl sice omezen, zato ale vznikla postupně velká řada odborných škol, zvláště můžeme poukázat na založení vojenské akademie roku 1751.

U řady dalších reforem lze rovněž sledovat tendenci posílit armádu. Pro daňové účely i kvůli zjištění počtu brančů bylo zavedeno od roku 1754 sčítání lidu. Roku 1766 se stal vrchním velitelem armády pozdější císař Josef II. V rámci reorganizace pečoval lépe o prosté vojáky, staral se i o jejich umístění po ukončení vojenské služby, zbavoval armádu neschopných protekčních důstojníků, poskytoval možnost výškolení i postupu schopným jednotlivcům jakéhokoli původu.

Armáda sice mohla pochodovat po postupně budovaných císařských silnicích, ale kromě polohy cíle potřebovala znát cesty k němu a terény, kterými cesty vedly. To dosavadní velmi hrubé mapy s minimálními detaily neumožňovaly. Bylo bezpodmínečně nutné území státu pro velitelský sbor vhodně zobrazit. Proto dala Marie Terezie ihned po ukončení sedmileté války roku 1763 z podnětu polního maršála Dauna příkaz, aby bylo zahájeno první vojenské mapování v habsburské monarchii, kterým byl pověřen štáb generálního ubytovatele.¹

¹ HONL, I. a PROCHÁZKA, E.: *Úvod do dějin zeměměřičství*. Skripta. Praha : ČVUT, fakulta stavební. Díl 2. Středověk (1978). Díl 3. Novověk: sv. 1. (1980), sv. 2. (1982), sv. 3. (1986), sv. 4. (1987); pro tento údaj 3/3, s. 25. z roku 1713.

Armáda a státní správa se nemohly obejít ani bez další naprosto základní podmínky existence. Tou byly peníze. Jejich opatření zajistily jednak souhlasy českých a rakouských zemí k povolení berně na deset let dopředu, jednak radikální opatření ke změně daňového systému. Tedy převedení výběru z vrchností na státní byrokracii a budování katastrů, které postupně umožnily odvádění daně odpovídající výměře pozemků. Byly to roku 1748 rustikální katastr pro poddané podle příznávacích tabel, dominikální katastr 1756, který zatížil pozemkové vrchnosti, revizitační zemský katastr 1757, pak upřesňující josefínský katastr z let 1785–1789, na který navazoval roku 1789 berní a urbaniální patent, a konečně stabilní katastr uzákoněný patentem roku 1817, zpracováváný hlavně v letech 1824–1836 a později průběžně doplňovaný.

Pro řadu reformních kroků, ale především pro vojenské mapování a katastr, představoval základní předpoklad pokus o sjednocení měr a vah, kterým měly být všude zavedeny vídeňské jednotky, v rakouských zemích podle patentů ze 14. července 1756 a z 1. prosince 1757, v Čechách podle patentu ze 30. července 1764 s platností od 1. ledna 1765, ve Slezsku již patentem z 24. února 1750 a nařízením ze 2. září 1768, na Moravě patentem ze 6. února 1758.² Sjednocení bylo nedostatečně připravené, prováděné málo schopnými, často málo vzdělanými a téměř nevyškolenými lidmi, materiálně špatně zajištěné. Bylo zaváděno především v zájmu státní správy a dosud si je nevynucovala potřeba výroby a obchodu. Proto se také v soukromém styku – a často i u státních podniků (např. železáren, zčásti i u dolů) – po celé století, do let 1855–1856³, neuplatnilo zvláště v Čechách v plné míře. Ovšem působilo v úředním styku, ve státní správě a v armádě.

Předpoklady a přípravné práce pro vojenské a katastrální mapování

Mapování představovalo nevyhnutelný krok k zajištění akčnosti armády i k zabezpečení finančních prostředků pro státní správu a armádu. První z předpokladů bylo použití délkové jednotky společné pro celou monarchii, za kterou byl pochopitelně zvolen

dolnorakouský (vídeňský) sáh. Druhým předpokladem bylo – ovšem až od roku 1817 – přesné vytýčení základů pro triangulaci.

Protože v polovině 18. století sáh uložený na radnici města Vídně již neodpovídal soudobým požadavkům, byl v rámci upřesnění měr a vah v dolním a horním Rakousku podle patentů ze 14. 7. 1756 a z 1. 12. 1757 vedle jiných prototypů zhotoven i nový vídeňský sáh, který se stal základem pozdějších zpřesněných měřítek. Tvořilo jej mosazné pravítko na hořejší straně postříbřené, délky téměř 2,1 m, šířky 10,5 mm a tloušťky 3,33 mm, spojené větším počtem železných spon s pásovým železem postaveným na výšku, které tvořilo jeho podklad.

Uprostřed pravítka byla tažena slabá rýska, na jejíchž koncích byly vyznačeny dva body; vzdálenost mezi nimi představovala délku vídeňského sáhu, rozdělenou do šesti stop. První stopa byla rozdělena na dvanáct palců, první palec na dvanáct čárek; dílčí dělení byla vyznačena body na rysce. Pod ní byly vedeny dvě rovnoběžky, na koncích ohraničené břity dvou kusů kovu sešroubovaných s pravítkem. Na hořejším okraji pravítka byl znázorněn dvojím způsobem vídeňský loket, a to v levé části rovněž mezi dvěma kovovými břity, v pravé části byly na rysce vyznačeny dva koncové body, na obou byl loket rozdělen na 3, 4, 8, 16 a 32 částí. Uprostřed na rozšířené části pravítka byl umístěn nahoře nápis „Vznešených Františka a M. Terezie prozřetelností a autoritou obnovená míra vídeňského sáhu a lokte MDCCLVI“ a dole byly uvedeny vztahy sáhu a lokte k mírám jednotlivých zemí, a to k sáhu českému jako 6000 : 5626, slezskému jako 6000 : 5493, moravskému jako 6000 : 5617 a tyrolskému jako 6000 : 6342, a vídeňského lokte k českému jako 2465 : 1879, slezskému jako 2465 : 1830, moravskému jako 2465 : 2501, hornorakouskému jako 2465 : 2530 a tyrolskému jako 2465 : 2544.⁴ Tento prototyp sáhu byl označen jako A, jeho kopie (manipulační sáh) jako B.⁵ Základny pro triangulaci vojenské vyměřované u Vídeňského Nového Města v rámci a katastrální sítě měly svého předchůdce v základně stupňového měření, navazujícího na západoevropské stupňové měření. První počátky učinili v letech 1750–1752 jezuité R. J. Boškovič a Ch. Mair měřením mezi Římem a Rimini.⁶

² HOFMANN, G.: *Metrologická příručka pro Čechy, Moravu a Slezsko do zavedení metrické soustavy*. Státní oblastní archiv v Plzni, Muzeum Šumavy v Sušici, 1984, s. 27–28.

³ *Nařízení z 18. 7. 1855 č. 127/1855 ř. z. – rak. míry v Čechách; nařízení z 13. 12. 1856 č. 5/1857 ř. z. – rak. míry na Moravě; nařízení z 15. 7. 1856 č. 124/1856 ř. z. – rak. míry ve Slezsku.*

⁴ BROCH, A.: *Das Normalmaß der österreichischen Katastralvermessung vom Jahre 1817, dessen Vergleichung mit dem Meter und die damaligen Bestrebungen betreffend die Einführung des Metermaßes in Österreich. Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen*, 1913, Wien, s. 3–11, 33–42, 74–83, pro tento údaj s. 4–6.

⁵ Měřítka byla zprvu uložena u vídeňského cejchovního úřadu a podle nich byly zhotovovány etalony rozesílané v rámci monarchie, později byl prototyp uložen u Polytechnického institutu ve Vídni a manipulační sáh v muzeu města Vídně. Viz BROCH, *Normalmaß*, s. 5–6.

⁶ HONL a PROCHÁZKA, 3/3, s. 15.

Druhým měřením byl na Boškovičovo doporučení pověřen Josef Liesganig, ředitel hvězdárny při jezuitské koleji ve Vídni. Pro jeho stupňové měření mezi roku 1758, byly pečlivě měřeny tři základny, velmi Soběšicemi u Brna a Varaždínem, zahájené krátká u Soběšic, dvě přibližně po 12 km dlouhé na Moravském poli a u Vídeňského Nového Města.⁷ Liesganigova měření měla později dvojí význam. Jednak jeho základna u Vídeňského Nového Města o délce 6410,903 víd. sáhů (12 158,175 m), měřená roku 1762, byla použitelná a znovu přeměřená pro stabilní katastr,⁸ jednak pro toto vyměřování si vyžádal a roku 1760 obdržel z Francie od C. M. de la Condamine a N. I. de la Caille železnou toisu, na kterou „s nejvyšší péčí“ přenesl délku prototypu vídeňského sáhu. Z jeho porovnání obou měř vyplynul vztah 100 000 toіз = 102 764 vídeňských sáhů.⁹

Odečítání délky vídeňského sáhu z původního prototypu nebylo pro zhotovování dalších měřítek dostatečně jednoznačné, protože koncové značky měly průměr větší než 0,5 mm, a navíc nebyly přesně okrouhlé. Když začátkem 19. stol. začaly být akutní přípravné práce pro 2. vojenské mapování a stabilní katastr, představovala tato nepřesnost potíž, kterou bylo nutné odstranit. Navíc koncové body Liesganigova sáhu byly častějším snímáním míry poškozeny, takže porovnání tyčí rakouského zařízení pro vyměřování základny muselo být roku 1810 vhodněji založeno na pařížské toise. Ta byla přenesena na nový železný sáhový eta-lon a oba koncové body byly vyznačeny mimořádně jemnými ryskami na stříbrné plátce. Tento etalon měl sloužit i jako porovnávací míra pro ostatní evropská měření. Byl uložen ve Vojenském zeměpisném ústavu ve Vídni. Body označené A a B byly však záhy častějším příkládáním hrotů přenášečích zařízení (tyčkového křížítka) poněkud poškozeny.¹⁰ Proto byl výrobou nového přesného normálu pověřen mechanik J. F. Voigtländer. Ten roku 1813 zhotovil komparátor, který ještě zlepšil profesor Stampfer. Délka sáhu nebyla odebrána z prototypu z roku 1756, ale ze sáhu Liesganigem přeneseného na toisu. Při vynášení

rozměrů sáhu a toisy na komparátor spolupůsobili astronomové Triesenegger a Bürg a ředitel von Widmannstätten. Porovnávání čárových etalonů se dělo pomocí mikroskopů s mikrometrickým zařízením a po Stampferově vylepšení bylo možné u míry, která nepřesáhla délku 75 palců (1,976 m), dosáhnout přesnosti až na 1/1000 čárky (0,002 mm), při velké pečlivosti až na 1/5000 čárky (0,0004 mm).¹¹ K další změně došlo po ukončení napoleonských válek. Roku 1815 začal dvůr uvažovat o úpravách pozemkové daně. Komise ustanovená roku 1816 navrhla, aby daň byla vyměřována podle plochy a čistého výnosu pozemků. Za tím účelem doporučila zpracování přesných map celé říše a zdůraznila, že by se mohly použít i pro zhotovení vojenských map ve zmenšeném měřítku. Návrh císař schválil a komise měla spolupracovat se štábem nejvyššího ubytovatele.¹² Výsledkem jednání byl patent císaře Františka I. z 23. prosince 1817, kterým byla stanovena pravidla stabilního katastru.

Vytvoření stabilního katastru předpokládalo rozsáhlou činnost mnoha měřických skupin a bylo nutné pro ně připravit dostatečné množství přístrojů i přesných měřítek. Aby dosavadní prototypy nebyly častým používáním znehodnocovány, byly pro výrobu a cejchování přesných měřítek vyhotoveny ocelové sáhové etalony. První z nich vytvořil pod vedením ředitele triangulace podplukovníka L. A. Fallona roku 1817 mechanik Sadtler.¹³ O jeho výrobě a vlastnostech informuje Fallonův podrobný popis z 21. března 1817.¹⁴ Šlo o tyč obdélníkového profilu z kovaného čistého štyrského železa, delší než 74 vídeňských palců (>1,949 m), širokou 16 čárek (35,12 mm) a tlustou 10 čárek (21,95 mm). Dvě takové tyče byly vybrány jako nejvhodnější z většího počtu výkovek, vzájemně proti sobě 9 týdnů broušeny, až byly jejich hořejší a boční plochy vybroušeny dokonale rovně. Na koncích hořejší plochy jedné z nich byly zapuštěny dva malé kruhovitě kotoučky z platiny, pevně zašroubovány, zanýto-vány a odbroušeny do roviny s hořejší plochou tak, aby body, které měly označovat délku vídeňského sáhu, co nejpresněji souhlasily se středy plátek. Do horní plochy

⁷ HONL a PROCHÁZKA, 3/3, s. 17–18.

⁸ NOVOTNÝ, F.: *Nauka o rakouském katastru a o knihách pozemkových se zvláštním zřetelem na Král. české*. Praha, b.r., s. 23.

⁹ BROCH, Normalmaß, s. 6; HONL a PROCHÁZKA, 3/3, s. 18; šlo o repliku toise du Pérou, peruánské toisy, se kterou se oba francouzští vědci vrátili z Peru roku 1748 a která byla 16. 5. 1760 prohlášena za novou francouzskou normálu (viz ALBERTI, H. J.: *Mass und Gewicht*, Berlin 1957, s. 87; viz též PETŘÍK, J.: *Zeměměřictví a zeměměřiči v 16. a 17. století*. In *Z vývoje české technické tvorby*. Sborník k 75. výročí založení spolku čs. inženýrů v Praze, 1940, s. 61–64, pro tento údaj s.63.

¹⁰ LÖSCHNER, H.: *Geschichte der Längen- und Flächenmaße mit besonderer Berücksichtigung der österreichischen Verhältnisse*. *Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst*, 1912, Wien, seš. 43–45, s. 770–775, 793–799, 812–816; pro tento údaj s. 796.

¹¹ BROCH, Normalmaß, s. 7.

¹² NOVOTNÝ, F.: *Nauka o rakouském katastru*, s. 19.

¹³ MAŠEK, F.: *Pozemkový katastr*. Praha : 1948, s. 162.

¹⁴ BROCH, Normalmaß, s. 4–5.

byly zapuštěny dva teploměry. Koeficient roztažnosti byl Fallonem stanoven pro jeden stupeň Réaumura na 0,00001445. K tyči bylo pro odměřování a přenášení délky připojeno přenášeční zařízení (tyčkové kružítko), jehož jeden konec byl posunovatelný mikrometrickým šroubem opatřeným na kotouči stupnicí, jejíž jeden dílek $\approx 1/400\ 000$ sáhu (k tomu Fallon poznamenal, že tak malá veličina může být bez překážky zanedbávána a považována za = 0).¹⁵

Vynesení délky se dělo na vídeňské hvězdárně v přítomnosti a za pomoci profesora Bürge. Délka vídeňského sáhu byla vzata přímo ze železné tyče hvězdárny,¹⁶ protože však i na ní byly koncové body měřítka příliš rozlehlé (průměr byl odhadován téměř na jeden bod, tj. téměř 0,18 mm), byla odebrána na jemné rysce protínající body přesně v jejich středu. Délka pařížské toisy byla odebrána mezi dvěma svislými plochami, které tvořily vsazovací míru, kontrolu umožnily i tři rysky, které plochy ohraničovaly. Při porovnávání s komparátorem uloženým v Polytechnickém institutu byl sáh delší o 0,00008070 sáhu, toisa o 0,0550 vídeňské čárky, zatímco body byly proto pomoci silně zvětšujícího mikroskopu posunuty. Kromě bodů na středové rysce byly kvůli ušetření etalonu při odměřování v případech, kdy nebyla nutná nejvyšší přesnost, nad a pod nimi vyraženy čtyři vedlejší body.¹⁷

Potřeba vyvolaná povinným přezkoušením měřidel, porovnáváním s místními mírami v jednotlivých zemích monarchie a zhotovováním dalších měřidel pro měření v terénu vyvolala nutnost zhotovit další etalony. Jeden z nich, dnes uložený v Ústředním archivu zeměměřictví a katastru v Praze, zhotovil rovněž Sadtler jako číslo 6 roku 1825. Je to čárková míra z ocelové tyče obdélníkového profilu, dlouhé 1,8968 m, široké 37 mm a tlusté 21 mm, zpracovaná obdobně jako výše uvedený etalon z roku 1817. Kříže z podélných a příčných rysek jsou umístěny na kotoučcích z odlišného kovu (mosazi), na příčných rýskách jsou vyznačeny ještě další čtyři body, označené čísly 1–4, opět kvůli ušetření etalonu při častějším snímání délky. Na hořejší straně tyče jsou připevněny dva teploměry, jejichž rozšířená objímka se jí dotýká. Při teplotě 13 °R je vzdálenost mezi body rovna vídeňskému sáhu. Při kontrole tohoto sáhu Ing. Novotným byla naměřena délka 1,89655 m

při teplotě +11,2 °C, počítal s roztažností $11,10^{-6}$, takže podle něj při normální teplotě (+16,25 °C) by měl být sáh dlouhý 1,89655 m.¹⁸

Vztah sáhu a metru

Jednání týkající se zavedení metrických měř a vah v habsburské monarchii probíhala již od konce napoleonských válek a podnět k nim daly především potřeby armády. Velmi negativně se totiž předtím při vojenských akcích projevovало nepropojení triangulace rakouské a sousedních zemí, zvláště tam, kde byla založena na použití metru. Spolupůsobily ovšem i potřeby obchodního styku.

