

VOJENSKÝ GEOGRAFICKÝ OBZOR



sborník
geografické
služby
AČR

1/2002

OBSAH

Systém 1952 – zahájení přechodu od geodetického systému a zobrazení národního typu k mezinárodnímu

- Ing. Drahomír Dušátko, CSc., Hlavní úřad vojenské geografie Praha 3
Recenzent: kpt. Ing. Luděk Šesták

K odhadu přesnosti České státní trigonometrické sítě

- Ing. Vlastimil Kratochvíl, CSc., katedra vojenských informací o území VA v Brně 7
Recenzent: prof. Ing. Zdeněk Nevošád, DrSc.

Gravimetrické základny na území České republiky

- Ing. Karel Diviš, CSc., Zeměměřický úřad Praha 16
Recenzent: Ing. Drahomír Dušátko, CSc.

Informace o pasivní metodě monitorování nadmořské výšky letu, popř. výšky nad terénem, azimutu směru letu, úhlu stoupání nebo klesání

- pplk. Ing. Viliam Vátrt, CSc., Vojenský topografický ústav Dobruška 24
Recenzent: Ing. Drahomír Dušátko, CSc.

Geografické zabezpečení jednotek a útvarů ženijního vojska AČR

- pplk. Ing. Pavel Skála, Hlavní úřad vojenské geografie Praha,
pplk. Ing. Vojtěch Němeček, Ph. D., katedra operačního použití ŽV a ženijního
zabezpečení VA v Brně. 26
Recenzent: Ing. Jiří Toman

Generalizace sídel na topografických mapách

- pplk. Ing. Marian Rybanský, CSc., katedra vojenských informací o území
VA v Brně 31
Recenzent: prof. Ing. František Miklošík, DrSc.

Vojenskogeografické informace, analýzy terénu a jejich možný vývoj

- por. Ing. Radim Filipovský, katedra vojenského zpravodajství a elektronického boje
VA v Brně 35
Recenzent: Ing. Alois Hofmann, CSc.

Zkušenosti z výcviku praktického používání GIS a GPS v mírových operacích

- Ing. Tibor Horváth, Výcviková základna mírových sil Český Krumlov 37
Recenzent: Ing. Drahomír Dušátko, CSc.

Výškové modely v AČR a možnosti jejich použití

- por. Ing. Martin Hubáček, nrap. Marcel Vašíček, katedra vojenských informací
o území VA v Brně 40
Recenzent: doc. Ing. Miloš Chmelík, CSc.

Odbor archivu a geografických studií geografické služby pozemního vojska Armády Španělska

- Angel Paladini Cuadrado 48
Recenzent: Ing. František Hebnar

Vliv hispánsko-muslimské kultury na rozvoj vědy v křesťanské Evropě pozdního středověku

- Leonardo Sandoval Ramón 52
Recenzent: prof. PhDr. Josef Polišenský, DrSc.

Vzpomínka na pana majora Viléma Javůrka, posledního sloužícího legionáře ve VZÚ

- pplk. v. v. Kamil Čelíkovský 60

- Anotace** 61

CONTENTS

1952 Datum – Initiation of Transition from Geodetic System and Projection of National Type towards International One Ing. Drahomír Dušátko, CSc., Military Geography Main Office Prague 3 <i>Reviewer: Capt Ing. Luděk Šesták</i>	3
Towards Accuracy Assessment of the Czech National Trigonometric Network Ing. Vlastimil Kratochvíl, CSc., Department of Military Land Information of the MA in Brno 7 <i>Reviewer: Prof. Ing. Zdeněk Nevošád, DrSc.</i>	7
Gravimetric Bases on the Czech Republic territory Ing. Karel Diviš, CSc., Surveying Office Prague 16 <i>Reviewer: Ing. Drahomír Dušátko, CSc.</i>	16
Information on Passive Monitoring Method of Flight Elevation, Possibly Altitude, Azimuth of Flight Direction, Climb or Descent Angle Lt-Col Ing. Viliam Vatrť, CSc., Military Topographic Institute Dobruška 24 <i>Reviewer: Ing. Drahomír Dušátko, CSc.</i>	24
Geographic Support of Units and Formations of Engineers of the ACR Lt-Col Ing. Pavel Skála, Military Geography Main Office Prague, Lt-Col Ing. Vojtěch Němeček, Ph. D., Department of Operational Use of Engineer Corps and Engineer Support of the MA in Brno 26 <i>Reviewer: Ing. Jiří Toman</i>	26
Generalisation of Settlements on Topographic Maps Lt-Col Ing. Marian Rybanský, CSc., Department of Military Land Information of the MA in Brno 31 <i>Reviewer: Prof. Ing. František Miklošůk, DrSc.</i>	31
Military Geographic Information, Terrain Analysis and its Possible Development Lieut Ing. Radim Filipovský, Department of Military Intelligence and Electronic Warfare of the MA in Brno 35 <i>Reviewer: Ing. Alois Hofmann, CSc.</i>	35
Experience Gained from Training in Practical Use of GIS and GPS in Peacekeeping Operations Ing. Tibor Horváth, Training Base of Peace-keeping Forces Český Krumlov 37 <i>Reviewer: Ing. Drahomír Dušátko, CSc.</i>	37
Vertical Models in the ACR and Possibilities of their Use Lieut Ing. Martin Hubáček, CW-3 Marcel Vašíček, Department of Military Land Information of the MA in Brno 40 <i>Reviewer: Doc. Ing. Miloš Chmelík, CSc.</i>	40
Archive and Geographic Studies Department of the Geographic Service of the Spanish Army Angel Paladini Cuadrado 48 <i>Reviewer: Ing. František Hebnar</i>	48
The Influence of Hispano-Muslim Culture on Science Development in Christian Europe of Late Middle Ages Leonardo Sandoval Ramón 52 <i>Reviewer: Prof. PhDr. Josef Polišenský, DrSc.</i>	52
Memory of Major Vilém Javůrek, the Last Legionary Serving in the MGI Retired Lt-Col Kamil Čelíkovský 60	60
Summaries 61	61

System 1952 – zahájení přechodu od geodetického systému a zobrazení národního typu k mezinárodnímu

Drahomír Dušátko, Hlavní úřad vojenské geografie Praha

Věnováno prof. Ing. Miloši Pickovi, DrSc.

1. Úvod

Dnes, kdy geodetické polohové základy České republiky jsou již definovány v soudobých geocentrických systémech a systémy starší jsou v povědomí udržovány často jen svým označením, je zajímavé připomenout si vývoj těch geodetických systémů a jejich zobrazení, které měly bezprostřední význam pro tehdejší topografickou službu a ve své době i pro celostátní mapovou tvorbu.

Oprávněnost stanovisek tehdejšího VZÚ k volbě kartografického zobrazení pro celostátní mapování zahajované koncem 20. let a prezentované tehdejší přednostou astronomicko-geodetického odboru plk. Dr. Ladislavem Benešem – jakkoli byla zřejmá již tehdy – potvrdily velmi razantně zkušenosti druhé světové války [1], [2].

V tehdejší době, kdy se mezinárodní situace stávala stále rozdílnější, docházelo přesto na domácí půdě ke střetům různorodých proudů se zásadními postoji plk. Dr. Beneše, které se tehdy jevily jako svérázné a paličaté; dnes je však hodnotíme jako vysoce profesionální. Osobní Benešovo jednání, které v průběhu příštích let následovalo, oceňujeme jako neobvykle čestné a morální, hodné vlastence, legionáře a vědce; bližší viz v [3], [4].

Článek si neklade za cíl podrobně interpretovat návrhy nebo příspěvky předválečné nebo poválečné zeměpisné/topografické služby k evropské geodetické integraci, ale poukázat na reálný vývoj problematiky přechodu od souřadnicového systému národního typu k mezinárodnímu při příležitosti nedávných výročí služby.

Odkazy na příslušné prameny umožní případným zájemcům studium odborné stránky problematiky, rozvedené tematicky v [4].

2. System 1946 a Gaussovo-Krügerovo zobrazení

Pro sledování vývoje od návrhu až k rozhodnutí o mezinárodním řešení postačuje uvést pouze krátký odkaz na tento systém, který vznikl jako prozatímní a byl v čs. armádě zaveden bezprostředně po 2. světové válce a na relativně krátkou dobu nahradil z vojenského hlediska nevyhovující rovinnou souřadnicovou soustavu Křovákova zobrazení. Byl definován výsledky transformace rovinných souřadnic S-JTSK do vojenského rovinného souřadnicového systému německé armády „Deutsches Heeresgitter“ (DHG), který na našem území vznikl během okupace (elipsoid Besselův, základní bod triangulace Potsdam, zobrazení Gaussovo-Krügerovo v 6° polodníkových zobrazovacích pásech).

V tomto systému byla zahájena kartografická tvorba a vydávání prozatímních čs. vojenských topografických map v měřítku 1 : 50 000 a odvozených map měřítek menších [7]. Na tomto místě lze připomenout, že bezprostředně po válce ještě nepůsobily direktivy sovětské topografické služby. Sám systém 1946 byl vlastně jakýmsi kompromisem mezi vznikajícím ZEN (Zentraleuropäisches Netz) a systémem 1942.

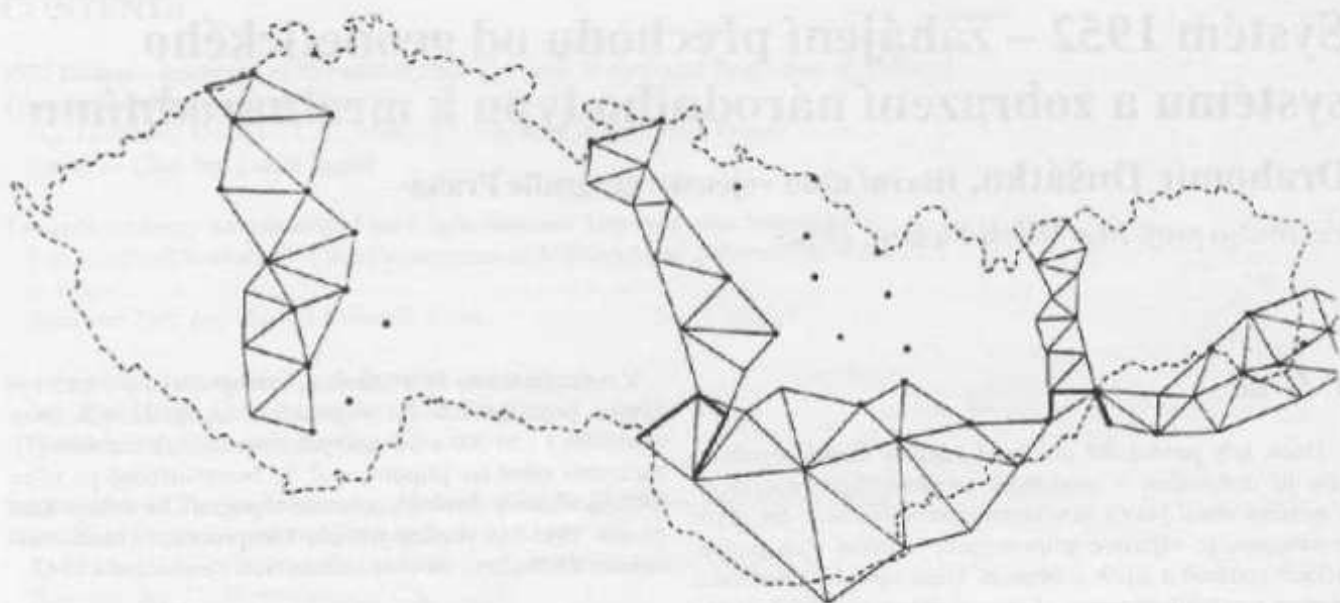
3. Středoevropská síť – Zentral-europäisches Netz – a European Datum 1950 (ED 50)

Ihned po skončení 2. světové války byly v Německu využity německou armádní geografickou službou soustředěné kořistní geodetické podklady evropských zemí k definování kýženého kontinentálního geodetického systému, jehož těžištěm byla střední Evropa. Prostřednictvím řetězců byly spojeny národní trigonometrické sítě prakticky od Francie po západní část evropského Ruska, přeneseny a vyrovnány na tehdy ještě „mezinárodním“ Hayfordově elipsoidu se základním bodem triangulace v Postupimi. Průběh těchto řetězců na tehdejších čs. území viz na obr. 1 podle [8].

K tomu byl zpracován a vydán seznam tížnicových odchylek a zkonstruován obecný průběh geoidu astronomickou nivelací [10]. Tehdejší americká vojenská geografická služba těchto výsledků využila k definici tzv. evropského geodetického systému 1950 – European Datum 1950 (ED 50) – a s využitím dalších výsledků geodetických měření jej rozšířila na další země západní, jižní a severní Evropy, Blízkého východu a severní Afriky (později s využitím existujících stupňových měření až do Přední Indie a do jižní Afriky). Tento geodetický systém byl široce využíván i pro civilní potřebu vznikajících západoevropských institucí a do nedávné doby byl také hlavním geodetickým systémem NATO. Kartografické zobrazení a jeho rovinné souřadnice byly definovány již v UTM v 6° zobrazovacích pásech. Modernizací a zpřesněním ED 50 vznikl později ještě klasický geodetický systém ED 87, který byl vzápětí překonán geocentrickým kontinentálním ETRS 89 (European Terrestrial Reference System 1989).

4. Souřadnicový systém 1952

Vzhledem k tomu, že problematika volby nového vojenského geodetického systému poválečného Československa překračovala rámec zájmů tehdejšího ministerstva národní obrany, zabýval se jí i tradičně Národní komitét geodeticko-geofyzikální. Dokladem tohoto veřejného zájmu a odborné tolerance bylo zainteresování významných osobností



Obr. 1. Průběh řetězců ZEN na území tehdejší ČSR

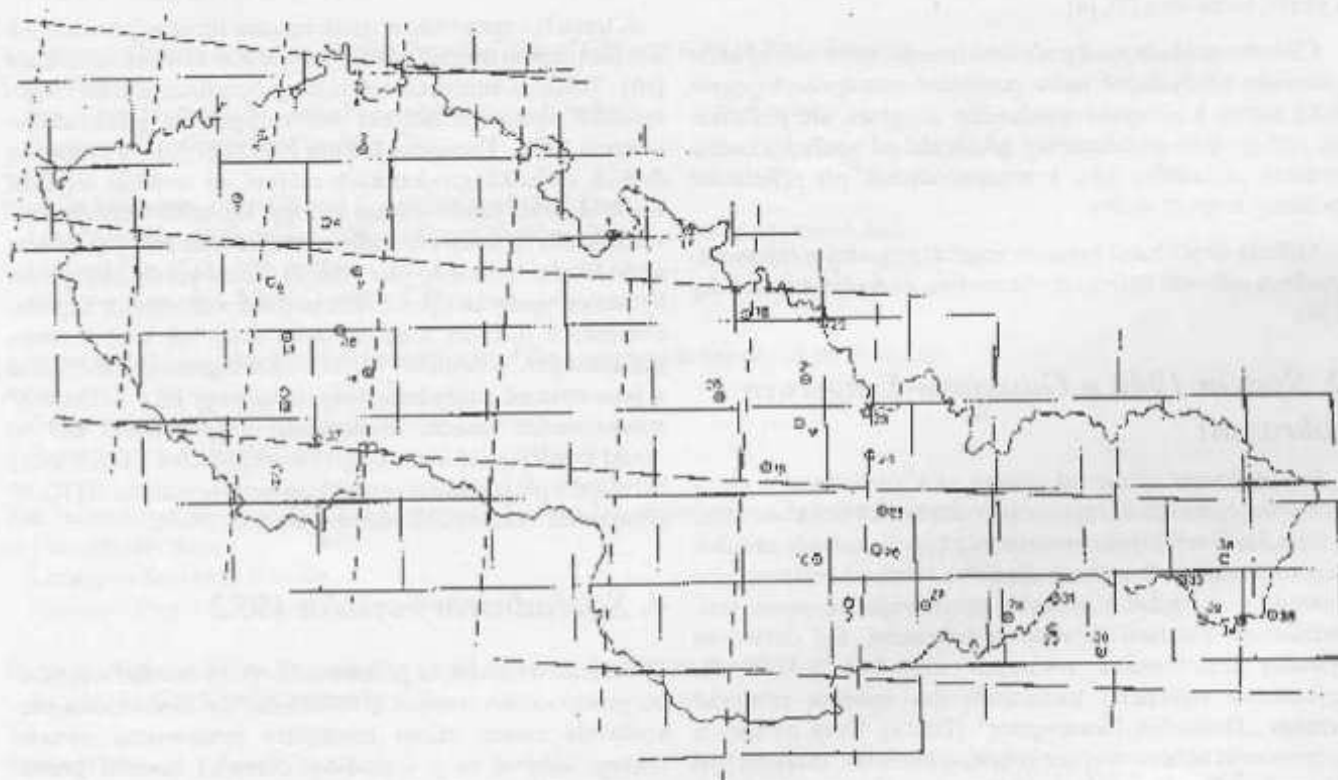
tehdejší geodezie – prof. Dr. F. Fialy, prof. Dr. E. Buchara, prof. Dr. J. Böhma, Ing. J. Křovák a také plk. v. v. Dr. L. Beneše [7]. Komitét v roce 1951 zhodnotil předložené návrhy a doporučil realizaci transformace stávajícího systému takto:

- 1) jako referenčního elipsoidu již použit elipsoidu Krasovského;
- 2) určit polohu a orientaci sítě JTSK na tomto elipsoidu s využitím výsledků prací prof. Dr. E. Buchara [9];
- 3) JTSK umístit a orientovat na Laplaceově bodě BRDO, který byl v těžišti tehdejší ČSR, prostřednictvím zeměpisných

geodetických souřadnic a azimutů v sovětském systému 1942 – ačkoli v té době ještě nebyly tyto údaje známy.

Sovětská strana posléze dodala data pro body dvou řetězců; český řetězec tvořilo 14 bodů, slovenský pak 24 bodů, získaných patrně z rakousko-uherské triangulace (viz nápadnou shodu s body ZEN [10]), viz obr. 2 podle [8]. Přesnost zeměpisných souřadnic φ, λ byla sovětskou stranou udávána na $0,01''$, u rovinných souřadnic x, y pak na $0,1$ m.

V témže roce již byli členové komitétu, představitelé odborné veřejnosti a pracovníci tehdejší Ústřední správy geode-



Obr. 2. Přehled geodetických bodů v S-42 na území ČSR dodaných sovětskou stranou

zie a kartografie seznámení s návrhem realizačního řešení, které připravil Ing. Miloš Pick, a zároveň byli požádáni o připomínky. Jako metoda realizace byla přijata Ing. Pickem navržená modifikovaná kubická konformní transformace stejnorodých souřadnic [8].

Jako kartografické zobrazení bylo samozřejmě použito Gaussovo-Krügerovo v 6° zobrazovacích pásech. Uskutečnění převodu bylo svěřeno Vojenskému topografickému ústavu, vedením celé operace byl pověřen Ing. Miloš Pick a výpočetními pracemi pak tehdejší kpt. Ing. Vahala. Výpočetní práce proběhly na svou dobu neobyčejně rychle a systematicky. Zároveň byl uskutečněn převod nadmořských výšek ze systému jadranského na baltský s použitím konstanty $-0,68$ m. Diskuse o použité metodice transformace a její průběh se závěry, realizace a výsledky transformace jsou podrobně a objektivně popsány v [8].

Usnesením tehdejší čs. vlády č. 35 z 28. 7. 1953 byly výsledky prací označeny jako „souřadnicový systém roku 1952“ a „výškový systém baltský“. Brzy nato byly vydány tzv. „vojskové“ katalogy rovinných souřadnic geodetických bodů po listech map 1 : 100 000, které se staly hlavním podkladem pro terénní geodetické práce při určování souřadnic vřícovacích bodů v rámci celostátního mapování v měřítku 1 : 25 000, jehož výsledky jsou využívány dodnes. Významným přínosem byla připojená analytická porovnání přesnosti souřadnic, výpočet systémových složek tížnicových odchylek na bodech AGS, konstrukce relativního průběhu geoidu astronomickou nivelací vzhledem k elipsoidu Krasovského a především pak první použití projektivní metody pro přenos dat do této základní výpočetní plochy.

Obdobné práce probíhaly také v sousedním Polsku a Maďarsku. Porovnání výsledků probíhajících převodů bylo možné na identických bodech; na hranicích s Maďarskem to bylo na 10 bodech I. řádu, s Polskem pak na 120 bodech I. až V. řádu.

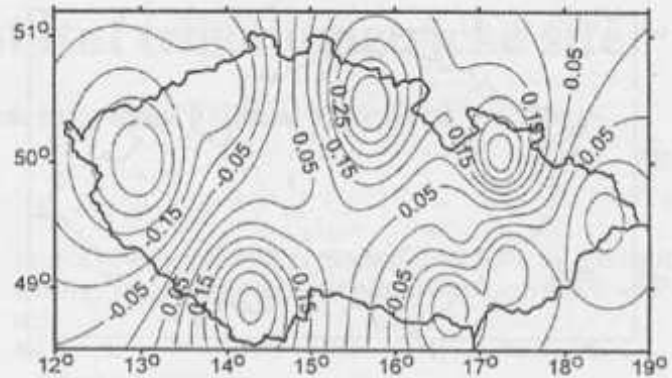
Výsledky porovnání jsou podle [7] tyto:

Identické body	Průměrné odchylky (v metrech)		Střední odchylky (v metrech)	
	S_x	S_y	m_x	m_y
s Maďarskem	0,90	0,60	$\pm 1,05$	$\pm 0,65$
s Polskem	0,86	0,86	$\pm 1,01$	$\pm 1,03$

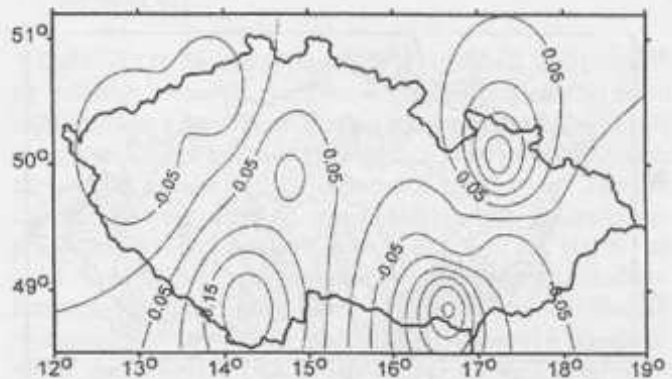
Výsledky, ač relativní, ukázaly dobrou shodu pro definování nového prozatímního mezinárodního a pro mapování především určeného geodetického systému.

5. Porovnání výsledků transformace se soudobými geodetickými výsledky

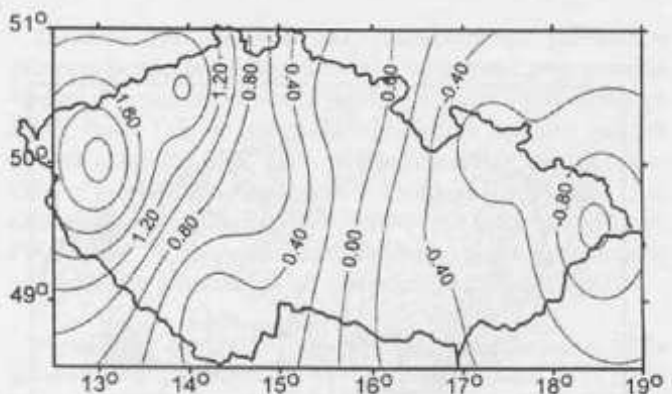
V současné době lze uskutečnit téměř „absolutní“ zhodnocení výsledků tehdejší transformace S-JTSK do prozatímního S-52. Pro získání obecného přehledu o vzájemných vztazích systémů bylo zvoleno 10 identických bodů pouze na území ČR se souřadnicemi v S-52, S-42 a ETRS 89 (body NULRAD) a v zeměpisných geodetických souřadnicích, uskutečněny vzájemné transformace, určeny příslušné hodnoty zbytkových odchylek a zkonstruovány izočáry, které poskytují názorný přehled o gradování přesnosti a spolehlivosti bodových polí v uvažovaných systémech.



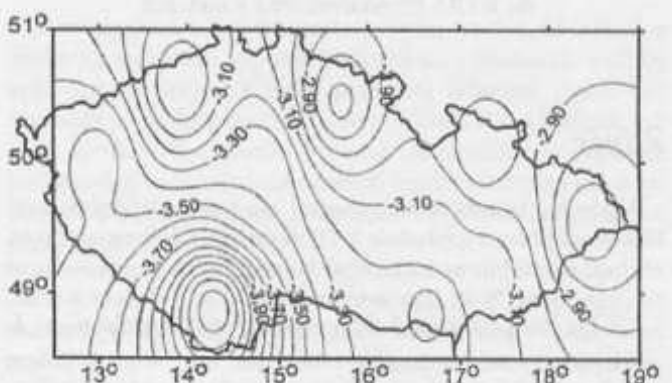
Obr. 3. Isočáry zbytkových rozdílů po transformaci S-52 do S-42, souřadnice x v metrech



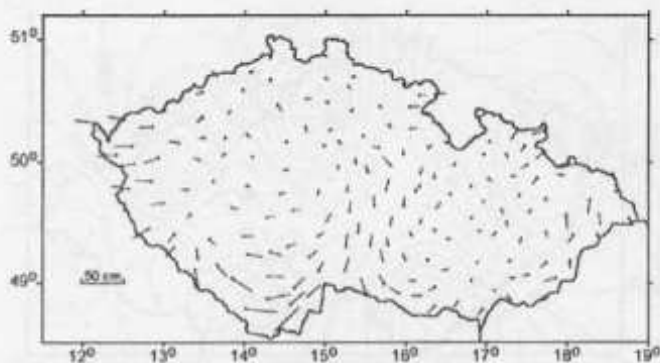
Obr. 4. Isočáry zbytkových rozdílů po transformaci S-52 do S-42, souřadnice y v metrech



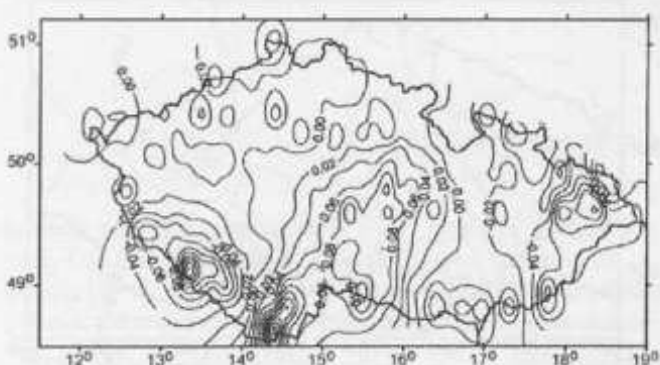
Obr. 5. Isočáry zbytkových rozdílů souřadnic S-42 a S-52, souřadnice x v metrech



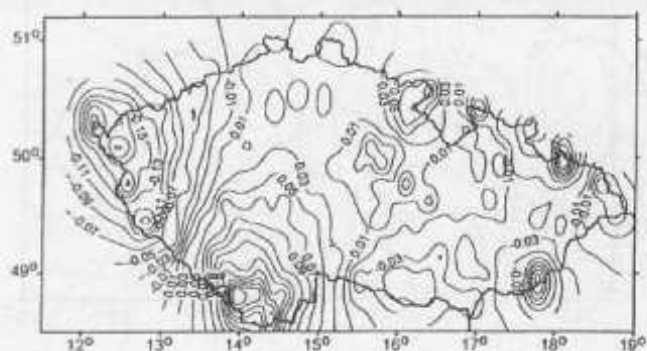
Obr. 6. Isočáry rozdílů souřadnic S-42 a S-52, souřadnice y v metrech



Obr. 7. Vektory zbytkových rozdílů po transformaci S-42/83 do ETRS 89



Obr. 8. Izočáry zbytkových rozdílů po transformaci S-42/83 do ETRS 89, souřadnice x v metrech



Obr. 9. Izočáry zbytkových rozdílů po transformaci S-42/83 do ETRS 89, souřadnice y v metrech

Závěr

Výsledky transformace ukazují na velmi solidní a kvalifikovaný převod souřadnic S-JTSK do S-52, definovaného na základě souřadnic nedostatečně homogenního bodového pole ve „válečném“ S-42. Jak bylo uvedeno výše, vyřešení a realizace této transformace však nebyly jediným výsledkem tehdejších prací, vedených tehdejším mjr. Ing. Milošem Pickem; doplňují je seznam složek tížnicových odchylek, realizace relativního průběhu geoidu astronomickou nivelací a konečné porovnání S-52 se ZEN.

Realizace S-52 na území ČSR v tehdejší době proběhla vlastními silami a prostředky nejenom velmi pohotově a exaktně; navíc byly použity tehdy nejmodernější metody klasické geodezie – zobrazení bodů z jednoho elipsoidu na jiný promítnutím po normále, volba originální metodiky transformace respektující vysokou vnitřní přesnost S-JTSK, která byla vyšší než vnitřní přesnost bodů dodaných. Souřadnice daných bodů byly použity pouze k určení nové orientace a polohy sítě, jejího rozměru na elipsoidu Krasovského a k odstranění eventuelních deformací, prohnutí S-JTSK.

Co bylo podstatné – pohotově vydané katalogy souřadnic umožnily plynulé určování souřadnic vlčivocích bodů pro univerzální metodu fotogrammetrického vyhodnocení, která mj. umožnila splnit úkol celostátního mapování v rekordně krátkém čase. Definování systému S-52 lze s odstupem času hodnotit nejenom jako úspěch a zásluhu autora technologie převodu prof. Picka, ale také jako úspěch tehdejší topografické služby.

Poděkování

Děkuji panu prof. Ing. Janu Kosteckému, DrSc., za pohotově zhotovení grafických příloh, které názorně dokumentují představu o přesnosti tehdy provedených prací.

Literatura:

- [1] BENEŠ, L. O vhodnosti zobrazení území Čs. republiky. *Sborník československé společnosti zeměpisné*. 27. Praha, 1921.
- [2] BENEŠ, L. Vzorce kuželové konformní projekce odvozené pro potřebu Vojenského zeměpisného ústavu. In *Výroční zpráva VZÚ*, 6. Praha: Vojenský zeměpisný ústav, 1926.
- [3] BENEŠ, C. Několik vzpomínek na začátky astronomicko-geodetického odboru VZÚ a jeho přednostu plk. Dr. tech. L. Beneše. *Vojenský topografický obzor*, 1997, č. 9.
- [4] *Historie topografické služby čs. armády 1918–1992*. Praha: TO HOS GŠ, 1993.
- [5] *Geodetické referenční systémy v České republice: Vývoj od klasických ke geocentrickým souřadnicovým systémům*. 1. vyd. Zdíby: VÚGTK; Praha: VZÚ, 1998, roč. 44, č. 21. ISBN 80-85881-09-8.
- [6] VYKUTIL, J. *Vyšší geodézie*. Praha: Kartografie, 1982.
- [7] KLÍMA, J. K otázce transformace Čs. jednotné trigonometrické sítě. *Vojenský topografický obzor*, 1956, č. 3, zvláštní výtisk.
- [8] PICK, M. Transformace Československé jednotné katastrální sítě s elipsoidu Besselova do systému 1952 na elipsoid Krasovského. *Ibid.*
- [9] WOLF, H., u. BERROTH, E. Beiträge zur Lotabweichungsausgleichung und Geoidbestimmung. 1, 2. Bd 6. In *Veröffentlichungen des Instituts für Erdmessung im Bamberg*.
- [10] BUCHAR, E. *Tížnicové odchylky a geoid v ČSR*. Praha: SNTL, 1951.