Pařížským mírem roku 1814 a vídeňským kongresem roku 1815 byly Rakousku přiřčeny jižní provincie v lombardsko-benátském království, v Lyrii a v Dalmácii. V nich dřívější francouzská vláda zavedla v úředním styku metrické jednotky a bylo již připraveno jejich zavedení i do soukromého styku. Protože toto opatření bylo v úředním styku ponecháno, docházelo ke zmatkům v jednání s ostatními zeměmi i s centrálními úřady Rakouska. Centrální organizační dvorská komise byla upozorněna dvorskou válečnou radou na uvedené potíže již roku 1814. K vyřešení problému byly proto jmenovány komise, které se v letech 1815 až 1824 většinou klonily k zavedení metrického systému. Úvahy nakonec vyústily do rozhodnutí, že řešení by měla navrhnout technická komise složená z vídeňských odborníků, ředitele Polytechnického institutu Prechtla, ředitele hvězdárny von Littrowa, universitního profesora vyšší matematiky von Ettingshausena a profesorů pro vyšší a elementární matematiku na Polytechnickém institutu Hantschla a Salomona. Ta v dobrozdání z 24. listopadu 1825 kladně hodnotila výhody, které přinášelo decimální dělení, i výhodu, kterou přinášelo redukování všech dutých měř a vah na jednotku délkové míry. Místo metru však navrhovala použít jako absolutní jednotku vídeňskou stopu a k ustanovení její neproměnné velikosti určit přesně její poměr k délce vídeňského sekundového kyvadla.¹⁹

K návrhům se vojenské kruhy nestavěly příliš příznivě, protože jejich potřeby byly jiné. K poradám

¹⁵ BROCH, Normalmaß, s. 8–9.

¹⁶ tj. z Liesganigovy toisy

¹⁷ BROCH, Normalmaß, s. 9–11.

¹⁸ MAŠEK, *Pozemkový katastr*, s. 163–165. K tomu poznamenává Ing. G. Karský, CSc., v osobním dopisu ze 7. 8. 2002, že rozdíl v tepelné roztažnosti oceli jsou značné a že spolu se současnými možnostmi přesného měření by nyní poskytl téměř jistě jiný vztah. To se ostatně týká i dalších železných měřítetek. – Podle ústní informace pracovníků Ústředního archivu zeměměřictví a katastru ze 13. 6. 2002 nebyl etalon znovu přeměřován.

¹⁹ BROCH, Normalmaß, s. 33–37.

komise byli přizváni také generálmajor a ředitel katastru a triangulace Fallon a místo zemřelého profesora Hantschla profesor praktické geometrie na Polytechnickém institutu Simon Stampfer. Pokusy o připojení výsledků rakouské vojenské triangulace na triangulaci sousedních států, která měla zčásti za základ metrickou míru, zčásti na ni byla převoditelná, totiž nemohly vést k žádanému výsledku tak dlouho, dokud nebyl určen co nejpřesněji poměr rakouského sáhu a metru. Proto přibližně v téže době, kdy komise vydala své dobrozdání, přišly Vojenský zeměpisný ústav a katastrální úřady s podnětem, aby alespoň tento poměr byl určen s nejvyšší možnou přesností a aby následně byla projednána nejdůležitější opatření nutná k zavedení metrického systému.²⁰

Pro určení vztahu vídeňského sáhu a metru již existovaly určité pomůcky. Bylo to jednak Liesganigovo porovnání sáhu s toisou, jednak dva etalony odebrané z Paříže a zhotovené proslulým mechanikem Lenoirem, a to poloviční toisy a metru. I když poslední z nich byl královským francouzským astronomem Bouvardem opatřen „certifikátem pravosti“, nebyly uvedené pomůcky příliš spolehlivé. Liesganigovo porovnání proto, že jeho přístroje a prostředky byly příliš nedokonalé, oba etalony proto, že se zjistilo, že jejich délka, měřená podle spodní a hořejší plochy, byla rozdílná a nebylo jasné, podle které se má měřit. Generál Fallon dal roku 1826 zhotovit Sadtlerem etalon polovičního sáhu z nezakalené oceli, který sice na Voigtländerově komparátoru neodpovídal přísné zkoušce zcela, ale měřitelná chyba byla tak malá, že ji nebylo možno mechanicky odstranit. Etalon pak byl odeslán na rakouské velvyslanectví v Paříži se žádostí o jeho porovnání s originálním metrem, ale výsledek porovnání byl podivný (celé milimetry, 948 mm). Na dotaz odpovědělo francouzské ministerstvo zahraničí 4. dubna 1828, že je nutné dodat nový, dokonale pravoúhlý etalon.

Na pokyn Spojené dvorské kanceláře pověřilo Ústřední ředitelství katastrálního vyměřování mechanické dílny Polytechnického institutu zhotovením nového etalonu polovičního sáhu z nezakalené oceli, jehož rektifikace se ujal s mimořádnou pečlivostí profesor Stampfer. Etalon při zavěšení na dvou mosazných kroužcích vzdálených 19 cm od konců tyče měl správnou délku při +15,6 °R, roztažnost pro 1 °R = 1/738 00, obě dorazové plochy na žádném místě nevykazovaly odchylku od rovnoběžnosti ani 0,00005 palce (< 0,0013 mm). Při uložení na mosazných kroužcích byla tyč etalonu příliš

dlouhá, o 0,000045 palce (0,0012 mm). Během patnácti porovnání v patnácti dnech se prokázalo, že pravděpodobná nejistota ve změření délky je menší než 0,00002 palce (0,00053 mm).

Před odvezením etalonu do Paříže navrhl 15. prosince 1829 ředitel triangulací von Myrbach poslat ke kontrole i etalony poloviční toisy a metru po odstranění jejich nedostatků k získání dalších podkladů ke stanovení poměru mezi francouzskou a rakouskou jednotkou. Myrbachův návrh byl příslušnými místy přijat a etalony byly do Paříže odeslány. Na základě rakouských požadavků byli pařížskou akademií věd tímto úkolem pověřeni roku 1830 baron Prony a Legendre.²¹ Práce však byla přerušena stejně jako jednání ve Vídni až do konce roku 1831, kdy bylo dolnorakouské zemské prezidium pověřeno sestavením komise pro zavedení jednotné míry. Referátem byl pověřen profesor Andreas Baumgartner, jako členové byli jmenováni ředitelé Littrow a Prechtel, vládní sekretář von Kress, hospodářský rada svobodný pán von Buschmann, továrníci Spörlin a Hornbostel a vrchní úředník vídeňského cejchovního úřadu Jäckel. Komise se klonila k přijetí metrické soustavy a navrhla jednak urychlení návratu etalonů z Paříže, jednak odeslání místních měř z provincií ke kontrole do Vídně, ale akce dopadla tak žalostně, že porovnání nebylo proveditelné. Ve Francii zemřel 10. ledna 1833 Legendre a porovnáním se zabýval téměř osmdesátiletý Prony sám, ovšem ne tak, aby jeho práce byla přijatelná. Zanedbal zavěšení polovičního sáhu na kroužky, nedostatečně bral na vědomí skutečnost, že porovnávané etalony měly správnou délku při různých teplotách, metr při 0 °R a poloviční sáh při +15,6 °R, a porovnával je při teplotě „mezi 14 a 15 °C“. Kromě toho použil jiný etalon než originální prototyp metru, přičemž nebyla přesně zjištěna roztažnost použité platiny, nýbrž byl vzat za základ přepočtu neurčitý průměrný údaj vzatý z obecných tabulek. Navíc se vzhledem k věku Pronyho projevíly pochybnosti o ostrosti jeho zraku a jistotě ovládnání komparátoru. A k tomu ještě se vůbec nezabýval oběma dalšími etalony.²² Ve svém zkoumání na dva různé způsoby stanovil Prony délku polovičního sáhu na $\frac{1}{2}(0,9480976 + 0,9480987) = 0,94809815$, tj. celý sáh při teplotě +14,5 °C = 1,89619630 m. Při koeficientu roztažnosti, který Prony použil, by měl sáh 1,896536 metru.²³

Stampfer, který vedle Myrbacha předložil roku 1836 většinu námitek, navíc uvedl dosavadní pokusy, ze kterých mohl vyplývat vztah sáhu a metru:

²⁰ BROCH, Normalmaß, s. 38.

²¹ BROCH, Normalmaß, s. 38–41.

²² BROCH, Normalmaß, s. 74–79.

²³ BROCH, Normalmaß, s. 76 a 79.

1. Liesganigova zkoumání,
2. odvození z toisy uložené Voigtländerem na komparátor,
3. porovnání s etalonem metru nacházejícím se v Polytechnickém institutu podle jeho hran a dosedacích ploch,
4. porovnání podle etalonu poloviční toisy nacházející se v Polytechnickém institutu podle jejích hran a dosedacích ploch,
5. porovnání s rakouským přístrojem pro měření základny, a konečně
6. odvození délky sekundového kyvadla ve Vídni z délky sekundového kyvadla v Paříži a podle toho porovnání výsledku v metrické míře s délkou vídeňského sekundového kyvadla měřenou přímo v sáhové míře.²⁴

V této problematice došlo v nejbližší době k události, která nabyla významu o půl století později. Roku 1837 byl bavorským ministerstvem vnitřně pověřen tamní akademik a profesor Steinheil porovnáním v Bavorsku obvyklých měř a vah s metrem. Výsledky jeho pařížské práce, kterou hradil z vlastních prostředků, však nebyly vládou přijaty a Steinheil nabídl rakouskému vyslanci v Mnichově, hraběti Colloredovi, že svůj skleněný etalon metru a kilogram z křišťálu včetně komparátoru a váhy prodá rakouské vládě za 5000 zlatých bavorské měny (4140 zl. rakouské měny). Zprávu o nabídce zaslal vyslanec 14. listopadu 1838 státní kanceláři včetně Steinheilovy zprávy o vědeckých základech a o detailech jeho postupu při porovnávání obou jednotek.

Ačkoli se ustanovená komise vyjadřovala pro zavedení metrických měř a vah v Rakousku a pozvánka na jednání svolané na 10. prosince 1838 se již výslovně zmiňovala, že „podle pokynu vysoké dvorské komory se může jednat už nikoli pouze o zásadních otázkách, nýbrž půjde jen o možné způsoby zavedení metrické míry a váhy“, k zavedení metrické soustavy nedošlo, a to právě kvůli námitkám vzneseným proti Pronym zjištěnému poměru vídeňského sáhu a metru. Další jednání probíhala bezvýsledně, žádný z návrhů nebyl přijat. V letech 1855–1857, po celém století, byla dolnorakouská míra konečně zavedena v mocnářství opravdu všeobecně, a to císařskými nařízeními z 18. července 1855 v Čechách,²⁵ z 15. června 1856 ve Slezsku²⁶ a ze 13. prosince 1856 na Moravě.²⁷ K získání Steinheilových jednotek došlo až v roce 1867, kdy je po předběžném zkoušení na doporučení Akademie věd zakoupilo ministerstvo obchodu, aby sloužily jako prototypy při zavedení metrických měř a vah.²⁸

To souhlasí s článkem 2 zákona z roku 1871,²⁹ který výslovně uvádí: „Jako základní míra platí ona skleněná tyč, která se nachází v držení c. k. vlády, a v ose sférických zakončení měřeno, při teplotě tajícího ledu, byla shledána rovnou 999,99764 milimetrů prototypu metru uloženého ve státním archivu v Paříži. Jako základní závaží platí kilogram nacházející se v držení c. k. vlády, z křišťálu, který ve vzduchoprázdnu je roven 999 997,8 miligramu prototypu kilogramu uloženého ve státním archivu v Paříži.“ Poměr vídeňského sáhu a metru nalezneme v článku 4 zákona, kde byl jako základní uveden vztah 1 metr = 0,5272916 sáhu = 3 stopy 1 palec 11580/1000 čárky vídeňské. Délka sáhu v metrické míře je sekundárně odvozena z převrácené hodnoty tohoto poměru, tedy 1,896483843095... metru a byla v zákonu korektně zaokrouhlena na 1,896484 metru.

Tím se až do třetí čtvrtiny 19. století oddálilo vymezení poměru vídeňského sáhu a metru, když byl definitivně upřesněn až zákonem z roku 1871.

Autor pracoval od roku 1954 na výzkumu využití ložisek nerostných surovin a poddolování povrchu v České republice. Působil jako soudní znalec oboru těžba, odvětví těžba nerostů. Publikoval 53 prací z oboru a dále z oblasti horního práva či hornických a hutnických měř a vah. Je autorem čtyřdílného *Českého horního práva*, dvoudílného německo-českého odborného slovníku, jednoho dílu české odborné terminologie a dalších odborných publikací (spolupráce na: *Rudné a uranové hornictví České republiky*, Ostrava : Anagram 2003, 648 s.; *Uhelné hornictví*, Ostrava : Anagram 2003, 564 s.; *1000 let hornictví cínu ve Slavkovském lese*, Sokolov : 1996). Dosud pracuje na pracích technických, z oblasti báňského práva, hornických a hutnických měř a vah aj.

²⁴ BROCH, Normalmaß, s. 78.

²⁵ Nařízení z 18. 7. 1855 č. 127/1855 ř. z. – rak. míry v Čechách.

²⁶ Nařízení z 15. 7. 1856 č. 124/1856 ř. z. – rak. míry ve Slezsku.

²⁷ Nařízení z 13. 12. 1856 č. 5/1857 ř. z. – rak. míry na Moravě.

²⁸ BROCH, Normalmaß, s. 82.

²⁹ Zákon z 23. 7. 1871 č. 16/1872 ř. z. – zavádění metrické soustavy.

Počátky a rozvoj seismologie v Českých zemích

RNDr. Jan T. Kozák, CSc.

Geofyzikální ústav Akademie věd ČR v Praze

Úvod

Studium Země a jejích dynamických projevů se v Evropě začalo odvíjet od pokroků dosažených především v *astronomii*, kde samotná Země představovala jen výchozí bod, především pro studium nebeských těles. Vzpomeňme zde astronomů Tychona de Brahe, Johanna Keplera nebo činnosti pracovníků pozdější hvězdárny v pražském Klementinu. Druhým prarodičem specializovaného průzkumu Země byl zeměpis či *geografie* a její mapový výstup, *kartografie*; zde uveďme kupříkladu slavnou mapu Čech Mikoláše Klaudiána-Kulhána z r. 1518. Velmi staré kořeny mají i vědy *montánní*, které vždy tvořily důležitou součást věd o Zemi. Je třeba alespoň zmínit i některé další disciplíny, kupříkladu *geologii*, *vulkanologii* a nauku o *zemském magnetizmu*, které ve druhé polovině 19. století stály u kolébky nového oboru věd o Zemi, totiž *seismologie*.

Vědecká a průzkumná činnost, která od 17. století probíhala v Evropě i v zemích koruny české, je dobře popsána ve studii O. Matouška (1940). V této souvislosti zasluhuje zmínku zejména montanolog Joseph T. A. Peithner, který v r. 1763 spoluzaložil v Banské Štiavnici první *Bergakademii* v Evropě. V období osvícenství ve druhé polovině 18. století vynikl zejména Ignac von Born, mineralog, geolog a *horní* specialista, z jehož iniciativy byla v Praze r. 1773 založena soukromá Česká učená společnost, ze které se později vyvinula Česká akademie věd a umění. Mezi astronomy a geognostiky na sebe v okruhu klementinské hvězdárny té doby upozornil jezuitský učenec Joseph Stepling, autor několika traktátů o zemětřesení inspirovaných lisabonskou katastrofou v r. 1755.

Po přelomu 18. a 19. století se okruh přírodovědců studujících Zemi a její projevy rozšířil. Zmínku zasluhuje především astronom a specialista v oboru zemského magnetizmu Karl Kreil, který před půlím 19. století přednášel tyto disciplíny na německé univerzitě v Praze. Zde údajně sestrojil kolem roku 1850 zařízení na „měření zemětřesení“ (Erdbebenmesser), které se však nedochovalo. Ke konci 19. století (kdy kupř. J. Ewing spolu s J. Milnem v Japonsku navrhl a zprovoznil své prvé spojitě registrující seismografy) se z řad geografů, geodetů, geologů a vulkanologů začínají i na území českých zemí vydělovat specialisté zaměřeni především na studium zemětřesení.

V dubnu 1901 zorganizovali němečtí přírodovědci (geografové, astronomové, geomagnetici, gravimetři, geodeti atd.) v tehdy německém Strassburgu *1. Mezinárodní seismologickou konferenci*, která je považována za mezník při budování spolupráce na poli evropské seismologie. Mezi třemi desítkami účastníků konference byli i čtyři specialisté z Rakouska-Uherska.

1. Projekt E. von Mojsisovicse (Vídeň), 1895–1915

Již o několik let dříve, koncem 19. století, vnesl nové světlo do proudu historického vývoje seismologie v rakousko-uherské monarchii a vlastně i do trendu celosvětového výzkumu zemětřesení a seismicity zcela ojedinělý seismologický projekt zformulovaný a realizovaný v 90. letech 19. století ve Vídni. Zastavme se u něj krátce.

Vzrůstající seismická aktivita, která v průběhu druhé poloviny 19. století stále více ohrožovala rakousko-uherské země, stimulovala postupně vídeňské geology a geografy k důkladnějšímu studiu příčin a následků seismických aktivit s cílem efektivnější ochrany obyvatelstva před seismickými účinky. To ovšem vyvolalo potřebu stálého, spolehlivého sběru makroseismických dat v oblasti.

Situace se dramatisovala zejména po silném zemětřesení v Lublani (14. března 1895), které šokovalo obyvatelstvo celé říše svými ničivými následky i ztrátami na životech. Krátce nato vystoupil ve vídeňské Akademii věd geolog Edmund von Mojsisovics, zástupce ředitele vídeňského *Kaiserliche-königliche geologische Reichsanstalt* s projektem vybudovat pravidelnou makroseismickou službu obyvatelstva v předlitavské, tj. neuherské části císařství. Podle jeho projektu byla tato část monarchie rozdělena na 15 (později na 16) oblastí spravovaných referenty – vybranými odbornou komisí ve Vídni – kteří shromažďovali hlášení občanů o pozorovaných účincích zemětřesení. Dotyční referenti tato hlášení zpracovávali a po zpracování je zasílali do ústředí ve Vídni. Jednotně zpracované výsledky byly pak každoročně E. v. Mojsisovicsem shrnuty a pro jednotlivá léta publikovány ve speciálních bulletinech. Součástí projektu bylo budovat v každé oblasti seismické stanice a postupně je osazovat seismometry. Tento grandiózní projekt skutečně vešel v život a pracoval úspěšně od r. 1896 až do počátku 1. světové války (J. Kozák, A. Plešinger 2002).

Země koruny české byly v Mojsisovicově projektu rozděleny do tří zón: Německé Čechy (pohraniční oblasti Čech a Moravy osídlené převážně německým obyvatelstvem), kde referenty postupně byli F. Becke (1896 až 1897), V. Uhlig (1898–1901) a J. Knett (1901–1914). Dále střední část Čech, kde referenty byli postupně J. N. Woldřich (1896–1904), F. Augustin (1905–1907) a P. Počta (1908–1914). Moravu a moravské Slezsko řídil A. Makowski (1896–1907) a v letech 1908–1914 A. Rzehak. Mezi další odborníky té doby, kteří byli spjati s územím českých zemí, nutno započítat ještě G. K. Laubeho, J. Woldřicha (syna J. N. Woldřicha), C. Purkyně, E. F. Suessa a F. Suessa, V. Lásku. Nutno říci, že Mojsisovicův projekt pracoval efektivně a spolehlivě. Vybudovaná síť makroseismických (později přístrojových seismických) pozorování patřila na přelomu 19. a 20. století mezi nejpokročilejší a nejlépe organizované na světě. Též co do přístrojového vybavení byla budovaná síť exemplární: kolem r. 1900 byla velká část všech seismometrů světa instalována právě v Rakousku-Uhersku (Sieberg 1904).

2. Státní ústav geofyzikální v Praze, 1920–1952

Vývoj geofyziky a seismologie v nově ustanoveném Československu po skončení světové války byl poznamenán rozpadem dobře pracujících výzkumných struktur vybudovaných ve Vídni v rámci Mojsisovicova projektu. Následkem toho na počátku 20. let, kdy světová seismologie doznávala bouřlivý rozvoj, u nás tato disciplína víceméně stagnovala. V r. 1920 byl sice při Karlově universitě v Praze založen *Státní ústav geofyzikální*, ve kterém ovšem bylo – v prvních letech jeho existence – jen jedno stále systemizované místo, totiž místo ředitele V. Lásky. Profesor Lásky, který na počátku století – při svém působení ve Lvově – udivil celý svět svým „Láskovým pravidlem“, které umožňovalo určení epicentrální vzdálenosti zemětřesení pomocí časového rozdílu příchodu P a S vln (Láskovo pravidlo se dodnes používá), se na ředitelské místo v Praze dostal teprve před svou šedesátkou. Jak uvádí A. Zátapek (1981), Lásky neměl k dispozici prostředky na personální doplnění svého ústavu. Tento problém částečně překonával angažováním tzv. „přidružených spolupracovníků“, což byli externí specialisté částečně řešící výzkumný program ústavu. Takto byla navázána spolupráce nejen se špičkovými specialisty v jednotlivých oborech (jmenujme alespoň J. Liznara pro geomagnetismus, F. Čechuru a J. Šplíchala z důlního výzkumu v Příbrami, brněnského gravimetrika B. Kládiva, hydrologa J. Špačka, geodeta V. Špačka či kartografa B. Šalamona), ale i s amatéry, v oboru neškolenými, zato však nadšenými a schopnými dlouhodobého úsilí a pracovního nasazení.

Jedním z takových externích spolupracovníků byl i středoškolský profesor Dr. E. Michal (1896–1963),

který ve 30. až 50. letech dvacátého století s velkou péčí shromáždil historická makroseismická data pro celé Čechy a přihraničí a výsledek sepsal do 45svazkového rukopisného díla. Michalův soupis, který sloužil jako podklad pro první seismický katalog území ČSR, se zachoval v seismologickém archivu GFÚ AV ČR. Podobně shromažďovali makroseismická historická data pro Moravu a moravské Slezsko již od konce 19. století S. Pohludka, F. Koláček a M. Remeš.

Pět let po založení získal Státní geofyzikální ústav prostředky pro další systemizovaná místa (B. Šalamon, J. Plíhal, V. Jehlička), což umožnilo kýžený rozvoj prací zejména v oborech seismologie a geomagnetizmu. Bylo započato vydávání ročenek ústavu (první v r. 1926), byla navázána spolupráce s nově vznikajícími mezinárodními geofyzikálními organizacemi (kupř. s IUGG v r. 1927). To vyústilo v konání Valného shromáždění Mezinárodní geodeticko-geofyzikální unie (IUGG) v Praze v roce 1927.

Pokrok v seismologickém výzkumu a seismické službě představovalo zakládání a modernizace seismických observatoří (Praha, Cheb, Stará Ďala a Užhorod a v období po 2. světové válce i Skalnaté Pleso) a jejich osazování novými seismografy (1923 a 1927). Rozvoj přístrojového vybavení a budování nových observatoří doplňovala organizace pravidelné seismické služby. Ve 30. letech byl započat systematický sběr seismických dat pro sestavení historického seismického katalogu území ČSR a přihraničních území a pro konstrukci příslušných map seismicity těchto oblastí.

Ve svých sedmdesáti letech, v r. 1932, rezignoval V. Lásky na vedení SGÚ a uvolnil místo novému řediteli, profesoru geografie B. Šalamonovi. V roce 1932 rozšířili výzkumný kolektiv ústavu dva mladí pracovníci, důlní inženýr R. Běhounek a absolvent fyziky na Přírodovědecké fakultě UK A. Zátapek, který se – zejména v poválečném období – výrazně zasloužil o rozvoj československé geofyziky a zejména seismologie, viz níže.

Ve válečném období, po odštěpení Slovenska, byl v r. 1939 ústav přejmenován a v r. 1942 dokonce rozpuštěn, ale prof. Šalamon, který byl jeho likvidací pověřen, tuto práci úmyslně zdržoval, takže ústav *de facto* přežil až do osvobození. Po odtržení sudetských oblastí v r. 1938 a následném vnučení okleštěnému zbytku Čech a Moravy statusu Protektorát Čechy a Morava v březnu 1939 (a po odtržení Slovenska a maďarském záboru jižních a východních částí Slovenska) byla ovšem předválečná československá seismická síť rozbita. Po osvobození v r. 1945 byla seismická síť (i služba) v Československu obnovená – kromě Podkarpatské Rusi – v předválečných hranicích rychle zrekonstruována.

Po roce 1945 byli přijati noví pracovníci, ústav byl reorganizován a rozčleněn do čtyř oddělení: seismologie

(A. Zátapek) se stanicemi Praha, Cheb, Hurbanovo (dříve Stará Ďala) a Skalnaté Pleso, geomagnetizmu (J. Bouška) s novou stanicí v Průhonicích a původní ve Staré Ďale, gravimetrie (J. Pícha) se znovuzřízenou slapovou stanicí v Příbrami a geoelektriny (J. Šubrt). V té době pracovalo v ústavu na třicet pracovníků.

3. Geofyzikální ústav ČSAV (AV ČR) v Praze od roku 1953 dosud

V letech 1950–1952, při státní reorganizaci základního výzkumu, byl Státní geofyzikální ústav jakožto samostatná instituce zrušen a jako pracoviště (Geofyzikální sektor) přiřazen k Ústřednímu fyzikálnímu ústavu. Negativní důsledky tohoto řešení byly široce diskutovány a komentovány na *1. Národní konferenci o geofyzice* v Liblicích v březnu 1952. V souladu s rezolucí této konference bylo při zakládání Československé akademie věd v listopadu 1952 rozhodnuto zřídit v rámci akademie Geofyzikální ústav – jako pokračovatele Státního geofyzikálního ústavu (A. Zátapek 1946, 1981 a J. Vaněk 1995).

V rámci Československé akademie věd, od r. 1952, (po rozdělení Československa na přelomu let 1992 a 1993 Akademie věd České republiky) dosáhl Geofyzikální ústav v základním výzkumu nauk o Zemi řady úspěchů. V seismologii byla aktivita ústavu zpočátku rozvíjena zejména na poli observatorní seismologie a laboratorních měření, později i v oboru teoretických studií. Za ředitelů J. Šubrtu (1953–1957), J. Boušky (1957–1961), M. Pícku (1961–1970) a V. Buchy (1970–1990) byla rozšířena síť geofyzikálních observatoří včetně seismických stanic Kašperské Hory (V. Tobbyáš, V. Kárník, A. Plešinger) a Nový Kostel (J. Horálek, J. Zedník). Ve spolupráci s Geografickou službou Armády ČR (VTOPÚ) byla přístrojově vybavena a zprovozněna seismická stanice v Dobrušce.

Geofyzikální ústav se účastnil řady mezinárodních projektů, jakými byly kupříkladu Mezinárodní geofyzikální rok (1957–1958), Projekt svrchního pláště (1961 až 1971) a projekt Geodynamika (1972–1977) a Celebration (2000–2002).

Od r. 1952 vydává GFÚ *Geofyzikální sborník* a od r. 1957 i časopis *Studia Geophysica et Geodaetica* odebíraný hlavními světovými geofyzikálními pracovišti a knihovnami. V roce 2002 měl časopis SCI impakt 0,571.

Pro seismologický výzkum daného území a zejména pro sestavování map seismicity a odhadů seismického ohrožení hraje zásadní roli pokud možno kompletní historické katalogy zemětřesení dané oblasti. První takový katalog pro území ČSR sestavili – s využitím podrobného výše zmíněného Michalova soupisu – V. Kárník, E. Mi-

chal a A. Molnár (1957). V průběhu 60. až 90. let vytvořil V. Kárník také historické katalogy balkánské oblasti (1901–1905) a katalog Evropy (1800–1900 pro $I_0 \geq VI$ a 1901–1956 pro $I_0 \geq IV-V$ a 1956–1990 pro $M_s \geq 3,8$).

Intenzivní výzkum veličiny *magnitudo* udávající velikost zemětřesení na základě přístrojového pozorování (A. Zátapek, J. Vaněk, V. Kárník) a navazující studium amplitudových křivek seismických vln (J. Vaněk) vytvořily podmínky pro přijetí tzv. pražské magnitudové formule jako mezinárodního standardu pro určování magnituda z povrchových seismických vln (Recommendations... 1967). Mezinárodní spolupráce na výzkumu magnituda zemětřesení vedla později k sestavení homogenního magnitudového systému pro euroasijský kontinent (L. Christoskov, N. V. Kondorskaja, J. Vaněk 1979). Mezinárodně byla zavedena modernizovaná verze stupnice MKS pro určování makroseismické intenzity zemětřesení (S. V. Medveděv, W. Sponheuer, V. Kárník 1964).

V 60. a částečně i 70. letech zajišťoval vybavení seismických stanic GFÚ klasickými seismometry V. Tobbyáš; v 70. letech byla zde podrobně rozpracována teorie širokopásmových zpětnovazebních seismografů a metodika restituce širokopásmových seismických dat ze záznamů standardních seismografů (A. Plešinger). Na základě těchto prací byl vyvinut a v roce 1972 instalován na seismické stanici Kašperské Hory (KHC) – která v té době patřila mezi nejcitlivější světové stanice pro detekci podzemních jaderných výbuchů – třísložkový zpětnovazební seismometrický systém FBV s plochou rychlostní frekvenční charakteristikou (do 300 s). Ve spolupráci s ústavem Geofyziky Polské akademie věd byl další systém FBV v r. 1977 instalován na polské opěrné stanici Ksiaz v dolním Slezsku (A. Plešinger, J. Horálek). V roce 1999 byla data FBV/KHC včleněna do globální digitální širokopásmové databanky DMC IRIS, Seatle, USA.

V roce 1992, na základě smlouvy mezi TS ČSA a GFÚ ČSAV, byla na měřicí základně Polom Vojenského topografického ústavu Dobruška instalována seismická telemetrická záznamová aparatura Quanterra s třísložkovým širokopásmovým seismometrem STS-2. Svými parametry představují systémy typu STS-Quanterra současnou světovou špičku. Stanice Dobruška-Polom (DPC) patří k nejcitlivějším světovým seismickým observatořím. Kromě lokálních, regionálních a teleseismických jevů, včetně případných jaderných explozí, zaznamenává aparatura STS-Quanterra i změny zemského gravitačního pole a slapové pohyby zemské kůry. DPC je opěrnou stanicí české národní seismické sítě a má i výhodnou polohu pro lokalizaci jak zemětřesení na hronovsko-poříčské zlomové linii, tak silných přirozených i indukovaných otřesů v okolí polského Lubina ve Slezské pánvi.

Seismická služba seismického oddělení Geofyzikálního ústavu AV ČR zajišťuje provoz seismických observa-

toří Práhonice, Kašperské Hory, Dobruška-Polom a Nový Kostel české regionální sítě i řady mobilních seismických stanic. V interpretační laboratoři oddělení se provádí detailní analýza a lokalizace lokálních otřesů (západní Čechy, Hronovsko, Ostravsko), regionálních jevů (např. z oblasti Alp nebo důlních otřesů z Lubinské oblasti v jižním Polsku) i interpretace globálních zemětřesení. K dalším úkolům seismické služby patří pravidelné vydávání bulletinů seismických stanic, sběr makroseismických pozorování na území České republiky, archivace digitálních záznamů a mezinárodní výměna seismických dat. V oblasti observatoří seismologie na sebe v posledních čtyřech desetiletích 20. století svými pracemi upozornili (kromě výše zmíněných pracovníků) zejména K. Klíma, L. Ruprechtová a J. Plomerová, později i Z. Schenková, D. Procházková a J. Zedník.

V současné době jsou čtení seismických fází observatoří GFÚ pravidelně dvakrát týdně vyměňována s mezinárodními datovými centry (International Seismological Centre, Newbury, Velká Británie; National Earthquake Information Center, Golden, USA; European-Mediterranean Seismological Center, Bruyeres, Francie) a mnoha evropskými observatořemi a národními centry. Souhrnná čtení jsou shromažďována v bulletinech seismických stanic, které jsou na našem území pravidelně vydávány v tištěné formě od r. 1908. Vzhledem k prudkému nárůstu rozsahu ročních bulletinů a cenám tisku v 90. letech přešel Geofyzikální ústav při vydávání bulletinů z tištěné formy na formu elektronickou. Kompletní sada seismických bulletinů je k dispozici v Geofyzikálním ústavu AV ČR. Na internetové adrese GFÚ <http://www.ig.cas.cz> je možno nalézt kompletní bulletiny stálých observatoří čs. regionální sítě od r. 1976 do současnosti. Novým zdrojem informací na webu o seismicitě střední Evropy jsou katalogy regionálních zemětřesení od r. 1991 do současné doby.

Díky úzkým kontaktům se světovými seismologickými datovými centry jsou prostřednictvím počítačové sítě Internet dostupné všechny důležité světové databáze digitálních vlnových obrazů, seismických katalogů a bulletinů i včasné informace o významných regionálních i globálních zemětřeseních.

V Geofyzikálním ústavu ČSAV byly v 60. až 80. letech rozvinuty mj. též laboratorní metody vyšetřování anizotropie horninových vzorků (J. Vaněk, Z. Pros, K. Klíma, V. Babuška, T. Lokajíček) i metody umožňující studium šíření elastických vln ve fyzikálních modelech (J. Vaněk, L. Waniek, J. Kozák). Využity byly i metody laboratorního studia seismického zdroje (L. Waniek, T. Lokajíček, J. Šílený, A. Špičák, J. Kozák). V současné době provádějí laboratorní vyšetřování vzorků hornin za vysokých tlaků a teplot S. Ulrich a P. Špaček.

Ve spolupráci s Geofyzikálním ústavem UK v Praze se teorií šíření seismických vln zabývají I. Pšenčík

a V. Vavryčuk. Teoretickým metodám vyšetřování seismického zdroje, včetně interpretací pro konkrétní situace, byly věnovány práce J. Šíleného.

Obdobný rozmach charakterizoval i ostatní oddělení Geofyzikálního ústavu tohoto období, tj. oddělení geomagnetické, gravimetrické, geoelektrické a geotermické. Podrobnější přehled výsledků tam dosažených podává V. Čermák (1995).

Druhé údobí činnosti GFÚ AV ČR, tj. od r. 1990 do současnosti, za ředitelů V. Čermáka (1990–1998) a A. Špičáka (1998–) charakterizovalo výrazné zvýšení produktivity vědeckých pracovníků ústavu. Při všeobecné redukci zaměstnanců akademie po r. 1989 (v GFÚ z přibližně 220 pracovníků na něco málo přes 100) nedošlo v GFÚ ani ke zúžení programu základního výzkumu, ani k omezení rozsahu služeb, které na ústav kladou jeho mezinárodní závazky.

Spolu s laboratorními metodami měření byla v seismickém oddělení GFÚ rozvíjena teoretická studia v oboru šíření seismických vln, fyziky uvolňování seismické energie a v oboru analýzy seismických dat (I. Pšenčík, J. Šílený, V. Vavryčuk, V. Babuška, J. Plomerová, P. Kolář). Podstatně byla rozšířena činnost oddělení v oblasti studia seismicity západních Čech. V současné době je prováděno kontinuální monitorování aktivity tamějších seismických rojů pomocí moderní lokální sítě seismických stanic; získaná data umožňují detailnější analýzu této naší jediné seismogenní oblasti (původně V. Kárník, A. Plešinger, L. Ruprechtová, K. Klíma, D. Procházková, Z. Schenková, později J. Horálek, A. Špičák, V. Vavryčuk, A. Boušková). Chod seismické služby zajišťovala původně L. Ruprechtová a J. Plomerová, v současné době J. Zedník.

Systematickému studiu globální seismotektoniky a hluboké stavbě konvergentních okrajů litosférických desek, morfologii subdukčních zón a vztahu subdukčních procesů k aktivnímu vulkanizmu se věnují V. Hanuš, J. Vaněk a A. Špičák. V rámci řady mezinárodních projektů je vyšetřována anizotropie zemského pláště a stavby zemské kůry ve vybraných evropských regionech (V. Babuška, J. Plomerová, P. Hrubcová).