Recenzent: kpt. Ing. Luděk Šesták

K odhadu přesnosti České státní trigonometrické sítě

Vlastimil Kratochvíl, katedra vojenských informací o území VA v Brně

1. Úvod

K popisu přesnosti polohových geodetických sítí se v České republice obvykle používá základní střední souřadnicová chyba m_n . I když úplnější informace poskytují individuální charakteristiky přesnosti, jako jsou například parametry středních elips chyb na jednotlivých bodech sítě, z praktických důvodů je vhodné popisovat přesnost polohových sítí jednoduchou, všeobecně srozumitelnou veličinou.

Porovnáme-li způsob prezentace geometrických charakteristik přesnosti polohových sítí používaných například v USA, Kanadě nebo Austrálii se zvyklostmi používanými v ČR, zjistíme některé podstatné odlišnosti, viz [1], [11], [12], [13] nebo [17]. Jedná se zejména o zavedení definicí různých typů přesnosti a důsledné vyjadřování přesnosti na konfidenční hladině 95 %. Těmito opatřeními je zabezpečena jednoznačná interpretace označení přesnosti a možnost porovnání kvality (myšleno přesnosti) polohových sítí zaměřených odlišnými metodami a v různých obdobích.

V předkládaném článku je tedy učiněn pokus o odhad kvality ČSTS respektující základní definice přesnosti podle standardů používaných v zahraničí.

2. Standardy geometrické přesnosti používané v zahraničí

Ve Spojených státech nebo v Kanadě instituce s federální působností (v USA Federal Geodetic Control Subcommittee – FGCS) vydávají doporučení, jakým způsobem vyhodnocovat kvalitu (myšleno přesnost) polohových bodových polí. I když tato doporučení nejsou všeobecně závazná (jsou závazná pro určité kategorie prací), poskytují možnost srovnávat přesnost polohových sítí podle jednotných pravidel a v každém případě je jejich respektování doporučeno.

Hodnotící veličiny se v různých zemích počítají odlišně, lze však vypořádat určité jednotící faktory. Parametr hodnotící přesnost je vždy pouze jedna skalární veličina odvozená z individuálních charakteristik přesnosti jednotlivých bodů sítě. Tato skalární veličina vymezuje lineární, kruhovou nebo sférickou oblast, uvnitř které se s pravděpodobností $\beta = 0,95$ nachází pravá hodnota posuzované veličiny. Střed této oblasti je ztotožněn s její vyrovnanou hodnotou. Individuální charakteristiky přesnosti se odvozují z kovarianční matice příslušející vyrovnaným neznámým. Individuální charakteristiky přesnosti jsou obvykle: střední chyby (lineární), parametry středních elips chyb nebo středních elipsoidů chyb vyrovnaných neznámých. Implicitně se předpokládá, že síť byla vyrovnaná metodou nejmenších čtverců a vcelku programem, který byl schválen a ověřen vyrovnaním referenčních dat. Parametry připojovacích bodů (souřadnice nebo výšky

atp.) se obvykle považují za bezchybné nebo jim lze přisoudit určitou váhu. Nevylučuje se použití modelu vyrovnání volné sítě.

Obvykle se posuzuje:

- lokální přesnost sítě;
- přesnost sítě.

Definice (1). *Lokální přesnost sítě* je vyjádřena jako průměrná hodnota přesnosti (radiální odchylky) libovolného bodu sítě vzhledem k nejbližším okolním bodům téže sítě. Podle [13] se počítá jako průměr velkých poloos relativních středních elips chyb na spojnicích sousedních bodů, mezi kterými byla provedena měření (viz například [6], [3]). Hodnota odpovídající 95% konfidenční hladině ($95\% = \beta \cdot 100\%$) se získá vynásobením vypočítaného průměru multiplikačním faktorem $C_{n,n}^{(95)}$ [4], [13], který je funkcí zvolené hladiny významnosti α ($\alpha = 1 - \beta$), počtu stupňů volnosti n' zkoumané sítě a dimenze sítě (tj. jde-li o síť jednorozměrnou, horizontální nebo prostorovou). Pro dostatečně velká n' ($n' > 100$) a horizontální síť bude $C_{n,n}^{(95)} = 2,45$ (hladina významnosti $\alpha = 0,05$).

Definice (2). *Přesnost sítě* charakterizuje průměrnou přesnost polohy bodů vyrovnané sítě vzhledem k připojovacím bodům s uvážením nejistoty souřadnic (výšek) připojovacích bodů. Podle [13] se počítá jako průměrná hodnota velkých poloos středních elips chyb (v horizontálních sítích) odpovídající konfidenční hladině 95 %. Multiplikační faktor C se určí podle stejných pravidel jako v předchozím odstavci. Podrobněji je popsána problematika hodnocení kvality geodetických polohových sítí v zahraničí v příspěvku [17].

Poznámka: V citované literatuře není jednoznačně stanoveno, jakým způsobem se určí průměrná hodnota. Z textu [13] vyplývá, že lze použít aritmetický průměr, medián nebo jiný reprezentativní odhad typické hodnoty. Výsledky výpočtů uvedené v článku dále byly získány kvadratickými průměry.

Z uvedeného, velmi stručného, popisu vyplývá, že je kladen důraz na metodiku výpočtu hodnotících parametrů, aniž by bylo dokazováno, zda tento parametr skutečně objektivně vypovídá o lokální přesnosti nebo přesnosti sítě. I když lze mít jisté námitky k způsobu výpočtu hodnotících parametrů, podstatná je snaha sjednotit způsob jejich výpočtu a v takovém případě lze přinejmenším získat relativní porovnání přesnosti různých geodetických sítí.

2.1. Současný stav polohových bodových polí v ČR

V průběhu první poloviny 90. let byl na našem území zaměřen technologií GPS rámec obsahující 176 bodů, známý pod akronymy NULRAD a DOPNUL. Jedná se o dosud

nejpřesnější polohovou síť na našem území definovanou v ETRS 89. Horizontální přesnost této sítě lze podle [7] odhadnout na 0,05 m (zřejmě na konfidenční hladině 95 %). V průběhu let 1996 až 2006 [9] bude provedena údržba vybraných trigonometrických bodů ČSTS (asi 4 000 bodů), každý vybraný bod bude zaměřen GPS a určen v ETRS 89. Rovněž se průběžně provádí zaměřování zhušťovacích bodů podle obdobných pravidel jako při údržbě vybraných trigonometrických bodů v údržbě. Lze tedy předpokládat, že v horizontu let 2003 až 2006 bude na území ČR zaměřeno technologií GPS a určeno v ETRS 89 až 35 tisíc bodů. Přesto systém JTSK zřejmě bude nadále používán v původní nebo modernizované variantě (např. S-JTSK/95).

V resortu Ministerstva obrany ČR byly transformovány souřadnice trigonometrických a některých zhušťovacích bodů registru polohového bodového pole S-42/83 do ETRS 89 a lze předpokládat, že v současné době se jedná o nejkvalitnější soubor polohových geodetických bodů souvisle pokrývajících celé území ČR¹⁾. Transformace byla provedena ve dvou etapách.

V první byly prostorovou podobnostní transformací převedeny souřadnice bodů registru z S-42/83 do ETRS 89. Ve druhé zbytkové odchylky na identických bodech (DOPNUL) a fiktivních bodech byly rozděleny metodou obecných aritmetických průměrů s váhami nepřímo úměrnými vzdálenostem k identickým bodům. Podrobný popis postupu je uveden v [7] a v [5]. V těchto materiálech je rovněž uvedeno, že kvalita transformované sítě byla zlepšena zejména v globálních charakteristikách, jako je umístění, orientace a měřítko, redukce místních měřítkových a směrových deformací sítě.

Práce směřující ke zpřesnění stávajících polohových geodetických základů jsou prováděny i v civilním sektoru a směřují k realizaci S-JTSK/95. Popis realizace JTSK/95 je uveden například v [1], [7] nebo [8]. Účelem systému JTSK/95 je podle [8]:

- umožnit přímé užití technologie GPS;
- umožnit používání terestrických observačních technik;
- umožnit využívání stávajících grafických podkladů – map velkých a středních měřítek – tzn., že rovinné souřadnice v S-JTSK/95 se budou maximálně blížit souřadnicím ve stávajícím S-JTSK.

Každému bodu základního i podrobného polohového bodového pole budou tedy příslušet geodetické zeměpisné souřadnice v ETRS 89, pravoúhlé rovinné souřadnice v S-JTSK/95 a nadmořské výšky v systému baltském po vyrovnání s uvedením, který z údajů je primární a který odvozený.

Předpokládaný postup realizace JTSK/95 je následující: Podobnostní transformací s využitím identických bodů DOPNUL se převede polohové bodové pole do ETRS 89 a modifikovanou Jungovou transformací se rozdělí zbytkové

odchylky vzniklé na identických bodech ostatním transformovaným bodům. Takto vznikne bodové pole svými vlastnostmi velmi blízké ETRS 89 odvozenému transformací S-42/83 podle [5]. V další etapě se provede podobnostní transformace celého bodového pole zpět do S-JTSK. Obdrží se páry identických bodů s rozdílnými souřadnicemi, které jsou způsobeny převážně deformacemi původní JTSK. Aby se snížily souřadnicové diference, provede se, již v soustavě rovinných souřadnic, kvadratická konformní transformace do původního S-JTSK. Tímto vznikne bodové pole v JTSK/95, které má jednoznačně definované deformace (parametry kvadratické konformní transformace) a velmi blízké lokální vlastnosti bodového pole S-42/83 transformovaného do ETRS 89 podle [5]. V dalších etapách se předpokládá transformace souřadnic trigonometrických a zhušťovacích bodů již určených vyrovnáním měření GPS. Tato množina bodů by již měla vykazovat podstatně vyšší lokální přesnost.

3. Přesnost polohových bodových polí v České republice

Přesnost polohy bodů základního polohového bodového pole je uvedena v příloze k vyhlášce [15] tímto způsobem: „Základní střední souřadnicová chyba (relativní přesnost mezi sousedními trigonometrickými body) je stanovena hodnotou 0,015 m. Mezní odchylka nesmí překročit 2,5násobek této hodnoty.“ Pro zhušťovací body je v [16] použita podobná formulace: „Podrobné polohové bodové pole se vytváří s přesností, která je dána základní střední souřadnicovou chybou u zhušťovacího bodu 0,02 m ... a vztahuje se k nejbližším bodům základního polohového bodového pole.“ „Mezní odchylka se stanoví 2,5násobkem základní střední souřadnicové chyby.“

Podle definic (1) a (2), uvedených v druhém oddílu článku, přesnost trigonometrických bodů odpovídá lokální přesnosti sítě, charakteristika zhušťovacích bodů spíše odpovídá pojmu přesnost sítě. Uváděné hodnoty základních středních souřadnicových chyb však vyjadřují konfidenční hladinu 39,3 %. Pro konfidenční hladinu 95 % bychom obdrželi 0,037 m (trigonometrické body) a 0,049 m (body zhušťovací).

4. Odhad přesnosti S-JTSK a S-42/83

V obou případech se jedná výhradně (S-JTSK) nebo převážně (S-42/83) o síť triangulační. Vznik těchto sítí je dostatečně přesně a podrobně popsán například v [1] a monografiích [14], respektive [7]. Všeobecně a ve shodě je považováno bodové pole v S-42/83 za nejkvalitnější klasickou síť na území České republiky.

4.1. Odhady přesnosti – postup výpočtu

Pro výpočet odhadu přesnosti polohových bodových polí v jednotlivých národních systémech autor vycházel z požadavku, aby hodnotícím parametrem byla pouze skalární

¹⁾ Vyšší přesnosti se vyznačují sítě zaměřené technologií GPS. Na našem území přichází v úvahu síť DOPNUL, vybrané trigonometrické body údržby ČSTS a nové zhušťovací body. S výjimkou DOPNUL zbývající sítě dosud souvisle nepokrývají celé území ČR.

(jednorozměrná) veličina. Tato veličina má vymezovat (v případě hodnocení horizontální přesnosti) kruhovou oblast, uvnitř které se bude nacházet s pravděpodobností $\beta = 0,95$ pravá relativní poloha bodů vzhledem k okolním bodům téže sítě.

K dispozici byly souřadnice bodů DOPNUL a části údržby z let 1996 a 1997 v systémech JTSK, 1942/83, ETRS 89. Kromě těchto „katalogových“ souřadnic byly využity souřadnice v ETRS 89 z registru geodetických bodů VTOPÚ v Dobrušce transformované podle [7]. Odhady přesnosti podle metodiky [13] nebo [12] nebylo možné provést. Proto byl zvolen odlišný postup, který by současně vyhovoval popisu lokální přesnosti a přesnosti sítě podle definicí (1) a (2).

A. Předběžné výpočty

1. Prostorovou podobnostní transformací byly převedeny souřadnice bodů vyjádřené v S-JTSK a S-42/83 do ETRS 89.

2. Obecnou transformací 9. (8.) stupně byly převedeny souřadnice stejného souboru bodů z S-JTSK (S-42/83) do ETRS 89.

3. Pro odhad přesnosti sítě a lokální přesnosti sítě v jednotlivých referenčních systémech byly využity zbytkové odchylky na identických bodech po transformacích ad 1, ad 2.

Tabulka 1

Střední polohové odchylky na identických bodech po transformacích do ETRS 89. Vyřazeny body č. 2 (Kvetoslavov), 4 (GOPE), 83 (Žalý)

0,12 m (63 %)	0,21 m (95 %)	podobnostní transformace (z S-42/83)
0,23 m	0,41 m	podobnostní transformace (S-JTSK)
0,045 m	0,078 m	obecná transformace 8. stupně (S-42/83)
0,073 m	0,13 m	obecná transformace 9. stupně (S-JTSK)

B. Vycházelo se z následujících předpokladů:

– souřadnice bodů v ETRS 89 určené vyrovnáním měření GPS vykazují mnohem vyšší přesnost oproti ostatním systémům. Jejich chyby jsou prakticky zanedbatelné oproti přesnosti souřadnic bodových polí v S-JTSK a S-42/83;

– lokální přesnost lze odhadnout z diferencí zbytkových odchylek po transformaci identických bodů;

– je-li oblast, ve které se odhaduje lokální přesnost, dostatečně velká, lze obdržet odhad přesnosti sítě;

– zbytkové odchylky souřadnic po podobnostní transformaci lze využít k odhadu přesnosti (pravděpodobně i lokální přesnosti) bodového polohového pole S-JTSK a S-42/83;

– zbytkové odchylky souřadnic po obecné transformaci S-42/83 do ETRS 89 lze využít k odhadu přesnosti i lokální přesnosti bodového pole transformovaného do ETRS 89 z S-42/84 podle [5];

– zbytkové odchylky souřadnic po obecné transformaci S-JTSK do ETRS 89 lze využít k odhadu přesnosti i lokální přesnosti bodového pole transformovaného do ETRS 89 z S-JTSK metodou koprující postup podle [5].

Poznámka: Odhady přesnosti počítané z hodnot získaných postupem popsaným v posledních dvou odřázkách musí být různé. V S-42/83 díky doplnění přímo měřených délek a novému vyrovnání byly významně potlačeny lokální deformace sítě.

C. Výpočet odhadů přesnosti probíhal podle schématu:

1. Byla zvolena oblast o poloměru r ($r = 6$ km, 30 km, 50 km, 100 km, celá republika).

2. Byly vypočteny diference zbytkových odchylek ve směru „sever – jih“ a „východ – západ“, $\delta N_{ij} = oN_j - oN_i$, $\delta E_{ij} = oE_j - oE_i$, dvojic bodů P_i, P_j , $i = 1, 2, \dots, n$, $j = 1, 2, \dots, k$, $i \neq j$, nacházejících se uvnitř zvolené oblasti (celkový počet bodů = n , počet bodů uvnitř zvolené oblasti = k).

3. Z těchto odchylek byly počítány relativní střední souřadnicové odchylky $\delta s_{ij} = \sqrt{0,5(\delta N_{ij}^2 + \delta E_{ij}^2)}$ pro každou dvojici identických bodů.

4. Byl vypočítán kvadratický průměr z k hodnot relativních středních souřadnicových odchylek

$$\delta s_i = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{j=1}^k \delta s_{ij}^2}$$

5. Výsledná hodnota byla transformována na konfidenční hladinu 95 % vynásobením multiplikačním faktorem $C_{0,05; n}^{(2D)} = 2,45$.

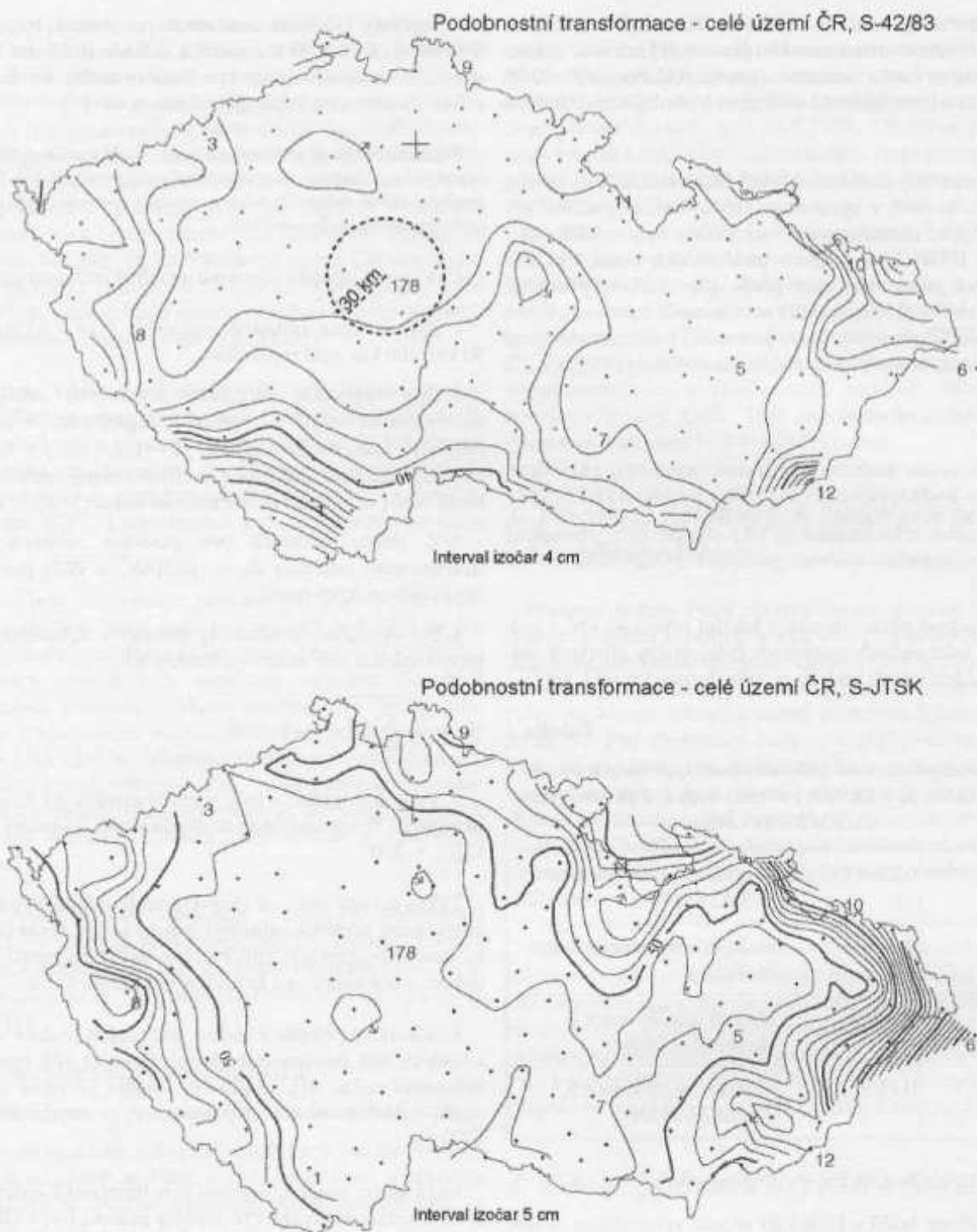
Takto určená veličina charakterizuje odhad střední přesnosti (nebo přesněji nejistoty) polohy i -tého bodu vzhledem k okolním bodům téže sítě, které se nacházejí uvnitř kruhové oblasti o poloměru r na konfidenční hladině 95 %.

Kvadratický průměr z těchto počítaných hodnot na všech n bodech sítě umožní odhadnout přesnost sítě (pro oblast zahrnující celou síť), respektive lokální přesnost sítě (pro oblast o dostatečně malém poloměru r) ve smyslu definicí (1) a (2).

Velikost (tj. poloměr) oblasti byla limitována vzdáleností mezi identickými body. Pro analýzy pomocí bodů DOPNUL bylo zvoleno $r = 30$ km a „celé území ČR“ (oblasti 50 km a 100 km poskytovaly hodnoty velmi blízké „celému území“). Při posuzování regionu z území údržby ČSTS byl zvolen poloměr 6 km (na jednom bodu 9 km). Bylo dbáno, aby v každé oblasti byly vždy nejméně dva body ($k \geq 2$). V oblasti 30 km (DOPNUL) se typická hodnota pohybovala v rozmezí 4 až 6 bodů, uvnitř oblasti 6 km (údržba) 3 až 5 bodů.

4.1.1. Odhad přesnosti S-JTSK a S-42/83

Pro výpočet odhadů přesnosti byly využity zbytkové odchylky na bodech DOPNUL po prostorové podobnostní transformaci do ETRS 89. V tabulce 2 jsou uvedeny kvadratické průměry horizontálních odchylek pro oblasti celá ČR a 30 km.



Obr. 1. Izočary charakterizující odhad přesnosti sítě S-42/83 a S-JTSK ($\beta = 0,95$)

Odhady přesnosti ČSTS v S-JTSK a S-42/83

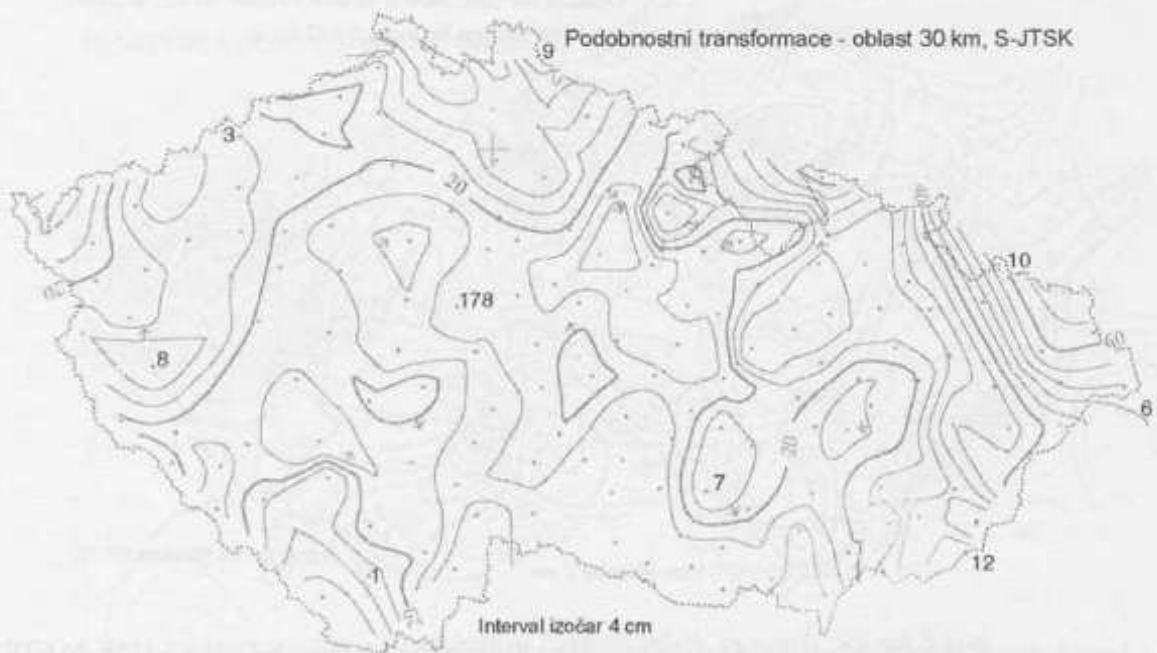
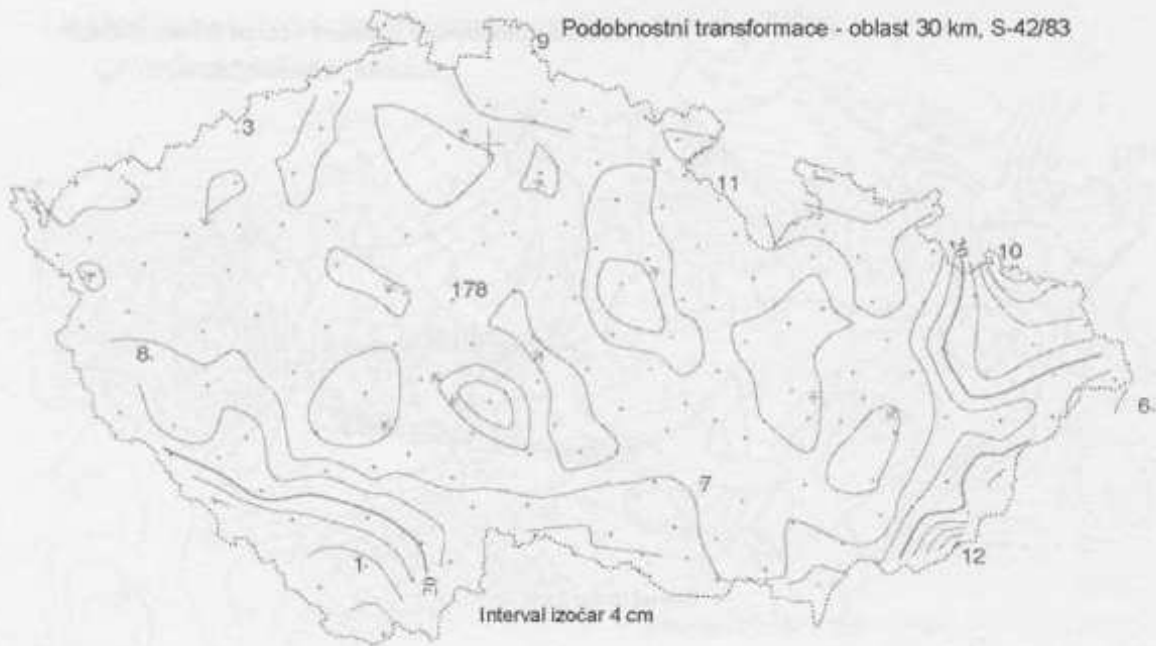
Oblast	S-JTSK	S-42/83	Poznámka
celá ČR	0,523 m	0,278 m	přesnost sítě (95 %)
30 km	0,219 m	0,119 m	lokální přesnost na vzdálenost 30 km (95 %)

Individuální hodnoty pro jednotlivé body byly rovněž zobrazeny ve formě izočar. Oblasti s velmi proměnlivou

Tabulka 2

křivostí a velkým gradientem upozorňují na poruchy v kvalitě sítě způsobené jejími deformacemi nebo dokonce možným porušením identity bodů. Příslušné izočary jsou na obrázku 1. Opět se potvrzuje známá skutečnost o problematických oblastech S-42/83 (viz [5] nebo [7]) a porušené homogenitě S-JTSK.

Odhady přesnosti sítě v S-JTSK a S-42/83 pro vzdálenosti do 30 km (obrázek 2) mají menší než poloviční velikost oproti hodnotám pro „přesnost sítě“. Zde se již projevuje eliminace oblastních deformací trigonometrické sítě v obou systémech.



Obr. 2. Izočary charakterizující odhad přesnosti S-42/83 a S-JTSK pro oblast 30 km ($\beta = 0,95$)

Na obrázku 3 jsou vykresleny izočary charakterizující odhad přesnosti sítě po obecné transformaci z S-42/83 (S-JTSK) do ETRS 89 pro oblast 30 km. Poněvadž obecná transformace dostatečně vysokého stupně umožňuje snížit vliv lokálních deformací sítě, odhady přesnosti sítě i lokální přesnosti sítě (30 km) se od sebe nepatrně liší. I v tomto případě lze pozorovat značné a nepravidelné deformace S-JTSK. I když síť v S-42/83 vykazuje podstatně lepší hodnotu odhadu přesnosti (0,087 m oproti 0,147 m), i zde lze indikovat oblasti se zhoršenou kvalitou.

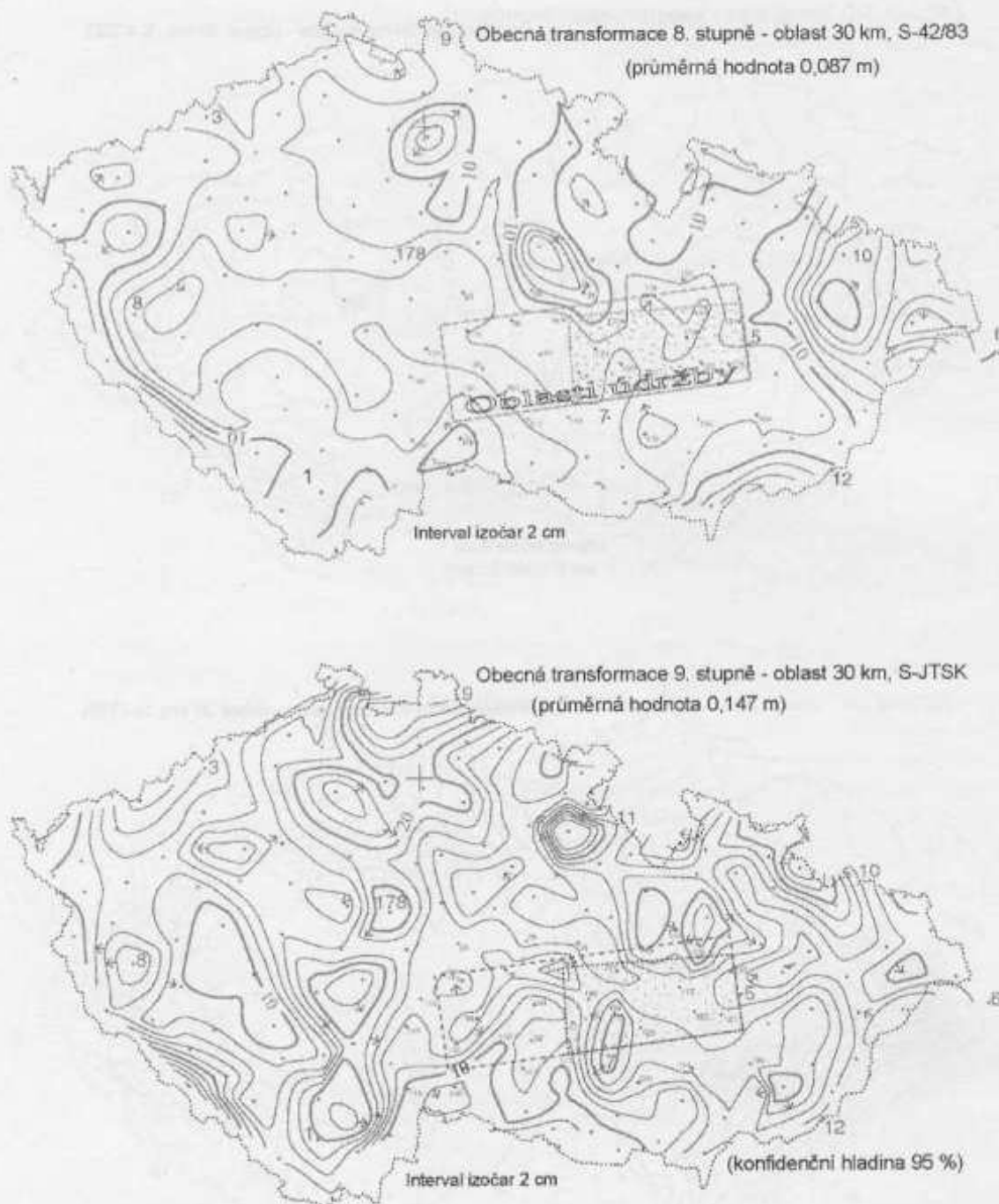
4.1.2. Odhady lokální přesnosti

Pro odhad lokální přesnosti byly využity trigonometrické body zaměřené technologií GPS v rámci údržby z let 1996

a 1997. K dispozici byl soubor 313 identických bodů, jejichž souřadnice byly určeny v ETRS 89, S-42/83 a S-JTSK. Z těchto 313 bodů bylo 149 rovněž transformováno do ETRS 89 postupem podle [5]. Průměrná vzdálenost identických bodů byla přibližně 5 km, proto byl zvolen poloměr oblasti 6 km. Uvnitř oblasti se nacházelo typicky 3 až 5 bodů, jestliže oblast obsahovala méně než 2 body, zvětšil se poloměr na 7 km, v jednom případě 9 km. Území údržby jsou znázorněna na obrázku 3.

Za referenční, tj. relativně bezchybné, byly považovány souřadnice ETRS 89 odvozené z měření GPS.

Výpočty odhadů lokální přesnosti byly provedeny v několika variantách.



Obr. 3. Izočáry charakterizující odhad přesnosti sítě pro oblast 30 km po transformaci S-42/83 a S-JTSK do ETRS 89 ($\beta = 0,95$)

a) Z diferencí mezi referenčními souřadnicemi a jejich hodnotami získanými transformací podle [5] – 149 bodů.

b) Ze zbytkových odchylek na identických bodech po obecné transformaci S-42/83 do ETRS 89 – 149 bodů.

c) Ze zbytkových odchylek na identických bodech po podobnostní transformaci mezi S-42/83 a ETRS 89 – 313 bodů.

d) Ze zbytkových odchylek na identických bodech po podobnostní transformaci mezi S-JTSK a ETRS 89 – 313 bodů.

Výsledky výpočtů podle a) a b) měly poskytnout odhad lokální přesnosti (v oblasti 6 km) bodů převedených do ETRS 89 obecnou transformací, respektive postupem podle [5]. Výsledky výpočtů podle bodů c) a d) měly poskytnout

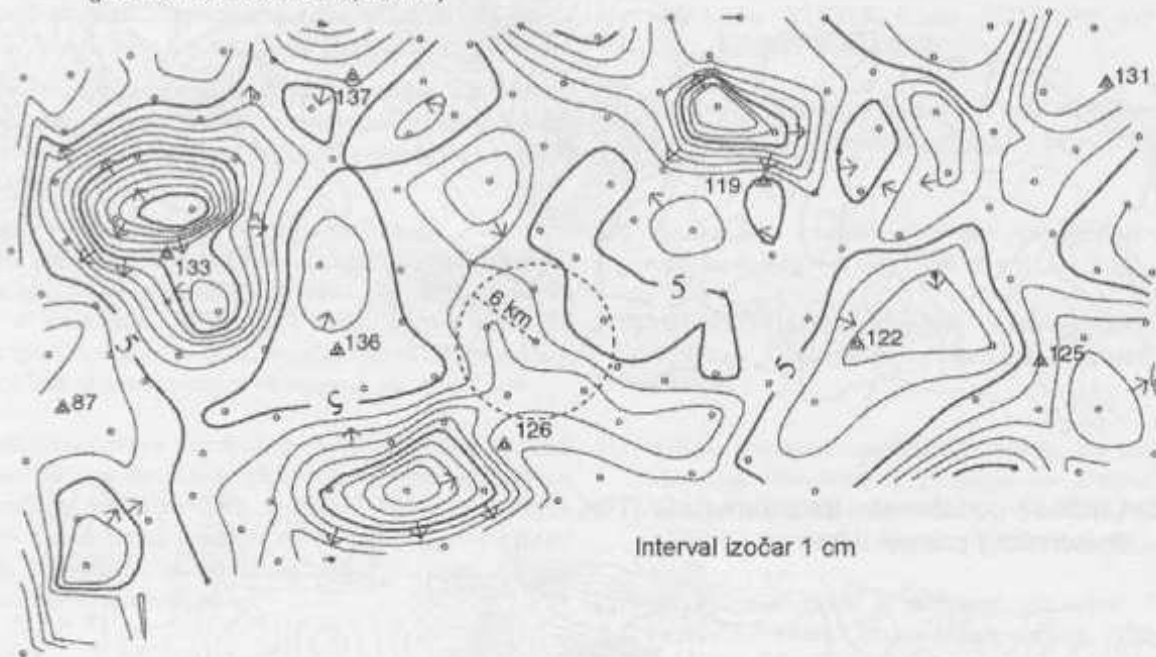
odhad lokální přesnosti sítě S-42/83 a S-JTSK. Kvadratické průměry horizontálních odchylek odpovídající konfidenční hladině 95 % jsou uvedeny v tabulce 3. V téže tabulce jsou rovněž uvedeny výsledky odhadů přesnosti sítě po obecné transformaci S-42/83 a S-JTSK do ETRS 89 pro větší oblasti.

Grafické znázornění středních hodnot relativních horizontálních odchylek ve formě izočar je uvedeno na obrázcích 4 a 5, lokalizace území údržby je na obrázku 3.

Z izočar na obrázcích 4 a 5 lze odvodit:

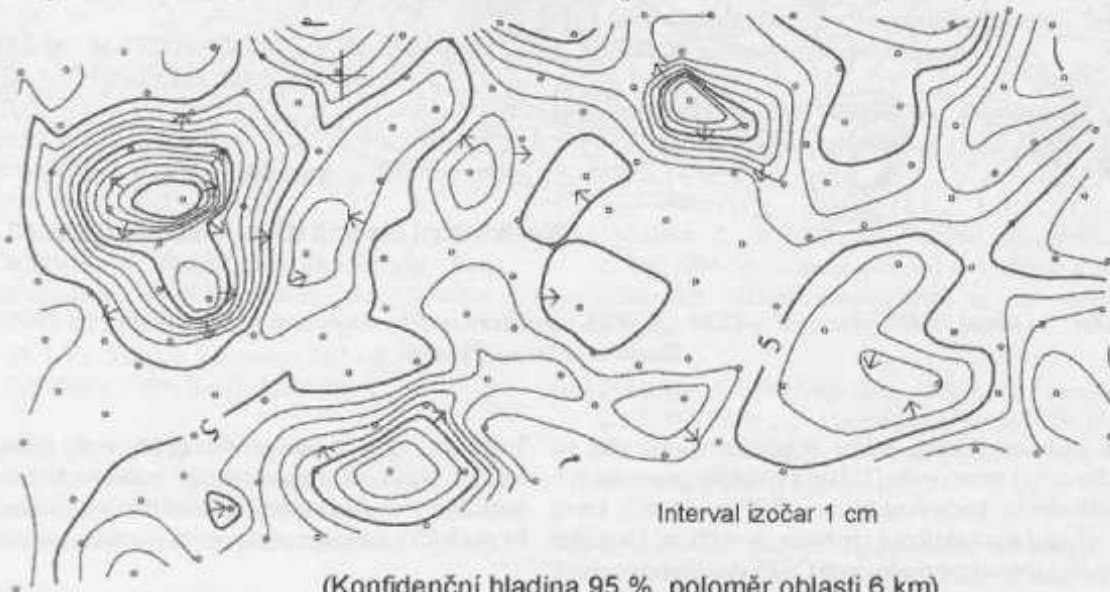
– lokální přesnosti ČSTS v S-42/83 a transformovaného do ETRS 89 jsou prakticky identické, viz obr. 3a, 4a (koeficient korelace $\rho = 0,98$);

a) Údržba k souřadnicím z registru geodetických bodů v ETRS 89
(průměrná hodnota 0,066 m)



Interval izočar 1 cm

b) Údržba k obecné transformaci do ETRS 89 (průměrná hodnota 0,067 m)



Interval izočar 1 cm

(Konfidenční hladina 95 %, poloměr oblasti 6 km)

Obr. 4. Odhad lokální přesnosti sítě v prostoru údržby vybraných trigonometrických bodů ($\beta = 0,95$). Rozloha oblasti 3 317 km²

– lokální přesnost ČSTS určené v S-JTSK je statisticky významně nižší k lokální přesnosti S-42/83 (podle F -testu na hladině významnosti $\alpha = 0,01$ lze zamítnout hypotézu o příslušnosti výběrových souborů ke stejnému základnímu souboru);

– lokální deformace S-JTSK jsou velmi časté a dosahují větších hodnot v porovnání s S-42/83;

– lokálních deformací není zbavena ČSTS ani v S-42/83 nebo ETRS 89, která byla odvozena transformací;

– ve zkoumané oblasti (přibližně 7 000 km²) nelze vyloučit porušení identity některých trigonometrických bodů.

Tabulka 3

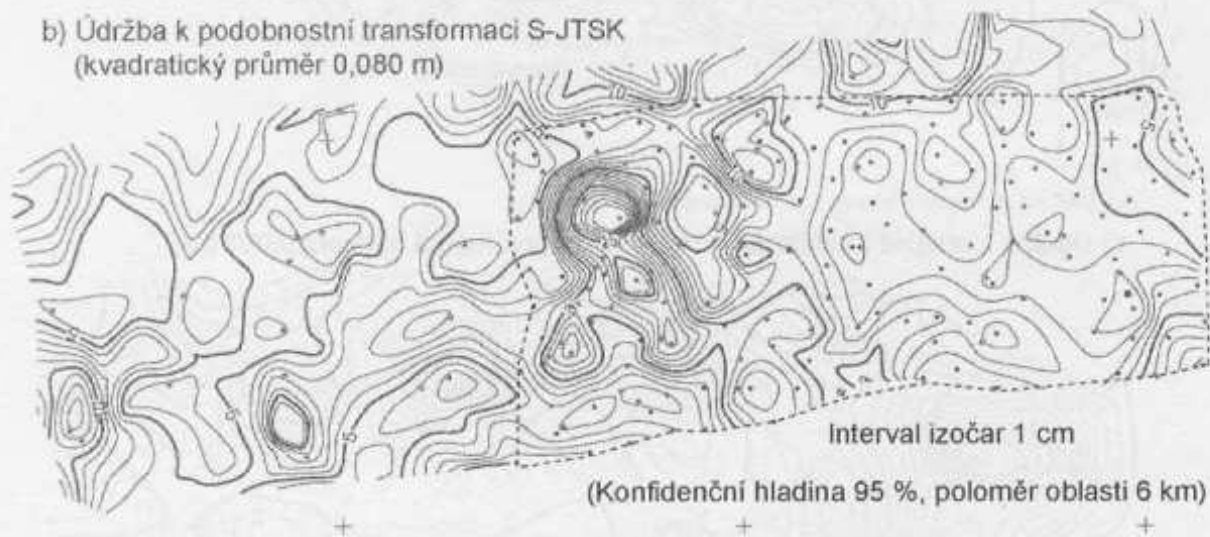
Odhady přesnosti a lokální přesnosti sítě po transformaci do ETRS 89 a lokální přesnosti S-42/83 a S-JTSK

Oblast	S-JTSK	S-42/83	Poznámka
celá ČR	0,154 m	0,095 m	bodý DOPNUL, obecná transformace (175 bodů)
30 km	0,147 m	0,087 m	bodý DOPNUL, obecná transformace (175 bodů)
6 km	—	0,067 m	údržba k obecné transformaci (149 bodů)
8 km	—	0,066 m	údržba k transformaci podle [5] (149 bodů)
6 km	0,080 m	0,061 m	údržba k podobnostní transformaci (313 bodů)

a) Údržba k podobnostní transformaci S-42/83
(kvadratický průměr 0,061 m)



b) Údržba k podobnostní transformaci S-JTSK
(kvadratický průměr 0,080 m)



Obr. 5. Odhad lokální přesnosti S-42/83 a S-JTSK v prostoru údržby trigonometrických bodů z let 1996–97. Rozloha oblasti 7 035 km²

Lokální přesnost České státní trigonometrické sítě ve smyslu definice (1) nebo podle [15] lze z výsledků provedených výpočtů odhadnout hodnotou blízkou 0,05 m (95 %), které odpovídá střední souřadnicové chybě $m_{0,95} \approx 0,02$ m. Uvedená charakteristika zřejmě platí pro body ČSTS vyjádřené ve všech souřadnicových systémech, tj. S-JTSK, S-42/83 i ETRS 89 realizovaných transformací. V případě S-JTSK lze očekávat častější překročení mezní hodnoty definované „2,5násobkem“ základní střední souřadnicové chyby.

5. Závěr

Technologií GPS lze bez vynaložení mimořádného úsilí a s vysokou přesností přenést polohu na vzdálenosti desítek až stovek kilometrů. Výsledky určení polohy se obvykle vyjadřují v některém ze závazných souřadnicových systémů. Proto je třeba mít informaci o přesnosti bodového pole v rozsahu vzdáleností přenesení polohy.

V České republice je pro zeměměřičské činnosti běžně používáno polohové bodové pole určené v S-JTSK a S-42/83.

V článku jsou provedeny odhady přesnosti těchto sítí i jejich lokální přesnosti. Prezentované hodnoty horizontální přesnosti byly transformovány na konfidenční hladinu 95 %, proto by prakticky měly být překročeny jen zcela výjimečně.

Prostřednictvím kvantitativních charakteristik byly potvrzeny (přesněji nebyly zamítnuty) již delší dobu odborné veřejnosti známé vlastnosti ČSTS v S-JTSK a S-42/83:

- S-JTSK má výrazně porušenou homogenitu, vyznačuje se relativně velkými a nepravidelnými deformacemi, nelze vyloučit horizontální odchylky větší než 6 cm s vyšší než očekávanou pravděpodobností;

- přesnost sítě S-42/83 je téměř 2krát vyšší než S-JTSK, lokální přesnost S-42/83 je mírně lepší (asi o 30 %), rozdíly v kvalitě obou sítí jsou ovlivněny využitím přesně určených délek v S-42/83 a postupem vyrovnání;

- lokální vlastnosti bodového pole transformovaného do ETRS 89 podle [5] jsou v podstatě shodné jako S-42/83;

- přímá transformace ČSTS S-JTSK do ETRS 89 s využitím pouze bodů DOPNUL včetně „dotransformace“ umožní

zlepšit celkové kvalitativní charakteristiky transformované sítě (přesnost sítě), avšak nepovede ke zlepšení lokální přesnosti (na základě analogie z transformace S-42/83 do ETRS 89, viz obr. 4a, b, 5a a tabulka 3 – lokální přesnost pro oblasti 6 km);

– kvalita transformace je limitována hustotou identických bodů, při nízké hustotě transformovaná síť kopíruje lokální vlastnosti sítě původní, přitom prakticky nezávisí na použitém modelu transformace;

– modely transformací, které umožňují eliminovat měřítkové deformace sítě, podstatně zlepši (po transformaci) přesnost sítě a mírně lokální přesnost; zlepšení závisí na hustotě a rozmístění identických bodů; riziko takového postupu spočívá v použití bodů, jejichž identita je porušena, a tím v zavlečení neodhalených deformací do „nové“ sítě.

Z uvedeného vyplývá, že zásadního zvýšení lokální přesnosti i přesnosti sítě lze dosáhnout pouze společným vyrovnáním nových měření, zejména GPS. Zvýšení hustoty identických bodů pro transformaci umožní pouze dílčí zlepšení lokální přesnosti, jednotlivé deformace sítě nebo porušení identity bodů mohou zůstat neodhaleny.

Literatura:

[1] CIMBÁLNÍK, M., a MERVART, L. *Vyšší geodézie 1*. Praha : ČVUT, 1996. 171 s. ISBN 80-01-01597-1.

[2] KOSTELECKÝ, J., a CIMBÁLNÍK, M. Převod souřadnic mezi S-JTSK a ETRS-89. *Geodetický a kartografický obzor*, 1996, roč. 42, č. 2, s. 23–31.

[3] KRATOCHVÍL, V. *Polohové geodetické sítě*. Brno : Vojenská akademie, 2000. 213 s. Poř. č. tisku S-464.

[4] LEICK, A. *GPS Satellite Surveying*, 2nd ed. New York : Wiley, 1995. 560 s. ISBN 0-471-30626-6.

[5] NEVOSÁD, Z. *Analýza identity bodů sítě DOPNUL a návrhy metodiky výpočtu souřadnicových oprav transformovaných bodů pomocí fiktivních bodů : Závěrečná výzkumná zpráva*. Brno : Vojenská akademie, 1995.

[6] STRANG, G., and BORRE, K. *Linear Algebra, Geodesy and GPS*. Wellesley (MA) : Wellesley Cambridge Press, 1997. 624 s. ISBN 0-9614088-6-3.

[7] *Geodetické referenční systémy v České republice : Vývoj od klasických ke geocentrickým souřadnicovým systémům*. 1. vyd. Zdíby : VÚGTK; Praha : VZÚ, 1998, roč. 44, č. 21. 186 s. ISBN 80-85881-09-8.

[8] *Prostorový referenční rámec v České republice – správa a modernizace : Sborník referátů 2*. Brno : VUT, 2001. 104 s.

[9] *Zkušenosti s využitím GPS pro bodová pole : Sborník referátů 1*. Brno : VUT, 1998. 86 s.

[10] MIL-STD-600001. *Mapping, Charting and Geodesy Accuracy*. Department of Defense Standard Practice, 1990, 54 s.

[11] IGSM, Intergovernmental Committee on Surveying & Mapping. *Standards & Practices for Control Surveys*. Version 1.3. Canberra : Auslig, 1996. 62 s. Published by AUSLIG, Canberra, August 1999. (www.auslig.gov.au).

[12] FGDC. *Geospatial Positioning Accuracy Standards*. Federal Geodetic Control Subcommittee, 1998. Chapter 1–4, 1998. 78 s. (<http://fgdc.er.usgs.gov/fgdc.htm>).

[13] GEOMATICS. Canada, Geodetic Survey Division. *Accuracy Standards for Positioning*. Version 1.0. Ottawa, 1996. 28 s. (www.geod.nrcan.gc.ca).

[14] *Geodetický systém 1942/83 na čs. území – souhrnná informace o vzniku s přehledem prací*. Praha : TS AČR, 1992. 84 s.

[15] *Vyhláška č. 31/1995 Sb.*, kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřičství a o změně a o doplnění některých zákonů souvisejících z jeho zavedením – Příloha.

[16] *Vyhláška č. 190/1996 Sb.*, kterou se provádí zákon č. 205/1992 Sb., ..., ve znění zákona č. 89/1996 Sb., bod 11., *Technické požadavky na body podrobného polohového bodového pole*.

[17] KRATOCHVÍL, V. *Geometrické standardy polohové přesnosti v geodézii*. Verze 0.9/2001. Pracovní rukopis. 14 s.

Recenzent: prof. Ing. Zdeněk Nevosád, DrSc.

Gravimetrické základny na území České republiky

Karel Diviš, Zeměměřický úřad Praha

1. Úvod

Převod odečtení gravimetru na jednotky tíhového zrychlení lze provést třemi způsoby:

- 1) interpolací v kalibrační tabulce;
- 2) pomocí kalibrační funkce;
- 3) kombinací kalibrační funkce a interpolační tabulky.

První způsob se běžně používá při práci s gravimetry LaCoste Romberg model G, jejichž celkový měřicí rozsah cca $70\,000 \mu\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ pokrývá hodnoty tíhového zrychlení přes celý zemský povrch.

Výrobce dodává kalibrační tabulku pro celý rozsah gravimetru s intervalem 100 dílků počítadla.

Při použití druhého způsobu může mít kalibrační funkce např. tvar

$$g(z) = kg'(z) + \sum \delta, \quad (1)$$

kde

$$g'(z) = \sum_{j=1}^m a_j z^j + \sum_{i=1}^n e_i \sin(f_i z + \phi_i), \quad (2)$$

kde z je odečtení počítadla gravimetru, $f_i = 2\pi/P_i$, přičemž P_i jsou periody odečítacího zařízení.

Kalibrace gravimetru pak spočívá v určení koeficientů a_j , resp. e_i, ϕ_i, f_i kalibrační funkce a rozměrového koeficientu k z měření na tíhových základnách. Druhý člen na pravé straně rovnice (1) představuje souhrn korekcí (slapová oprava, oprava z výšky měřicího systému nad tíhovým bodem, případně oprava z barometrického tlaku).

Třetí způsob spočívá v určení koeficientů a_j proložení polynomu hodnotami určité části kalibrační tabulky. Ostatní koeficienty se určí stejným postupem jako u druhého způsobu z měření na gravimetrických základnách. Tento způsob je používán v Zeměměřickém úřadu při zpracování tíhových měření gravimetru LaCoste Romberg.

2. Gravimetrické základny

2.1. Hlavní gravimetrická základna

Hlavní gravimetrická základna pro kalibraci gravimetrů byla vybudována v roce 1959. Zahrnuje 24 tíhových bodů

o celkovém tíhovém rozdílu cca $3\,200 \mu\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$, což umožňuje kalibraci gravimetrů v rozsahu tíhových zrychlení, která se vyskytují na celém území ČR.

Průběh základny je patrný z obr. 1, kde je označena číslem 1.

Z Hřenska vede základna podél Labe do Lovosic, kde navazuje na silnici E55, kterou sleduje přes Prahu, Tábor, České Budějovice až do Dolního Dvořiště. Tíhové údaje jsou výsledkem vyrovnání Jednotné gravimetrické sítě (JGS), zahrnující tíhová měření na území České republiky, Slovenska a Maďarska. Do vyrovnání byla použita měření hlavní gravimetrické základny 14 gravimetru různých typů z období 1972–1994 (Gs 12–2 gravimetru, Sharpe a Sodin–4, Worden–2, LaCoste Romberg–6). Všechny gravimetru byly vybaveny termostatem. Rozměr a orientace (hladina) JGS jsou dány 29 absolutními měřeními tíhového zrychlení na 16 bodech, uskutečněnými v letech 1978 až 1994. Tato absolutní měření byla provedena třemi aparaturami – GABL (Institut Fiziki Zemli Moskva) 8 bodů, 13 měření; JILAG (BEV Wien) 9 bodů, 9 měření; a AXIS (DMA – USA) 7 bodů.

Na území ČR jsou vybudovány absolutní tíhové body na stanicích Pecný a Polom.

V tab. 1 značí PCO počet observací na bodě, přičemž observací se rozumí průměr z odečtení gravimetru v daném čase.

Hlavní gravimetrická základna slouží především k určování rozměrového koeficientu k gravimetrů všech výše zmíněných typů. U gravimetrů LaCoste Romberg mohou být z měření základny odvozeny konstanty e_i, ϕ_i dlouhoperiodických členů, u gravimetrů typu Sharpe a Worden koeficienty kompletní kalibrační funkce (1).

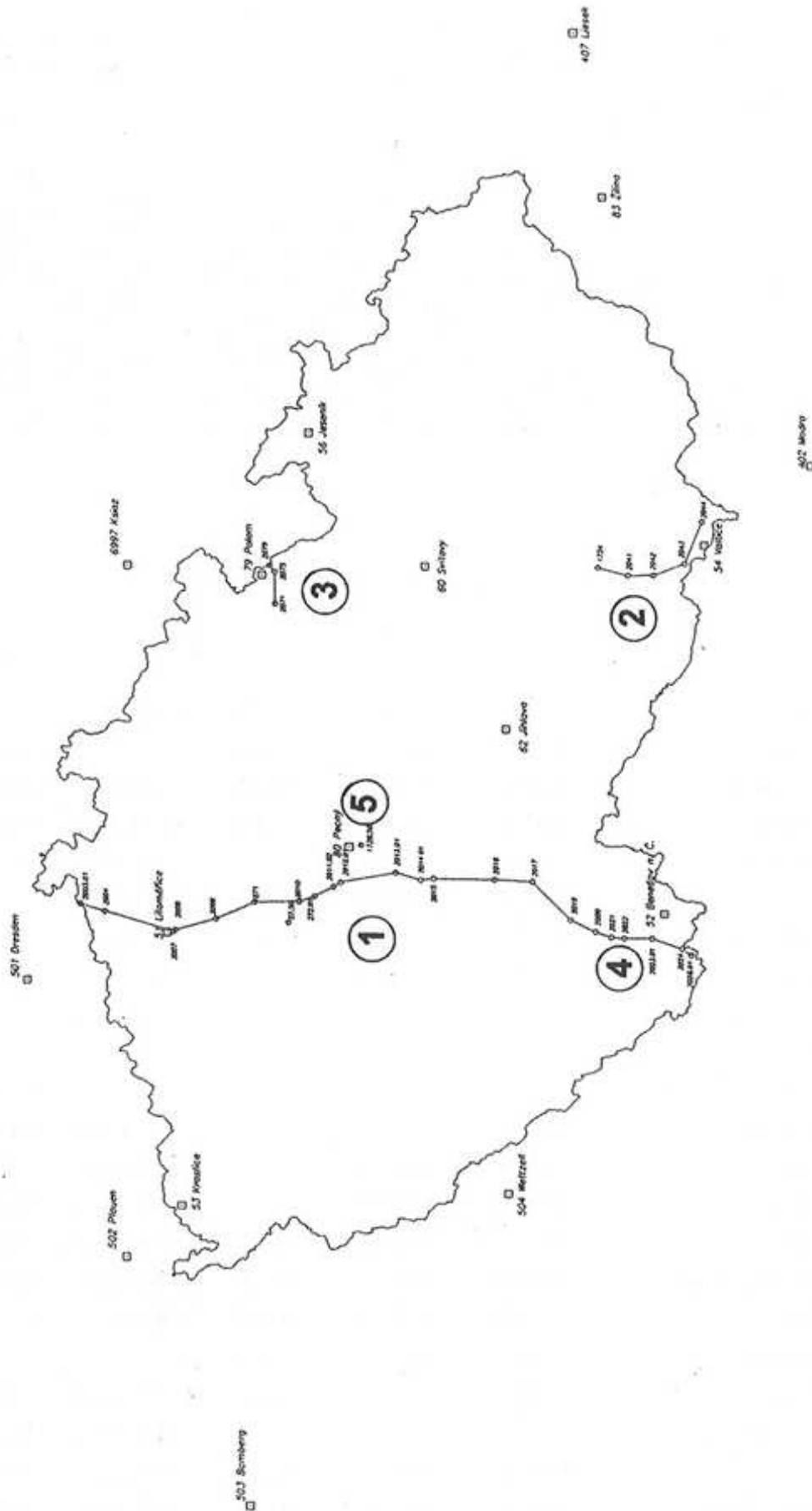
2.2. Gravimetrická základna Brno – Břeclav

Tato základna představuje část původní základny Brno – Nové Zámky na území České republiky. Z letiště Brno-Tuřany vede podél silnice E461 do Mikulova, odkud pokračuje přes Valtice do Břeclavi. Na obr. 1 je označena číslicí 2. Celkový tíhový rozdíl je cca $892 \mu\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Tíhové údaje v tab. 2 jsou výsledkem vyrovnání v rámci JGS. Do vyrovnání byla použita měření šesti gravimetru (3 Sharpe a Sodin, 2 Worden, 1 LaCoste Romberg) z období 1978–1992.