Historické seismologii a seismicitě byly v nedávné době věnovány studie J. Kozáka, A. Špičáka, J. Vaňka a dalších (<http://www.eerc.berkeley.edu/kozak>). Podrobnosti viz Geophysical Institute Prague, Report 2000–2001 (2002).

4. Seismologická studia v českých zemích po roce 1952

Přestože Geofyzikální ústav Akademie věd České republiky představuje pro výzkum v oboru seismologie

v ČR důležité pracoviště a zajišťuje i práce spojené se seismickou službou republiky, nelze opominout i některé další ústavy a školy v Čechách a na Moravě, na kterých jsou vybrané seismologické otázky také řešeny. V Praze je to zejména katedra geofyziky na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy, která spolu s GFÚ AV ČR představuje základní pracoviště v seismologickém výzkumu v českých zemích. Především je třeba ocenit úsilí prof. A. Zátopka. Ten se v r. 1947 habilitoval v oboru geofyziky na Přírodovědecké fakultě UK a v r. 1952 byl jmenován řádným profesorem geofyziky na nově zřízené Matematicko-fyzikální fakultě téže univerzity, kde položil základy geofyzikální výuce na UK a vychoval několik generací českých geofyziků. V čele katedry působil dvacet let (1952–1972.). V letech 1959–1962 zastával mj. i funkci viceprezidenta Evropské seismologické komise, a po další dvě období (1962–1964 a 1964–1966) funkci jejího prezidenta. Jeho nástupce na katedře prof. K. Pěč (ředitelem 1972–1993) publikoval řadu výsledků v oboru seismologie a později se věnoval i otázkám elektromagnetické indukce a gravitačního pole a spektrální reprezentace geofyzikálních polí (J. Zahradník 1995).

Od r. 1993 do současnosti řídí katedru doc. J. Zahradník, jenž se mj. zabývá numerickým modelováním seismických vlnových polí a zasloužil se o vybudování seismických stanic University Karlovy v Řecku a na účasti katedry v řadě projektů Evropské unie a NATO. Bezesporu největší osobností katedry je prof. V. Červený, jeden z tvůrců seismické paprskové teorie. Svou celoživotní práci na této metodě shrnul v nedávno vydané publikaci (V. Červený 2001). V. Červený je vědec světového formátu patřící mezi nejcitovanější autory v ČR. Na jeho práce navazuje teoretická skupina pod vedením L. Klimeše, intenzivně spolupracující s Geofyzikálním ústavem AV ČR. Strukturními seismologickými výzkumy se na katedře dlouhá léta zabývali O. Novotný a J. Janský.

Od počátku 90. let, v návaznosti na práce K. Pěče, se katedra geofyziky MFF díky jeho pokračovatelům (Z. Martinec, C. Matyska, O. Čadek) zařadila mezi významná světová pracoviště také v oboru teoretické geodynamiky. Některé důležité projekty seismologického či seismického charakteru jsou řešeny i na akademickém pracovišti v Ostravě (Ústav geoniky AV ČR), které je zaměřeno zejména na úlohy vztahované k hornické činnosti. V Ústavu struktury a mechaniky hornin AV ČR v Praze byly od 60. let studovány otázky spojené s indukovanými seismickými jevy v důlních dílech a jejich okolí (J. Buben, V. Rudajev). Pracovníci tohoto ústavu se též podílejí, spolu s GFÚ, na monitorování a výzkumu seismické aktivity západních Čech. Seismicitě území České republiky a příhraničí byly na tomto pracovišti v 90. letech věnovány práce Z. a V. Schenkových.

Geofyzikální pracoviště v Brně založené v r. 1959 pro řešení úkolů surovinové prospekce a dalších úloh

aplikované geofyziky pro území Československa (s názvem Ústav užití geofyziky, později Geofyzika, nár. podnik, od r. 1989 Geofyzika, a.s.) řešilo mj. také úlohy aplikovaného výzkumu seismického charakteru (za vedení B. Beránka). Počátkem 80. let zde vzniklo specializované pracoviště detailního seismického rajónování pro potřeby seismické klasifikace lokalit uvažovaných pro jaderné elektrárny (severní Morava, později východní Slovensko, západní Slovensko a jižní Čechy). Telemetrická síť pěti krátkoperiodických stanic registruje od začátku 90. let zemětřesení v seismicky nejaktivnější oblasti České republiky, v západních Čechách.

V roce 1992 bylo pracoviště seismického rajónování, Geofyzika, a.s., Brno transformováno v Ústav fyziky země Přírodovědecké fakulty MU v Brně, jehož ředitelem je od r. 1997 Dr. Jan Švancara. K výše popsáným aktivitám přibýlo vybudování širokopásmové stanice VRAC u Brna v roce 1991, která byla zapojena do mezinárodních experimentů GSETT a nyní slouží jako pomocná stanice mezinárodní sítě pro monitorování jaderných explozí (CTBTO). Specialistou ústavu v CTBTO se sídlem ve Vídni je P. Firbas, který se zabývá využitím 3D-modelování při kalibraci globální seismické sítě mezinárodního monitorovacího systému (P. Firbas 2000). V roce 1994 byla v rámci mezinárodního projektu GEOFON vybudována širokopásmová stanice MORC na severní Moravě a od roku 1997 registrují na území Moravy dvě další širokopásmové stanice JAVC a KRUC, vybudované ve spolupráci s rakouským Ústředním ústavem pro meteorologii a geodynamiku ve Vídni (ZAMG). Data ze všech čtyř širokopásmových stanic jsou poskytována spolupracujícími českými i mezinárodními organizacím, a významně tak přispívají ke sledování seismicity ČR i střední Evropy.

V souladu s uvedenými skutečnostmi možno na závěr konstatovat, že současná česká seismologie je v Evropě oceňována. A to i přes své velmi skromné počátky v meziválečném údobí, po odtržení od dobře zorganizovaného seismologického výzkumu rakouského po roce 1918. Je třeba ocenit přínos všech pracovníků, kteří se na výsledcích v oboru české seismologie v právě uplynulém století podíleli. Nelze však jmenovitě nevzpomenout jmen pěti významných vědců, kteří svým celoživotním dílem českou seismologii proslavili nejvíce: Václav Láska, Alois Zátoupek, Vít Kárník, Jiří Vaněk Vlastislav Červený. Jim patří naše uznání nejvyšší.

Poděkování

Autor děkuje kolegům z Geofyzikálního ústavu AV ČR Praha J. Vaňkovi, A. Plešingrovi, J. Šílenému a J. Zedníkovi, a dále i J. Zahradníkovi z Matematicko-fyzikální fakulty UK Praha a J. Švancarovi z Ústavu fyziky Země, MU Brno za poskytnutí konkrétních údajů o výsledcích hlavních výzkumných prací v oboru seismologie.

Literatura

- [1] ČERMÁK, V.: *Geophysical institute of the Academy of Sciences, its history and present state*. Presented in Symp. on 75 years of geophysical research in Czechoslovakia and in the Czech Republic (1920–1995), Prague 23–24 November 1995. Nepublikováno.
- [2] ČERVENÝ, V.: *Seismic Ray Theory*. Cambridge : Cambridge Univ. Press 2001.
- [3] FIRBAS, P.: Location calibration based on 3-D modelling. In C. H. Thurber and N. Rabinowitz (eds.) *Advances in Seismic Event Location*, Amsterdam : Kluwer Academic Publishers, 2000, p. 135–161.
- [4] *Geophysical Institute of the Academy of Sciences of the Czech Republic*. Report for 2001. Prague : Geophysical Institute 2002.
- [5] CHRISTOSKOV, L. KONDORSKAJA, N. V. and VANĚK, J.: *Homogeneous magnitude system of the Euroasian continent: P waves*. Report SE–18. Boulder, World Data Center A for Solid Earth Geophysics 1979.
- [6] KÁRNÍK, V., MICHAL, E. and MOLNÁR, A.: Erdbebenkatalog der Tschechoslowakei bis zum Jahre 1956. *Travaux Inst. Géophysique*. Prague : Acad. Czechosl. Sci. 1957.
- [7] KOZÁK, J. and PLEŠINGER, A.: Beginnings of the regular macroseismic service and research in Austro-Hungarian monarchy. Part 1. *Studia Geophys. et Geod.*, **46**, 2002.
- [8] MATOUŠEK, O.: *Velký ilustrovaný přírodopis*. Část 7. Geologie. Praha, Ústřední učitelství nakladatelství a knihkupectví 1940. S. 3–100.
- [9] MEDVEDĚV, S. V., SPONHEUER, W. and KÁRNÍK, V.: *Seismic Intensity Scale*. Version 1964. Moskva : Akad. nauk SSSR, 1965.
- [10] Recommendations of the Committee on Magnitudes: *IASPEI Comptes rendus*, 1967, 15, p. 65.
- [11] SIEBERG, A.: *Handbuch der Erdbebenkunde*. Braunschweig : Vieweg u. Sohn, 1904. S. 319–320.
- [12] VANĚK, J.: *History of the geophysical research in Czechoslovakia 1920–1953*. Presented in Symp. on 75 years of geophysical research in Czechoslovakia and in the Czech Republic (1920–1995), Prague 23–24 November 1995. Nepublikováno.
- [13] ZAHRADNÍK, J.: *Department of Geophysics, Faculty of Mathematics and Physics, Charles University – its present state*. Presented in Symp. on 75 years of geophysical research in Czechoslovakia and in the Czech Republic (1920–1995), Prague 23–24 November 1995. Nepublikováno.
- [14] ZÁTOPEK, A.: Čtvrtstoletí Státního geofyzikálního ústavu. *Říše hvězd*, **27**, 1946, č. 1, s. 1–5.
- [15] ZÁTOPEK, A.: Sixty years since the foundation of the (state) Institute of Geophysics at the Charles University in Prague. *Studia Geophys. et Geod.*, **25**, 1981, p. 296–311.

<http://www.ig.cas.cz>

<http://www.eerc.berkeley.edu/kozak>

<http://www.kozak@ig.cas.cz>

Významné osobnosti české geodetické minulosti 19. století

Doc. Ing. Pavel Hánek, CSc.

ČVUT v Praze, fakulta stavební

Úvod

O dobrou pověst českého zeměměřičství se ve vzdálenější i bližší minulosti zasloužila řada významných geodetů, jejichž jméno je často pozapomenuto. V dalším textu bych rád připomněl (s různou mírou podrobnosti) některé z nich, narozené a převážně působící v 19. století, kteří významně přispěli k úrovni české, rakouské a v širších souvislostech i evropské geodézie.

V dalším textu uvádím bibliografické odkazy většinou zjednodušeně a přímo v příslušném odstavci. O zmiňovaných osobnostech byla v uplynulém desetiletí publikována podrobnější stať, s kterou se čtenář může snadno seznámit a kde nalezne vedle dalších informací obvykle i rozsáhlé literární odkazy. Výjimku tvoří dílo R. Daublebského a ty prameny, na které se další text opakovaně odvolává.

František Horský (1811–1866)

První vzpomínku věnujme Františku Horskému. Známa životopisná data jsou poměrně nečetná, na území habsburské monarchie nebyl za jeho života ještě vydáván odborný zeměměřický tisk. Nejdůležitějším pramenem jsou osobní vzpomínky a hodnocení z pera někdejšího Horského počtáře, pozdějšího přednosta vídeňské Triangulační a výpočetní kanceláře, dvorního rady A. Blocha, zpracované s poměrně značným časovým odstupem roku 1911 (viz např. [17]).

František Horský se narodil 3. 4. 1811 v Třeboni v rodině provaznického mistra. Po gymnaziálních studiích v Českých Budějovicích se zapsal v Praze na Stavovské technické učiliště i na univerzitu, kde studoval matematiku. Roku 1837 nastoupil jako adjunkt úřadu daně pozemkové. Již roku 1842 byl přeložen do Triangulační a výpočetní kanceláře ve Vídni, roku 1853 byl jmenován trigonometrem. Prošel bohatou praxí, působil například v Chorvatsku a v tehdejší Slavonii. „*Svědčí zajisté o znamenitém rozhledu jeho v těchto pracích a vysoké úrovni odborné, že vždy již při měření úhlů měl na mysli pozdější výpočet sítě.*“ Roku 1861 se stal druhým revidentem a technickým vedoucím kanceláře. Jeho představený, plukovník

Eduard von Pechmann, který byl roku 1860 jmenován vedoucím rakouského katastru, o něm referoval: „*Každý sebe obtížnější úkol je s to provést, kromě toho je nadán schopností poučiti a vésti jiné. ... Na svém dnešním místě je nepostradatelným.*“ Zemřel 14. 10. 1866 ve Vídni na cholera.

Krátce se zmiňme o jeho pracích. Roku 1844 konstruoval pravítkový planimetr Posenerova typu, který byl zaveden do rakouského katastru. Podstatně známější v odborné veřejnosti byl tzv. Horského diagram, navržený roku 1855 pro grafická vyrovnání sítí a používaný po dlouhá desetiletí. Diagram byl zařazen do služebních instrukcí a byl popsán ve významných učebnicích mocnářství i v rozšířeném německém časopise [1], [2], [3], [4]. Roku 1860 byla grafická triangulace IV. řádu nahrazena číselnou metodou s měřením teodolity, pro kterou F. Horský vypracoval instrukci. Ta nebyla vydána tiskem, ale některé části včetně výpočetních formulářů byly převzaty do (svým způsobem převratné) instrukce [3]. Roku 1865 spolupracoval F. Horský na instrukci pro stolová měření. Vedl a prováděl triangulaci pro katastrální mapování města Vídně v měřítku 1 : 720 i rozsáhlé výpočty pro práci E. Pechmanna o tížnicových odchylkách.

Horský byl důkladně seznámen s metodami vyrovnání i s metodou nejmenších čtverců (C. F. Gauss, 1809), která obecně nebyla ještě příliš rozšířena a byla považována za složitou. Do této oblasti spadá jeho nejvýznamnější vědecká práce. Na území Uher se tehdy používalo katastrální Cassini-Soldnerovo zobrazení se třemi soustavami: budapešťskou, klaštar-ivaničskou a sedmihradskou. Ukázalo se, že nelze vybudovat trigonometrickou síť jen v budapešťské soustavě. Bylo proto zvoleno a roku 1863 pro uherské katastrální mapy zavedeno nové zobrazení, které někdy v literatuře nese Horského jméno. Besselův elipsoid byl konformně zobrazen Gaussovým postupem na kouli pomocí tabulek vypočtených 1857 J. Markem (viz) za účasti našeho dalšího krajana Hoffmanna. Koule byla zobrazena do roviny azimutální stereografickou projekcí používající budapešťskou a sedmihradskou soustavu. Zobrazení, tabulky a postup byly publikovány v návodu [3]. Klad a značení listů byly v podstatě převzaty z předcházejícího zobrazení. Základem byla trigonometrická síť o 209 bodech, podmínkově vyrovnaná metodou nejmenších čtverců pod vedením F. Horského v letech 1860–1864 za účasti pouhých čtyř počtářů.

Zde „nezapomenutelný učitel“ prokázal „své vynikající geodetické nadání, neboť tento úkol vyřešil přímo geniálně a mistrovsky“. Protože se jednalo o jednu z největších evropských prací svého druhu, uvedme rámcové údaje řešení [17].

Měření bylo převzato z vojenské triangulace. Pro zhruba 1000 úhlů byly vypočteny průměry, střední chyby a váhy. Staniční vyrovnání však bylo uskutečněno až v průběhu podmínkového vyrovnání, rozděleného do sedmi skupin. Nejprve byly vyrovnány pomocí celkem 305 rovnic pro 373 úhlů čtyři rozvinovací sítě základny u Wiener Neustadt (Dolní Rakousko, *W*), Partynu (nyní polský Tarnow, *P*), St. Anny (nyní rumunský Arad, *S*) a u Radautze v Bukovině (dnes Ukrajina, *R*). Součástí řešení bylo dalších 3431 pomocných rovnic. Dále byly vyrovnány dílčí sítě *A*, *B*, z nichž každá zahrnovala základny *P*, *S*, síť *A* ještě základnu *W* a síť *B* základnu *R*. V síti *A* bylo sestaveno 154 podmínkových rovnic (z toho 28 stranových a základnových) a 589 pomocných rovnic pro vyrovnání 300 měřených úhlů. Na rozdíl od této části nebylo možno pro připojení a vyrovnání sítě *B* sestavit potřebný počet podmínkových rovnic. Pro doplnění chybějících dvou rovnic zvolil František Horský originální řešení zařazením 14 + 23 fiktivních trojúhelníků se společným centrálním (uzávěrovým) vrcholem, voleným zhruba uprostřed mezi oběma částmi trigonometrické sítě. Zbývající dva vrcholy každého z fiktivních trojúhelníků byly vždy tvořeny obvodovými body sítě *A*, *B*. Pro 318 měřených úhlů a 69 fiktivních, které byly výpočtem eliminovány, bylo řešeno ve čtyřech krocích 165 + 921 rovnic jednoznačného vyrovnání. Konečně jako sedmá skupina byl pomocí 50 + 351 rovnic pro 90 neznámých vyrovnání zpevňující příčný řetězec. Po vyrovnání následoval výpočet souřadnic v trojúhelnících s přihlédnutím k zavedenému zobrazení. Výpočet uherské trigonometrické sítě byl prováděn logaritmičtými desetimístními tabulkami. F. Horský odvodil důmyslnou soustavu kontrol a případných oprav, konstruoval pravítko pro výpočet excesů, každý mezi-výsledek osobně ověřoval. Pro úplnost představy o dosahované přesnosti: 91,1 % oprav úhlů z vyrovnání nepřekročilo 2", extrémní oprava dosáhla hodnoty +5,1".

Rozsah práce vynikne ve srovnání s britskou trigonometrickou sítí s 202 body, kterou pro podmínkové vyrovnání rozdělil Alexander Ross Clarke (1828–1914) do 21 skupin s 12 až 64 podmínkovými rovnicemi. Obdivuhodný výkon F. Horského a jeho spolupracovníků však nebyl dostatečně doceněn, protože například známá učebnice W. Jordana [15] jako největší vyrovnání uvádí výpočet saské sítě „jen“ o 159 podmínkových rovnicích.