2.3. Gravimetrická základna Šerlich

Gravimetrická základna Šerlich se nachází v Orlických horách. Na přehledné mapce (obr. 1) je označena číslicí 3. Patří mezi tzv. vertikální gravimetrické základny, u nichž se



Obr. 1. Gravimetrické základny na území České republiky

- 1 – hlavní gravimetrická základna; 2 – gravimetrická základna Brno – Břeclav; 3 – gravimetrická základna Šerlich;
- 4 – gravimetrická základna Kleť; 5 – gravimetrická základna Ondřejov – Chocerady



Obr. 2. Gravimetrická základna Šerlich

Tabulka 1

Hlavní gravimetrická základna

Číslo bodu	Název bodu	Zem. šířka	Zem. délka	Výška	g	$m(g)$	PCO
		° ' "	° ' "	m	$\mu m \cdot s^{-2}$		
2003.01	Hřensko II	50 52 26	14 14 17	124.35	9 810 900.77	0.123	12
2004	Děčín	50 46 48	14 12 36	131.09	9 810 813.33	0.096	46
2007	Litoměřice	50 31 09	14 08 34	146.86	9 810 788.25	0.084	161
2008	Terezín	50 30 41	14 09 13	150.00	9 810 771.78	0.082	556
2009	Straškov	50 21 55	14 15 14	207.24	9 810 536.96	0.075	605
271	Postřížín	50 13 56	14 23 20	234.07	9 810 382.17	0.069	781
2010	Praha-Nové Město	50 04 10	14 25 37	203.30	9 810 180.01	0.064	382
272.01	Kunratice	50 00 58	14 28 15	289.46	9 809 977.10	0.057	1014
2011.02	Jesenice-H. Jirčany	49 57 07	14 32 26	401.23	9 809 749.07	0.054	250
2012.01	Sulice	49 55 38	14 34 20	479.63	9 809 587.65	0.051	266
1723.01	Řehenice-Křiváček	49 52 02	14 38 44	322.06	9 809 851.16	0.055	421
1724.01	Benešov	49 48 10	14 40 49	377.55	9 809 641.05	0.051	461
2013.01	Bystřice	49 43 54	14 40 10	366.14	9 809 500.14	0.050	246
2014.01	Votice	49 38 20	14 38 44	482.50	9 809 214.68	0.046	503
2015	Miličín	49 35 26	14 39 50	661.39	9 808 793.30	0.048	215
2016	Planá nad Lužnicí	49 22 00	14 42 09	412.00	9 809 018.73	0.047	418
2017	Řípec	49 13 36	14 43 16	406.63	9 808 797.78	0.047	632
2019	Chotýčany	49 04 05	14 31 18	526.35	9 808 404.14	0.051	1176
2020	České Budějovice	48 58 22	14 28 20	386.11	9 808 600.61	0.050	668
2021	Kamenný Újezd	48 54 38	14 27 12	455.40	9 808 390.23	0.053	475
2022	Krasejovka	48 51 48	14 27 25	552.12	9 808 201.24	0.056	598
2023.01	Raveň-Hubenov	48 45 43	14 28 38	595.11	9 807 986.07	0.061	431
2024	D. Dvořiště-Trojany	48 38 59	14 26 25	670.25	9 807 706.44	0.067	497
2026.01	Horní Dvořiště	48 36 40	14 24 26	661.94	9 807 701.66	0.070	126

Tabulka 2

Gravimetrická základna Brno – Břeclav

Číslo bodu	Název bodu	Zem. šířka	Zem. délka	Výška	g	$m(g)$	PCO	Poznámka
		° ' "	° ' "	m	$\mu\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$			
173	Brno-Tuřany	49 09 12	16 41 11	238.14	9 809 387.68	0.046	347	letišťe
173.50	Brno	49 09 30	16 41 28	240.00	9 809 358.92	0.049	206	letišťe exc
1734	Želešice	49 07 18	16 34 05	210.30	9 809 656.66	0.054	292	
2041	Smolín	49 00 32	16 32 25	186.46	9 809 291.71	0.049	220	
2042	Pasohlávky	48 54 56	16 33 21	176.09	9 809 201.94	0.048	215	
2043	Mikulov	48 48 25	16 38 26	237.92	9 808 952.72	0.044	246	
2044	Břeclav	48 45 32	16 53 39	157.74	9 808 765.06	0.043	245	

Tabulka 3

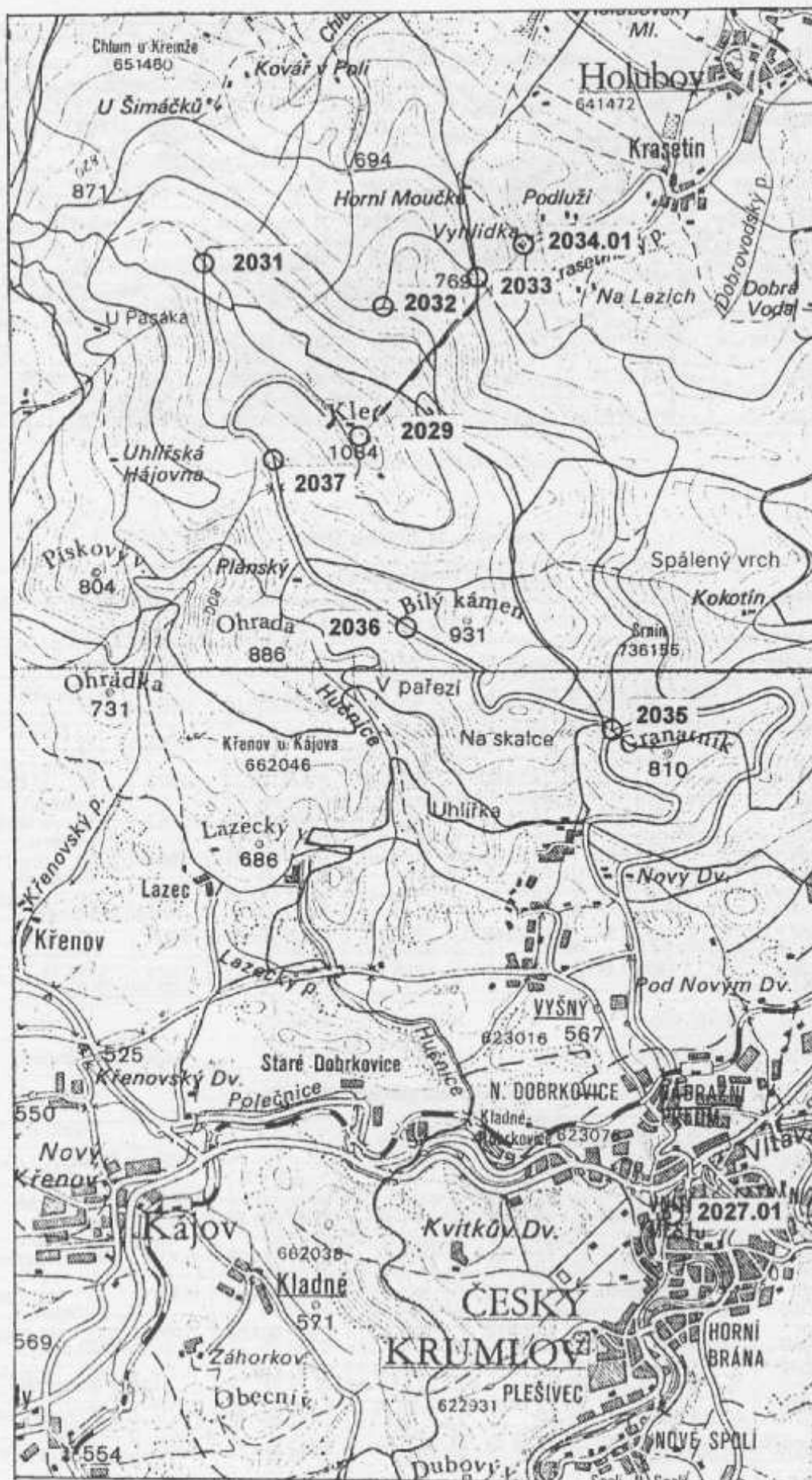
Gravimetrická základna Šerlich

Číslo bodu	Název bodu	Zem. šířka	Zem. délka	Výška	g	$m(g)$	PCO	Poznámka
		° ' "	° ' "	m	$\mu\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$			
2071	Dobruška	50 17 31	16 09 47	299.15	9 810 127.36	0.078	290	
2072.01	Bačetín	50 17 58	16 13 38	430.06	9 809 889.01	0.075	224	
2073	Bačetín	50 17 48	16 14 51	492.65	9 809 749.72	0.074	175	
2074.01	Kounov-Šediviny	50 18 03	16 18 00	560.00	9 809 529.37	0.073	87	U Poláč. pily
2075	Deštné	50 18 19	16 21 09	653.41	9 809 296.90	0.067	432	u školy
276.01	Deštné v Orł. h.	50 18 02	16 22 03	659.10	9 809 236.47	0.068	262	hotel Praha
2077	Deštné v Orł. h.	50 18 32	16 22 44	790.48	9 808 982.97	0.068	201	na skále
2078.01	Deštné v Orł. h.	50 18 58	16 22 58	904.41	9 808 765.39	0.069	193	młyn. kámen
2079	Sedloňov	50 19 35	16 23 16	1017.34	9 808 546.13	0.069	177	Šerlich

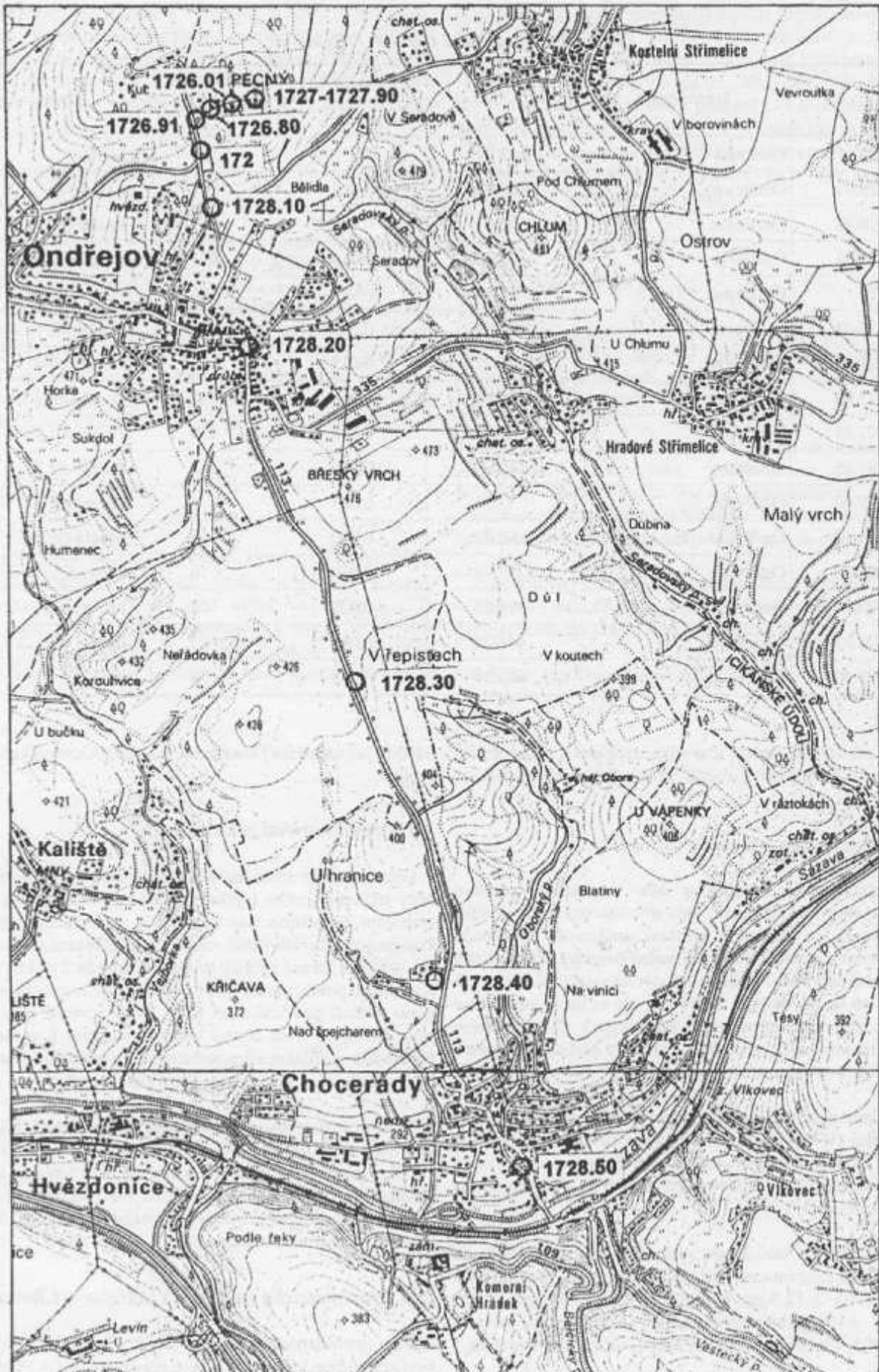
Tabulka 4

Gravimetrická základna Kleť

Číslo bodu	Název bodu	Zem. šířka	Zem. délka	Výška	g	$m(g)$	PCO	Poznámka
		° ' "	° ' "	m	$\mu\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$			
2027.01	Český Krumlov	48 48 46	14 19 04	496.70	9 808 301.58	0.074	39	
2029	Hlubov, Kleť	48 51 57	14 17 06	1083.81	9 807 116.56	0.107	31	Kleť vrchol
2031	Chlum	48 52 40	14 16 10	982.05	9 807 364.88	0.101	29	Kleť hřeben
2032	Chlum	48 52 29	14 17 12	865.42	9 807 603.61	0.090	32	křížovatka
2033	Holubov	48 52 37	14 17 52	765.78	9 807 810.57	0.079	66	u lanovky
2034.01	Holubov	48 52 43	14 18 09	672.29	9 808 004.28	0.092	15	stanice lanovky
2035	Přísečná-Srnín	48 50 47	14 18 38	777.64	9 807 786.91	0.084	57	marián. obraz
2036	Křenov	48 51 08	14 17 27	862.98	9 807 604.12	0.092	48	výhybka
2037	Křenov	48 51 52	14 16 36	935.64	9 807 460.30	0.094	65	cesta kn. Jana



Obr. 3. Gravimetrická základna Křel



Obr. 4. Gravimetrická základna Ondřejov - Chocerady

Gravimetrická základna Ondřejov – Chocerady

Číslo bodu	Název bodu	g	m(g)	PCO	Poznámka
		$\mu\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$	$\mu\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$		
172	Ondřejov	162.24	0.015	284	hřiště
1726.01	Ondřejov	100.00	0.015	281	u budovy
1726.81	Ondřejov	126.82	0.015	272	Pecný vchod
1726.91	Ondřejov	151.30	0.015	271	Pecný cesta
1727	Ondřejov	76.29	0.014	598	Pecný u věže
1727.81	Ondřejov	73.83	0.015	451	Pecný věž 1
1727.82	Ondřejov	70.71	0.015	449	Pecný věž 2
1727.83	Ondřejov	68.15	0.015	452	Pecný věž 3
1727.84	Ondřejov	65.49	0.015	450	Pecný věž 4
1727.85	Ondřejov	62.93	0.016	245	Pecný věž 5
1727.90	Ondřejov	33.56	0.065	8	Pecný věž 10
1728.10	Ondřejov	192.70	0.030	60	bývalá školka
1728.20	Ondřejov	235.76	0.030	56	u zatáčky
1728.30	Ondřejov	354.27	0.029	68	niv. kámen
1728.40	Chocerady	444.04	0.031	52	u chat
1728.50	Chocerady	525.74	0.035	36	parčík

využívá především změny tíhového zrychlení s nadmořskou výškou. Celkový tíhový rozdíl koncových bodů dosahuje $1\,581 \mu\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Podrobný průběh základny je patrný z obr. 2.

Na všech bodech základny byly zaměřeny vertikální gradienty tíhového zrychlení. Výhodou této základny je velký tíhový rozdíl na poměrně krátkou vzdálenost. Nevýhoda spočívá v tom, že poměrně velké změny barometrického tlaku s nadmořskou výškou mohou mít vliv na odečtení některých gravimetrů (zejména typu Worden), což se může nepříznivě projevit chybou v odvozených konstantách. Pro správnou aplikaci naměřených výsledků je třeba u těchto gravimetrů zavádět opravu z barometrického tlaku.

Základnu původně vybudoval Vojenský topografický ústav v Dobrušce (VTOPÚ). Později byla převzata Zeměměřickým úřadem a zahrnuta do gravimetrických základů. Většina bodů byla přestabilizována; z původních bodů VTOPÚ jsou dosud používány body č. 2 077 a 2 079.

Tíhové údaje v tab. 3 jsou výsledkem vyrovnání JGS, do kterého byla zahrnuta měření devíti gravimetrů různých typů (2 gravimetry Gs 12, 3 gravimetry Sharpe a Sodín, 2 gravimetry Worden a 2 gravimetry LaCoste Romberg) z období 1973–1993. Všechny gravimetry byly opatřeny termostatem.

Gravimetrická základna Šerlich umožňuje poměrně rychlou kalibraci gravimetru a s poměrně vysokou přesností lze

odvodit jak rozměrový koeficient, tak i koeficienty a , kalibrační funkce.

2.4. Gravimetrická základna Kleť

Gravimetrická základna Kleť je umístěna v blízkém okolí hory stejného jména (výška – 1 084 m), která je nejvyšším vrcholem Blanského lesa. Na obr. 1 je označena číslicí 4. Poloha jednotlivých bodů základny je zobrazena na obr. 3. Na své jižní straně vychází základna z bodu 2 027.01 Český Krumlov a pokračuje na sever podél silnice vedoucí k televiznímu vysílači pod vrcholem Kleti. Body severně od vrcholu jsou přístupné lesní cestou vedoucí směrem k vrcholu od parkoviště u dolní stanice sedačkové lanovky Holubov-Kleť. Celkový tíhový rozdíl základny je $1\,185 \mu\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

V tab. 4 jsou uvedeny výsledky z vyrovnání JGS. Do vyrovnání byla použita měření šesti gravimetrů (1 gravimetr Gs 12, 2 gravimetry Sharpe, 1 gravimetr Worden a 2 LaCoste Romberg) z období let 1978–1993. Na všech bodech byly zaměřeny vertikální gradienty tíhového zrychlení. Všechny gravimetry byly termostatovány.

2.5. Gravimetrická základna Ondřejov – Chocerady

Tato gravimetrická základna slouží především k určování periodické části kalibrační funkce gravimetrů $g'(z)$. Původních 11 bodů (172–1 727.90) se nachází v blízkém okolí Geodetické observatoře Pecný v Ondřejově. Při měřických kampaních

v letech 1976, 1977, 1986 a 1989 byly použity 2 gravimetry Worden, 2 gravimetry Sharpe a 1 gravimetr Sodín, většinou termostatované. V roce 1993 se v resortu ČÚZK začaly používat gravimetry LaCoste Romberg. V témže roce byla základna rozšířena o body 1 728.10–1 728.50, takže koncový bod základny je v obci Chocerady.

Na obr. 1 je základna označena číslicí 5. Podrobný průběh základny je vyznačen na obr. 4.

Základna Ondřejov – Chocerady není zahrnuta do gravimetrických základů ČR. Tíhové údaje v tab. 5 jsou výsledkem samostatného vyrovnání. Do vyrovnání byla použita měření 10 gravimetry – z období let 1976–1989 pěti gravimetry Worden a Sharpe, resp. Sodín, a z období 1993–1997 pěti gravimetry LaCoste Romberg. Rozměrové koeficienty gravimetrů LaCoste Romberg byly odvozeny z měření na hlavní gravimetrické základně, pro ostatní gravimetry pak z vyrovnání Jednotné gravimetrické sítě.

Závěr

V roce 1999 bylo v Zeměměřickém úřadu provedeno vyrovnání gravimetrické sítě České republiky. Rozměr a orientace (hladina) sítě jsou definovány skupinou 15 absolutních tíhových bodů zaměřených v letech 1993–1998. Na obr. 1 jsou vyznačeny čtverečkem. Z tohoto počtu je 7 na území ČR, 4 v Německu, 1 v Polsku a 3 na Slovensku. Do jejich

vyrovnání byla kromě všech předchozích měření pro vyrovnání JGS použita tíhová měření uskutečněná v základní geodynamické síti ČR gravimetry LaCoste Romberg v letech 1996–1998, spojující navzájem absolutní tíhové body. Rozložení absolutních bodů pokrývá dobře rozsah hodnot tíhového zrychlení na území ČR. Výsledkem vyrovnání je tíhový systém, který má pracovní charakter a označení „2000“. Pro převod hodnot tíhového zrychlení z S-Gr 95 do pracovního systému platí transformační vztah

$$g_{00} = g_{95} + x + (g_{95} - g_{00})y, \tag{3}$$

kde $g_{00} = 9\,809\,200,89 \mu\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Porovnáním hodnot tíhového zrychlení na 646 identických bodech byly odvozeny číselné hodnoty pro posun hladiny sítě $x = (-0,094 \pm 0,0017) \mu\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ a měřítka sítě $y = (5,95 \pm 0,22) \times 10^{-5}$.

Tíhové údaje v tabulkách 1–5 dávají možnost určení rozměrového koeficientu gravimetru s přesností $\pm(2 \text{ až } 3) \times 10^{-5}$. Využití hlavní gravimetrické základny v kombinaci se základnou Ondřejov – Chocerady se zvláště uplatní při určování periodických chyb gravimetrů.

Podrobnější informace o gravimetrických základnách, včetně místopisů tíhových bodů podá gravimetrické oddělení Zeměměřického úřadu, Pod sídlištěm 9, Praha 8.

Recenzent: Ing. Drahomír Dušátko, CSc.

Gravimetr	Číslo bodu	Geografická šířka	Geografická délka	Úroveň nadmořská	Číslo měření	Číslo měření	Číslo měření
Worden	176	50° 12' 30"	15° 10' 00"	176	1976	1977	1989
Worden	177	50° 12' 30"	15° 10' 00"	177	1976	1977	1989
Sharpe	178	50° 12' 30"	15° 10' 00"	178	1976	1977	1989
Sharpe	179	50° 12' 30"	15° 10' 00"	179	1976	1977	1989
Sodín	180	50° 12' 30"	15° 10' 00"	180	1976	1977	1989

Gravimetr	Číslo bodu	Geografická šířka	Geografická délka	Úroveň nadmořská	Číslo měření	Číslo měření	Číslo měření
LaCoste Romberg	181	50° 12' 30"	15° 10' 00"	181	1993	1994	1997
LaCoste Romberg	182	50° 12' 30"	15° 10' 00"	182	1993	1994	1997
LaCoste Romberg	183	50° 12' 30"	15° 10' 00"	183	1993	1994	1997
LaCoste Romberg	184	50° 12' 30"	15° 10' 00"	184	1993	1994	1997
LaCoste Romberg	185	50° 12' 30"	15° 10' 00"	185	1993	1994	1997

Informace o pasivní metodě monitorování nadmořské výšky letu, popř. výšky nad terénem, azimutu směru letu, úhlu stoupání nebo klesání

Viliam Vatrť, Vojenský topografický ústav Dobruška

V rámci vývoje aplikací metod globální geodezie pro topograficko-geodetické zabezpečení AČR byla ve Vojenském topografickém ústavu (VTOPU) Dobruška vyvinuta metoda pasivního monitorování nadmořských výšek letu, azimutu letu a úhlu stoupání nebo klesání.

Metoda je založena na kontinuálním monitorování prostorové polohy palubní aparaturou GPS, současném monitorování geopotenciálu v bodech trasy letu a na znalosti geopotenciálu W_0 pro klidnou hladinu světového oceánu, odvozeného ve VTOPU z údajů družicové altimetrie systému TOPEX/POSEIDON v letech 1993–2000 o hodnotě

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

Vyvinutá metoda je použitelná v libovolném místě okolozemského prostoru, a to bez jakýchkoli dalších informací a zcela nezávisle na palubních výškoměrech.

Rozpracovanou metodu lze bez potíží aplikovat všude tam, kde:

– v technické výbavě existuje palubní aparatura GPS s možností určovat v intervalech kontinuálně prostorovou polohu objektu;

– je instalovaný palubní nebo jiný, doplňující počítač a je k dispozici monitor nebo grafický displej;

– jsou uvedené prvky zařízení HW vzájemně propojeny (aparatura GPS, palubní počítač se SW a daty, monitor);

– budou použita data modelu geopotenciálu EGM96 spolu s aplikačním SW vyvinutým ve VTOPU Dobruška;

– jsou k dispozici také informace o výškových překážkách, eventuálně digitální model terénu.

Při použití navrhované technologie bude společně s údaji modelu gravitačního potenciálu Země EGM96 garantováno dosažení střední chyby v určení nadmořské výšky (m. s. l. – mean sea level) bodů na dráze letu hodnotou $\pm 0,5 \text{ m}$

vzhledem k chybové hladině diktované možnostmi technologie GPS, která je limitující pro dosažení absolutní přesnosti v určení výšky letu.

Jak je patrné z tabulek 1 a 2, je přesnost monitorování azimutu letu a úhlu stoupání, resp. klesání jevem, závislejícím na rychlosti letu a frekvenci odečtu poloh letounu aparaturou GPS, charakterizována hodnotami od $0,03''$ do $0,70''$.

Tabulka 1

Přesnost v určení azimutu dráhy letu v závislosti na rychlosti letu a intervalech odečtu poloh objektu určených GPS

rychlost letu [km/h]	dráha za 1 s [m]	max. chyba v určení azimutu	dráha za 2 s [m]	max. chyba v určení azimutu	dráha za 3 s [m]	max. chyba v určení azimutu
300	83	$\pm 0,71''$	166	$\pm 0,36''$	249	$\pm 0,24''$
800	222	$\pm 0,27''$	444	$\pm 0,14''$	666	$\pm 0,09''$
2 000	555	$\pm 0,11''$	1 110	$\pm 0,06''$	1 665	$\pm 0,04''$

Tabulka 2

Přesnost určení úhlu stoupání/klesání v závislosti na intervalu odečtu poloh GPS a rychlosti letu

rychlost letu [km/h]	dráha za 1 s [m]	max. chyba v určení azimutu	dráha za 2 s [m]	max. chyba v určení azimutu	dráha za 3 s [m]	max. chyba v určení azimutu
300	83	$\pm 0,69''$	166	$\pm 0,34''$	249	$\pm 0,23''$
800	222	$\pm 0,26''$	444	$\pm 0,13''$	666	$\pm 0,09''$
2 000	555	$\pm 0,10''$	1 110	$\pm 0,05''$	1 665	$\pm 0,03''$

S využitím uvedených informací může také tato metoda přispívat ke zvýšení bezpečnosti letového provozu, k varování posádek letounů před blížící se katastrofou – zejména při ztrátě orientace, disfunkci palubních přístrojů pro určování výšky letadla i při jiných mimořádných stavech vzniklých v průběhu letu. S využitím výškových údajů letišť pak ji lze využít v průběhu přistávacích manévřů letadel, a to zejména za ztížených povětrnostních podmínek, v pod-

mínkách polních letišť nebo při poruchách technických zařízení.

VTOPÚ Dobruška je připraven spolupracovat s odbornými pracovišti vzdušných sil AČR při analýze účelnosti a využitelnosti navrhované metody, zkušebním provozu, příp. při jejím zavádění a dalším rozvoji.

Recenzent: Ing. Drahomír Dušátko, CSc.

Geografické zabezpečení jednotek a útvarů ženijního vojska AČR

Pavel Skála, Hlavní úřad vojenské geografie Praha,

Vojtěch Němeček, katedra operačního použití ŽV a ženijního zabezpečení VA v Brně

K současnému stavu geografického zabezpečení jednotek a útvarů ženijního vojska

Rozsah geografického zabezpečení jednotek a útvarů ženijního vojska Armády České republiky (AČR) vychází z potřeb a požadavků plnění úkolů ženijního zabezpečení v období míru a v období přípravy a vedení bojové činnosti. Současně na jedné straně odpovídá úrovni, kvalitě a dostupnosti produktů geografické služby AČR a na straně druhé možnostem jejich využití jednotkami a útvary ženijního vojska.

Zavádění automatizovaného systému velení a řízení v AČR předpokládá využití výpočetní a spojovací techniky i v oblasti geografického zabezpečení AČR. Využívání geoprostorových digitálních dat může výrazně usnadnit a urychlit řídicí procesy na všech stupních velení. V této souvislosti je logické, že v tvorbě geografické služby dochází k přenesení těžiště od klasických (analogových) k digitálním produktům. Tento proces umožňuje podporu procesu velení a řízení vojsk v reálném čase, ale klade značné nároky na zajištění digitálními daty.

Vstupem České republiky do aliance NATO přijala *geografická služba AČR (GeoS AČR)* zásady její Geografické politiky, které mj. definují závazky jednotlivých geografických a topografických služeb členských států v období míru, krize a za války.

Obsahem *geografického zabezpečení* je soubor činností a opatření s cílem zabezpečit velitele, štáby a vojska jak národ-

ních, tak aliančních sil všemi geografickými podklady a informacemi nezbytnými pro jejich činnost v míru i za války.

Geografické zabezpečení zahrnuje zejména:

- tvorbu podkladů a informací v analogové a digitální formě,
- skladování a distribuci těchto produktů.

To je dále mj. rozvíjeno na:

- zpracování produktů analýz terénu,
- zabezpečení přesnými geomagnetickými a gravimetrickými daty,
- provádění přesných geodetických měření včetně určování polohy,
- poradenskou a expertní činnost v oblasti geografie.

Požadavky na geografické zabezpečení jednotek a útvarů ženijního vojska

Vymezení územního rozsahu geografického zabezpečení jednotek a útvarů ženijního vojska

Ženijní vojsko je podle organizačního začlenění součástí pozemních sil, sil územní obrany a vzdušných sil AČR. Podílí se rozhodující mírou na plnění úkolů ženijního zabezpečení jejich činnosti v období míru, krizí i bojového použití. Tyto úkoly plní ženijní vojsko především na území ČR, ale při plnění mezinárodních závazků může být použito i mimo území ČR.

Hlavní oblasti působení jednotek a útvarů ženijního vojska

Čís.	Oblast působení ŽV	Území působení	Poznámka
1	Operační příprava státního území.	ČR	
2	Plánování a organizace ženijního zabezpečení přípravy a vedení bojové činnosti. Ženijní zabezpečení bojové činnosti. Ženijní zabezpečení obnovy teritoria státu po ukončení bojových akcí.	ČR Mimo území ČR	Koaliční síly
3	Hodnocení zdrojů ohrožení. Plánování a organizace nasazení jednotek a útvarů ženijního vojska při řešení krizových situací. Nasazení jednotek a útvarů ženijního vojska v rámci řešení krizí.	ČR	Nevojenská ohrožení
4	Plánování a organizace použití jednotek a útvarů ženijního vojska v operacích na podporu míru (PSO) v rámci koaličních sil.	Mimo území ČR	Koaliční síly

Ženíjní vojsko AČR může plnit úkoly ženíjního zabezpečení v rámci koaličních sil i v případě vedení operací na podporu míru (PSO – Peace Support Operations) na území cizího státu.

K zabezpečení přípravy a použití ženíjního vojska podle předurčení je nezbytné jeho geografické zabezpečení z území České republiky s přilehlým zahraničním prostorem do 20 kilometrů, případně zájmových prostorů mimo území republiky, zejména na evropském teritoriu.

U útvarů ženíjního vojska je nutné udržovat zálohu map v rozsahu potřebném pro plnění úkolů na území ČR. Při plnění úkolů mimo území ČR v rámci aktivit NATO je geografické zabezpečení realizováno v souladu s principy a zásadami aliance, která musí respektovat mj. i dobu operačního předurčení. Tato doba je pro jednotky a útvary ženíjního vojska sil okamžité reakce do 10 dnů, sil rychlé reakce do 20 dnů a hlavních obranných sil do 30 dnů.¹⁾

Specifikace požadovaných informací

V rámci ženíjního vojska AČR jsou zatím využívány převážně klasické (analogové) produkty geografické služby a pouze v omezeném rozsahu produkty digitální.

Lze předpokládat, že na nižších stupních (do stupně útvar) velení bude i nadále převažovat použití klasických produktů (topografických a speciálních map velkých měřítek, textových dokumentů apod.). Zaváděním operačně-taktického systému velení a řízení pozemních sil bude od stupně svazek (útvary) postupně vzrůstat význam geografického zabezpečení především ve formě digitálních dat. Na operačním i taktickém stupni budou digitální geoprostorová data základním informačním podkladem pro hodnocení zájmového prostoru.

Z dostupných produktů GeoS AČR mohou jednotky a útvary ženíjního vojska využívat především tyto následující produkty:

Analogové:

- Topografické mapy měřítek 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000.
- Nástěnná geografická mapa ČR 1 : 250 000.
- Mapa průchodnosti terénu 1 : 50 000²⁾, 1 : 100 000.
- Fotomapy měst měřítka 1 : 10 000, 1 : 5 000²⁾.
- Vojenskogeografická mapa 1 : 500 000.
- Ekonomicko-administrativní mapa 1 : 500 000.
- Mapa vodních zdrojů a jejich možného zamoření 1 : 500 000.
- Mapa zdrojů ekologického ohrožení 1 : 500 000.
- Vojenskogeografické vyhodnocení ČR.
- Geografické informace o sousedních státech.
- Aktuální vojenskogeografické informace z krizových oblastí.

- Seznam zeměpisných jmen.
- Mapy VVP 1 : 25 000 a 1 : 50 000 (sdružené listy).
- Mapy VVP 1 : 25 000 s nadstavbovými prvky.
- Cvičné topografické mapy 1 : 25 000 a 1 : 50 000.
- Dopravní mapa 1 : 250 000²⁾.

Digitální:

- Digitální model území 1 : 25 000 (DMÚ 25).
- Digitální model území 1 : 200 000 (DMÚ 200).
- Digitální model reliéfu úrovně 2 (DMR 2).
- Digitální model reliéfu úrovně 3 (DMR 3)¹⁾.
- Digitální ekvivalenty topografických map (DETM) a speciálních map (DESM)¹⁾.
- Vector Smart Map Level 1 (VMap1)¹⁾.
- Vector Smart Map Level 2 (VMap2)¹⁾.
- Fotomapy měst měřítek 1 : 10 000²⁾ a 1 : 5 000²⁾.
- Fotomapy VVP měřítka 1 : 10 000²⁾.
- Digitální ekvivalenty ortogonalizovaných leteckých měřicích snímků (DEOLMS).

Speciální účelové databáze:

- Báze dat výškových překážek (BDVP).
- Báze dat geografického názvosloví (BDGN).
- Digitální katalog geodetických údajů a programů pro geodetické výpočty.

Seznam výše uvedených produktů se vztahuje k období do roku 2005 a představuje současnou produkci GeoS AČR. Neobsahuje celou další řadu produktů, které je možné získat od ostatních topografických a geografických služeb NATO v souladu s Geografickou politikou.

V souladu s Nařízením NGŠ AČR o zavedení světového referenčního geodetického systému WGS 84 do AČR byl zpracován harmonogram převedení současných produktů, jak klasických (analogových), tak i digitálních, na nové, respektující standardizační dohody (STANAG) NATO. Tento dokument je zpracován na období do roku 2005 s cílem realizovat požadavek na zavedení WGS 84 do produktů GeoS AČR.

Vedle informací poskytovaných GeoS AČR ve formě výše uvedených produktů potřebuje ženíjní vojsko ještě další, s jejichž produkcí geografická služba již nepočítá a které si musí ženíjní vojsko zabezpečovat vlastními silami, ať již v terénu, nebo u civilních, případně vojenských správců.

Velmi důležité jsou informace o zdrojích ohrožení pro plánování a nasazení jednotek AČR k eliminaci ohrožení

¹⁾ Vojenská strategie, Praha, 1999.

²⁾ Předpokládáné zavedení produktu do AČR do roku 2005.

způsobených přírodními katastrofami a průmyslovými haváriemi. Tento produkt by měl obsahovat i administrativní hranice území ČR a údaje o dislokaci zdrojů.

Veškerá data by měla být koncentrována do účelové databáze ženíjního zabezpečení ve formě digitálního databázového multimediálního produktu s možností grafických a textových výstupů. Obsahem by měly být nadstandardní údaje, umožňující provádění analýz a tvorbu dokumentů pro plánování, organizaci a plnění úkolů ženíjního zabezpečení činnostmi jednotek a útvarů AČR.

Databáze by měla umožňovat doplňování údajů o terénních objektech zjištěných vojskovým průzkumem včetně vkládání videosekvencí, fotografií, schémat (prováděcí plán ničení, záznam o zátarasu, návrh zesílení mostu...) a standardizovaných dokumentů (pro velení vojskům, hlášení, výkazy atd.). Z dosavadních zkušeností lze konstatovat, že k využití databáze i na taktickém stupni je nezbytná minimální přesnost údajů v měřítku 1 : 50 000.

Formát výstupů a výsledků analýz musí umožňovat jejich kompatibilitu s programovým vybavením NCSTT ke korekci vstupů a průběhu simulací. Všeobecně můžeme říci, že plánovaný standardizační proces postupného zavádění STANAG do produkce GeoS AČR je v souladu s požadavky ženíjního vojska.

Požadované základní analýzy terénu a analýzy pro tvorbu uživatelských vrstev a vrstev speciálního obsahu v oblasti ženíjního zabezpečení

V následující části jsou uvedeny některé oblasti a základní úkoly analýz pro potřeby ženíjního vojska.

Průchodnost terénu

Stanovení šířek tankům dostupného terénu na vybraných čarách v celé hloubce prostoru bojové činnosti a prostorů, ve kterých je předpoklad úpravy terénu v případě zabezpečování přesunu (manévru) vlastních vojsk.

Stanovení prostorů (čar) výhodných pro zatarasování.

Hodnocení průchodnosti na základě členitosti terénu, půdního krytu, změn povětrnostních podmínek, takticko-technických parametrů techniky a činnosti protivníka, např. budováním zátarasů.

Hodnocení komunikačních směrů

Vyhledání optimální trasy po silničních komunikacích a v terénu.

Definování klíčových komunikačních uzlů (objektů – mosty, úseky silnic, křižovatky apod.) majících zásadní a omezující vliv na stanovení objížďek.

Vyhodnocení průběhu vojenské cesty v terénu s ohledem na podélný sklon, příčný sklon, poloměr oblouků, krytu vozovky a vlastnosti terénních překážek na trase.

S využitím údajů o průchodnosti terénu a s ohledem na přírodní překážky a zátarasy stanovení času potřebného pro překonání daného úseku terénu. V případě protivníka stanovení doby předpokládaného zdržení a zpomalení tempa jeho postupu.

Vyhledání cest podle potřeb jednotlivých stupňů velení (praporeční, brigádní, divizní atd.) s respektováním parametrů komunikací, požadavků vojsk, např. na únosnost mostů, průjezdnost podjezdů a tunelů.

Klasifikace vodních překážek

Zjišťování úseků vodních překážek vhodných pro různé druhy přeprav a pro stanovení vhodných typů přepravních prostředků. Na základě parametrů vodních toků (charakter překážky, šířka a hloubka toku, rychlost proudu, charakter dna, charakter břehů, přístupové komunikace apod.) shlukování úseků s obdobnými charakteristikami. U vodních nádrží definování jejich délky, šířky, množství zadržované vody, parametrů hráze (šířky, výšky, druhu materiálu).

Stanovení účinků průlomových vln v důsledku částečného, případně úplného zničení přehradních hrází nebo zvýšeného průtoku vodních toků po deštruktivních deštích (stanovení zátopové hladiny). Definování prostorů a rozsahu zátopových oblastí v důsledku rychlého vypouštění vodních nádrží, popř. jejich vlivu na vlastnosti břehů vodních toků.

Maskovací vlastnosti terénu

Zjišťování maskovacích vlastností terénu stanovením prostorů poskytujících skrytí před vizuálním pozorováním (optický a optoelektronický průzkum) a prostorů radiolokačního stínu (radiolokační průzkum).

Zjišťování efektivnosti ukrytí v zalesněných a zastavěných prostorech.

Opevňování

Hodnocení podmínek pro budování ochranných staveb s definováním zejména výšek hladiny spodní vody a rozpojitelnost hornin.

Využití materiálu z místních zdrojů

Hodnocení reálných možností využití zdrojů teritoria v následujícím sortimentu:

- depozit žeziva, stavební oceli, písků a kamene;
- kapacitních možností vybraných průmyslových závodů a závodů na zpracování dřeva;
- kontejnerových přepravišť a skladů kontejnerů (zejména ISO 1C);
- závodů na výrobu betonových a železobetonových prefabrikátů;

– depozit a počtů prvků ke zřizování protitankových, protidopravních a protipěchotních zátarasů.

Perspektiva geografického zabezpečení ženijního vojska

K podpoře rozhodovacího procesu velitelů a štábů, zejména v období přípravy a vedení bojové činnosti, jsou vytvářena *pracoviště analýz terénu (PAT)*.

Zámyslem je vytvoření těchto pracovišť na třech stupních velení – strategickém (GŠ AČR), operačním (VPozS, VSÚzO, VVzS) a na taktickém stupni brigád. Do tohoto zámyslu vstoupilo vytvoření mechanizované divize, u které se také předpokládá vybudování obdobného pracoviště.

Na strategickém stupni je PAT součástí Vojenského zeměpisného ústavu.

Pracoviště analýz terénu na operačním stupni byla součástí středisek topografického zabezpečení (STOPOZ), v současnosti středisek geografické podpory (SGEOP) jako zabezpečujících útvarů velitelství.

Vytvoření PAT na taktickém stupni velení se předpokládalo u 4. brigády rychlého nasazení, 2. motostřelecké brigády a 7. motostřelecké brigády. Pracoviště měla plnit úkoly shodné s úkoly PAT operačního stupně velení pouze v omezeném rozsahu, který byl dán redukováním technicko-programovým vybavením a personálním obsazením těchto pracovišť. Se vznikem mechanizované divize se v současné době zvažuje převedení PAT podřízených mechanizovaných brigád na úroveň velitelství této divize.

Vytvoření PAT je po stránce technicko-programového vybavení ukončeno u VPozS, VSÚzO a 4. brigády rychlého nasazení, před dokončením je vybavení VVzS, před zahájením je vytvoření PAT u mechanizované divize.

V současné době se zvažuje vytvoření PAT při VA v Brně, a to buď jako součástí Národního centra simulačních a trenážerových technologií (NCSTT), nebo při katedře vojenských informací o území.

Organizační součástí SGEOP je oddělení informací o území (OIÚ), které se skládá ze tří skupin: skupiny informačních podkladů (SkIP), skupiny analýz terénu (SkAT) a měřické skupiny (MSk).

Obsahem činnosti OIÚ je především:

- zpracovávat vojenskogeografické analýzy ze zájmového prostoru;
- rozvíjet technologie zpracování analýz terénu včetně podílu na výzkumu v oblasti rozvoje geografických informačních systémů (GIS);
- podílet se na správě, pořizování a aktualizaci dat a informací;
- poskytovat technickou a odbornou pomoc novým uživatelům v působnosti velitelství;

– analyzovat rozsah a kvalitu vlastního zabezpečení velitelství požadovanými informacemi.

Obdobný obsah činnosti se úměrně možnostem předpokládá i u ostatních stupňů velení.

Největší *zkušenosti s praktickým využitím PAT* pro potřeby ženijního vojska jsou z VPozS v Olomouci. Podle metodiky práce velitelství a štábu VPozS je v průběhu plánování operace dočasně vytvářena skupina analýzy prostoru operace řízená příslušníkem G2 za účasti příslušníka skupiny ženijního vojska (SkŽV) a dalších specialistů přispívajících výsledky svých vlastních analýz.

Standardním produktem SkAPO je Analýza prostoru operace (APO) případně Analýza prostoru boje (APB).

Zpracováním Analýzy prostoru operace činnost SkAPO končí a v dalších fázích plánování, ale i přípravy a vedení operace není vyřešena možnost využití PAT k provádění dalších analýz ve prospěch SkŽV.

K provádění analýz nemají v současné době příslušníci SkŽV k dispozici dostatečnou podporu PAT. Analýzy provádějí s využitím klasických mapových produktů GeoS AČR, pomůcky VGV ČR včetně její digitální hypertextové podoby a vlastních pomůcek a pomocných dokumentů. Lze také konstatovat, že širšímu rozvoji využívání zejména moderních digitálních produktů GeoS AČR v ženijním vojsku brání jejich obtížná dostupnost a malá znalost softwarových nástrojů umožňujících provádění speciálních analýz.

Vzhledem k možnostem PAT na operačním stupni je možné vyvozovat, že překážkou pro jeho využití orgány ženijního vojska je také mj. setrvávání na přežitých pracovních postupech v procesu plánování a nedostatečné řešení problémů v oblastech organizační skladby, komunikace a organizace součinnosti mezi jednotlivými složkami velitelství. Při nápravě uvedených skutečností musí rozhodující roli sehrát složka G2, která hraje rozhodující úlohu při zpracování analýz prostoru zájmu.

S vazbou na tuto skupinu analýzy prostoru operace je vhodné posoudit možnou roli a působnost pracoviště analýzy terénu:

PAT (OIÚ) GeoS AČR jako jádro SkAPO

Zámyslem řešení je představa PAT (OIÚ) jako pracoviště se stálými organickými součástmi druhů vojsk a služeb. Tedy pracoviště se stálým technicko-programovým a personálním složením, s garancí a správcovstvím veškerých geoprostorových vojenskogeografických podkladů, dat a informací ze zájmového prostoru. V tomto pojetí PAT (OIÚ) GeoS AČR přebírá hlavní koordinační činnost SkAPO pro správu a využívání geografických databází.

V případě, že by se realizovala varianta *PAT (OIÚ) jako jádra SkAPO*, je nezbytné základní zdrojové databáze doplnit o účelové informační databáze ženijního vojska a dalších druhů vojsk a služeb, včetně fyzického začlenění ženijního a dalších specialistů do PAT (OIÚ) GeoS AČR. Šlo by

o georeferenční databáze objektů a jejich atributů, lokalizovaných pomocí topografického podkladu, a databáze rozšiřující atributovou část se zachováním základních geografických a topologických vlastností. Finálními produkty vedle topografických, vojenských speciálních map, účelových a tematických map (pedologických, hydrologických apod.) by vznikaly další podklady z působnosti ženijního vojska, resp. ostatních druhů vojsk a služeb.

PAT (OIÚ) GeoS AČR jako součást SkAPO

Toto řešení navrhuje odlišný přístup k působnosti PAT (OIÚ) jako podpůrného prostředku procesu velení a řízení. Takto chápané pracoviště je postaveno na samostatném a odděleném provádění analýz všech specialistů druhů vojsk a služeb (např. ženijního specialisty) bez přímé řídicí a koordinující činnosti. Takto pojaté PAT (OIÚ) GeoS AČR pouze začleňuje do celkové APO jednotlivé analýzy druhů vojsk a služeb.

Ve druhém případě, *PAT jako součást SkAPO*, by ženijní vojsko (resp. ostatní druhy vojsk a služeb) musely řešit problematiku analýz prostoru operace vlastními prostředky vytvořením obdobného pracoviště, jako je PAT GeoS AČR, k řešení vlastních analýz pro vytváření speciálních analytických a syntetických výstupů.

Závěr

Cílem tohoto článku je zhodnotit a navrhnout možná řešení pro rozvoj a zkvalitnění geografického zabezpečení Armády České republiky, které obsahuje nejen oblast produkční, ale také celou škálu vzájemných vnitřních vazeb pracovišť AČR

zabývajících se geografickým zabezpečením systému velení a řízení velitelů a štábů.

Jedním ze základních cílů vojenskogeografického zabezpečení je také efektivní využití vynaloženého úsilí a prostředků. Tento cíl musí být vždy stavěn na druhou miskou vah proti požadavkům a prioritám vojenských uživatelů. Poměrně široké spektrum tvorby produktů GeoS AČR, jak analogových, tak digitálních, uvedených v tomto článku, je však pouze „základním kamenem“ uspokojení požadavků vojsk, nad kterým musí být stavěna budova vojenskogeografických podkladů, dat a informací.

Z dosavadních praktických zkušeností největší nedostatky v geografickém zabezpečení v oblasti ženijního zabezpečení, tedy ve prospěch jednotek a útvarů ženijního vojska, vyplývají z jeho chápání spíše jako jednorázového aktu v období přípravy bojového použití vojsk. Tento pohled se negativně odráží jak v obsahu samotné činnosti PAT, tak i v přístupu v oblasti distribuce produktů GeoS AČR.

Mezi vojenskými uživateli je poměrně malá znalost produktů GeoS AČR a stejně tak i technicko-programového vybavení pro využívání digitálních produktů. Tato situace je i částečnou příčinou toho, že uživatelé mají problémy s definováním svých vlastních požadavků na provádění analýz.

Ke zlepšení situace je nezbytné zvýšit informovanost uživatelů o možnostech využití produktů GeoS AČR, posílit odbornou a technickou pomoc všem zainteresovaným složkám AČR. V maximální míře zpřístupnit uživatelům produkty GeoS AČR prostřednictvím vojskových geografických složek.

Recenzent: Ing. Jiří Toman

Generalizace sídel na topografických mapách

Marian Rybanský, katedra vojenských informací o území VA v Brně

1. Úvod

S budováním a teorií rozvoje geografických informačních systémů úzce souvisí i míra přesnosti a podrobnosti geografických informací obsažených v bázích dat GIS. Nadměrná přesnost a podrobnost (přesahující požadavky uživatelů) vede k vyšším nárokům na obnovu a zpracování informací, zatěžuje grafické výstupy, a zároveň tím i ztěžuje práci uživatele.

Nedostačující podrobnost a přesnost vedou k nižší informační hodnotě výstupů, a tím i k nižší kvalitě všech odvozených (generalizovaných) produktů, např. odvozených topografických map menších měřítek a odvozenýchází dat.

Generalizace vnitřní struktury sídel patří k nejsložitějším projekčně-technologickým etapám tvorby topografických map i budování geografických informačních systémů. V minulých periodách obnovy topografických map se odvozené mapy vytvářely na základě vzorů pro generalizaci obsažených ve značkových klíčích a v projektové dokumentaci. Tyto vzory ovšem nemohly z pochopitelných důvodů zabezpečit uplatnění jednotného objektivního postupu při tvorbě odvozených map.

Komplexní automatizace v generalizaci sídel nedosáhla zatím u topografických map výrazného uplatnění, a tak většina postupů se v této etapě tvorby map zakládala a zakládá převážně na poloautomatických postupech. Současné topografické mapy tak můžeme v oblasti generalizace sídel hodnotit jako určitý výraz zkušeností redaktorů a dalších odborníků, kteří se podíleli na tvorbě tohoto díla.

Cílem tohoto příspěvku je uvést některé výsledky rozsáhlých kartometrických a statistických šetření prováděných na katedře vojenských informací o území VA Brno, které byly zaměřeny na stanovení závislosti zobrazení vnitřní struktury sídel při tvorbě odvozených topografických map. Uvedená statistická šetření byla provedena průběžně od roku 1980 do roku 1999 se zaměřením na zobrazení vnitřní struktury sídel, a to především na zobrazení budov, jejich členitosti (tvaru) a na vnitřní rozčlenění sídel do bloků.

Statistická měření byla zaměřena především na topografické mapy z území České republiky a vybrané topografické mapy Slovenska, Maďarska, Rakouska, Německa a Polska.

Uvedené výsledky šetření mohou být příspěvkem pro posuzování jak tvorby odvozených topografických map, tak i pro koncepční záměry v oblasti jejich inovace. Vzhledem k tomu, že topografické mapové dílo převážně části zemí střední a východní Evropy bylo historicky tvořeno na základě stejné koncepce, lze výsledky šetření do určité míry vztáhnout i na hodnocení obecných zásad zobrazení sídel na topografických mapách uvedených států.

2. Metodika určování závislosti zobrazení hlavních prvků vnitřní struktury sídel na odvozených mapách

Mezi hlavní obsahové prvky vnitřní struktury sídel topografických map (TM) patří budovy v sídlech znázorněné symbolickou značkou bodového charakteru (značky 200-1a a 200-2a v značkovém klíči Topo-4-3), budovy znázorněné v měřítku mapy (značka 200-4b) a vlastní struktura bloků vymezených komunikacemi v sídlech.

Při stanovení metodiky zjišťování matematicko-statistických závislostí při zobrazování sídel na odvozených TM byl stanoven tento postup

- určení výběrových souborů reprezentativních sídel pro statistická šetření;
- zjišťování údajů na mapách (určení hierarchie statistických jednotek v sídlech pro zjišťování počtu uvedených objektů u jednotlivých měřítek TM a vlastní zjišťování počtů zobrazených budov, počtů rohů budov a počtů bloků v sídlech);
- matematicko-statistický rozbor naměřených hodnot, určení funkčních závislostí pro zobrazení objektů sídel na odvozených TM.

2.1. Určení výběrových souborů reprezentativních sídel pro statistická měření

Při výběru reprezentativního souboru sídel určených ke statistickému šetření byla uvažována tato kritéria:

- hospodářský a administrativní význam;
- počet obyvatel;
- charakter zástavby a půdorysu (bloková, volná, vilová zástavba...);
- zeměpisná poloha (φ, λ, h);
- jiná kritéria (historická a urbanistická specifika, dostupnost podkladů pro měření...).

Celkem bylo vybráno a vyhodnoceno 169 sídel městského a venkovského typu, z toho 84 z území České republiky, přičemž bylo prověřeno téměř 100 000 údajů.

2.2. Zjišťování údajů na mapách

Pro přesné určení počtů zobrazených objektů uvnitř sídel bylo nezbytné rozčlenit sídla na hierarchicky uspořádané části, přičemž se vycházelo z nejjednoduššího obrazu sídla, a to z jeho obrazu na topografické mapě 1:200 000 u starších

měření a 1 : 100 000 u novějších měření za předpokladu, že TM 200 se již nebude obnovovat.

Na těchto mapách se sídla rozčlenila na základní části *A, B, C...* Základními dělicími čarami byly osy průjezdných komunikací v sídlech. Na sousedním větším měřítku (např. 1 : 100 000) se pak s přibývajícími zobrazenými průjezdy rozčlenila původní část sídla – např. *A* – na části nižší hierarchické úrovně *A₁, A₂, ..., A_n*. Obdobně se rozčlenily části *B, C...* Na mapě měřítka 1 : 50 000 se část sídla z TM 100 – např. *A₂* – dále rozčlenila na části *A₂₁, A₂₂, ..., A_{2j}* a u TM 25 se např. část sídla *A₂₁* rozčlenila na části *A₂₁₁, A₂₁₂, A_{21k}*.

U všech částí sídla a jednotlivých měřítek TM se pak provedly součty počtů budov, rohů budov a počtů bloků.

2.3. Matematickostatistický rozbor naměřených hodnot, určení funkčních závislostí pro zobrazení objektů sídel na odvozených TM

K výpočtu funkčních vztahů nezbytných k určení matematických závislostí počtů zobrazených objektů sídel mezi jednotlivými měřítky TM lze obecně použít polynomickou funkci

$$y = a_0 + bx + cx^2 + dx^3 + \dots$$

kde

y = počet zobrazených objektů na mapě odvozené (mapě menšího měřítka),

x = počet zobrazených objektů na mapě původní (mapě většího měřítka),

a, b, c, ... = parametry polynomu, které lze určit např. metodou nejmenších čtverců pomocí měřených hodnot *x_i, y_i* počtů zobrazených objektů (budov, rohů budov a bloků) na mapě původní a odvozené. Počet měřených hodnot zpravidla v praxi překračuje počet měření nezbytný pro určení všech parametrů polynomu.

Z naměřených a zobrazených hodnot vyplynulo, že ve většině případů postačuje pro určení funkční závislosti zobrazení počtů objektů v sídlech na odvozených TM polynom 1. stupně, tj. lineární funkce.

Při větších souborech měření v sídlech ovšem nastávají případy, když stejným hodnotám počtu zobrazených objektů sídel na mapě původní odpovídá více hodnot počtu zobrazených objektů u těchto sídel na odvozené mapě nebo různým hodnotám na mapě původní odpovídají stejné hodnoty na mapě odvozené. Takový vztah mezi dvěma náhodně proměnnými veličinami počtů objektů v sídlech v statistickém souboru měření je založen na korelační závislosti mezi jednotlivými měřítky, kterou můžeme u lineární závislosti vyjádřit vztahy

$$y_i = y_p + b_{yx} (x_i - x_p),$$

$$x_i = x_p + b_{xy} (y_i - y_p),$$

$$b_{yx} = \frac{\sum x_i y_i - n x_p y_p}{\sum x_i^2 - n x_p^2}, \quad b_{xy} = \frac{\sum x_i y_i - n x_p y_p}{\sum y_i^2 - n y_p^2},$$

$$r = \sqrt{b_{yx} b_{xy}},$$

kde

y_i = počty sledovaných objektů jednotlivých sídel na odvozených mapách,

x_i = počty sledovaných objektů jednotlivých sídel na původních mapách,

y_p = průměrné hodnoty četnosti sledovaných objektů ze všech sídel na odvozených mapách,

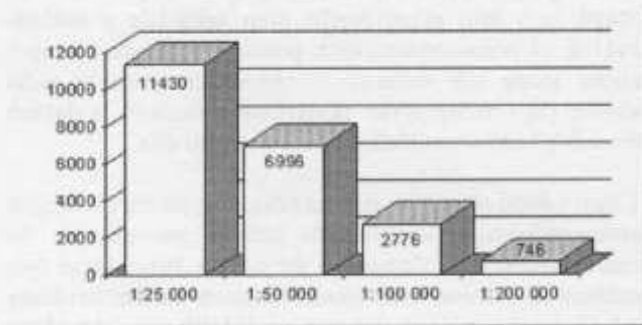
x_p = průměrné hodnoty četnosti sledovaných objektů ze všech sídel na původních mapách,

b_{yx}, b_{xy} = směrnice regresních přímek,

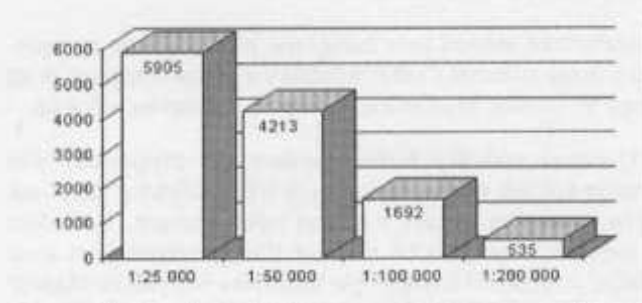
r = koeficienty korelace.

3. Výsledky matematickostatistického rozboru naměřených hodnot

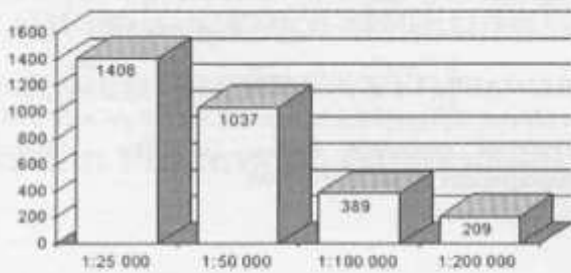
Na základě matematickostatistického rozboru na topografických mapách České republiky byly stanoveny uvedené korelační funkce a prokázány většinou velmi těsné vztahy mezi počty zobrazených objektů sídel na odvozených a původních mapách (hodnoty koeficientů korelací byly většinou větší než 0,85) – viz [8], [9], [10]. Celkové úrovně generalizace vybraných objektů sídel jsou zřejmé z následujících grafů:



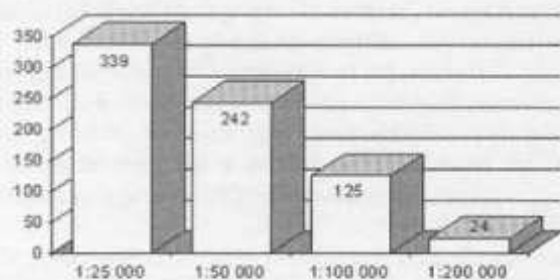
Obr. 1. Generalizace počtu budov u sídel městského typu



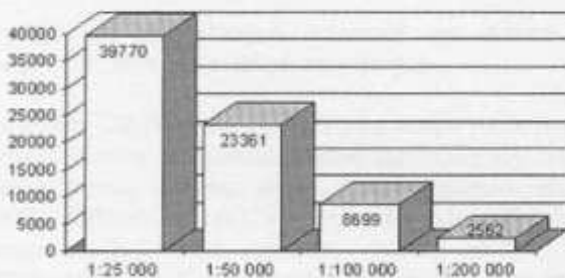
Obr. 2. Generalizace počtu budov u sídel venkovského typu



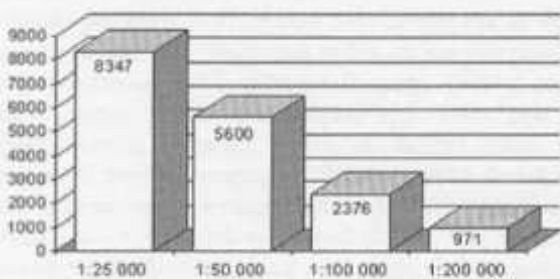
Obr. 3. Generalizace počtu bloků u sídel městského typu



Obr. 4. Generalizace počtu bloků u sídel venkovského typu



Obr. 5. Generalizace počtů rohů budov u sídel městského typu



Obr. 6. Generalizace počtů rohů budov u sídel venkovského typu

4. Závěr

Z hlediska korelačních závislostí zjištěných počtů objektů v sídlech na původních topografických mapách a odvozených topografických mapách, stejně jako z podobnosti dosažených výsledků u různých osob, které se na zjišťování uvedených závislostí podílely, vyplývá, že topografické mapy České republiky, které jsou v současné době v zásobování AČR, jsou obsahově kompaktním, jednotným mapovým dílem tvořeným na základě systematického redakčního přístupu v projekční i výrobní části tvorby map.

Převážně velmi těsné vztahy závislosti mezi sousedními měřítky, vyplývající z vysokých hodnot koeficientů těsnosti korelací a malých rozptýlů měřených hodnot rozsáhlých statistických souborů, jsou předpokladem toho, že uvedené základní matematické vztahy (viz rovněž [8], [9], [10]) lze využít jak pro posuzování současného topografického mapového díla, tak i pro návrhy jeho dalšího rozvoje.

Literatura:

- [1] RYBANSKÝ, M. *Regionalizace zájmového území z hlediska očekávané rychlosti zastarání obsahu topografických map : Výzkumná zpráva*. Brno : Vojenská akademie, 1994.
- [2] RYBANSKÝ, M. *Metody určování mezní doby zastarání obsahu topografických map*. *Kartografické listy* (Bratislava), 1995, č. 3, s. 55–60.
- [3] MIKLOŠÍK, F., HOFMANN, A., a RYBANSKÝ, M. *Nový systém průběžného hodnocení kvality topografických map*. *Geodetický a kartografický obzor*, 1995, č. 9.
- [4] TALHOFFER, V., u. RYBANSKÝ, M. *Aktuelle Fragen der militärischen Kartographie und des GIS in der Armee der Tschechischen Republik in den 90-er Jahren*. In *Deutscher Kartographentag*, Coburg (SRN), 1997.
- [5] RYBANSKÝ, M., and TALHOFFER, V. *Methodology of Determining the Topographic Map Contents Ageing*. In *18th ICA/ACI International Cartographic Conference ICC 97*, Stockholm (Švédsko), 1997.
- [6] MIKLOŠÍK, F., and RYBANSKÝ, M. *Changes in the Actuality of Topographic Map Contents*. *Kartografické listy* (Bratislava), 1997, č. 5, s. 512.
- [7] MIKLOŠÍK, F., a RYBANSKÝ, M. *Příprava tvorby nového topografického mapového díla České republiky*. *Kartografické listy* (Bratislava), 1998, č. 6, s. 2128.
- [8] RYBANSKÝ, M.: *Generalizace vnitřní struktury sídel na topografických mapách České republiky*. *Kartografické listy* (Bratislava), 1999, č. 7, s. 5762.
- [9] RYBANSKÝ, M. *Aplikácia matematických metód pri výpočetnom riešení kartografickej generalizácie u sídel : Soutěžní práce pro celostátní kolo SVOČ*. Bratislava, 1982.

- [10] JAVORSKÝ, S. *Generalizace obrazu vnitřní struktury sídel na topografických mapách středních měřítek : Diplomová práce*. Brno : Vojenská akademie, 1992.
- [11] FILLOVÁ, M. *Určování zásad generalizace sídel na topografických mapách : Diplomová práce*. Brno : Vojenská akademie, 1999.
- [12] Topo-4-3. *Mapové značky a směrnice pro zpracování topografických map měřítek 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 a 1 : 200 000*. Praha : MNO, 1976. 210 s. + příl.
- [13] *Směrnice pro zpracování topografických map měřítek 1 : 25 000, 1 : 50 000 a 1 : 100 000*. Praha : MO, 2000.
- [14] REIMANN, L., aj. *Prováděcí projekt k úkolu „Tvorba a obnova topografických map v TS AČR po roce 1997“ : Průběžná výzkumná zpráva*. Dobruška : Vojenský topografický ústav, 1997, 1998.

Recenzent: prof. Ing. František Miklošik, DrSc.

Vojenskogeografické informace, analýzy terénu a jejich možný vývoj

Radim Filipovský, katedra vojenského zpravodajství a elektronického boje VA v Brně

Propojování různých druhů informací s jejich geografickou složkou je významným přínosem nabídky geografických informačních systémů. V podmínkách ozbrojených sil jde především o propojení informací taktického významu s informacemi geografickými s cílem vytvořit komplexní představu o významu té které skutečnosti pro vedení vojenských činností v konkrétním prostoru. Význam geografických informací pro činnost ozbrojených sil je dán skutečností, že jejich nasazení je třeba předpokládat v globálním měřítku – jak v rámci bojových i jiných aktivit, tak při asistencích v humanitárních, přírodních katastrofách a také při činnostech namířených proti terorismu. Tato globální hlediska jsou dnes důležitá pro plánování praktických opatření v oblasti zabezpečování AČR zpravodajskými a geografickými informacemi.

V rámci své disertační práce jsem konzultoval možnosti získávání geografických informací jak u příslušníků zpravodajských oddělení, tak pracovníků geografické služby. Na základě získaných poznatků lze možnosti získávání geografických informací rozdělit do dvou kategorií:

- pořizování geografických informací z území České republiky,
- získávání geografických informací pro oblasti mimo hranice ČR, zejména z oblastí rozvojových.

Z území ČR disponuje geografická služba AČR poměrně širokou datovou základnou, kterou lze využít mj. také pro analýzy terénu v rámci úloh „analýzy prostoru operace“ (APO). Otázkou zůstává, do jaké míry odpovídají výstupy těchto analýz realitě, nakolik výsledky dílčích analýz viditelnosti a průchodnosti vyhovující reálným možnostem pohybu jednotek v terénu. Přestože existují z území ČR data potřebná pro tyto analýzy, dosud není podle mého názoru metodologicky vymezen způsob, jak tyto analýzy vytvářet. Například analýza viditelnosti terénu v určitém prostoru není pouze technickou otázkou, kterou lze řešit prostřednictvím softwaru GIS, jako je tomu dosud, tj. že jsou v podstatě odhadnuty terénní kóty s předpokládanou možností nejširší prohlídky prostoru. V praxi však stojí otázka tak, že musí být řešena inverzně – tj. především vědět, co má pro pozorování největší význam (např. přístupové cesty, klíčové prostory, kritická místa z hlediska pohybu aj.). Dále pak vybrat prostřednictvím softwaru ta místa, odkud bude možné pozorování úspěšně realizovat. Je však třeba dodat, že ani takto určená místa nemusí být konečným řešením úlohy viditelnosti – musí ještě vyhovovat dalším, s ní souvisejícím taktickým požadavkům, jako jsou např. jejich dostupnost, ochrana před možným ohrožením ze strany protivníka, dodržení určité vzdálenosti od sledovaných prostorů, skrytu pozorovacího stanoviště aj. Také je třeba brát do úvahy vlivy sezonních i aktuálních povětrnostních podmínek; analýzy

viditelnosti by mohly jinak vyvolávat příliš optimistické předpoklady o úspěšnosti pozorování.