Stereografická projekce byla koncem roku 1909 nahrazena konformním zobrazením koule na tři příčné válce, protože její délkové zkreslení dosahovalo hodnoty

1 : 10 000 a bylo příznivější jen do vzdálenosti 126 km od počátku, kdežto na okrajích území bylo až o řád větší, a výrazně tak převyšovalo přesnost délkových měření. Budapešťská soustava však nadále sloužila k vyrovnání sítě vyššího řádu.

Karel František Edvard Kořistka (1825–1906)

V naší odborné veřejnosti je pravděpodobně neznámější jméno vynikajícího českého geodeta, topografa, kartografa, statistika a pedagoga prof. PhDr. Dr. tech. h. c. Karla Františka Edvarda rytíře Kořistky [5].

Karel Kořistka pocházel ze starého moravského fojtského rodu. Narodil se 7. února 1825 ve vsi Březová u Svitav, studoval v Jihlavě, Brně, Vídni a Banské Štiavnici, kde byl i asistentem a na krátkou dobu nástupcem věhlasného fyzika Christiana Dopplera. V roce 1849 odešel na nově zřízenou techniku v Brně, aktivně se účastnil činnosti v Hospodářské společnosti a ve Wernerově geologickém spolku. Spolupráce s vídeňským geologickým ústavem ho přivedla k soustavnému měření výšek krajiny. Tyto původně účelové a k potřebám pozemního stavitelství zaměřené práce záhy rozšířil po celých zemích. Připravené mapy Horního a Dolního Rakouska však nepublikoval.

Roku 1851 přešel K. Kořistka na pražskou techniku, kde byl činný až do roku 1892. Při jejím rozdělení na českou a německou (1869) žádal o zařazení na českou školu, ale nebylo mu vyhověno. Prof. Kořistka se stal průkopníkem snah o zavedení samostatného zeměměřického studia, s kterými zvláštním podáním vystoupili v roce 1863 profesori vídeňské techniky (prof. Herr). Roku 1862 poprvé v Čechách aplikoval pozemní fotogrammetrii pro sestavení polohopisného plánu Prahy na podkladě snímkování z Hradčan a Petřína. Roku 1964 rozdělil přednášky na Geodesii I. ve 2. ročníku a Geodesii II. v 5. ročníku stavebního inženýrství. Tím zahájil přípravu specializovaných geodetických předmětů pro pozdější potřeby samostatného, rovnoprávného studia. Je zakladatelem českého zeměměřického názvosloví. Jako výraz ocenění zásluh byl pro rok 1863–1864 zvolen prvním rektorem utrakvistického Královského českého polytechnického ústavu. Po celou dobu působení na technice byl předním organizátorem českých vysokých a odborných škol a byl i jinak politicky a veřejně činný. Jeho odborné práce se přesunuly z Moravy do Čech.

V roce 1856 použil metodu hypsometrických prací na terénu Prahy a jejího okolí. Pro měření výšek sestrojil před rokem 1850 měřický přístroj, tzv. reflexní hypsometr. Roku 1858 vydal v Praze knihu „Studien über die Methoden und Benützung hypsometrischen Arbeiten“. Shrnuje v ní své poznatky o metodě hypsometrie, v níž

volil různé barvy pro výškové vrstvy, které případně podstínoval „*upustiv od dříve užívané metody šrafování, aby mapa podávala plastiku forem územních*“. Téhož roku vydal významný Výškopisný plán Prahy, v němž aplikoval tuto novou metodu znázornění výškopisu. Roku 1860 redigoval a ze značné části napsal geografický popis Moravy a Slezska, jehož přílohou byla velká výškopisná mapa zhotovená na podkladě úředních map zmenšených na třetinu. Současně vyšla i šrafovaná mapa 1:143 000, lépe vyhovující návykům uživatelů. Zkouškou byla mapa brněnského okolí 1:144 000. Velmi známé jsou i mapy Vysokých Tater (1863) a Krkonoš (1877) v měřítku 1:100 000, z nichž druhá byla součástí řady vědeckých prací „*Archiv přírodovědeckého prozkoumání Čech*“. Série hypsometrických výškopisných map Čech 1:200 000, zahájená roku 1864, zůstala nedokončena (čtvrtá sekce vyšla až po autorově smrti), protože VZÚ Vídeň roku 1882 zahájil a rychle dokončil tzv. III. vojenské mapování, kde už bylo použito vrstevnic.

V rytířském erbu, který je jednou z mnoha odměn a ocenění životního díla, uděleném roku 1878, je měřická pyramida na třech terénních vrcholcích a nad ní pět zlatých hvězd. Pod štítem je latinské heslo „*Každá hora se vytrvalostí zdolá*“. Jeho nositel zemřel 19. 1. 1906 v Praze.

Jan Marek (1834–1900)

Jan Marek patří k těm našim rodákům, kteří svým nadáním a pilí výrazně ovlivnili vývoj zeměměřičtví v bývalé habsburské monarchii, a tím i v širším evropském kontextu. Jeho životopisná literatura je poměrně chudá; pro své působení mimo české země tu byl – přes určité styky se zdejšími odborníky (např. s prof. K. Kořistkou) – málo znám [19].

Od dětství intelektuálně nadaný Jan Marek se narodil 18. 6. 1834 v Janovicích u Polné v početné nemajetné rodině, v níž se už po tři generace dědilo učitelské povolání. Po absolvování škol v Polné a v Telči byl jako teprve čtrnáctiletý zaměstnán v tzv. vyvazovací komisi, určující náhrady za zrušení desátků a osvobození od roboty (tzv. raabizace). Roku 1850 odešel do Vídně, kde po absolvování přípravného kursu byl přijat přímo do druhého ročníku tamější techniky. Studium ukončil s vyznamenáním (u všech zkoušek) roku 1854 a nastoupil místo měřického adjunkta v haličském (dnes ukrajinském) Lvově. Již v následujícím roce se zúčastnil grafické triangulace Uher IV. řádu v okolí Šoproně. V zimě počítal výměry tyrolského katastru a učil začínající

kolegy nejen rektifikace teodolitů, ale už i maďarštinu. Pro své „*věhlasně vynikající upotřebení pro polní práce měřické*“ byl rychle povyšován a roku 1857 byl jmenován adjunktem-kalkulantem vídeňské Triangulační a výpočetní kanceláře. Zde se seznámil s vynikajícím odborníkem krajanem Františkem Horským (viz), revidentem a pozdějším přednostou. Pod jeho vedením vypočetl pro území rakousko-uherské monarchie již zmíněné tabulky pro zobrazení Besselova elipsoidu na kouli Gaussovou metodou. V následujícím roce trianguloval (právě s F. Horským) v okolí Lučence, v dalších letech ve Slovinsku, Chorvatsku a v alpských říšských zemích. Přeložení do Vídně Janu Markovi dovolilo, aby své neúnavně doplňované vzdělání rozšířil externím studiem astronomie u prof. Dr. Littrowa na Polytechnickém ústavu. V té době již udržoval osobní nebo písemný styk s řadou významných evropských vědců.

Roku 1865 byl služebně povýšen na samostatného triangulátora a vyslán znovu na Slovensko a do (dnes rumunského) Sedmihradska. Roku 1868 byl Jan Marek jmenován uherským ministerstvem financí prozatímním přednostou (r. 1872 definitivním) Triangulační a kalkulační kanceláře v Budapešti. V letech 1865–1869 řídil triangulační a nivelační práce a katastrální mapování Budapešti, 1871 provedl stabilizaci katastru. Elaborát trigonometrické sítě byl roku 1873 vystaven ve Vídni a ještě na světové výstavě 1889 v Paříži byl oceněn čestným uznáním. Část bohatých zkušeností a výsledků své práce J. Marek publikoval časopisecky, zejména v článku [2] pojednávajícím o spojování a vyrovnání dvou nebo tří trigonometrických sítí. Tato práce vyvolala příznivý, mimořádně živý ohlas především ve Francii a Německu.

Za nejvýznamnější Markovo písemné dílo lze považovat „*Návod pro katastrální triangulaci*“ [3], který pro úřední potřebu napsal na požádání ministerstva financí. Spojuje obsáhlé teoretické, praktické a tabulkové části a příklady. Zpracování přesahuje rámec daný názvem, takže dnes je tato kniha důležitým svědectvím o tehdejšímu stavu vědeckého poznání i praxe. Obsah 397 stran většinou formátu je členěn do čtyř částí doložených četnými praktickými poznatky z téměř dvacetileté praxe autora. Například v § 133 a § 157 je definována úloha protínání zpět dvojbodů ze dvou párů daných bodů, vhodná pro úzká horská údolí. Úloha nyní nese Markovo jméno. Dodatek popisuje v jediném paragrafu přesnou nivelaci. Obsáhlou, převážně pozitivní recenzi této práce publikoval známý německý geodet a autor odborné literatury prof. Wilhelm Jordan („*...,Hodnocené dílo ukazuje potěšitelným způsobem proniknutí vědeckých metod do maďarského měření.*“).

* Ovládal jedenáct cizích jazyků; například v roce 1884 zvažoval nabídku k účasti při výstavbě nového Teheránu, a naučil se proto arabsky.

V květnu 1874 byl Jan Marek říšským ministerstvem války jmenován profesorem vyšší geodézie, vyšší matematiky a (zanedlouho z osnov vyřazené) sférické astronomie na elitní Vojenské akademii ve Wiener Neustadtu. Definitivní profesuru získal 1880 po reformě studia pro vyšší matematiku, geodézii a praktické měřictví. Psal interní texty pro výuku, spolupracoval na konstrukcích Stampferova a Roksandičova dálkoměru (ten se uplatnil v několika armádách), aktivně se zabýval astronomií, vyrovnávacím počtem, výpočetními postupy, tachymetrií. Podle soudobých svědectví byly celé jím zpracované partie přejímány do cizích publikací. Markova zájmu, obětavosti a nezištnosti využívalo i ministerstvo, které ho mimo pedagogický úvazek například jmenovalo technickým poradcem pro výstavbu vídeňského městského vodovodu (1885) nebo pověřilo výukou ruštiny důstojníků akademie a místní posádky (1887). V tomto místě, kterým symbolicky navázal na rodinné tradice, zůstal až do svého pensionování roku 1889. Uznáním a oceněním zásluh prof. Jana Marka bylo členství v komisi, která 1889 stanovila nový mezinárodní prototyp metru v podobě ryskového platinoiridiového měřidla s průřezem X.

Po odchodu do výslužby prof. Marek přesídlil do Jindřichova Hradce. Na pražské Jubilejní zemské výstavě 1891 byly vystaveny ukázky z jeho díla a některé z pomůcek v oddělení architektů a inženýrů; teprve tím se dostal do širšího povědomí české odborné i laické veřejnosti. Po přestěhování na Královské Vinohrady se aktivně stýkal s našimi předními odborníky, profesory Fr. Müllerem, Fr. Novotným, V. Láskou a nadále se (přes příznaky nervového onemocnění) věnoval svým vědeckým zálibám. Zemřel 9. 7. 1900 na mozkovou mrtvici, pohřben byl na Olšanech.

Robert Daublebsky von Sterneck (1839–1910)

Známý geodet a geofyzik plk. Dr. phil. h. c. Robert Daublebsky von Sterneck se narodil 7. 2. 1839 v Praze. Jeho životní dráha a významná odborná činnost je spojena s Vojenským zeměpisným ústavem ve Vídni. Byl vedoucím jeho hvězdárny i celého geodeticko-astronomického oddělení (1894), triangulačním ředitelem a zplnomocněným delegátem Mezinárodní komise pro evropská stupňová měření, později též dopisujícím členem Císařské akademie věd ve Vídni (1895) a Královské české společnosti nauk v Praze. Účastnil se rakouských stupňových a triangulačních měření, zahájených roku

1871 a řízených podle ustanovení zmíněné komise z roku 1864 [8] (komise vznikla na základě iniciativy pruského generála Dr. Josepha Jakoba von Baeyer roku 1863). Zasloužil se také o budování nivelační sítě Rakousko-Uherska. Roku 1899 byl jmenován čestným doktorem filosofie na věhlasné univerzitě v Göttingenu. Sterneck často působil v Čechách a udržoval úzké kontakty s mnoha českými vědci. Ve spolupráci s prof. K. Kořistkou prováděl četná výškopisná měření, rezultující v práci [9]. Výsledky však prezentoval zejména ve věstníku *Mittheilungen des k. k. militär-geographischen Institutes* (Mitth. MGI, zal. 1881). Roku 1887 zveřejnil výsledky trigonometrického určení polohy a výšky některých bodů města Prahy [10], roku 1889 studii o vlivu tíhových poruch na nivelační měření [11]. Právě studie o zemském tíhovém poli patří k jeho nejvýznamnějším vědeckým pracím. Z oblasti geofyzikálních bádání publikoval v letech 1883–1901 celkem 18 příspěvků v rozsahu zhruba 1000 stránek. Jejich citace je uvedena v [7].

První tíhová měření pod zemským povrchem uskutečnil greenwichský astronom, geofyzik a meteorolog George Biddell Airy v hloubce 383 m v dole v Hartonu. První pokus v roce 1827 byl neúspěšný, úspěch se dostavil až roku 1854. Roku 1875 dosáhla jáma Adalbert, otevřená roku 1779 v příbramském stříbronosném revíru, hloubky 1000 m. Při oslavě této události prof. K. Kořistka projevil přání, aby technický úspěch, umožněný vědou, vědě i posloužil. Účinnou spoluprací zainteresovaných osobností a organizací, zejména s pomocí známého geologa horního rady Pošepného, zahájil Robert von Sterneck už roku 1882 tíhová měření kyvadlovým přístrojem vlastní konstrukce s koencidenčním sledováním [12]. Přístroj s kyvadlem délky asi 24 cm, tj. s dobou kyvu zhruba poloviny sekundy, vyrobil mechanik E. Schneider ve Währingu. Kromě stanoviska v nejhlubším místě šachty byla zřízena další dvě – na povrchu a zhruba v polovině hloubky na 20. horizontu. Mezi stanicemi bylo telegrafické spojení. Pro vyloučení vlivu chodu hodin na pozorování byly používány dva stejné přístroje, jeden na povrchu, druhý v šachtě. Cílem bylo určit změny tíhového zrychlení v závislosti na hloubce. Práce byly velmi úspěšné, Sterneck roku 1883 oznámil empirické stanovení vzorce pro výpočet normálního zemského tíhového zrychlení a pro stanovení hustoty hmot zemské kůry, předcházející zatím neúplnou teorii této problematiky. V závislosti na vzdálenosti r od středu Země platí pro velikost normálního tíhového zrychlení Sterneckem stanovený empirický vztah:

$$\gamma = 2,6950 r - 1,8087 r^2 + 0,1182 r^3$$

* *Českokobudějovičtí měšťané Doudlebští byli do šlechtického stavu povýšeni roku 1620 dekretem, v němž bylo jméno zkomoleno, ale příslušníci rodu je z úcty používali. Přesto je v mnohých literárních pramenech jméno uváděno v podobě R. Doudlebsky v. S., případně též v české variantě Šternek.*

a pro výpočet hustoty

$$\rho = -12,512 r + 15,136.$$

Na jaře a na podzim 1883 znovu měřil v Čechách, tentokrát v síti o sedmi bodech a v 1000 m hluboké jámě Františkovy dědičné štoly železoruďného revíru Krušná Hora u Berouna. O výsledcích referoval opět ve „Sděleních VZÚ Vídeň“ [13]. Rovnice pro výpočet normálního tíhového zrychlení byly zpřesněna na tvar

$$\gamma = g(2,5854r - 1,5854 r^2).$$

V létě 1883 konal astronomická měření v rámci stupňových měření v Sedmihradsku, v okolí Kronstadtu v podhůří Transsylvánských Alp. Mimo jejich rámec provedl též tíhová měření na třech stanovištích s nadmořskými výškami 620 m, 573 m a 958 m. Ve výsledcích byl nalezen nesouhlas, který vedl k úpravě dosud používaných vzorců redukci z převýšení [14]. Roku 1884 Sterneck konstruoval přístroj pro měření zemské tíže, nepracující na principu kyvadla, tzv. barymetr. V dalších letech prováděl tíhová měření v jámě Abraham u saského Freibergu. Dospěl k závěru, že nárůst teploty v podzemí je i důsledkem tlaku nadloží. V letech 1885–1887 postavil mechanik Schneider podle návrhu R. Daublebského, podporovaného Rakouskou komisí stupňových měření, nový kyvadlový, transportabilní přístroj. Kyvadlo délky asi 0,25 m je umístěno ve vakuu, doba kyvu se měřila koincidenčním zařízením. Byl určen k měření rozdílu tíže na dvou stanovištích s použitím pouze jediných hodin. Ve svých pracích se zabýval vlivem rozložení hmot zemské kůry na astronomická určení polohy (1888) a na nivelační výsledky (1888, 1889). Bohatě zkušenosti využil v letech 1889–1895, kdy prováděl se svými spolupracovníky (zejména npor. Křifkou a svým synem) na území Čech první velkoplošná tíhová měření v monarchii. Síť zahrnuje 26 astronomických stanic a triangulační body Ďáblice, Sněžka, Sněžník. Naše země se tak stala první, kde byla tíhová měření prováděna systematicky. Celkově časem dosáhla tato síť počtu 107 bodů v českých zemích a 35 bodů na Slovensku. Následovaly observace v Alpách a v Itálii (1891), kde se Sterneck zabýval též tížnicovými odchylkami a zpřesněním průběhu geoidu, další měření pak v Berlíně, Postupimi a Hamburgu (1892). V té době námořní poručík A. Gratzl prováděl kyvadlová měření na moři v rámci francouzské expedice na Špicberky (výsledky publikoval Sterneck roku 1892). V roce 1893 působil v Paříži při stanovení francouzského základního bodu, na základě pozvání gen. J. T. Walkera, náčelníka indické měřické služby v Greenwiche, a pak ve Strasburgu. Roku 1893 publikoval ve „Sděleních VZÚ“ výsledky tíhových měření na 309 stanicích a zároveň také „Instrukci pro provádění kyvadlových měření.“ Roku 1901 stoupl počet jím určených tíhových bodů na 544. Sterneckovo úsilí bylo oceněno řadou vojenských i vědeckých vyznamenání. Do výslužby odešel roku 1905. Zemřel dne 2. 11. 1910.

Antonín Tichý (1843–1923)

Ing. Antonín Tichý se narodil 19. 7. 1843 v moravském Tlumačově u Uherského Hradiště [21]. Po studiích na gymnáziu v Kroměříži zvolil povolání svého otce v roce 1863 absolvoval Moravskoslezskou lesnickou školu v Úsově, na níž se nutně seznámil se zeměměřictvím. Jako ženista se účastnil prusko-rakouské války v roce 1866, na vlastní žádost byl v hodnosti nadporučíka jezdecka uvolněn v roce 1871 z aktivní služby. Vrátil se k lesní správě, přičemž se široce zabýval geodézií, již věnoval i osobní zájem. Roku 1874 vídeňský výrobce Gustav Starke podle jeho návrhu upravil univerzální teodolit (reverzní libela, okulárový mikrometr), s nímž o tři roky později trianguloval v okolí Bad Ischl. Roku 1876 vynalezl logaritmické dělení dálkoměrné latě se šachovnicovou stupnicí, kterou bylo možno užívat ve spojení s tachymetry Reichenbachova typu s pevnými nitěmi. V následujícím roce navrhl novou konstrukci tachymetru, od roku 1878 vyráběnou podle patentu Tichý – Starke v závodě partnera. O dva roky později následovalo na stejném principu konstruované záměrné tachymetrické pravítko s měřickým stolem, které se uplatnilo ve VZÚ Vídeň. S určitými úpravami byla souprava používána ještě v poválečných 20. letech v rakouském katastru. Mezi jeho nejvýznamnější spisy, zaměřené na lesnictví, patří zejména práce „Der qualifizierte Plentenbetrieb“ (Wien 1891), v níž formuloval sedmnáct dodnes uznávaných zásad lesníka, založených na respektování přírodních zákonů.

Roku 1887 již potřetí opustil zajištěné postavení, tentokrát ve funkci centrálního lesního ředitele. Jednou z prvních prací na novém působišti – ředitelství rakouských státních drah – bylo vytyčení železničního viaduktu u Červené na trati Tábor–Ražice, který je dnes významnou technickou památkou. Svou tachymetrickou metodou zaměřil exponovaný územní pruh pro výstavbu vídeňské městské dráhy, vytyčoval řadu mostů a zejména tunelů na stavbách alpských drah a pořizoval podklady pro většinou neuskutečněné projekty v Jižním Tyrolsku (dnes území Itálie). Pro tyto účely konstruoval speciální pomůcky a originálně upravil tzv. kosočtverečnou metodu pro měření základen v sítích, která však zapadla, možná i pro nepříznivá hodnocení (údajně problematických) ověřovacích zkoušek, prováděných VZÚ Vídeň. Navrhl a publikoval metodu prostorového zaměření bodů polygonových sítí, do roku 1890 přísluší konstrukce vynášecího přístroje. I nadále však přetrvával jeho zájem o původní profesi, v níž byl stále uznávaným odborníkem. Roku 1897 podnikl na pozvání soukromou studijní cestu do Švédska a Norska, zaměřenou na lesní hospodářství.

V tzv. Studienbureau (předchůdce výzkumných ústavů) rakouských železnic byla našemu krajanovi, který byl roku 1910 jmenován vrchním inspektorem, svěřena oblast geodetických prací. Podklady neuvádějí rok nabytí stavovského inženýrského titulu, který mu většinou

přiznává až novější literatura. Patrně se tak stalo na podkladě císařského nařízení č. 130/1917 říšského zákoníku. V roce 1916 byl členem redakční rady časopisu a členem výboru zeměměřické skupiny Rakouského spolku inženýrů a architektů. V uznání zásluh byl zvolen na dvouleté období předsedou, pro určité rozpory ale téhož roku z funkce odstoupil; roku 1918 byl do výboru znovu navržen. Jeho předchůdcem a zástupcem byl profesor Eduard Doležal, nástupcem pak profesor Theodor Dokulil. Na stránkách spolkového časopisu Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur – und Architekten – Vereins je možno nalézt mnohé jeho příspěvky, zaměřené na spolkovou činnost nebo polemizující s jinými autory (např. o reverzní libele – 1894, o přesnosti čtení na stupnicích – 1898, o technice pěstění lesa roku 1900 – česky vyšlo až v roce 1966, o tachymetrii roku 1901, o určení délky geodetických čar 1909, o vytyčování dlouhých tunelů 1914, o lesnictví 1916 – česky 1959, o protínání vpřed 1917).

Letopočty 1881–1912 vymezil Antonín Tichý období, v němž se aktivně věnoval teoretickým a konstruktérským pracím na svém nejvýznamnějším díle, pozoruhodné a originální logaritmicko-tachymetrické metodě. Značné časové rozpětí svědčí o neutuchající snaze „*povznésti tuto co nejvýše až ku skutečně dosažitelnému stupni přesnosti*“. Reagoval tak na prudký rozvoj stavební geodézie, vyvolaný průmyslovou revolucí 19. století, předjímající úkoly dnešní inženýrské geodézie. Její význam si plně uvědomoval: „*Jedním z nejvydatnějších pramenů zdražování novostavby, jakož i pozdějšího udržování a provozu, ... jest stavebně-technická vyměřovací prakse, ... poněvadž ona často způsobila velmi nákladné omyly při sdělávání projektů.*“ Konečnou verzi popsal např. v článku [16].

K přístrojům s okulárovým mikrometrem, původně vyráběným firmou Starke & Kammerer, patří speciálně konstruovaná a vyrobená třímetrová pevná lať; bílé klínky (v pozdější konstrukční variantě rysky) na kontrastním černém pozadí jsou další původní myšlenkou A. Tichého. Dekadický logaritmus šikmé vzdálenosti se četl (s opakovanými koencidencemi) na šest míst mantisy. K výsledku se připojovaly logaritmy tabelovaných redukci na vodorovnou délku a empiricky zjištěné přístrojové korekce. Pro opravu z nadmořské výšky (0 až 3000 m) autor sestavil potřebné tabulky. Ze vzorů zápisníků a dalších údajů v různých publikacích autor tohoto textu odvodil pro obousměrné měření délek relativní přesnost $1 : 4500 - 1 : 9000$ (0,00–0,01 m na 100 m) závislou na sklonu záměry. Kilometrová chyba nivelace se pohybuje v rozmezí 5–16 mm podle počtu stanovisek (5–12), případně podle sklonu záměr. Střední chyba měření vodorovných a svislých úhlů bývá uvažována v rozpětí 5"–15". Metoda se však neuplatnila. Praxe zvolila rychlejší a snazší postupy, i když méně přesné. Určitou úpravou této metody byl v 50. letech zkonstruovaný Zeissův optický logaritmický dálkoměr LOTA.

Ing. Antonín Tichý odešel do důchodu v roce 1919 s titulem vládního rady. Soumrak jeho života nebyl příliš šťastný. Zemřel 28. 10. 1923 po operaci na klinice ve Štýrském Hradci, aniž by uskutečnil dlouho připravovaný návrat do ČSR.

František Müller (1835–1900)

Prof. František Müller se narodil 4. 9. 1835 v Libochovicích. Po maturitě na gymnáziu v Litoměřicích studoval v letech 1854–1856 Polytechnický ústav v Praze, na němž uzavřel studia v roce 1861. V mezidobí pěti let byl jmenován adjunktem katastrálního měření v Jižním Tyrolsku, dnes patřícímu k Itálii. Po absolvování nastoupil úspěšnou vědeckou a pedagogickou dráhu, která byla přerušena až roku 1897 nemocí. Roku 1863 se stal asistentem na tehdejší stolici matematiky, o rok později asistentem geodézie u prof. Karla Kořistky (viz) a suplentem přednášek nižší geodézie s českým vyučovacím jazykem, který byl zaveden schválením organického statutu v listopadu 1863. Od akademického roku 1868–1869 přednášel *Geodesii I. a II.* v českém jazyce paralelně s přednáškami prof. Kořistky. Stal se tak prvním učitelem přednášejícím geodézii výhradně v češtině, zasloužil se o rozvoj odborného názvosloví. Roku 1867 byl jmenován mimořádným a následujícího roku řádným profesorem geodézie na Vysoké škole technické v Praze, po rozdělení polytechniky na samostatnou českou a německou část podle usnesení sněmu Království českého zůstal na české škole.

Publikační činnost prof. Müllera byla velmi obšírná (např. „Nivelování a grafické určování výšek“ 1867, „O vlivu tížnice na měření a na určení osy dlouhých tunelů“ 1883, „O sférickém excesu“ 1886–1887, zveřejněné vždy ve „Zprávách Spolku architektů a inženýrů v Království českém“). Mimo to jako první v praxi u nás vyzkoušel novou polygonometrickou metodu podle instrukce [6]. V roce 1876 začal na popud českých studentů, sdružených ve Spolku posluchačů inženýrství, pracovat na významné učebnici „Kompéndium geodésie nižší a vyšší“ [1]. Ta „*zavedla češtinu do kanceláří*“ a ovlivnila několik generací našich zeměměřičů. Byly vydány tři díly, z finančních důvodů každý po třech sešitech. Za vydatného přispění Spolku architektů a inženýrů, který sešity rozesílal místo spolkového časopisu, vyšel první díl v letech 1887–1894. Další vydávání převzala nově založená „České matice technická“ (1895). Na třetím a čtvrtém sešitu už autorsky spolupracoval František Novotný, který do roku 1902 dokončil „*Geodesii nižší*“. Toto dílo, spolu s pracemi dalších autorů, představovalo další krok k národnímu technickému osamostatnění.

Ještě za působení Prof. Františka Müllera došlo k dlouho připravované a vyžadované reformě studia

[18]. Po dokončení reambulace stabilního katastru r. 1863 se v praxi začal výrazně projevovat nedostatek kvalifikovaných měřičů. Na přání ministerstva financí vydalo ministerstvo kultu a vyučování výnos ze dne 2. 2. 1896, jímž bylo školního roku 1886–1887 zřízen na říšských vysokých technických školách dvouletý zeměměřický běh, zpravidla v rámci kulturního odboru (fakulty; zahrnoval zejména směry konstruktivní a vodohospodářské). Před komisi 1. státní zkoušky, vedenou v Praze prof. Müllerem, předstoupilo dne 1. 1. 1898 prvních osm uchazečů, budoucích absolventů.

Prof. František Müller zemřel zanedlouho po svém penzionování, 21. 10. 1900 v Praze.

František Novotný (1864–1918)

František Novotný se narodil se 20. 9. 1864 v Němčicích na Hané. Roku 1889 absolvoval stavební inženýrství na České technice v Praze, kde se následujícího roku stal asistentem prof. Müllera. Pro obor nižší geodézie se habilitoval již roku 1893, pro vyšší geodézii roku 1897. Mimořádným profesorem byl jmenován v roce úmrtí svého předchůdce, řádným profesorem o tři roky později, tj. 1903. Ze širokého oboru působnosti je možno vyzvednout jeho zájem o nivelaci a topografii, ale i o tvorbu plánů měst a odbornou terminologii, jak je toho důkazem celá řada pojednání („Základy rýsování situačního a terrainího“, 1892; „Mezinárodní praecisní nivellement okolí Prahy“, 1893; „Geodetický slovník česko-francouzsko-německý“, 1902). Současně byl uznávaným praktikem jako úředně autorizovaný stavební inženýr, geometr a stavitel. V letech 1891–1893 řídil v zastoupení prof. Františka Müllera měřické a výpočetní práce, spojené s vyhotovením tzv. regulačních plánů města Písku novou polygonometrickou metodou [6], určenou pro nová katastrální měření ve městech. Ve státní službě ji poprvé použil v letech 1892–1895

Ing. Alois Skrbek v Berouně. Dobová odborná literatura tvrdí, že spolu s Ing. K. Zemanem tuto – při prvních aplikacích neúspěšnou – metodu v Rakousku-Uhersku zachránili. Výsledky jejich prací i z dalších lokalit posloužily jako podklad pro stanovení mezních odchylek pro revidované vydání instrukce z roku 1894. Nejzávažnější prací je kompendium geodézie a sférické astronomie, jehož zpracování již zahájil prof. Müller. Třídílná učebnice „Geodésie nižší“ je první moderní a úplnou publikací tohoto oboru v české řeči, svým významem přesahující rámec vysokoškolské učebnice. Prof. Novotný vydal roku 1909 ještě první díl „Geodésie vyšší“, která však zůstala nedokončena [20].

Roku 1906 byl zvolen mimořádným členem Královské české společnosti nauk a téhož roku byl zvolen také poslancem říšské rady. Funkce rektora, kterou zastával v letech 1907–1908, byla oceněním jeho pedagogického a vědeckého působení. Zemřel náhle, krátce před vznikem Československého státu dne 27. 7. 1918 v Senohrabech u Prahy; pohřben byl ve svém rodišti. Jeho nástupcem se stal prof. Jaroslav Pantoflíček.

Závěr

Vzhledem k zaměření na 19. století nejsou v tomto přehledu, i tak neúplném, zařazeni odborníci, kteří se sice v uvedeném období narodili, ale po značnou část svého vědeckého života působili až v následujícím století – tedy za odlišných společenských i odborných podmínek. K nim patří zejména profesor Univerzity Karlovy Václav Láška (*1862 Praha, †1943 Řevnice u Prahy), astronom, geodet, geolog, kartograf, matematik, seismolog a statistik [22] a prof. Eduard Doležal (*1862 Heřmanice, předměstí Moravských Budějovic, †1955 Baden), profesor vídeňské techniky, geodet, důlní měřič, spoluzakladatel vědního oboru fotogrammetrie, reformátor odborného školství [23].

Literatura

- [1] MÜLLER, F. a NOVOTNÝ, F.: *Geodésie nižší*. Díl 1–3. Praha : 1902.
- [2] MAREK, J.: Über die Ausgleichung trigonometrischen Anschlussnetze. *Zeitschrift für Vermessungswesen* 3, 1874. S. 159–176.
- [3] MAREK, J.: *Technische Anleitung zur Ausführung der trigonometrischen Operationen des Katasters*. Budapest, A Magyar Királyi Allmnyomdából 1875.
- [4] HARTNER, F. a DOLEŽAL, F.: *Hand und Lehrbuch der niederen Geodäsie*. Wien : 1904.
- [5] *První české výškopisné mapy Karla Kořistky*. Praha : VZÚ 1974.
- [6] *Instruktion zur Ausführung der trigonometrischen und polygonometrischen Vermessungen etc. des Grundsteuer-Katasters*. Wien : 1887.
- [7] HAARDT, R. von Hartenthurn: *Die Tätigkeit des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in den letzten 25 Jahren (1881–1905)*. Wien : Verlag des MGI 1907.
- [8] *Die Ergebnisse des Praecisions-Nivellement in der österr.-ungar. Monarchie. Westlicher Teill*. Wien : K. k. militär-geographisches Institut 1897.
- [9] DAUBLEBSKY, R. a KOŘISTKA, K.: *Seznam výšek v Čechách, jež v letech 1877–1879... trigonometricky stanoveny byly*. Archiv pro výzkum Čech, 3.
- [10] DAUBLEBSKY, R.: *Trigonometrische Bestimmung der Lage und Höhe einiger Punkte der königl. Hauptstadt Prag*. Wien : Mittheilungen des k. k. militär-geographisches Institutes (Mitth. MGI) 1887.
- [11] DAUBLEBSKY, R.: *Untersuchungen über den Einfluss der Schweresstörungen auf die Ereigniss des Nivellement*. Wien : Mitth. MGI 1899.
- [12] DAUBLEBSKY, R.: *Untersuchungen über die Schwere im Innern der Erde*. Wien : Mitth. MGI 1882, S. 77–120.
- [13] DAUBLEBSKY, R.: *Wiederholung der Untersuchungen über die Schwere im Innern der Erde*. Wien : Mitth. MGI 1883. S. 59–94.
- [14] DAUBLEBSKY, R.: *Untersuchungen über die Schwere auf der Erde*. Wien : Mitth. MGI 1884. S. 89–175.
- [15] JORDAN, W.: *Handbuch der Vermessungskunde*. Teil 1. 6. Hrsg. Stuttgart : Eggert 1906.
- [16] TICHÝ, A.: Definitivně ustálená metoda logaritmicko-tachymetrická. *Zeměměřičský věstník*, 2, 1914, č. 2, s. 18–25, č. 3, s. 33–39.
- [17] HÁNEK, P.: František Horský (1811–1866). *Geodetický a kartografický obzor* (dále jen GaKO), 42/84, 1996, č. 1, s. 8–11.
- [18] HÁNEK, P.: Století zeměměřického studia. *GaKO*, 42/84, č. 4, s. 81–85.
- [19] HÁNEK, P.: Prof. Jan Marek (1834–1900). *GaKO*, 40/82, 1994, č. 5, s. 101–103.
- [20] HÁNEK, P.: K historii první české vysokoškolské učebnice geodézie. *Dějiny vědy a techniky*, 17, 1984, č. 4, s. 230–241.
Zkrácená verze: První česká vysokoškolská učebnice geodézie. *GaKO*, 30/72, 1984, č. 7, s. 170–171.
- [21] HÁNEK, P.: Antonín Tichý – geodet konstruktér. *GaKO*, 38/80, 1992, č. 4, s. 78–82.
- [22] HÁNEK, P.: Václav Láska (1862–1943). *GaKO*, 40/82, 1994, č. 2, s. 32–33.
- [23] HÁNEK, P.: Eduard Doležal (1862–1955). *GaKO*, 41/83, 1995, č. 5, s. 95–96.