Přestože je úkol řešení průchodnosti terénu realizován již poměrně dlouho a podle rozsahu publikační činnosti také intenzivně, vyvstává zde analogický problém. Průchodnost terénu, řešená kombinací několika vrstev (např. sklon terénu, porosty, sídla a příp. půdy), vrcholí v poněkud zjednodušené klasifikaci – terén průchodný, obtížně průchodný a neprůchodný. Domnívám se, že jedno z možných řešení by mělo vycházet z dynamičtějšího chápání terénních podmínek. Průchodnost by neměla být chápána pouze jako plošný rozsah průchodných a neprůchodných částí terénu, ale také jako hledání možností, jak již klasifikovaný „neprůchodný prostor“ zprůchodnit – např. nasazením ženíjní techniky apod. tak, aby byla získána taktická výhoda plynoucí z momentu překvapení.

Ať již bude závěrečné řešení těchto dvou dílčích analýz terénu jakékoli, je třeba aby ještě proběhlo porovnání s odpovídajícím vzorkem testů z reálného terénu. Jakkoli je otázka těchto specifických dvou druhů analýz terénu významná z hlediska hledání obecných metodologických postupů pro terénní analýzy, není pro území České republiky dominantní. V případě potenciálních rizik vojenského ohrožení jsou naše terénní podmínky dostatečně známy, dále máme v hodnocení vlivu terénu na střetnutí časový předstih a výhody obrany včetně možností přímé rekognoskace. Z hlediska možných ohrožení považují za perspektivní vytváření multimediálních vojenskogeografických informací (MVGI), ovšem s podstatně jiným zaměřením a obsahem, než tomu je u MVGI vytvářených na Středisku geografické podpory v Olomouci (I. SGEOP). Specifikace obsahu takové MVGI, integrace jejich složek však předpokládá koordinovanou spolupráci zainteresovaných složek GeoS a zpravodajské služby AČR s civilní obranou, hasičským záchranným sborem, policií, zdravotními zařízeními a institucemi státní správy.

Principiálním východiskem pro tvorbu takového produktu by byla predikce a specifikace určitých rizik a jejich lokalizace – např. ochrana obyvatelstva v případě rozsáhlých havárií, chemických zamoření, požárů a povodní a zejména teroristických útoků. K tomu je třeba vytypovat objekty a prostory, jejichž destrukce, chemické nebo biologické zamoření vodních zdrojů může vyvolat situace vyžadující včasnou a koordinovanou součinnost všech složek a přesnou geografickou lokalizaci potřebných činností, např. výstavbu evakuačních zón, opatření pro obnovu a fungování orgánů státní správy atp. Základem pro takovéto komplexní řešení by byla databáze takových objektů a prostorů spolu s výsledky analýzy jejich vztahu k bezprostřednímu geografickému okolí. Tato představa je samozřejmě pouze orientační a vyžaduje diskusi

o dalších možnostech uplatněných v rámci nadějněho projektu MVGI, který v posledním období poněkud ideově stagnuje.

Ve druhé části se zaměřím na prostory mimo území České republiky, kde by působení AČR probíhalo v rámci společných operací NATO nebo aktivit OSN. Protože lze předpokládat, že pro zpravodajskou přípravu operací se zapojením AČR budeme disponovat informacemi pořizovanými dálkovým průzkumem Země (DPZ), které umožní vytvářet geograficky orientované analytické produkty i z těch oblastí, kde neexistují kvalitní mapové podklady. Není zapotřebí rozvádět další možnosti DPZ ve prospěch zpravodajské přípravy válčičtější, jako jsou např. souřadnicová lokalizace objektů, jejich prvků i probíhajících jevů, možnosti jejich kvalitativní interpretace, sledování posloupnosti jejich výskytu v časové řadě pro určení trendů dalšího vývoje.

Poznatky získané na konferencích k problematice využití vojensky orientovaných GIS, včetně prezentací komerčních společností o modelování pohybu vzdušných objektů v modelovaných třírozměrných prostorech, jsou velmi instruktivní. V těchto souvislostech a z hlediska praktického využívání produktů DPZ je třeba vytvořit metodiku a software pro analýzu terénu právě s využitím snímků DPZ. Taková metodika by měla zahrnovat indikaci mezí, do kterých by byla předem garantována určitá míra spolehlivosti; to je úloha vhodná k řešení na území ČR s využitím datových možností, které její území nabízí.

Nejprve je třeba:

- konstatovat, jaké informace je třeba v dané lokalitě prostřednictvím DPZ určit;
- tyto objekty určit nebo modelovat v reálném a dokonale známém terénu;
- při následném vyhodnocení pořízených snímků určit rozsah možností, nejefektivnější postupy při stanovení činnosti v rámci analýz terénu;
- a konečně pak stanovit obsah a metody využití prostředků a informací DPZ pro potřeby AČR.

Problematika terénních analýz řešená v rámci standardního úkolu „Analýza prostoru operace“ vyžaduje nový přístup ke

stanovení jejich obsahu. Vedle již výše komentovaných výsledků dílčích analýz průchodnosti a viditelnosti terénu jsou významné tyto další prvky:

- analýza přístupových cest s vymezením jejich kapacit;
- klasifikace míry možností pozorování;
- možnosti rozvinutí do prostorů mimo koridory pohybu;
- možnosti krytí a maskování na přístupové komunikaci;
- analýza klíčových prostorů, která je specifikována až v průběhu reálné vojenské činnosti a modifikována podle jejího vývoje;
- analýza městských aglomerací.

Z hlediska soudobých vojenských operací není ničení cílů pro zabezpečení pohybu pozemních sil v přehledných oblastech otevřeného terénu natolik problematické. Skutečné problémy však mohou nastat při činnostech v městských aglomeracích, kde je značné množství umělých překážek, snížená možnost orientace, disfunkce GPS apod. Proto je analýza těchto aglomerací z oblastí mimo území států NATO z hlediska možných příštích operací zásadní. K stanovení potřebných informací, získaných z analýz městských aglomerací, je třeba brát ohled na taktické a technické možnosti vedení soudobého střetnutí. Otázka nestojí pouze na technologických možnostech GIS, ale je třeba požadavky na výsledky analýz terénu porovnat s poznatky a s analýzou zkušeností z konfliktů posledních let.

Proto je spolupráce a spoluúčast pracovníků geografické a zpravodajské služby na těchto perspektivních projektech velmi významná.

Závěr

Výše uvedené názory je třeba považovat za osobní, subjektivní názory na současně živě diskutovanou problematiku, jejíž řešení bude stále více vyžadovat znalosti praxe a potřeb jednotek AČR zapojených do účasti v konfliktech mimo území naší země.

Recenzent: Ing. Alois Hofmann, CSc.

Zkušenosti z výcviku a praktického používání GIS a GPS v mírových operacích

Tibor Horváth, Výcviková základna mírových sil Český Krumlov

Úvod

Výcviková základna mírových sil (dále jen VZMS) připravuje jednotky pro mírové operace už více než 10 let a za tuto dobu připravila více než deset tisíc osob. Učitelé a instruktoři mají bohaté zkušenosti ze všech druhů příprav. Jedním z důležitých předmětů přípravy je i vojenská topografie. V tomto článku se zaměřím na praktické zkušenosti, získané při výcviku jednotek AČR vyčleněných do mírových operací a pro samotné plnění úkolů těchto misí v zahraničí.

1. Naše zkušenosti z výuky vojenské topografie

Zkušenosti ukazují, že znalosti vojenské topografie jsou velmi důležité ve všech misích, při všech druzích činností vojsk doma i v zahraničí. Opakovaně zjišťujeme, že mimo přípravu na plnění operačních úkolů a jazykovou přípravu musíme neustále věnovat pozornost zdravotní přípravě, spojovací přípravě a vojenské topografii.

Naše poznatky jsou však následující:

- existuje nízká úroveň základních znalostí; např. příprava a provedení topografické orientace, orientace mapy, orientace v terénu s mapou i bez mapy, čtení mapy a znalost topografických značek, odsouvání souřadnic;
- existuje dosud neznalost souřadnicových systémů a způsobů odečtu jejich souřadnic; řada lidí neví nic o WGS 84 ani o MGRS (přesto, že tato znalost se vyžaduje od r. 1993), neznají ani, jaké stávající souřadnicové systémy jsou na vojenských mapách a jak s nimi pracovat;
- objevuje se také neznalost rozdílu mezi souřadnicemi S-42/83 a WGS 84 a možností převodu souřadnic mezi jednotlivými souřadnicovými systémy;
- při plánování trasy pro vrtulník se vyskytl případ, že obsluha nevěděla, co to jsou ty „kódy“ (hláskový systém MGRS nebo GEOREF); letci samozřejmě stále používají pouze zeměpisné souřadnice a vůbec je nezajímá, jak nějaký „pozemák“ převádí rovinné souřadnice *E, N* nebo údaj MGRS na pro něho potřebné „zeměpisné souřadnice“ – úlohu přehlížíjí a klidně zamění souřadnice v svislou za vodorovnou apod.

Příčiny tohoto stavu vidím v následujícím:

- je dosud málo hodin na výcvik ve vojenské topografii u velitelů i u vojsk;

- stále existuje nepochopení důležitosti uvedených znalostí; v běžné praxi se totiž jejich neznalost neprojevuje, protože jsme dosud obvykle působili ve známém prostředí, v prostorech známých VVP; když ztratíme orientaci, využijeme dopravní značky nebo se někoho zeptáme;
- je nedostatek zaměstnání v terénu zaměřených na tyto znalosti – obvykle nejsou vyčleněné hodiny, nebo jen v malém počtu; dokonce ani programy vojenskotaktické přípravy je nevyžadují – jejich řádná příprava je totiž pro vedoucí výcviku dosti časově náročná;
- nejsou k dispozici, nebo jen ve velmi malém množství, mapy s přitiskem sítě WGS 84, anebo jsou nedostupné;
- v běžné praxi nejsou uvedené znalosti dokonce ani vyžadovány;
- k dispozici nejsou jednoduché pomůcky pro topografickou přípravu a stávající pomůcky, např. fólie a karty, nejsou využívány;
- obdobně je tomu i s videofilmy GPS, GIS a materiály DVD pro přípravu jednotek mírových sil.

2. Poznatky z výuky a používání přijímačů GPS

Přijímače a technika GPS se v mírových misích používají zcela běžně: v současné době jsou tabulkově zařazeny u jednotek v zahraničí do úrovně čety, někdy již od družstva. Zkušenosti s výukou GPS u VZMS máme od začátku jejich zavedení, tj. od roku 1996.

Výuka probíhá v třech formách:

1. Všichni příslušníci připravovaných jednotek jsou seznámeni se základním určením a použitím přístroje v rozsahu 12 hodin. Výuka je zaměřena na nejzákladnější potřebu, tj. na znalosti možností a základních provozních podmínek, kompletace, zahájení provozu a jeho ukončení a odečtení údajů.

2. U vybraných skupin (operační, zpravodajské, dělostřelecké, průzkumné) a pro funkce (tj. pro velitele bojových čet a družstev) je výuka rozšířena na 46 hodin. K základním znalostem o technice a využívání GPS tak přibude podrobná znalost možností přístroje, schopnost nastavení všech jeho parametrů, schopnost zadávání a editace dat.

3. Nejlepší přípravou je výuka v kurzu GPS. Jedná se o pětidenní kurz, jehož obsahem je pro každý den tento program:

- teorie,
- praktické ovládání a nácvik na učebně,
- praktické řešení různých úkolů při pěším přesunu ve dne i v noci,
- den praktického zaměstnání za pohybu s použitím zabudovaného GPS ve vozidle ve dne i v noci,
- poslední den je zaměřen k závěrečnému přezkoušení teoretických i praktických znalostí; mrzí nás však minimální zájem potenciálních uživatelů a učitelů topografie o tyto kurzy.

Naše poznatky z této přípravy jsou následující:

1. V mírových misích jsou přijímače GPS používány velice často. Jejich použití je však často omezené jen na určování aktuální polohy, a to zejména z důvodů velké spotřeby energie, pracovního zadávání dat a neexistence jednoduchého, praktického SW pro komunikaci s PC.

2. Na území ČR je všeobecně málo přístrojů GPS; u útvarů jsou jen výjimečně, a ani tam se nevyužívají dostatečně; důvody jsou různé, např. velká spotřeba (čtyřikrát 1,5V tužkové baterie s dlouhou životností – 5 až 8 h, tj. cca 120 Kč/den na přístroj).

3. Pokud nejsou mapy s přitiskem sítě v systému WGS 84, pak přijímačů nelze s mapami se sítěmi S-42/83 použít.

4. Neplánují se takové výcvikové úkoly, které nelze bez přijímačů GPS splnit.

5. Velitelé nemají dostatečné znalosti a vědomosti, k čemu a jak techniku GPS používat.

6. Existují obavy ze ztráty této techniky (např. souprava GPS SCOUT M+ je ohodnocena na cca 40 000 Kč).

7. Zastaralost naší techniky GPS oproti přístrojům používaným v zahraničí, nebo i v civilu (naše jsou těžší, mají vyšší spotřebu; jsou pouze alfanumerické, nikoli grafické; neumějí automaticky záznam trasy, vyžadují pracnější zadávání dat a náročnější komunikaci s počítačem atd.).

8. Obáváme se, že se situace v používání GPS spíše zhorší než zlepší, a to v důsledku požadavku velení, aby se pro plnění bojových úkolů používaly pouze přístroje s P/Y-kódem a později s M-kódem. Tento požadavek však podle mého názoru nevylučuje používání levných, moderních komerčních GPS pro výcvikové úkoly, ale také i pro plnění úkolů v mírových operacích. Zavedení přístrojů pro dekódování signálů P/Y nebo M bude bránit především jejich cena okolo 100 000 Kč za přístroj. Kvalitní, moderní grafické komerční přístroje pro výcvikové účely lze pořídit v ceně od 7 000 do 20 000 Kč, což je v kompetenci velitelů útvarů. Mohou se tedy hradit z decentralizovaných finančních prostředků a vést jako učební pomůcky. Za ideální pro potřeby výcviku považují přístroje od firmy Garmin, které vlastním a používám už několik let.

Používání přijímačů GARMIN má několik výhod, např.:

- po odstranění SA od května 2000 mají poměrně vysokou přesnost,
- jejich používání zjednodušuje spolupráci se spojenci,
- poskytují možnost převodů souřadnic mezi různými systémy,
- při zaznamenání určené polohy poskytují jednoznačný důkaz, že přístroj se nacházel v daném čase v daném prostoru,
- poskytují možnosti řešení navigačních úloh, měření a výpočet řady dalších veličin.

3. Poznatky z výuky a používání geografických informačních systémů (GIS)

Poznatky z výuky a používání GIS sice nejsou tak bohaté jako u GPS, ale nejsou zanedbatelné. U VZMS máme zkušenosti s programy Info 2.2, Topol, Geobáze a AUGIS (verze 4.0, 4.1 a 4.2). Pro přípravu, plánování výcviku a vojenských cvičení používáme AUGIS již od roku 1996. Pro zaznamenávání situace a potřebných údajů v grafické podobě se využívá (přesněji řečeno využíval) program AUGIS i v rámci mise SFOR a částečně i v KFOR.

Naše poznatky v oblasti GIS lze shrnout do následujících bodů:

1. V rámci AČR není prezentována jasná koncepce používání GIS (není centrálně koordinováno jejich použití, vývoj aplikací a distribuce produktů, dat a informací, neexistuje specifikace, na jaké úkoly lze GIS použít – co oblast, to jiný GIS; není centrálně zabezpečována distribuce SW ani dat, jsou vzájemně odděleny; útvar si musí sehnat finanční prostředky na zakoupení GIS, ale podle pokynů pro hospodaření s finančními prostředky nemůže nakupovat příslušný SW; neexistuje dostatečně průchodný systém distribuce dat – minimální lhůty jsou 2–3 měsíce; neexistuje například předpis nebo pomůcka, které by řešily používání grafických dokumentů, výstupů z GIS, jako náhrady analogových).

2. Je nedostatek počítačů na nižším stupni velení (prapory, brigády, útvary), přičemž existují značné HW nároky pro provozování GIS; avšak při rozumné rozvaze lze data poměrně značně zredukovat, např. pro potřeby roty v SFOR by stačilo cca 20–30 MB na harddisku při použití SW AUGIS.

3. Existuje nízká znalost možností a výhod GIS; na velitelstvích je o používání GIS dosud malý zájem; odborná příprava personálu je na nízké úrovni; je nedostatek periférií podporujících používání GIS – scannery, plottery, grafická tabla atd. – a současně existuje neznalost možností, jak tento HW nedostatek obejít, např. jsou možnosti výstupů na fólii a promítání prostřednictvím zpětného projektoru, kterých je relativně dost, a nejsou používány.

4. K dispozici není dostatečná škála použitelných produktů GIS; dochází i k situacím, kdy existují poměrně dobré

podmínky pro nasazení GIS (k dispozici je HW i SW), ale nadřízení nemají představu, k čemu a jak by GIS využili; např. ani Štábní informační systém (ŠIS) neobsahuje dosud žádný produkt GIS.

5. Přestože používání GIS vyžaduje delší přípravu a dostatečnou praxi, není zájem o kurzy AUGIS a taktéž nejsou vytvořeny časové podmínky pro výuku jednotek nastupujících do zahraničních misí.

6. V současné době lze považovat za nejdostupnější SW AUGIS, i přes jeho nedostatky.

7. Velké naděje vkládám do využívání Operačně-taktického systému velení a řízení pozemních sil, vyvíjeného Vojenským technickým ústavem elektroniky Praha, jehož moduly byly předvedeny na IDET 2001 i na BAHNA 2001 a který je v současnosti využíván u 43. výsadkového mechanizovaného praporu. Tento systém je modernější, komplexnější než AUGIS a zároveň odstraňuje jeho nedostatky. Doufám, že se v dostupné době také dostane do vojsk (např. do využívání v Česko-slovenském praporu KFOR).

4. Zkušenosti z geografického zabezpečení mírových misí

V zahraničních misích nebývá problém se zabezpečením map. Obvykle se vyžadují stanoveným postupem od nadřízené složky. Základní mapy pro vedení přehledu o situaci se používají v měřítku 1 : 50 000 a 1 : 100 000, zabezpečuje se také široká škála speciálních map – např. rozmístění objektů bývalých válečných stran, mapy prověřených cest, mapy minových polí, rozmístění letišť, spojovacích nebo zdravotních prostředků atd.

Problém je v získávání uvedených map pro použití u nás doma, např. pro výcvik nebo pro vedení přehledu o bojové situaci. V podstatě jiná cesta, než je získat v rámci mise, ani neexistuje.

Ještě větším problémem však je používání digitálních geografických produktů. Jako GIS se používal v misi SFOR program AUGIS. Vektorová data se nepoužívala pro jejich nedostupnost. Jako rastrové podklady se používaly digitální ekvivalenty topografických map vyhotovené VTOPÚ Dobruška a Agenturou komunikačních a informačních systémů Praha z podkladů dodaných armádou USA v měřítkách 1 : 50 000 a 1 : 250 000. Přestože se vzhledem k velkému objemu dat muselo snížit rozlišení, rastrové mapy jsou velmi dobré kvality. Problém byl spíše s AUGIS, který neumožňoval např. převody souřadnic do WGS 84 (UTM, MGRS), znal jenom dvě strany: vlastní/protivník atd. Pro misi KFOR nebyly vyrobeny žádné digitální produkty. Používaly se pouze již uvedené rastrové mapy měřítkem 1 : 250 000 zhotovené pro SFOR a amatérsky skenované mapy 1 : 50 000.

K tomuto základním problémům přibýlo ještě několik dalších, například:

1. Nedostatek času na zvládnutí programu – pobyt ve VZMS byl postupně zkrácen z 8 výcvikových týdnů na 2–3

týdny, v jejichž rámci se stěží zvládne administrativa a předání nezbytných informací o úkolech mise, příprava na funkci a provedení závěrečného cvičení.

2. Velení jednotky nemá zájem o využívání GIS, je to považováno za práci navíc.

3. Nikdo z nadřízených nepotřebuje výstupy z GIS, a tak je ani nevyžaduje (je jednodušší poslat někoho na zahraniční služební cestu do Bosny a Hercegoviny nebo Kosova a nechat si přivést oleátu než využívat vrstvu z GIS zaslou elektronickou cestou).

4. Ani nyní, několik týdnů před zahájením velitelské přípravy, není zřejmé, zda se bude nějaký GIS vůbec používat; jaké druhy a množství map jsou potřebné, pro koho – to je současná situace v geografické přípravě Česko-slovenského praporu KFOR před jeho vysláním na misi.

Závěr

Pro řešení problémů v uvedených oblastech považuji za potřebná tato opatření:

- lépe využívat stávající pomůcky geografické přípravy a produkty geografické služby AČR;
- zabezpečit širší, přesvědčivou a jednoduchou propagaci možností a výhod GIS (šířením geografických dat např. prostřednictvím vojenských posádek, pracovišť ochrany informací, výdejen PHM, využíváním plánů posádek, kasáren, skladů atd.);
- kvalifikovaně vypracovat koncepci využívání GIS, stanovit platformy a formáty dat;
- zlepšit všeobecné povědomí o produktech GIS a geografických standardech NATO;
- zjednodušit získání SW GIS, příp. jej centrálně zabezpečovat – minimálně prohlížeče (většinou freeware);
- zrychlit, zkvalitnit a zjednodušit distribuci dat;
- sjednotit a podpořit používání GIS a jeho výstupů při různých cvičeních;
- stanovit, kde, kdy a jaké souřadnicové systémy používat v součinnosti pozemních a vzdušných sil AČR;
- podpořit nákup vhodné techniky GPS a potřebného SW pro výcvik;
- vytvořit aplikace GIS (prohlížeče) pro IS, např. ŠIS;
- vypracovat zásady pro geografické zabezpečení jednotek působících v zahraničních misích, stanovit konkrétní GIS pro vedení databází grafických dat, pro jejich výstupy, oprávněné uživatele a systémy jejich zabezpečení;
- vypracovat a distribuovat jednoduchý SW pro převody souřadnic mezi různými souřadnicovými systémy;
- věnovat větší pozornost problematice a významu vojenské geografie, zvláště pak topografie.

Recenzent: Ing. Drahomír Dušátko, CSc.

Výškové modely v AČR a možnosti jejich použití

Martin Hubáček, Marcel Vašíček, katedra vojenských informací o území

VA v Brně

1. Úvod

O problematice využívání digitálních modelů reliéfu (DMR) se hovořilo už před více než 30 lety. Již tehdy se hovořilo o užitečnosti a vhodnosti použití těchto modelů. Jejich přesnost z počátku nedosahovala takových hodnot jako například zobrazení výškopisu na topografických mapách.

Se zvyšující se kvalitou výpočetní techniky, a to jak hardwarového, tak softwarového vybavení, vyvstala otázka, jakou přesnost by měla tato data mít. Interpolační metody umožnily i při použití menšího počtu dat získat ucelenou představu o daném povrchu nebo sledovaném jevu.

Dosavadní testování přesnosti stávajících digitálních modelů reliéfu neudává ucelenou informaci o jejich přesnosti ani o vhodnosti použití interpolačních metod v závislosti na jednotlivých typech reliéfu, hustotě a uspořádání vstupních dat.

Tento článek se zabývá zhodnocením výškových dat dostupných v AČR a možnostmi jejich využití v geografických informačních systémech.

2. Digitální modely terénu

S rozvojem moderní výpočetní techniky se vyskytl požadavek na digitální zpracování výškových dat a jejich využití v geografických informačních systémech. Výškopis na mapách, které byly a jsou tradičně reprezentovány především pomocí vrstevnic, ale i stínováním, hypsometrií, šrafováním atd., je nutné digitalizací transformovat do vhodné digitální podoby. Pro ukládání digitálních výškových dat se používají většinou následující způsoby:

1. **Rastrové** uložení výškových dat. Hodnota výšky je vztahena k celým buňkám rastru a většinou představuje průměrnou nebo jinak charakteristickou (maximální, minimální) výšku v buňce.

2. Výšková data uspořádána v **pravidelné síti (matici)**. Výšky jsou reprezentovány uzlovými body sítě, jejichž souřadnice (polohová i výšková) je známa.

3. Vyjádření výšky pomocí **sítě nepravidelně rozložených bodů**. Rozložení bodů definuje trojúhelníkovou síť označovanou též zkratkou **TIN (triangulated irregular network)**. Větší trojúhelníky reprezentují rovinatý povrch a menší členitější reliéf. Tvar trojúhelníků stanovuje tzv. Delaunayova podmínka. (viz <http://www.ifor.math.ethz.ch/~fukuda/polyfaq/node1.html> [4]).

4. Zobrazení výšek pomocí izochar. Jde o digitální obdobu vrstevnicového vyjádření reliéfu na mapách. Výška je reprezentována vektory (čarami), k nimž je jako atribut připojena nadmořská výška.

2.1. Digitální model reliéfu 1. generace (DMR 1)

Nejstarší digitální model reliéfu používaný v AČR. Tento model byl vytvořen výzkumnou složkou letectva a protivzdušné obrany čs. armády v součinnosti s Geografickým ústavem ČSAV.

DMR 1 je tvořen sítí buněk (rastrem) o velikosti buňky 1×1 km. Výška je dána nejvyšším bodem reliéfu v příslušném kilometrovém čtverci. Přesnost modelu nebyla vyčíslena. DMR 1 pokrývá území střední Evropy.

2.2. Digitální model reliéfu 2. generace (DMR 2)

DMR 2 je tvořen výškovými daty, která ve formě pravidelně rozložených bodů v síti 100×100 m reprezentují daný reliéf. Výška v příslušném uzlovém bodě reprezentuje skutečnou výšku reliéfu. DMR 2 pokrývá celé území České a Slovenské republiky a dále prostor cca 50 km za státní hranice. Udávaná chyba v určení výšky bodu je závislá na členitosti terénu a podle některých pramenů, například (Talhofer [3]), je udávána hodnotou 3–15 m.

2.3. Vrstevnicový model DMÚ 25 (DMR 2,5)

Digitální model reliéfu (DMR 2,5) je model, který je vytvořen z digitalizovaných vrstevnic topografické mapy 1 : 25 000. Přesnost původního datového zdroje před digitalizací (vrstevnic na TM) je podle (Miklošf, Vondra [2]) udávána ve tvaru Koppeho rovnice pro střední kvadratickou chybu:

$$m_0 = 1,1 + \text{tg } \alpha \quad [\text{v metrech}] \quad (1)$$

Oblast pokrytí digitálními daty odpovídá pokrytí DMÚ 25, tedy celému území ČR.

2.4. Fotogrammetrický výškový model (DMR X)

V souvislosti s obnovou DMÚ 25 vzniká při ortogonalizaci leteckých snímků nový digitální výškový model. Tento model nemá zatím oficiální název, a proto zde pro něj bude použito pojmenování DMR X. V současné době je zpracována část území pokrývající západní část České republiky. Data jsou poskytována buď jako TIN (ERDAS), nebo bodový model s krokem 50 metrů. Přesnost tohoto modelu není vyčíslena.



Obr. 1. Přehled testovaných prostorů

3. Metody pro tvorbu výškových modelů

I v době vyspělých měřických technik využívajících digitální přístroje a techniky družicové geodzie není možné měřit výšku, velikost nebo soustředění určitého jevu na každém místě zemského povrchu. Místo toho se volí časově i finančně výhodnější postupy, které mohou z naměřených dat stanovit hodnotu sledovaného jevu pro jakékoliv místo. Tyto postupy jsou založeny na použití interpolačních metod. Vstupní data obsahující měřenou výšku, soustředění jevu nebo jeho velikost mohou být v prostoru rozložena pravidelně nebo nepravidelně. Přesnost a spolehlivost takto získaných hodnot je ovlivněna nejen volbou interpolační metody, ale také hustotou a charakterem rozmístění vstupních dat.

Pro tvorbu spojitých výškových modelů byl vybrán program ARC/INFO. Důvodem zvolení tohoto programu je jeho značná rozšířenost v geografické službě AČR, především na pracovištích analýz terénu (PAT), která pracují s těmito daty. Pro tvorbu spojitých výškových modelů nabízí program ARC/INFO řadu interpolačních metod (viz 3.2).

3.1. Výběr území pro vyhodnocování

Pro posuzování přesnosti modelů bylo vybráno a analyzováno několik prostorů, které charakterizují území České republiky. Jsou to:

- Polabí, Nové Mlýny (1, 2) – zástupce rovinnatého reliéfu;
- Českomoravská vrchovina, Žebrák (Beroun) (3, 4) – zástupce pahorkatin;
- Klínovec, Krušné hory, Krkonoše (5, 6, 7) – zástupce hornatin.

Každá oblast se skládá ze čtyř sousedních listů topografické mapy 1 : 25 000, viz obr. 1. Oblasti Polabí, Českomoravská vrchovina a Krušné hory byly použity především pro porovnání zvolených interpolačních metod. V ostatních oblastech byla data zpracována pouze metodou Topogrid. Oblast Žebrák a Klínovec byly jedinými prostory, ze kterých byl k dispozici fotogrammetrický model DMR X. V prostorech Nové Mlýny, Žebrák a Krkonoše byl testován vliv použití hydrologických informací při tvorbě výškového modelu.

3.2. Použité interpolační metody

V praxi je používána celá řada interpolačních metod. Mezi nejčastěji využívané patří Spline, IDW, Kriging, Topogrid, Trend a řada dalších. Každá metoda se vyznačuje různými charakteristickými rysy, které ovlivňují její použití.

Pro generování modelu reliéfu byly v tomto případě použity metody Topogrid, IDW a Spline. Při tvorbě modelů se vycházelo z implicitního nastavení podmínek daných interpolací v programu.

3.2.1. Topogrid

Topogrid je interpolační metoda, která je určena pro tvorbu hydrologicky správného digitálního výškového modelu. Vychází z algoritmu ANUDEM vytvořeného pro tvorbu hydrologicky korektního modelu reliéfu (viz <http://cres.anu.edu.au/outputs/anudem.html> [5], <http://mailhost.auslig.gov.au/products/digidat/dem9s/00000031.htm> [6]).

Podle autorů této interpolační metody je voda narušující síla určující hlavní tvary většiny povrchů. TOPOGRID využívá

znalosti o terénních tvarech, což umožňuje správnou prezentaci vyvýšenin a říční sítě. Podmínka správného zobrazení říční sítě má za následek vyšší přesnost zobrazeného povrchu i při menším množství vstupních údajů. Kromě výškových údajů, kterými jsou buď izolinie (vrstevnice), nebo výškové body, vstupují do interpolace i hydrologické vrstvy říční sítě a vodních ploch. Globální podmínka říční sítě by měla vyloučit jakoukoliv potřebu úpravy nebo odstranění nesprávně vygenerovaného povrchu.