Profesor Ing. Miloš Pick, DrSc., osmdesátiletý

prof. Ing. Milan Burša, DrSc.

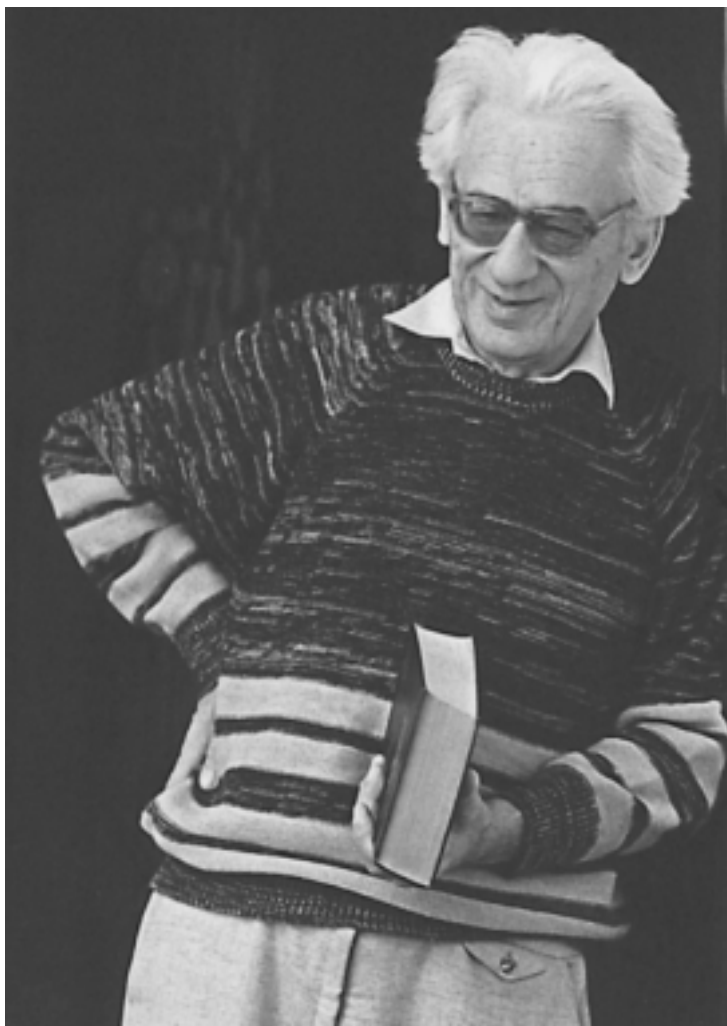
Prof. Ing. Miloš Pick, DrSc., se dožívá svých osmdesátin v úžasné duševní svěžesti, vynikající erudici, doslova na vrcholu tvůrčích vědeckých sil. Nedávno dokončil rukopis další vědecké knihy. Je to obdivuhodné. Přitom prošel tolika životními peripetemi, byl dokonce vězněn.

Pochází z východních Čech. Narodil se v Luži 1. září 1923, absolvoval Vančurovo reálné gymnázium na Smíchově. Po maturitě v r. 1942 byl totálně nasazen v továrně Radioslavia v Praze. V roce 1944 byl zatčen a vězněn až do konce války v koncentračních táborech Klein Stein a Osterrode.

Vystudoval zeměměřickou fakultu Vysoké školy speciálních nauk v Praze, druhou státní zkoušku složil s vyznamenáním r. 1950, v témže roce nastoupil do Státního ústavu pro geofyziku, pozdějšího Geofyzikálního ústavu Akademie věd ČR, kde pracuje dodnes.

V roce 1951 byl povolán na dlouhodobé vojenské cvičení (1951–1953) do Banské Bystrice, do Prahy a poté do Dobrušky. V Dobrušce pracoval během roku 1952 na vybudování geodetického referenčního systému 1952. Za vyřešení úkolu byl mimořádně povýšen a propuštěn do zálohy jako ing. major v záloze.

Kandidátskou disertační práci na téma „Převod čs. trigonometrické sítě na elipsoid Krasovského“ obhájil v roce 1959, doktorskou disertační práci na téma „Teorie tíhového pole“ v roce 1963. Předmětem byla vysokoškolská učebnice a anglicky psaná monografie, vydaná v nakladatelství Elsevier, Amsterdam, roku 1973. Tato kniha se setkala s výjimečným zahraničním ohlasem, dosáhla stovky citací. Nepozbyla na aktuálnosti dodnes, očemž svědčí její současné citace ve světové literatuře. (Například za rok 1999 byla tato kniha v časopise *Journal of Geodesy* nejcitovanější českou a slovenskou publikací.) Teoretické základy tíhového pole, které v ní Pick podal, slouží dobře i v badatelských geodetických a geofyzikálních pracích družicové epochy.



V letech 1960–1970 byl Miloš Pick ředitelem Geofyzikálního ústavu ČSAV. V roce 1964 zorganizoval velmi úspěšné mezinárodní sympozium „Determination of the Figure of the Earth“, konané pod záštitou mezinárodní asociace (IAG). Toto sympozium vešlo do dějin fyzikální geodézie zejména proto, že umožnilo první přímý kontakt světových osobností obou nejvýznamnějších světových geodetických škol – školy Moloděnského a školy Heiskanenovy-Moritzovy. Tato skutečnost je dodnes připomínána na půdě IAG.

V září 1969 zorganizoval velice úspěšné druhé mezinárodní sympozium „Physical geodesy“, které na předchozí navázalo. Z půdy IAG byl pak opakovaně

projeven zájem, aby Pickova sympozia tzv. pražské školy s touto tematikou pokračovala. Stala se milníkem stimulujícím rozvoj fyzikální geodézie v celosvětovém měřítku. Bohužel k tomu již nedošlo. V roce 1970 byl Pick zbaven všech funkcí. Dokonce bylo zrušeno jeho habilitační docentské řízení na Stavební fakultě ČVUT, které v té době bylo již prakticky zakončeno.

Pedagogických a vědeckých funkcí zastával M. Pick celou řadu. Byl po několik období předsedou komise pro obhajoby kandidátských a doktorských disertačních prací z oboru geofyziky a geodézie, místopředsedou vědeckého kolegia astronomie, geodézie, geofyziky a meteorologie ČSAV, předsedou Čs. Národního komitétu geodetického a geofyzikálního, předsedou Speciální studijní skupiny IAG „Zkušební oblasti – umělé modely“. Všechny svěřené funkce vykonával vždy s nevšední zodpovědností, korektností a obětavostí. Nesnášel a nesnáší kompromisy, nikdy, jde-li o zájem vědy a o úroveň vysokoškolské vědecké práce. Vyslovuje se vždy přímo proti aktivitám, které geodetickou vědu a její výuku poškozují. Je přímý, vždy však spravedlivý.

Ostatně takovým byl i jeden z jeho učitelů – prof. F. Fiala, který Miloše Picka již v začátcích jeho vědecké dráhy zval na zasedání katedry, kterou vedl, a velice si přál, aby Pick na fakultě působil společně doc. Kašparem, kterého si zvolil za svého nástupce.

Po roce 1989 bylo na Stavební fakultě Pickovo habilitační řízení obnoveno. Habilitační komise navrhla bez prodlení zahájit řízení na jmenování doc. Miloše Picka profesorem vyšší geodézie. To bylo zakončeno skvělou Pickovou inaugurační přednáškou „Problémy moderní geodézie“. Ke jmenování profesorem však došlo až po trapně ostudných průtazích v roce 1994.

Rozsáhlé vědecké Pickovo dílo je soustředěno asi na 190 původních prací otištěných převážně v mezinárodních časopisech a monografiích, částečně v domácích monografiích. Zasahuje do řady základních problémů gravimetrie a geodézie. Jedním z nich je teorie tvaru Země, k jejímuž rozvoji Pick podstatnou měrou přispěl. Pickovy práce rovněž zasahují do problematiky struktury a dynamiky zemské kůry a pláště. Jejich význam je všeobecně uznáván a oceňován nejen na domácí půdě, nýbrž zejména v zahraničí.

Významné jsou Pickovy zásluhy na poli pedagogickém. Vychoval devět aspirantů, dva z nich jsou dnes již doktory věd. V roce 1969 zavedl na Matematicko-fyzikální fakultě Karlovy university v Praze předmět „Teorie potenciálu a její aplikace pro geofyzikální problémy“. Teorii potenciálu přednášel ve dvou postgraduálních kurzech, od roku 1974 organizoval vždy po dvou letech celostátní semináře (sympozia) „Současné problémy gravimetrie“, od roku 1978 se zahraniční účastí.

Profesor Pick je geodetem světového formátu, který významně zasáhl do světového vývoje zejména v oboru fyzikální a teoretické geodézie. Je autoritou na půdě Mezinárodní geodetické asociace. Je vědeckou osobností vysokých morálních kvalit, jeho jednání jsou vždy přímá, vždy veskrze korektní a vždy v zájmu vědy, již je cele oddán a nezištně jí slouží. Je důstojným pokračovatelem slavné české geodetické školy Fialovy, Ryšavého a Bucharovy.

Přejeme mu pevné zdraví a stále tak vysokou tvůrčí vědeckou erudici.

Odešel pplk. v. v. Ing. Jiří Kánský, náčelník Vojenského topografického ústavu

plk. Ing. Karel Brázdil, CSc.

Jsou osobnosti, které zanechávají v paměti spolupracovníků a současníků trvalé vzpomínky díky své výjimečnosti a díky pozitivnímu významu pro jejich život. Mezi takové osobnosti patří bývalý náčelník Vojenského topografického ústavu, pplk. Ing. Jiří Kánský, který nás předčasně dne 8. srpna 2003 opustil.

Ing. Kánský ve svých 33 letech přebíral v roce 1960 funkci náčelníka VTOPÚ. Bylo to v období, kdy v tehdejší topografické službě docházelo k postupné generacioní výměně starších pracovníků, v převážné většině ještě odchovanců předválečného Vojenského zeměpisného ústavu, kteří se jako „zakladatelé“ stali prvními výkonnými pracovníky nového zařízení služby v Dobrušce. Nastupující generace již měla vysokoškolské vzdělání, moderní názory na úkoly služby a znalosti soudobých technologií, které ve většině případů nahrazovaly tradiční přístupy a řešení. Prozíravost tehdejšího velení služby, aktivita mladých a tolerantní přístupy starších k zaváděným novinkám ve svém souhrnu tehdy umožnily hladký přechod a nástup nových technologií. Nové přístupy zcela jednoznačně potvrdily svoji převahu a také nevyhnutelnost nasadit je v přípravě a vlastním průběhu 1. celostátního mapování v měřítku 1 : 25 000, které bylo v terénu úspěšně zakončeno v rekordním čase čtyř let.

V té době ještě probíhalo celostátní mapování v měřítku 1 : 10 000, na kterém se VTOPÚ podílel v rozsahu 21 % státního území s úspěšným uplatněním technologie určování vlíčovacích bodů prostřednictvím aerotriangulace. Byl to právě Ing. Kánský, který se ve spolupráci s doc. Ing. Krátkým zasloužil o zavedení této aplikace, a to poprvé v ČSR. Šedesátá léta byla velmi významná, technologicky velmi pestrá a také plodná – probíhala revize bodů státní trigonometrické sítě, zřizování orientačních bodů a také první obnovy topografických map; byl zaváděn kontinentální geodetický systém 1942, přímé topograficko-geodetické zabezpečení vojsk a vojenských objektů; pokračovalo vyměřování na státních hranicích, velkoměřítkové mapování pro vojenskou i civilní potřebu. Přibývaly typy nové techniky – gyroteodolity, tellurometry – a byl postupně zahájen nástup techniky výpočetní.

Velký význam měla v tehdejší etapě výzkumná a vývojová činnost, jejich součinnostní podpora ze strany velení ústavu a služby. Pokračovala aplikace moderních technologií do fotogrammetrie, geodézie i geofyziky

v oblasti gravimetrie a seismiky. Neustálý vývoj vyžadoval pohotová řešení i v oblasti přípravy lidského faktoru – probíhaly velitelské dny a školení vojáků z povolání na potřebnou profesionální úroveň, byla zorganizována odborná příprava občanských pracovníků, tzv. škola práce. Byly zpracovávány aktuální předpisy a odborné pomůcky; tehdejší Vojenský topografický obzor přinášel kvalitní, odborně fundované články a informace z praxe.

Byla to doba, kdy vznikaly první informační fondy o státním území, registry, archivy leteckých měřických snímků, topografických a kartografických podkladů. Vznikaly také první mapy se speciální uživatelskou orientací – letecké, deklinační, gravimetrické; byl zahájen provoz fotografických družicových observací a příprava provozu seismické stanice Polom. Vznikla dokonce lokální gravimetrická komparační základna Šerlich, která byla později zapojena do státních tíhových základů. Probíhala často velmi úzká spolupráce s civilními výzkumnými institucemi, zvláště s Výzkumným ústavem geodetickým, topografickým a kartografickým; ústav se podílel na realizaci geodetických tíhových základů a definici systémového kvazigeoidu v S-1942. Typické pro uvedené období tak byl vstřícný vztah k zahraničním technickým a technologickým informacím; velení ústavu podporovalo práci tehdejší tzv. komplexní racionalizační brigády i činnost pobočky čs. vědecko-technické společnosti.

Rozsah a pestrost prací, za které jako náčelník ústavu Ing. Kánský odpovídal, vyžadovaly vedle znalostí podstaty každé technologie profesionální nadhled a také umění jednat s lidmi. Jeho nejbližší spolupracovníci mu byli kvalifikovanou oporou a zároveň pro něho vytvářeli zázemí potřebného lidského porozumění. Ve vztahu k ostatním pracovníkům ústavu byl vždy přímý, otevřený a čestný, důsledný a věcný, nepodléhal emocím; tyto vlastnosti mu vytvářely trvalé uznání a respekt. V personálních záležitostech stranil poctivým a pracovitým lidem. Zároveň byl citlivý ke staršímu pokolení, k lidem, kteří postupně končili svoji pracovní dráhu. Ve vztahu ke stranicko-politickému vedení ústavu nepodléhal politizujícím tendencím a stranickým klišé, ale střízlivě a samostatně hodnotil každou situaci.

V jeho funkčním období se tak podařilo položit trvalý základ pro další odborný růst celého ústavu, a tím také topografické služby.

Jeho charakterové vlastnosti, statečnost a vlastenecké postoje se v plném rozsahu projeví v průběhu okupace Československa vojsky Varšavské smlouvy. Plně se ztotožnil s všelidovým odporem; pro zajištění potřebných okamžitých informací byla v ústavu zabezpečena trvalá odposlechová služba a byly podpořeny veřejné protestní akce proti vstupu vojsk. Je s podivem, že jeho postoje byly v již současných podmínkách ze strany příslušných orgánů opomíjeny, ačkoli je dnes zřejmé, že právě ony byly důvodem jeho předčasného odchodu do zálohy. Díky tehdejšímu velení se však ještě mohl jako výzkumný pracovník nadále podílet na realizaci projektů dalšího technického rozvoje služby.

Ještě před dvěma lety se aktivně podílel na redigování pamětního čísla Vojenského geografického obzoru, vě-

novaného 50. výročí vzniku VTOPÚ; obsah časopisu je mj. také detailním a věrným přiblížením té rušné doby, ve které ústav získával své domácí i zahraniční profesionální renomé.

Na místě je také zmínka o rodinném zázemí – jeho manželka, mírná a trpělivá paní, mu byla vždy spolehlivou oporou, a to zvláště v posledním období jeho života.

Čest památce náčelníka Vojenského topografického ústavu, pana podplukovníka Ing. Jiřího Kánského. Patří mu naše poděkování za vše, co pro ústav, a tím pro perspektivu naší služby v průběhu svého působení udělal.



Slovo za přítelem

pplk. v. v. Ing. Jaroslav Podolský

Ztratil jsem přítele. Zemřel Jiří Kánský. Náhle, nečekaně. A všem, kteří ho měli opravdu rádi, je smutno. Mnozí, kteří ho znali, si s lítostí uvědomili, že odešel pracovitý, přímý a obětavý člověk. Neznám nikoho, kdo by mohl tvrdit, že se k němu Jiří zachoval nečestně nebo že nedodržel dané slovo. Vždy se snažil nezištně pomoci a považoval to za samozřejmost, i když věděl, že mu nemusí být oplaceno stejnou mírou.

Měl pochopení pro humor a nevyhýbal se mu. Jak jinak lze kvalifikovat jeho příspěvek do denního rozkazu: „Kobyla Abibula, hlášení uzdravení“. Hned si představíte Ladova koně v pozoru na zadních, salutujícího předním kopytem. Najednou si uvědomíte – vždyť Jiří se vlastně stále usmíval. Není to obvyklé, že můžeme vzpomínat na zemřelého přítele s úsměvem a potají utírat slzy dojetí.

Jeho příklad a postoj k lidem a společnosti nám zanechává vzkaz: „Žijte a pracujte dál, jako byste měli žít stále. Buďte užiteční. Člověk žije dál ve vzpomínkách těch, pro které něco dobrého udělal. Žijte tak, abyste se nemuseli bát zemřít.“

Bude dál žít v našich vzpomínkách a nemusíme se stydět, že je nám bez něho smutno.

Za mnohé přítel Podola

(Jinak jsi mi neřekl a vždy jsem měl příjemný dojem, že mne rád vidíš a považuješ za přítele. Těžko se s Tebou loučím a dále vzpomínám.)

Vážení čtenáři,

dne 24. ledna 2004 zesnul v kruhu své rodiny pan profesor Dr. Ing. Josef Vykutíl, plukovník v.v. Jeho pohřeb proběhl důstojně dne 30. ledna 2004 v obci Olešná poblíž Nového Města na Moravě, ve vesničce, která je již od roku 1587 historicky spjata s rodem Vykutílu. Po církevním obřadu, za přítomnosti členů rodiny, přátel, sousedů a také delegace VGHMÚŘ a VA-K234 byl zesnulý pan profesor uložen do rodinného hrobu.

Pan profesor Vykutíl byl již od roku 1937 vynikajícím klasickým geodetem, pracovníkem vojenské zeměpisné služby, který působil ve VZÚ a hlavně pak jako učitel vyšší geodézie na Vojenské akademii a Vysokém učení technickém v Brně. V paměti žáků a příslušníků geografické služby AČR zůstává trvalým příkladem jako



vynikající odborník, skvělý pedagog a ušlechtilý člověk.

Čest jeho památce!

V létě roku 2002, při příležitosti 90. narozenin, navštívila pana profesora delegace tehdejší Geografické služby AČR složená z jeho bývalých žáků, spolupracovníků a funkcionářů služby. K jubileu byla společně vydána pamětní publikace „Profesor Josef Vykutíl – 90“, která kromě životopisu a přehledu díla zahrnuje i vzpomínky žáků a spolupracovníků. (Duš)

Kaleidoskop

Předání digitálního tiskového stroje 74KARAT

V polovině září roku 2003 se ve Vojenském geografickém a hydrometeorologickém úřadu v Dobrušce setkali zástupci Geografické služby AČR a americké mapovací

agentury National Imagery and Mapping Agency. Důvodem setkání bylo oficiální předání digitálního tiskového stroje 74KARAT pro pracoviště kartopolygrafie úřadu.



V popředí brigádní generál Ing. Jindřich Zbořil, plk. Ing. Karel Brázdil, CSc., pan Dick Williams; vzadu tiskař Petr Antoš a Ing. Pavel Černý, CSc.



Digitální tiskový stroj 74KARAT

Náměstkyně ministra obrany pro personalistiku v Dobrušce

V pátek 5.12. 2003 navštívila Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad v Dobrušce náměstkyně ministra obrany pro personalistiku paní Ing. Jaroslava Příbylová. Během krátkého pobytu se seznámila se změnami, které v tomto zařízení nastaly od její poslední návštěvy v dubnu 2002. Náčelníkem úřadu, plk. Ing. Karlem Brázdilem, CSc., byla seznámena se stavem realizace zásadní reformy Geografické služby AČR a Hydrometeorologické služby AČR v roce 2003. Během krátké exkurze po pracovištích úřadu byla paní náměstkyně informována zejména o úkolech plněných ve prospěch lidí a institucí

postižených loňskými povodněmi, o zabezpečení summitu NATO a dále o stavu výstavby mobilních souprav geografického a hydrometeorologického zabezpečení.

Na závěr své návštěvy v dobrušském úřadu se paní náměstkyně setkala s jeho zaměstnanci. V krátkém vystoupení zaměstnancům objasnila aktuální problematiku přechodu na šestnáct platových tříd, vyzdvihla význam jejich práce ve prospěch geografického zabezpečení obrany republiky a poděkovala za odvedenou kvalitní profesionální práci.



V popředí Ing. Jaroslava Příbylová, Ing. Václav Vavřích, plk. Ing. Karel Brázdil, CSc., ve druhé řadě pplk. Ing. Luděk Broušek, plk. Ing. Libor Laža a pplk. Ing. Jiří Šrámek

Návštěva delegace portugalské geografické služby

Dne 15. prosince 2003 navštívila Geografickou službu AČR a Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad v Dobrušce delegace portugalské geografické služby. V průběhu návštěvy byli hosté náčelníkem úřadu plk. Ing. Karlem Brázdilem, CSc., seznámeni se změnami

v GeoSI AČR realizovanými v rámci reformy Armády ČR a se základními výrobními technologiemi a produkty úřadu. Na závěr návštěvy byli hosté přijati starostou města panem Oldřichem Klobasem v prostorách historické budovy městské radnice.



V popředí pplk. Francisco Mourao Vieira Dominguez, mjr. Antonio José Diaz Pereira, plk. Ing. Karel Brázdil, CSc., kpt. Ing. Luděk Šesták, ve druhé řadě plk. Ing. Libor Laža a pplk. Ing. Jiří Ugorný

Anotovaná bibliografie článků otištěných v tomto čísle

BURŠA, Milan – VATRT, Viliam – VOJTÍŠKOVÁ, Marie: Systematická chyba ve výškách kvazigeoidu na území ČR určených astronomicko-gravimetrickou nivelací v systému S-1942/83. *Vojenský geografický obzor*, **49**, 2003, č. 1, s. 10–13.

Výšky kvazigeoidu v systému 1942/83 na území ČR jsou zatíženy systematickou chybou, která je historicky spojena s metodami a postupy budování systému 1942/83. Tato systematická chyba se negativně promítá do transformace ze systému 1942/83 do systému geocentrického.

BURŠA, Milan – VATRT, Viliam – VOJTÍŠKOVÁ, Marie: Transformace geodetických referenčních systémů s použitím geopotenciálního modelu EGM96. *Vojenský geografický obzor*, **49**, 2003, č. 1, s. 7–9.

V době družicové geodézie vzniká velmi často potřeba transformovat lokální geodetické systémy do systému geocentrického. K tomuto účelu lze použít i geopotenciálního modelu EGM96. Metoda je nezastupitelná v těch případech, kdy nejsou k dispozici identické body v obou geodetických systémech.

DIVIŠ, Karel – CSAPÓ, Géza – KOVÁČIK, Juraj: Tíhová měření na Karpatském polygonu 1967–1999. *Vojenský geografický obzor*, **49**, 2003, č. 1, s. 20–31.

Gravimetrická měření na Karpatském polygonu v období 1967–1999 jsou podrobena obsáhlému rozboru s důrazem na detekci globálních, regionálních a lokálních změn. Podrobně jsou rozebrány použité analytické výpočetní metody. Za sledované období nedošlo na žádném bodě Karpatského polygonu k výraznější změně tíhového zrychlení.

HÁNEK, Pavel: Významné osobnosti české geodetické minulosti 19. století. *Vojenský geografický obzor*, **49**, 2003, č. 1, s. 52–59.

O dobrou pověst českého zeměměřičství se zasloužila řada významných geodetů. Z těch, kteří se narodili a převážně působili v 19. století a kteří významně přispěli k úrovni české, rakouské i evropské geodézie, připomíná docent Hánek Františka Horského (1811–1866), Karla Františka Edvarda Kořistku (1825–1906), Jana Marka (1834–1900), Roberta Daublebskeho von Sterneck (1839–1910), Antonína Tichého (1843–1923), Františka Müllera (1835–1900) a Františka Novotného (1864–1918).

JANGL, Ladislav: Vídeňský sáh ve službách armády. *Vojenský geografický obzor*, **49**, 2003, č. 1, s. 40–45.

Zachování habsburské monarchie v 18. stol. bylo podmíněno reorganizací armády, pro kterou stát potřeboval jednak peníze (z pozemkové daně vycházející z katastrálního mapování), jednak přesné mapy (z vojenského mapování). Obojí záviselo na použití jednotné hodnoty vídeňského sáhu podle prototypu zhotoveného pro císařský patent ze 14. 7. 1756. Jeho délku přenesl ředitel vídeňské hvězdárny Liesganig na toisu získanou roku 1760 z Francie. Roku 1813 zhotovil mechanik Voigtländer komparátor, vylepšený ještě profesorem Stampferem, na který byly délky sáhu a toisy z Liesganigovy míry přeneseny. Pro stabilní katastr vyráběl od roku 1817 jako normály ocelové sáhové etalony mechanik Sadtler. VZÚ a katastrální úřady požadovaly ve 20. letech 19. stol. přesné stanovení sáhu vůči metru. O to se ve 30. letech pokoušel v Paříži akademik Prony a ve Vídni rakouská komise, zvl. profesor Stampfer. Teprve zákon z 23. 7. 1871, kterým byla v monarchii zavedena metrická soustava, určil definitivně přesný vztah 1 metr = 0,5272916 vídeňského sáhu a z něj vyplývající metrickou hodnotu 1 sáh = 1,896484 metru.

JANUS, Petr: Výstavba GPS-Infračíslicového a sledovacího střediska AČR. *Vojenský geografický obzor*, **49**, 2003, č. 1, s. 4–6.

Standardním prostředkem navigace se v armádách členských států NATO stává družicový systém NAVSTAR Global Positioning System, známý spíše pod zkratkou GPS. Správce GPS – MO USA – vyžaduje pro používání tohoto systému v ozbrojených silách splnění celé řady přesně definovaných podmínek. Jednou z nich je i vybudování kontaktního místa (Main Military Point of Contact) kvůli předávání informací a dalších podkladů důležitých ke správné funkci systému GPS v bojových podmínkách.

KOZÁK, Jan: Počátky a rozvoj seismologie v Českých zemích. *Vojenský geografický obzor*, **49**, 2003, č. 1, s. 46–51.

Širší historický pohled autora na seismologii v českých zemích sahá od prvopočátků tohoto oboru v 2. pol. 19. stol. až do současnosti. Základní výzkum seismologie u nás postupně prováděl Státní ústav geofyzikální (1920–1952) společně s Geofyzikálním ústavem ČSAV (AV ČR) (1953 až dosud). Článek pojednává o budování sítě seismických stanic, jejich vybavení a zapojení do řady mezinárodních seismických projektů. Současná česká seismologie je v Evropě oceňována.

MARŠA, Jan: Možnosti využití gps pro rychlou obnovu GIS. *Vojenský geografický obzor*, **49**, 2003, č. 1, s. 14–19.

Text pojednává o možnostech sběru dat prostřednictvím GPS za účelem obnovy digitálních geografických produktů. Článek nabízí základní informace o nové technologii založené na jednoduchém mobilním GIS softwaru ArcPad. ArcPad má řadu funkcí: vizualizace vektorových i rastrových vrstev, schopnost sběru dat pomocí GPS včetně editace jejich atributů. Pozornost příspěvku se soustředí na sběr dat pomocí mobilní kombinace Trimble GPS a vestavěného kapesního počítače s Windows CE operačním systémem. V závěrečné části textu jsou představeny výsledky, zejména zhodnocení dosažitelné přesnosti. Jsou zmíněny i oblasti možného použití nové technologie.

SEKYRA, Karel: Dobruška a její vojenská posádka po květnu 1945. *Vojenský geografický obzor*, **49**, 2003, č. 1, s. 32–37.

Bývalý posádkový velitel vzpomíná na okolnosti příchodu 3. praporu 1. spojovacího pluku do Dobrušky, na přípravu prázdných kasáren k nástupu nováčků a s tím spojené rekonstrukce zničených interiérů, na první přísahu nováčků. Vypráví o výpomoci armády v zemědělství, o spolupráci s MNV a ONV, ale i o seznamovacích večírcích a založení hudebního kroužku či fotbalové jedenáctky. Přestože se poměrně idylický obrázek působení a soužití armády s občany mění s událostmi roku 1948, autor si uchoval svůj hezký vztah k místu někdejšího působení i víru ve slušnost většiny lidí.

VLASTNÍK, Josef: Vzpomínka na zřizování kartoreprodukce a tiskárny Vojenského kartografického ústavu v Harmanci. *Vojenský geografický obzor*, **49**, 2003, č. 1, s. 38–39.

V předválečných letech přišel příkaz, že se VZÚ musí přestěhovat z Prahy na Slovensko. Po válce se do ústavu vrátila asi čtvrtina pracovníků a když MNO rozhodlo, že se VZÚ přestěhuje do objektu v Harmanci, týkal se rozkaz právě některých z nich – živlu třídě nepřátelského. V nově postavené harmanecké budově byly sklady a v tiskárně měla Rudá armáda ustájené koně. Snadné nebylo ani vybavit vznikající pracoviště technickým zařízením, ani získat pro kartoreprodukci dívenky ze zapadlých horských vesnic a naučit je kartografické kresbě, ani naučit grafickému povolání bývalé dřevorubce.

Summaries

BURŠA, Milan – VATRT, Viliam – VOJTÍŠKOVÁ, Marie: The systematic height anomaly error on the territory of the Czech Republic determined by astronomical and gravimetric levelling in geodetic datum 1942/83. *Military Geographic Review*, **49**, 2003, no. 1, p. 10–13.

The height anomaly in the geodetic datum 1942/83 on the territory of the Czech Republic includes a systematic error. Used method of development of geodetic datum 1942/83 has been caused a systematic error. This systematic error produces problems in the period of conversion from geodetic datum 1942/83 to geocentric geodetic datum.

BURŠA, Milan – VATRT, Viliam – VOJTÍŠKOVÁ, Marie: An using of the geopotential model EGM96 for the conversion of geodetic datums. *Military Geographic Review*, **49**, 2003, no. 1, p. 7–9.

The requirement of local geodetic datums conversion to a geocentric geodetic datum appears very often in the period of satellite geodesy. The geopotential model EGM96 can be used for this purpose. The method is unsubstitutable in the cases when identical points both geodetic datums are not disposal.

DIVIŠ, Karel – CSAPÓ, Géza – KOVÁČIK, Juraj: Gravity measurement on the Carpathian polygon. *Military Geographic Review*, **49**, 2003, no. 1, p. 20–31.

Gravimetric measurement on the Carpathian polygon conducted in 1967–1999 are discussed in detail with the special respect to the detection of global, regional and local changes. In particular the attention focuses on analytical methods used for evaluation. In the observed period no significant changes of gravimetric values in this polygon were detected.

HÁNEK, Pavel: Important personalities of the Czech geodetic past of the 19th century. *Military Geographic Review*, **49**, 2003, no. 1, p. 52–59.

There were many important people who promoted Czech geodetic and surveying science. The author mentions those who were born and worked in 19th century like Karel Frantisek Edvard Koristka (1825–1906), Jan Marek (1834–1900), Robert Daudlebsky von Sterneck (1839–1910), Antonin Tichy (1843–1923), Frantisek Muller (1835–1900) and Frantisek Novotny (1864–1918).

JANGL, Ladislav: “Six feet of Vienna” serving in the army. *Military Geographic Review*, **49**, 2003, no. 1, p. 40–45.

Important role of the standardized linear measure called “six feet of Vienna” is here widely discussed. From historical point of view it was critical to have such a unified unit available for cadastral survey. The author describes the story of etalon development. Since 1871, when the metric system was set up by law, the ratio between six feet and meter was officially defined.

JANUS, Petr: The building of the GPS Main Military Point of Contact. *Military Geographic Review*, **49**, 2003, no. 1, p. 4–6.

Satellite system NAVSTAR Global Positioning System (abbreviated as GPS) becomes the standard tool of the navigation in NATO. The keeper of GPS – DoD US – specifies the condition for implementation of this system in the army. One of the important condition is the creation of the Main Military Point of Contact that transfers all necessary parameters critical for proper functionality of the GPS system in the combat.

KOZÁK, Jan: Beginning of the seismology in the Czech countries. *Military Geographic Review*, **49**, 2003, no. 1, p. 46–51.

The history of seismology in the Czech countries starts in second half of 19th century. The basic research in the area of seismology was performed by Státní ústav geofysikální (State institute on geofysics) (1920–1952) and Geofysikální ústav ČSAV (Geophysical institute of the Czechoslovak Academy of Science) (1953– today). The article describes the foundation of the seismic station, describes their equipment and international coproduction within the world wide seismic net. Contemporary Czech seismology is in Europe highly evaluated.

MARŠA, Jan: Sattellite Technology Possibilities for GIS Updating. *Military Geographic Review*, **49**, 2003, no. 1, p. 14–19.

This text deals with the possibilities of GPS data capturing in terrain for digital geographic products updating. The article gives basic information on the new technology. Very important part is ArcPad software for hand-held and mobile GIS systems. ArcPad can be used to perform a variety of field GIS tasks, including viewing multiple vector and image data layers, real-time data capturing using a some type of GPS device and viewing and editing attribute information. My attention belongs to data capturing by means of mobile combination of Trimble GPS receiver and handheld CE device with the Windows CE operating system. In the last part of this text are introduced achieved results, especially regarding to precision evaluation of surveying which we are able to achieve. There are mentioned some possibilities for using this new technology.

SEKYRA, Karel: Town of Dobruska and its garrison after May 1945. *Military Geographic Review*, **49**, 2003, no. 1, p. 32–37.

The former chief of command remembers the beginning of the new military era in Dobruska garrison after World War II. The rebuilding of barracks and education of the new soldiers were difficult tasks just in the first months of the new coming freedom. Military people were helping in agriculture and closely cooperating with the state department. Beside the difficult problems people were able also enjoy sports and culture. The author demonstrates his good relationship with local people and his faith in human decency.

VLASTNÍK, Josef: Memories of the Military Cartography Institute Harmanec set up. *Military Geographic Review*, **49**, 2003, no. 1, p. 38–39.

Just before World War II the Military Geographic Institute was ordered to move to Slovakia. After the war the institute returned back to Prague but the printing section was ordered to stay in Harmanec. The problems with the building adaptation, new equipment and first of all with the right personel were really tough. Not many people around Harmanec were ready to change their profession from mostly agricuture and wood work.

VOJENSKÝ GEOGRAFICKÝ OBZOR – Sborník Geografické služby AČR

Vydává Ministerstvo obrany ČR, Geografická služba AČR
Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad
Čs. odboje 676
518 16 Dobruška

IČO 60162694
MK ČR E 7146
ISSN 1214-3707

Tiskne Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad, Čs. odboje 676, 518 16 Dobruška
Neprodejné.

Šéfredaktor:

plk. Ing. Libor Laža

Členové redakční rady:

pplk. Ing. Luděk Břoušek, mjr. Ing. Petr Stehlík,

PhDr. Jaroslava Divišová, Ing. Boris Tichý

Adresa redakce:

VGHMÚř, Čs. odboje 676, 518 16 Dobruška

tel. 973257611, 973257671, fax 973257620

CADS: jaroslava.divisova@vghur.acr

e-mail: jaroslava.divisova@vghur.acr.cz

Vojenský geografický obzor, ročník 49, rok 2003, číslo 1
Vydáno 30. 5. 2004.