3.2.2. Spline

Spline je univerzální interpolační metoda, která lícuje minimální křivost povrchu přes vstupní body. Tento proces lze popsat jako ohýbání archu procházejícího přes body při minimalizaci Gaussovy křivosti na povrchu. Tzn., že lícujeme matematickou funkci na specifikované množství nejbližších vstupních bodů.

Tato metoda se používá pro jemně proměnné povrchy, jako je nadmořská výška, výška hladiny vody nebo koncentrace znečištění. Naopak není vhodná pro interpolaci terénu, kde jsou velké změny reliéfu na malé (horizontální) vzdálenosti, protože odhadované hodnoty mohou přesáhnout skutečné hodnoty.

Základní forma interpolace s minimální křivostí ukládá pro interpolant dvě podmínky:

- povrch musí plynout přesně přes dané body;
- součet čtverců druhých mocnin odchylek zakřivení nad každým bodem povrchu musí být minimální.

Funkce Spline používá pro interpolaci povrchu následující vztahy:

$$S(x, y) = T(x, y) + \sum_{j=1}^n R(r_j), \tag{2}$$

kde

- n ... počet vstupních bodů,
- r_j ... vzdálenost z bodu o souřadnicích (x, y) k j -tému bodu.

Hodnoty $T(x, y)$ a $R(r_j)$ se počítají podle těchto vztahů (REGULARIZED):

$$T(x, y) = a_1 + a_2x + a_3y, \tag{3}$$

$$R(r) = \frac{1}{2\pi} \left\{ \frac{r^2}{4} \left[\ln\left(\frac{r}{2\tau}\right) + c - 1 \right] + r^2 \left[K_0\left(\frac{r}{\tau}\right) + c + \ln\left(\frac{r}{2\pi}\right) \right] \right\}, \tag{4}$$

kde

- a_i ... koeficienty vypočtené řešením soustavy lineárních rovnic,
- τ^2 ... parametr zadaný v příkazové řádce,

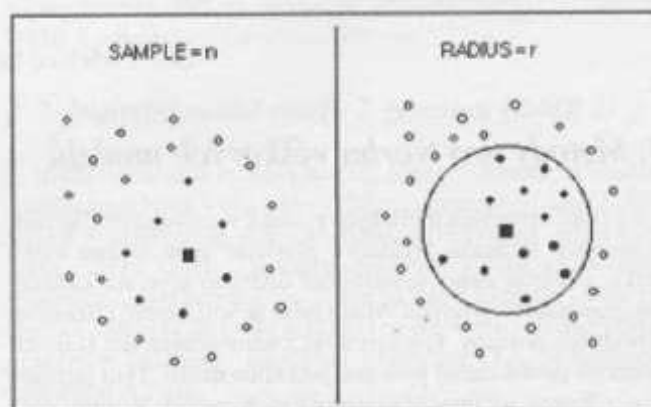
- r ... vzdálenost od bodu (x, y) k j -tému bodu,
- K_0 ... modifikovaná Besselova funkce,
- c ... konstanta 0,577 215.

3.2.3. IDW

IDW (Inverse Distance Weighted) je interpolační funkce využívající toho, že každý bod má v interpolaci lokální vliv, který klesá se vzdáleností. Na základě této vzdálenosti je bodu přiřazena určitá váha. Váha bodu, který je geometricky blíž k interpolované „buňce“, je větší než váha bodu vzdálenějšího. Lze říci že metoda je obdobou Jungovy transformace rovinných souřadnic. Výpočet váhy bodu je definován vztahem (5):

$$\lambda_{i0} = \frac{1}{d_{i0}^2} \cdot \frac{1}{\sum_{j=0}^n \frac{1}{d_{j0}^2}}. \tag{5}$$

Počet bodů pro interpolaci buňky je stanoven buď množstvím nejbližších bodů, nebo poloměrem kružnice a všemi body v ní obsaženými. Viz obr. 2.



Obr. 2. Výběr bodů pro výpočet hodnoty pixelu

Lze tedy říci: bude-li počet nejbližších vstupních bodů užívaných v interpolaci větší, výsledná hodnota interpolovaného bodu bude přesnější. Na druhou stranu se s rostoucím počtem vstupních bodů prodlužuje i doba výpočtu. Standardní počet vstupních bodů je 12 a tuto hodnotu lze považovat za optimální.

Výsledná hodnota vzniklého bodu nemůže být větší než největší vstupní hodnota, a naopak nemůže být menší než nejmenší vstupní hodnota.

3.3. Cíl vyhodnocení

Cílem práce je porovnat jednotlivé výškové modely (DMR 2, DMR 2,5 a DMR X) a jejich chování při použití výše popsaných metod tvorby spojitého výškového modelu. Zároveň je posuzována vhodná velikost pixelu výškového modelu a vliv jeho velikosti na případné zpřesnění.

3.4. Příprava dat pro vyhodnocování

Testování bylo prováděno na několika prostorech (viz obr. 1), aby bylo postiženo co nejvíce typů reliéfu. Pro

jednotlivé prostory byly vytvořeny modely reliéfu z DMR 2, DMR 2,5 a ve dvou prostorech (Klínovec a Žebrák) i DMR X.

Kromě metody Topogrid, do které mohou vstupovat data jak v bodovém, tak liniovém (vrstevnice) formátu, vyžadují metody Spline i IDW vstupní data ve formátu bodů. Proto bylo nutné DMR 2,5 (vrstevnice) převést do bodového tvaru. Tento převod proběhl následujícím způsobem: Z vrstvy byl v programu ARC/INFO vygenerován soubor ASCII obsahující věty pro jednotlivé čáry. Každá věta se skládá z jednotlivých lomových bodů čáry a jejího jednoznačného identifikátoru. V programu Matlab byl vytvořen jednoduchý program, který převedl věty do formy bodů. Z těchto bodů byla zpětně vytvořena bodová vrstva a na základě jednoznačného identifikátoru byla bodům přiřazena jako atribut hodnota nadmořské výšky. Takto vytvořené bodové vrstvy byly použity pro generování výškového modelu pomocí metod Spline a IDW. Metoda IDW s modelem pracovala bez problémů, ale metoda Spline si nedokázala poradit s duplicitními body na styku dvou čar (koncový bod jedné čáry je počátečním bodem druhé, na ni navazující). Proto byl vytvořen program pro odstranění těchto bodů. Bohužel se ani na jednom z prostorů nepodařilo tyto body odstranit. Výpočet i na prostoru Polabí, který měl nejméně bodů, trval asi šest hodin a po třech hodinách se výpočet z nedostatku paměti přerušil. Vrstva vrstevnic byla proto použita pouze pro metodu Topogrid a po převodu na body i v metodě IDW.

Výsledkem jednotlivých interpolačních metod jsou gridové vrstvy, které jsou vytvořeny ve třech, případně čtyřech rozlišeních (velikostech pixelu), a to 25, 50, 100, respektive i 75 metrů. Tyto gridové výškové modely jsou porovnány se vztažnými body. Jako vztažné jsou použity body vybrané z databáze geodetických a situačních bodů.

Aby bylo možno porovnat vztažné body s odpovídající výškou modelů, byly body z databázi převedeny v programu ArcView na 3D shapefile. Pomocí vytvořeného skriptu byla k bodům přidána výška jednotlivých gridů. Informace o výškách vztažných bodů byly exportovány do programu MS Excel, kde bylo provedeno vyhodnocení jednotlivých prostorů.

4. Testování modelů

Testování bodů bylo provedeno následujícím způsobem: Hodnoty nadmořské výšky vztažných bodů byly brány jako správné a hodnoty získané z výškových modelů se s nimi porovnávaly. Vypočetla se odchylka pro jednotlivé výšky a tyto odchylky byly testovány. Z odchylek byl vypočítán průměr, směrodatná odchylka, rozptyl, špičatost, šikmost a další parametry.

Aby bylo možné směrodatnou odchylku považovat za střední chybu, a stanovit tedy chybu na určité hladině spolehlivosti, je nutné soubory odchylek otestovat, zda se jedná o normální rozdělení. K testování normality bylo použito testu asymetrie a excessu (Böhm [1]).

Zkouška asymetrie

Test je jedním z testů normality. Pokud soubor měření nebo chyb přísluší k souboru s asymetrickým rozdělením, zamítáme

hypotézu o normálním rozdělení základního souboru. Tento test provedeme na základě znalosti podmínky, která stanovuje, že pokud:

$t_v < 1 \dots$ je rozdělení symetrické,
 $t_v > 1 \dots$ rozdělení není symetrické; t_v vypočteme podle vzorce:

$$t_v = \frac{A}{\sigma_A}; \quad (6)$$

ve vzorci značí

$$A = \frac{\mu_1}{\sqrt{\mu_2}}, \quad (7)$$

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}}. \quad (8)$$

Kritérium excessu

V případě symetrického rozdělení je nutné otestovat, zda se výběrový soubor neliší od Gaussovy křivky tím, že je buď špičatější, nebo plošší. Zda mají testované veličiny normální rozdělení, zjistíme testováním excessu rozdělení. Tento test vychází z podmínky, jestliže:

$t_e < t_e \dots$ rozdělení je normální,
 $t_e > t_e \dots$ rozdělení není normální.

$$t_e = \frac{E}{\sigma_E}; \quad (9)$$

ve vzorci značí

$$E = \frac{\mu_3}{\mu_2} - 3, \quad (10)$$

$$\sigma_E = \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n-1)^2(n+3)(n+5)}}. \quad (11)$$

4.1. Získané výsledky a závěry vyhodnocení

Na základě výsledků testů asymetrie a excessu bylo zjištěno, že hodnoty odchylek nemají charakter normálního rozdělení, a není proto možné s hodnotami charakterizujícími rozdělení dále pracovat, jako by o normální rozdělení šlo. Hodnotu směrodatné odchylky nelze považovat za střední kvadratickou chybu, a nelze tedy vypočítat hodnotu charakterizující přesnost modelu na konfidenční hladině např. 95 % pomocí vzorců pro normální rozdělení.

Z tohoto důvodu bylo pro stanovení přesnosti modelů použito odečtení jednostranné konfidenční hladiny (intervalu) 95 % z pořadové statistiky vypočtené v MS Excel. Získané hodnoty jsou uvedeny v tabulkách 1 až 9.

Tabulka 1

Metoda Spline data DMR 2

Velikost pixelu	Českomoravská vrchovina		Krušné hory		Polabí	
	Geo	Sit	Geo	Sit	Geo	Sit
100	8,81	5,10	11,95	5,25	10,44	6,24
75	8,67	5,14	10,93	5,12	10,48	6,07
50	8,75	5,34	10,77	4,99	10,32	6,26
25	8,82	5,03	9,64	5,04	9,64	6,47

Tabulka 2

Metoda IDW data DMR 2

Velikost pixelu	Českomoravská vrchovina		Krušné hory		Polabí	
	Geo	Sit	Geo	Sit	Geo	Sit
100	8,75	5,10	11,73	5,21	10,44	6,24
75	10,76	5,73	15,60	6,00	12,80	5,99
50	9,77	5,14	16,35	5,56	12,17	6,04
25	10,04	5,47	15,35	5,96	12,41	6,08

Tabulka 3

Metoda Topogrid data DMR 2

Velikost pixelu	Českomoravská vrchovina		Krušné hory		Polabí	
	Geo	Sit	Geo	Sit	Geo	Sit
100	12,08	6,41	18,66	7,64	16,15	7,32
75	10,09	5,75	16,19	5,91	17,22	6,83
50	9,74	5,16	14,79	5,83	15,00	6,94
25	9,13	4,96	12,99	4,86	14,65	6,23

Tabulka 4

Metoda IDW data DMR 2,5

Velikost pixelu	Českomoravská vrchovina		Krušné hory		Polabí	
	Geo	Sit	Geo	Sit	Geo	Sit
100	6,60	4,32	11,23	5,76	9,38	6,10
75	5,65	3,96	8,71	5,62	7,85	5,81
50	5,52	4,00	8,27	5,31	7,57	5,81
25	5,33	4,02	7,62	5,05	7,31	5,74

Tabulka 5

Metoda Topogrid data DMR 2,5

Velikost pixelu	Českomoravská vrchovina		Krušné hory		Polabí	
	Geo	Sit	Geo	Sit	Geo	Sit
100	15,21	6,57	26,21	11,43	18,33	5,85
75	11,21	4,94	17,51	6,64	14,43	5,46
50	7,02	4,26	13,46	5,59	11,33	5,40
25	3,52	4,00	7,39	4,62	6,62	4,72

Tabulka 6

Porovnání modelů Krkonoše

Velikost pixelu	DMR 2	DMR 2 vod	DMR 2,5	DMR 2,5 vod
100	29,80	21,01	45,16	33,87
50	19,12	19,36	23,29	23,14
25	13,85	13,14	11,12	10,21

Tabulka 7

Porovnání modelů Pálava

Velikost pixelu	DMR 2	DMR 2 vod	DMR 2,5	DMR 2,5 vod
100	15,23	13,49	15,05	16,20
50	13,13	12,62	9,27	9,24
25	12,22	12,28	6,43	6,42

Tabulka 8

Porovnání modelů Klínovec

Velikost pixelu	DMR 2	DMR 2,5	DMR X
100	26,07	40,75	37,24
50	21,75	25,52	23,04
25	17,63	17,08	18,51

Tabulka 9

Porovnání modelů Žebrák

Velikost pixelu	DMR 2	DMR 2 vod	DMR 2,5	DMR 2,5 vod	DMR X	DMR X vod
100	26,01	25,93	38,87	31,30	33,79	23,90
50	21,64	20,34	21,92	22,07	23,81	23,70
25	19,62	19,60	11,25	11,28	20,93	17,52

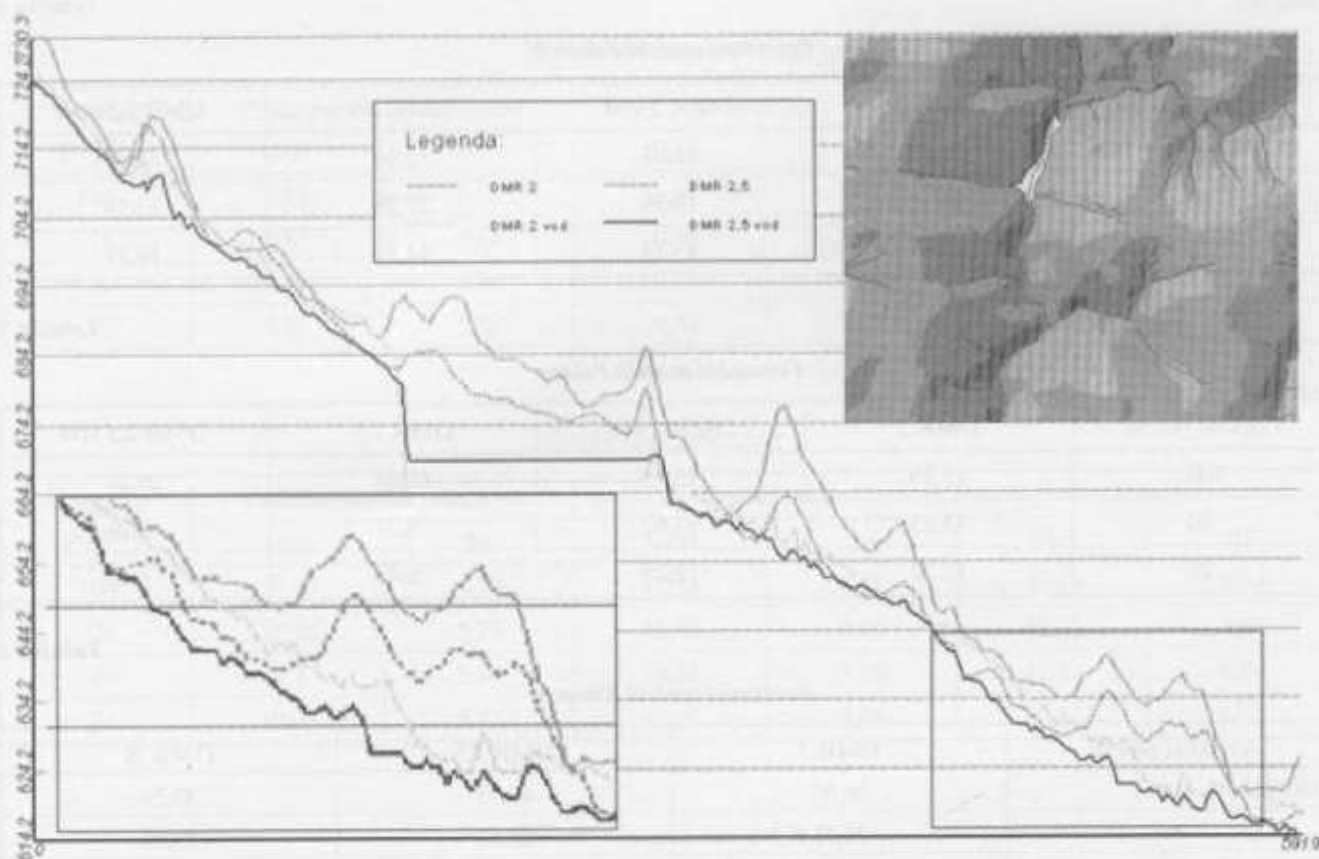
Výsledky získané z bodového modelu DMR 2 ukazují závislost přesnosti modelu vytvořeného metodou Topogrid na velikosti pixelu. Metoda Spline vykazuje přibližně stejné odchylky u všech velikostí pixelu. U metody IDW dokonce chyba vzrůstá se zmenšující se velikostí pixelu.

Jak ukazují výsledky získané z modelů vytvořených z dat DMR 2,5, hodnoty odchylek jsou kromě modelů tvořených z pixelů větších než 50 metrů zpravidla výrazně menší. Pro tvorbu modelu bylo použito pouze dvou metod – IDW a Topogrid. Metoda IDW vykazuje stabilní (stejnou) velikost odchylek na všech velikostech pixelu. Výsledky metody Topogrid jsou závislé na velikosti pixelu a se zmenšující velikostí se zmenšují i odchylky. Na základě výsledků lze říci, že se zmenšením pixelu na 1/2 jeho velikosti se i velikost odchylek zmenší asi o 1/2.

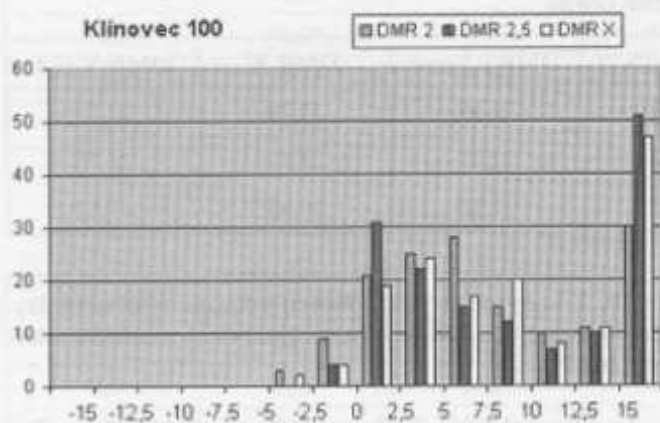
Na základě získaných výsledků lze říci, že výsledné odchylky na testovaných bodech v modelu DMR 2,5 dosahují většinou lepších hodnot než u DMR 2 a DMR X. Při jeho tvorbě je však možno použít jen metody Topogrid a IDW, na rozdíl od

DMR 2, který na stejných bodech vykazuje větší odchylky. Tento model je možno vytvořit použitím všech zvolených interpolačních metod.

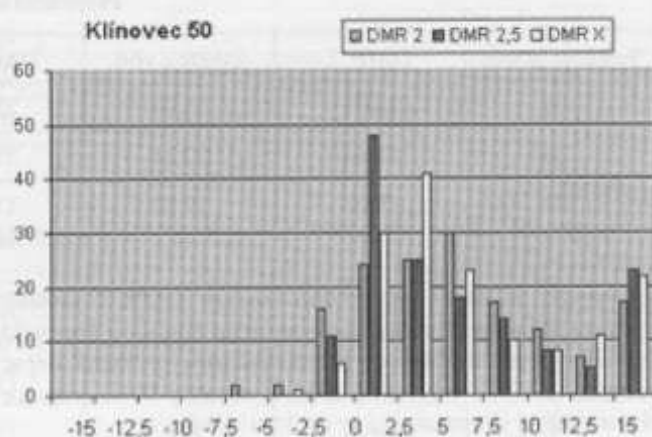
Ze získaných výsledků lze vyvodit následující závěry. Pro tvorbu modelů s velikostí pixelu nad 50 metrů je vhodnější použít bodového modelu, v našem případě tedy DMR 2 nebo DMR X, pokud je k dispozici. Pro menší pixely je vhodnějším modelem DMR 2,5. Vzhledem k časové náročnosti převodu linií DMR 2,5 na body, které jsou nutné pro metodu IDW, je vhodné použít pro tvorbu výškového modelu metodu Topogrid, která na velikosti pixelu 25 m vykazuje nejmenší odchylky. Vliv prvků vodstva (říční síť a vodní plochy) se výrazněji neprojevil na velikosti odchylek testovaných bodů. Je to způsobeno tím, že většina bodů se nachází mimo údolní partie reliéfu, kde je vliv těchto prvků nejvýraznější. Na základě profilů vodních toků je ale možno říci, že pro přesné práce je vhodné tato data při tvorbě modelů použít. Při jejich použití dojde k výraznému vyhlazení profilu vodního toku, viz obr. 3, z čehož lze usuzovat, že interpolace údolních partií reliéfu více odpovídá skutečnosti.



Obr. 3. Profil Labe v okolí Špindlerova Mlýna



Obr. 4. Histogram odchylek – metoda Topogrid, velikost pixelu 100 metrů



Obr. 5. Histogram odchylek – metoda Topogrid, velikost pixelu 50 metrů

5. Závěr

Testování přesnosti digitálních modelů reliéfu bylo prováděno na typech reliéfu, které charakterizují území České republiky. S ohledem na dosažené výsledky je možno říci, že hodnoty získané z analýz DMR 2,5 obecně dosahují lepších hodnot než hodnoty získané z analýz DMR 2 i DMR X. To však platí pouze pro modely s velikostí pixelu pod 50 metrů.

Všechny testované modely vykazují posun odchylek do kladných hodnot (viz obrázky 4 a 5). Téměř všechny testované modely jsou asymetrické, a jsou většinou špičatější proti

normálnímu rozdělení. Z tohoto důvodu se přistoupilo k vyjádření přesnosti jednotlivých modelů pomocí konfidenčního intervalu 95 %, a ne pomocí střední chyby.

Na základě získaných výsledků je možno říci, že velikost odchylek DMR 2 se pohybuje v rozmezí 8–20 metrů, v případě DMR 2,5 je velikost chyby mezi 4–10 metry. V některých případech mohou být odchylky i větší. Z důvodu malého množství dat DMR X není jeho přesnost vyjádřena. Zároveň není možné jednoznačně prokázat závislost velikosti odchylek výškových modelů na konfiguraci reliéfu.

Literatura:

- [1] BÖHM, J., a RADOUCH, V. *Výrovnávací počet*. Praha : Kartografie, 1978.
- [2] MIKLOŠÍK, F., a VONDRA, D. *Hodnocení přesnosti výškových modelů území České republiky*. Brno : Vojenská akademie, 1998.
- [3] TALHOFFER, V. *Katalog map, vojenskogeografických podkladů a digitálních produktů TS AČR : Dílčí výzkumná zpráva HÚ 2.5*. Brno : Vojenská akademie, 1996.
- [4] <http://www.ifor.math.ethz.ch/~fukuda/polyfaq/node1.html>.
- [5] <http://cres.anu.edu.au/outputs/anudem.html>.
- [6] <http://mailhost.auslig.gov.au/products/digidat/dem9s/00000031.htm>.
- [7] www.esri.com.
- [8] *ARCINFO help* (návodů programu).

Recenzent: doc. Ing. Miloš Chmelík, CSc.

Odbor archivu a geografických studií geografické služby pozemního vojska Armády Španělska

Angel Paladini Cuadrado^{*)}

Návštěva u geografické služby pozemního vojska Armády Španělska je obvykle završena prohlídkou odboru archivu a zeměpisných studií, donedávna nazývaného sekci dokumentace, který má v současné době toto poslání:

– soustřeďování a ochranu veškerých produktů moderní kartografie geografické služby, a to jak národních, tak i mezinárodních, které nemají komerční charakter a nejsou obchodně rozšiřovány. Národní kartografie zahrnuje vlastní produkci a vydání ostatních organizací, zatímco výrobky zahraniční kartografie jsou získávány nákupy nebo výměnou s kartografickými organizacemi ostatních evropských a amerických států;

– zabezpečování provozu archivu nátisků a tiskových podkladů vojenské kartografie vyprodukovaných od roku 1939 až po rok 1968, kdy byly kladeny základy technologie nové kartografie, kterou jsou současné produkty služby zpracovávány;

– zpracování aktuálních informací s konkrétní zeměpisnou tematikou;

– pečování o historickou kartotéku – o archiv dokumentů a popisných itinerářů, o stálou expozici historických atlasů, map a plánů, o technickou expozici přístrojů muzejního charakteru a také o sbírku portrétů osobností spjatých s geografickou službou pozemního vojska – historického „Válečného skladu“ (Deposito de la Guerra) nebo „Útvaru generálního štábu“ (Cuerpo de Estado Mayor);

– studium a pořizování profesionálně uměleckých kopií historických map.

Exponáty kartografického fondu a literární památky jsou ve své většině zpřístupněny způsobem, který může být dohodnut s kteroukoli osobou, která se o ně zajímá – vojenskou či civilní, domácí nebo zahraniční příslušnosti –, bez dalších požadavků na formalitu, doporučujících žádostí nebo zdůvodnění. Zároveň jsou poskytovány fotokopie z těchto fondů – černobílé nebo barevné –, které se pořizují bez předběžných žádostí. Běžné jsou také zápůjčky exponátů pro výstavy jak ve Španělsku, tak i v zahraničí; ty však předběžně povoluje ministerstvo obrany.

Historickou kartotéku tvoří 290 atlasů o 354 dílech a o téměř 25 770 jednotlivých listech map a plánů. Atlasy pocházejí ze starého Deposito de la Guerra, ve kterém byly uloženy dokumenty vyhotovené od roku 1711 Útvarem vojenských inženýrů a od roku 1810 příslušníky Útvaru generálního štábu. Dále pak byla v rámci Deposita založena Manuelem Rico y

Sinobasem v roce 1902 zvláštní sbírka, která zahrnovala 179 atlasů a 2 476 jednotlivých listů map a plánů; v roce 1903 pak Francisco Coello de Portugal založil expozici tvořenou 4 707 mapami a dalšími atlasy.

Mezi zvláště cenné kartografické exempláře patří atlasy Ivána Ortise Valcroa z roku 1575 a Juana Oliva z roku 1596, dále pak portálové mapy Dominga de Vollarroel z roku 1589 a mapa Atlantiku Almoa Perese z roku 1648 – přičemž jsou všechny originály-manuskripty (ručně vyhotovené) na pergamenu; stejně tak i některé plány obrany ostrova Ibízy nakreslené mezi léty 1578 a 1585. Mezi tištěná díla patří tři vydání Ptolemaiovy „Geographiae“ z let 1507, 1535 a 1541, šest vydání „Theatri Orbis Terrarum“ od Abrahama Ortelia z let 1570 až 1603; pět dílů spisu „Civitates Orbis Terrarum“ od Georga Brauna tištěných mezi lety 1572 a 1599; několik atlasů G. Mercatora, Hondia y Janssonia ze XVII. století a deset dílů spisu „Geografía Blaviana“ (1658–72) ve španělském vydání.

Všechny kartografické fondy jsou katalogizovány v 70 mechanických registrech v dílech o 200 stranách. Kromě toho jsou pořízeny mikrofilmy na 35mm černobílém filmu. Pro ekonomické potíže, které by představovalo vydání kompletního katalogu, byl pouze v roce 1962 publikován „Katalog atlasů“ (Catálogo de Atlas) a mezi roky 1974 a 1979 pak šest dílů „Seznamu map a historických plánů“ (Índice de Mapas y Planos Históricos).

Deset let poté, od roku 1989, bylo díky péči Hlavního sekretariátu a techniky (Secretaria General y Técnica) ministerstva obrany zahájeno zveřejňování obsahu kartotéky. Doposud bylo zveřejněno 2 632 kartotéčních listů map Ameriky a Filipín, 7 327 listů Španělska a 3 442 listů zbytku světa, což činí celkem 13 401 karet bez zahrnutí těch atlasů, které nejsou do této akce zahrnuty. Značný rozdíl mezi počtem karet a historickými mapami a plány spočívá v tom, že sériová vydání map uvádí pouze jedna karta.

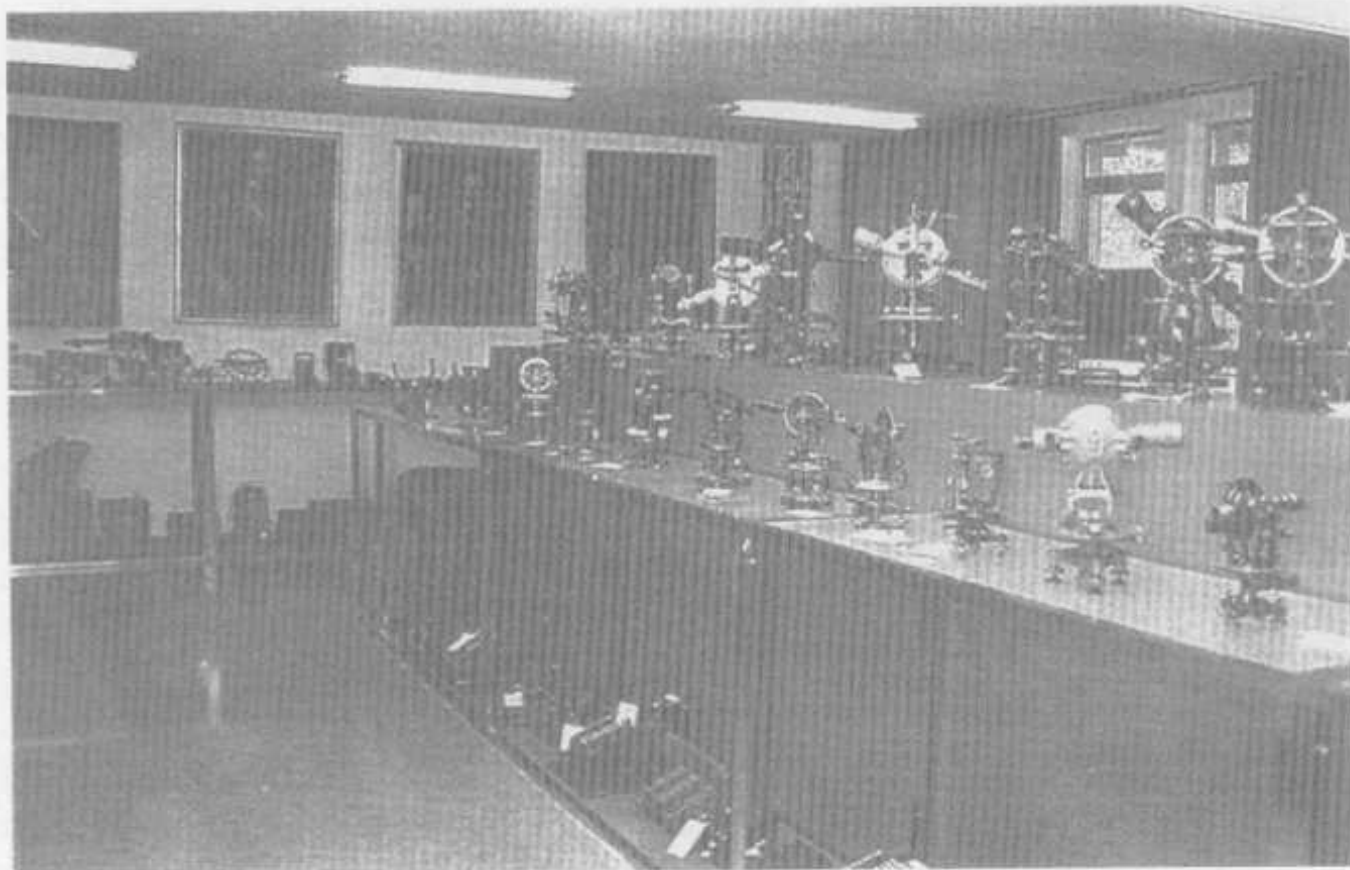
Pokud jde o díla kartografie XX. století, je sbírka tvořena 95 atlasy o 166 dílech a 35 000 jednotlivých listů map, z nichž jsou zcela katalogizovány atlasy; ovšem tak tomu dosud není s mapami a plány, které jsou uloženy odděleně podle států a měřítek, což však umožňuje vyhledat určitý list podle jmenovitého zadání.

Archiv dokumentů a popisných itinerářů obsahuje 946 dokumentů a 3 519 itinerářů z celého světa, zvláště ze Španělska, Ameriky a Maroka. Odpovídající katalog obsahuje 17

^{*)} Autorem článku je vedoucí odboru archivu a geografických studií geografické služby pozemního vojska Armády Španělska, vojenský geodet a plukovník v záloze Angel Paladini Cuadrado.



Obr. 1, 2. Expozice historických map



Obr. 3, 4. Expozice historických přístrojů

dílů, které byly zveřejněny v období mezi léty 1974 a 1990. Mezi tyto dokumenty patří jedna kopie slavné „Noticias Secretas de América“ (Tajné zprávy o Americe) od Jorgeho Juana y Ulloa z roku 1748, pořizovaná ve své době ručně, stejně tak jako pečlivý popis Hurd (Las Hurdes), který tvoří rukopis o 268 stranách, a plán pořizovaný přímo v terénu důstojníky generálního štábu roku 1894, v době probíhajících polních topografických prací do tehdejší doby ještě nezmapovaného regionu. Stejně tak jsou významné popisy míst v Marockém císařství pořizované „Zeměpisnou komisí“ (Comisión Geográfica), která tam operovala od roku 1882.

Uvedené fondy jsou zkompletovány spolu se sbírkou kreseb a akvarelů-originálů o 272 exemplářích a s dalšími dobovými rytinami a litografiemi o 174 listech pořizovanými mezi XVII.–XIX. stoletím.

Všechny fondy mohou být zapůjčeny k vystavení – od roku 1946 dodnes byly fondy geografické služby vystaveny na 135 výstavách jak národních, tak i mezinárodních, z nichž bylo 14 organizováno samotnou službou.

Studium a ruční, umělecké kopírování historických map byly zahájeny v letech šedesátých a pokračovaly až do roku 1989, kdy byly práce zastaveny, prozatím z nedostatku odpovída-

jího personálu. Reprodukce byly pořizovány na pergamen s uplatněním – pokud to bylo možné – procedur používaných v epochách jejich vzniku. Celkově byly vyhotoveny kopie 29 map z XIV. až XVII. století a kopie čtyř rukopisných atlasů ze století XVI.

Tyto reprodukce zahrnující celkově 110 map, plánů a 42 zeměpisných atlasů jsou vystaveny ve stálé historické expozici služby, která má sedm sálů o celkové rozloze 328 m² a která je po celý rok často navštěvována.

Významnou složkou této expozice je technická část, tvořená sbírkou přístrojů geodetických, topografických a fotogrametrických (Museo de Instrumentos geodésicos, topográficos y fotogramétricos), kde jsou soustředěny přístroje starých typů, a to přístroje dnes velmi neobvyklé, pocházející z historického Depósito de la Guerra a z vlastního fondu geografické služby, uložené a vystavené ve dvou sálech o rozloze 100 m² s 235 různými exempláři.

Závěr expozice tvoří galerie portrétů vojenských osobností, která obsahuje 32 olejomalb – některých velmi dobrých, namalovaných v období od poslední třetiny minulého století až po současná léta.

Recenzent: Ing. František Hebnar

Vliv hispánsko-muslimské kultury na rozvoj vědy v křesťanské Evropě pozdního středověku

Leonardo Sandoval Ramón^{*})

Hispánsko-muslimská kultura

Úroveň vědeckého poznání dosažená Evropou pozdního středověku je důsledkem vlivu velkého kulturního rozvoje, ke kterému došlo na Iberském poloostrově díky muslimským umajjovským vládcům sídlícím v Córdobě.

Kolem roku 750 našeho letopočtu vypuklo v Damašku povstání, jehož cílem bylo vyhnání vládnoucích Umajjovců a vyhlášení Abul-Abbáse, příslušníka rodiny Abbásovců, potomků proroka Mohameda, kalifem. Dynastie Umajjovců opustila zemi, usadila se ve španělské Córdobě a ustanovila Abd ar-Rahmána I. emírem nezávislým na Damašku.

V průběhu prvních a následujících let, v kterých vládli Abd ar-Rahmán I. (756–788), al-Hišám II. (788–796) a al-Hakam I. (798–822), byly přerušeny vzájemné vztahy s abbásovským kalifátem, jehož hlavní město bylo přemístěno v roce 762 z Damašku do Bagdádu.

Za vlády Abd ar-Rahmána II. (822–852) a díky vlivu básníka Zirjába, který přišel z Orientu a v Córdobě žil 35 let, se tehdejší hispánsko-muslimská společnost duchovně orientovala na Východ; přitom byla trvale pocíťována velká lítost ze ztráty panovnického dvora v Damašku.

V důsledku těchto orientálních tendencí se Abd ar-Rahmán II. rozhodl vyslat do Iráku delegaci s posláním získat a do Córdoby přivést pokud možno maximum z tamního literárního bohatství. Záměr se vydařil; mezi dovezenými knihami bylo mnoho knih matematických, astronomických, lékařských apod., což ve svých důsledcích znamenalo nástup a vzrůstající význam hispánsko-muslimské kultury.

Zpočátku byl tento intelektuální rozkvět založen na importované kultuře, později však vyústil v získávání a rozvíjení domácích vědeckých poznatků a jejich prostřednictvím pak k vlastním, samostatným objevům ve všech oblastech tehdejšího vědění.

Córdobský kalif al-Hakam II. (961–976) vlastnil knihovnu o více než 400 000 svazcích¹⁾. Tento kalif měl své agenty ve

všech kulturních centrech Orientu; jejich úkolem bylo získávat všechny literární novinky. Své poslání plnili tak poctivě, že obsah mnoha knih byl ve Španělsku znám a využíván dříve než v samotném Orientě.

V této epoše většina evropských měst, včetně křesťanských ve Španělsku, stěží dosahovala desetitisíce obyvatel²⁾; avšak města hispánsko-muslimská je mnohanásobně převyšovala. Největším městem byla Córdoba s více než 100 000 obyvateli, následovala Sevilla (52 000), Toledo (37 000), Almería (27 500), Badajoz (26 500), Granada (26 000), Zaragoza (17 000) a posléze Valencie (15 000). Téměř všichni obyvatelé bez rozdílu mluvili arabsky nebo románsky a striktně respektovali náboženství každého jednotlivce. V těchto lidnatých městech existovala střediska zabývající se vědami, filozofií a orientovaná na různé vědní obory, v kterých mohli vedle sebe působit muslimové, židé i mozarabové (křesťané žijící na arabských územích Pyrenejského poloostrova).

Matematické studie byly zahájeny v Córdobě ihned, jakmile se zde rozšířila algebra, kterou pro kalifa al-Ma'múna v Bagdádu v roce 830 formuloval a knižně vydal al-Chwárizmí; sám al-Chwárizmí v témže roce přicestoval na Iberský poloostrov. Jeho algebra se stala základem a východiskem pro arabská matematická studia. Po překladu do latiny pak kniha v různých zpracováních působila až do epochy renesance. Španělské slovo „guarismo“ (cifra, číslice, počet, položka) je odvozeno ze jména al-Chwárizmího, stejně jako v latině z něho vznikl termín algoritmus; z arabského slova „al džabr“ pak výraz „algebra“. Madridčan Abú'l-Kásim Maslama ibn Ahmad al-Madžrítí (Madžrítí – Madrid), který žil v X. století, byl nejvýznamnějším matematikem celého evropského středověku. Maslama komentoval významná díla předcházejících epoch, jako byl např. Ptolemaiovův *Almagest*; další díla korigoval, jako např. astronomické tabulky al-Chwárizmího. Perskou chronologii pak nahradil arabskou a polohové údaje situačně vztáhl ke córdobskému poledníku. Současně napsal různá díla, jako např. práci „Pojednání o astrolábu“, která se později rozšířila po celé křesťanské Evropě³⁾.

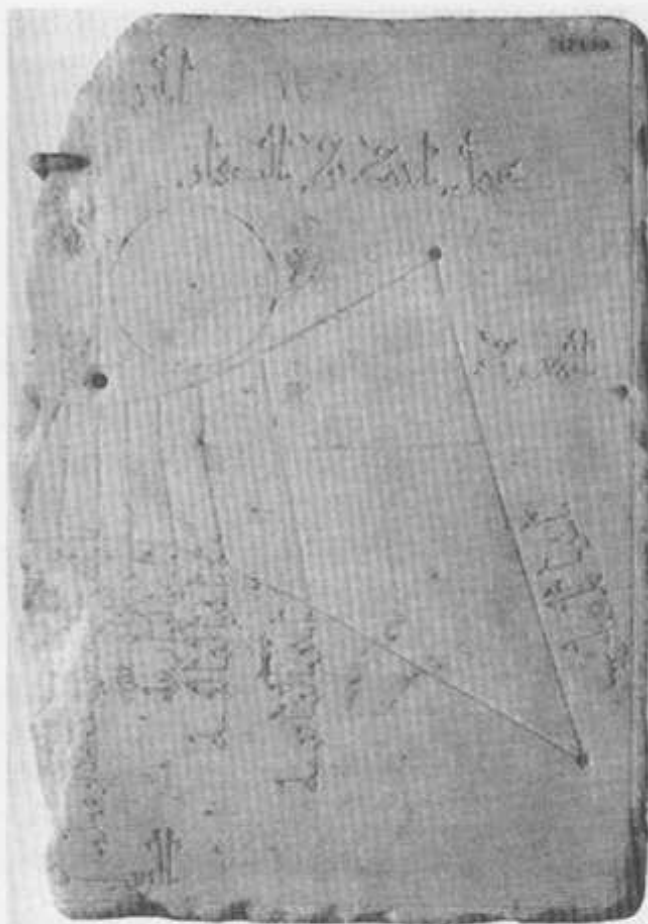
Lékařské studie byly mezi španělskými muslimy velmi významné zvláště proto, že prostřednictvím arabského

¹⁾ Článek zaslal cestou geografické služby Armády České republiky ke zveřejnění plukovník španělské pozemní armády, vojenský geodet Leonardo Sandoval Ramón, působící v současné době na kartografickém koordinačním středisku Generálního štábu Armády Španělska. V roce 1998 byl členem vojenské španělské geografické delegace, která navštívila tehdejší TS AČR.

²⁾ Pro srovnání – v té době (250 let po arabské invazi na Pyrenejský poloostrov) bylo v knihovně kláštera Ripoll, středisku tehdejší vzdělanosti v oblasti Iberského poloostrova, 192 svazků.

³⁾ Madrid měl v té době 12 500 obyvatel.

⁴⁾ Maslamův spis o astrolábu je rovněž komentářem ke staršímu arabskému překladu Ptolemaiova *Planisféria*; příkladem rozšíření tohoto díla je také překlad Maslamova spisu Hermannem z Carinthie (tj. H. Dalmata) z roku 1143 (viz P. Kunitzsch, R. Lorch: *Maslama's Notes on Ptolemy's Planisphaerium and Related Texts*, Verlag der BAfW, 1944); pozn. recenzenta.



Obr. 1. Fragment slunečního kvadrantu. Přístroje ve tvaru čtvrtiny kruhu z XIII. století, s kterým se ve stupních určovala výška Slunce vzhledem k horizontu a stanovovaly hodiny daného dne

překlady vycházely z díla Řeka Dioskurida „Materia Medica“ (Záležitosti medicíny); kromě toho tito Arabové disponovali Kodexem, který byzantský císař Konstantin VII. daroval Abdrrahmánovi II. V tomto Kodexu byly vyobrazeny lékařské byliny dosud neznámých názvů, použitých v textu. Córdoba Abú'l-Kásim az-Zarhawí (Abulcasis, 936–1013) byl jedním z nejvýznamnějších lékařů a chirurgů X. století. Napsal knihu nazvanou „Tarsif“, která je lékařskou encyklopedií o 30 dílech pojednávající o různých nemocech a o léčivech, která je třeba vyrábět k jejich léčení; kromě toho tato kniha také obsahuje pojednání o chirurgických nástrojích. Dalším významným arabským lékařem byl Abdarrahmán ben al-Wafid (997–1074), který napsal dílo „Kniha o jednoduchých léčích“, pojednávající o výrobě léčiv a shrnující starší znalosti doplněné vlastními praktickými zkušenostmi.

Filozof Ibn Massara (833–931) vycházel z racionalismu a z muslimského mysticismu; vytvořil filozofickou soustavu, která ovlivňovala křesťanskou filozofii až do počátku XVIII. století.

Jiný důležitý autor této epochy, arabský filozof, matematik, astronom a lékař Ibn Síná (Avicenna, 980–1037), napsal různá

encyklopedická díla, jako např. komentáře Aristotelových spisů a „Kánon lékařství“. Jeho díla měla ve středověké medicíně zcela výjimečný význam. Některé z jeho rukopisů byly používány jako předlohy novodobých textů ještě v XVII. století.

Astronomie byla jednou z věd, kterou španělští muslimové nejvíce a nehlouběji studovali. Zachované knihy potvrzují informace o používání a výrobě poměrně přesných měřicích přístrojů, jako byly např. rovinné nebo sférické astroláby (pozn. překladatele – starověký přístroj k určování výšky nebeských těles – závěsný kruh dělený na stupně, okolo jehož středu se otáčelo rameno se dvěma průzory, alhidádou; spolu s astronomickými tabulkami se jím určovala zeměpisná astronomická šířka a čas), kvadranty, mapy objektů nebeské oblohy atd. Na základě studií a pozorování byly sestaveny efemeridy nebeských těles, jako byl např. „Astronomický kalendář“ hispanického muslima Aríb ben Saída.



Obr. 2. Alarcónův arabský astroláb z X. století

Astronom az-Zarkálí (Arzachel) z Toleda (1029–1087) vynalezl zdokonalený astroláb označovaný jako „azafea“. Byl také předním spolupracovníkem při sestavování „Toledských astronomických tabulek“⁹⁾. Je málo známé, že kartograf al-Idrísí se narodil a vyrostl v Córdoba; dalšími významnými postavami jsou Ibn abí Ámir al-Mansúr (Almanzor) a filozof a lékař Moše ben Majmon (Maimonides) působící také v Córdoba.

⁹⁾ Toledské tabulky byly dlouho používány v praktické astronomii; jejich sestavení řídil Ibn al-Zarkálí (Arzachel), 1028–1087; Arzachel učil také na vysoké škole v Córdoba, založené v roce 961, kde přednášel astronomii.

Od poloviny X. století, kdy již existovaly obchodní vztahy s celou Evropou, započalo pronikání hispánsko-muslimské kultury do tehdejšího evropského prostředí. Je např. známo, že Žid Ibráhím ibn Jákub at-Tartúší, vzdělaný diplomat a obchodník, který byl ve službách al-Hakama II., procestoval v letech 969–973 střední Evropu a navštívil také Prahu a Krakov.

Hispánsko-muslimská kultura kvetla až do příchodu Almorávidů, kteří se vylodili na Iberském poloostrově v roce 1086. Almorávidé byli berberští a saharští nomádi, jejichž nízká kultura se zákonitě dostala do konfliktu s kulturou poloostrovních španělských muslimů. Tito nomádi ovládali až do roku 1147 jih Iberského poloostrova, kdy byli poraženi Almohády.

Almorávidé ignorovali arabštinu a vyznávali primitivní, fundamentalistický islamismus. Skončili se všemi kulturními proudy a veřejně pálii díla východních myslitelů. V té době se mnoho muslimských vzdělanců rozptýlilo po tehdejší svět – jedni hledali útočiště mezi křesťany a jiní přesídlili do ostatních islámských zemí. Jako příklad lze uvést židovského učenice Moše ben Ezra (1055–1135), který udržoval přátelství a spolupracoval s muslimskými vědci v Granadě. Avšak po příchodu Almorávidů uprchl do Kastilie, posléze odešel do Navarry a Aragonu a nakonec se usadil v Barceloně. Od něho pochází mnoho překladů; požíval je podle zásady „překládáje a dodržuje smyslu bez doslovného literárního znění, neboť různé jazyky nemají totožnou skladbu“.

Některí muslimští vzdělanci, jako např. Ibn Bádždža (Avempace, 1070–1138), narozený v Zaragoze, však setrvali nadále na muslimských územích. Tento velký filozof přemýšlil o dokonalé společnosti, kterou by tvořili vzdělanci a ve které by se rozumné zákony prosazovaly bez násilí; napsal rozličná díla komentující Aristotela, Eukleida a Galena. Avempace nakonec zemřel ve vyhnanství v Maroku. Jeho díla jsou uložena knihovnách španělského Escorialu a v Berlíně, aniž byla dosud vydána.

Vláda Almohádů („vznavací boží jedinství“, 1147–1269), která zasahovala do jižní poloviny poloostrova, byla však pouze ve své první fázi tolerantní k vědeckým a filozofickým učením; v důsledku působení Almorávidů se radikalizovala. V tomto přechodném období vynikli filozof Ibn Tufajl a lékař Ibn Rušd (Averroes).

Je známo, že Ibn Tufajl byl autorem několika různých knih z medicíny, astronomie a filozofie; zachovalo se však pouze dílo „Filozof samouk“.

Averroes (1126–1198), osobní lékař córdobského kalifa Abú Jákúba Júsufa, byl žákem Avempaceho a byl rovněž lékařem a matematikem, především však proslul jako filozof. Na základě studia děl řeckých myslitelů, zejména Aristotela, rozvinul osobitou filozofii. Byl zároveň posledním z velkých muslimských filozofů a prvním z myslitelů Západu, jehož ideje měly své pokračování v křesťanském světě. Avšak bez nádsázky – jeho filozofická doktrína byla velmi brzy odsouzena pařížskou univerzitou a Svatou stolicí jako kacířská.

Počáteční tolerance Almohádů se s nástupem kalifa Abú Jákúba Júsufa zcela vytratila; jemu se přičítá svévolné zničení mnoha filozofických děl, zákaz některých Averroových děl, nucené obrácení křesťanů a židů na islám a nařízené označování Židů tak, aby je bylo možné odlišit. Tyto způsoby měly za následek emigraci mnoha židů a křesťanů; mnozí z nich byli lidé vzdělaní a kultivovaní. Pouze Averroes byl poslán do vyhnanství do Luceny; přestože byl později omilostněn, zanedlouho odešel do Maroka, kde v roce 1198 zemřel.

Almohádé byli poraženi křesťanským vojskem, společně zorganizovaným královstvími Iberského poloostrova, roku 1212 v bitvě u Las Navas de Tolosa. Těmto událostem předcházelo kázání a bula papeže Inocence III. vyzývající evropské panovníky ke křížácké výpravě.

Ačkoli je v Andalusii zachovávána zdánlivá islámská jednota, jsou od roku 1228 bývalé muslimské državy rozděleny mezi muslimská království Murcie, Valencie a Granady.

Kultura hispánsko-křesťanská

Ještě v časech IX. století byla kultura španělských křesťanů ve srovnání s kulturou muslimskou velmi nízká; tento nepoměr se zvláště projevoval v matematice, astronomii, medicíně a v dalších praktických vědách.

Přesto však v některých střediscích vzdělanosti v Pyrenejích, jako např. v klášteře Ripoll u Gerony, založeném v roce 888 hrabětem Guifredem Velloso, byl velmi brzo uznáván význam hispánské muslimské kultury a její možné přínosy tehdejšímu křesťanskému světu.

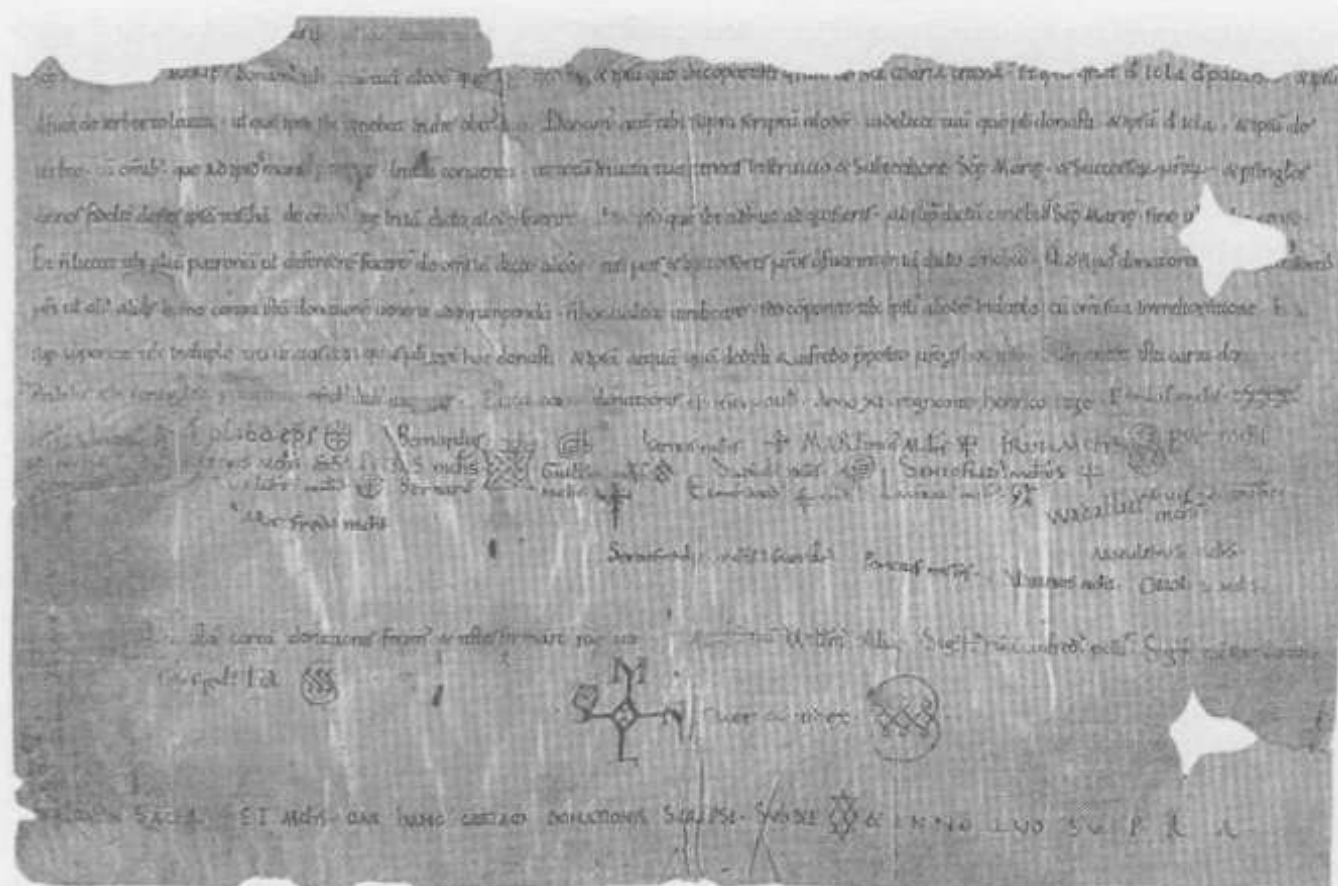
V tomto klášteře byly v roce 954 přeloženy z arabštiny do latiny některé knihy obsahující texty o konstrukci a použití astrolábu a posuvného kvadrantu. V těchto instrukcích byla zároveň zavedena arabštině odpovídající latinská terminologie, jako např. alhidáda, azimut, zenit, nadír, almu-kantarát; dále názvy hvězd, jako jsou Aldebarán, Algomeiza, a dalších hvězd nebo souhvězdí polohově udaných v rovníkových souřadnicích¹⁾.

Na územích Katalánska (Catalú) pobýval mnich Geberto, který se později stal pod jménem Silvestr II. papežem. V roce 984 požadoval, aby mu poslali dílo „De multiplicatione et divisione numerum“ (O násobení a dělení čísel), které napsal matematik Joseph Hispano.

Od konce XI. století křesťanští králové Iberského poloostrova pokračovali v získávání a obsazování muslimských území – v reconquistě. V dobytých městech se setkávali s vysokou kulturní úrovní, smíšením ras a náboženských vyznání, které umožňovaly asimilaci a vzájemnou výměnu a osvojování si příslušných kultur.

Když Alfons VI. dobyl v květnu 1085 Toledo, shledal se s Mozaraby (obyvateli muslimy ovládaných území, kteří si zachovávali křesťanskou víru), židy a muslimy, kteří společně pracovali na sepisování a sestavování rozličných mate-

¹⁾ Jejich polohy mohly být udány v různých typech souřadnic; v astrolabistické literatuře to bývaly „medicio coeli“ a „deklinace“ nebo „ekliptikální“ souřadnice; pozn. recenzenta.



Obr. 3. Rukopis na pergameni opata Olíba, kterým jsou klášteru Ripoll věnovány pozemky; tento klášter byl od X. století uznáván jako jedno z největších kulturních středisk západní Evropy

matických a astronomických děl, jako např. známých Toledských tabulek. Tato kulturní tradice a porozumění tohoto krále umožnily vznik a pokračování toledské překladatelské školy založené arcibiskupem Raimundem (1125–1152).

V tomto období vznikala na poloostrově další křesťanská kulturní centra, která se šířila z Pyrenejí do údolí Ebra, do měst, jako byly Pamplona, Huesca, Tarazona, Tudela a další.

Prvenství však náleží tzv. „toledské překladatelské škole“, která již v první polovině XII. století tlumočila křesťanské Evropě arabské vědění a myšlení. Nejvýznamnějšími představiteli toledské školy byli Španěl Dominico Gundisalvo a pokřtěný žid Juan Hispalense, kteří na řadě překladů spolupracovali tak, že Juan tlumočil arabské texty do „lengua vulgar“ a Gundisalvo je převáděl do latiny. Díky toledské tlumočnické dílně dostalo se tehdejší Evropě překladů děl nejenom Avicennových, Avicbronových a Averroových, ale i Aristotelových, Eukleidových, Galénových atd. Evropa se takto seznamovala s arabskou astronomií, astrologií, medicínou, filozofií, matematikou a zároveň i s plody vzdělanosti antické, jejímiž dědici byli Arabové. Sláva toledské školy se záhy rozšířila po Evropě; do Toleda pak přicházeli vzdělanci z různých zemí, dychtíví vědění, aby si tam za pomoci místních, většinou asi židovských tlumočnicků sami překládali do středověké latiny arabské texty [1].

Jedna z nejvýznamnějších osobností nástupu evropského kulturního rozvoje té doby byl Moše Sefardí (Sefardía –

hebrejsky Španělsko), soudce z Huesky (Huesca), který v roce 1106 konvertoval ke křesťanství a obdržel jméno Pedro Alfonso. Tento Pedro Alfonso, kromě toho že později odešel z poloostrova a stal se lékařem anglického krále Jindřicha I., přeložil z arabštiny do latiny různá díla z medicíny, matematiky, astronomie a děl z aplikovaných věd.

Astronomické tabulky al-Chwárizmího (770–850), korigované Maslamem, přeložil v letech 1116–1142 také Angličan Adelard z Bathu; i to bylo důsledkem snah Pedra Alfonse. Tímto dílem byla do Evropy uvedena muslimská trigonometrie, konkrétně funkce sinus a tangens, a do představ o struktuře vesmíru pojem „kopule světa“ – arime.

Známe Walcherovo pojednání o způsobech určení poloh Slunce, Měsíce a výstupních uzlů pro výpočet zatmění je založeno na pracích Pedra Alfonse.

Žid Abraham ibn Ezra, který se narodil roku 1092 v Tudele, navštívil mezi léty 1140 až 1167 evropská západní židovská společenství; ve svých zprávách se zmiňuje o tehdy existujících velkých kulturních rozdílech. Z těchto důvodů zpracoval a sepsal řadu prací z matematiky, astronomie a dalších věd, které zároveň přeložil do latiny.

Náboženské svatojakubské poutě středověku do Santiaga de Compostela byly spojovány se zájmem o poznání hispánsko-muslimské kultury; to také vedlo mnoho vzdělaných Evropanů k cestám na Iberský poloostrov. Během těchto cest mnozí navštívili tamní střediska kultury a vzdělanosti,

počínaje kláštery a městy v Pyrenejích a v údolí Ebra; někteří z nich pokračovali až do Toleda, kde mnohdy setrvali a věnovali se studiu a překládání různých děl.

Mezi těmi, kteří přišli až do údolí Ebra, uveďme pařížského matematika, magistra Huga Sanctallensise, který překládal různá díla v Tarazoně (1119–1150), Angličana Roberta z Retines působícího v Pamploně, který kromě spolupráce na prvním překladu koránu do latiny (1143) přeložil různá matematická a astronomická díla, Žida Abrahama ben Hijija, který po dobu svého pobytu v Barceloně přeložil z arabštiny mnoho matematických, astronomických a filozofických děl.

Mezi toledskými překladateli druhé poloviny XII. století uveďme opět již citovaného Abrahama ben Hijija, který zde přijal křesťanskou víru a pod jménem Juan Hispalense (také Juan de Sevilla) přeložil „Pojednání o Maslamově astrofábu“ („El Tratado del Astrolabio de Maslama“, 1133–1145), následně rozšířené po celé Evropě, a také některá díla Avicennova. Dalším známým překladatelem byl Gerardo z Cremony (1114–1187), který taktéž spolupracoval s Juanem Hispalensem a přeložil „Medicinské záležitosti“ řeckého autora Dioskurida, dále také přírodovědecké traktáty Aristotelovy, al-Nairizího komentář k Eukleidovým „Základům“ a Ptolemaiovu „Almagest“. Dalším dílem, které vzniklo v Toledu, byl již zmíněný „Tasrif“ od Abú'l-Kásima Zarhawí a „Kniha jednoduchých léčiv“ od Abdrrahmána ben al-Wafida. Koncem XII. století v Toledu pokračovali v překladech vzdělanci Marcos z Toleda, Platon z Tivoli, Gerard z Cremony, Adelard z Bathu, Rodolfo de Brujas, Hermannus Alemannus, Hermannus Dalmata a Angličané Michael Scott (Scottus) a Robert z Chesteru.

Zakládání univerzit

Od roku 529, kdy sv. Benedikt z Nursie založil v Monte Casinu benediktinský řád, staly se kláštery středisky kultury a vzdělanosti, kde byla studována a díky tomu také zachována antická historie a literatura, středisky, kde byly sestavovány kroniky a probíhalo opisování nebo kopírování textů a předloh.

Některé kláštery, jako již vzpomínaný Ripoll, se zabývaly kromě bádání a rozvoje věd také studiem klasických prací současných hispánských muslimů, působících v této epoše.

V průběhu XI. století se v ostatní Evropě již vědělo, že na Iberském poloostrově existují různá učená střediska, z kterých se šířila kultura. Obdobné středisko – lékařská škola – vzniklo v italském Salernu (1087). Soustředilo na výzkum a studium řecko-latinské kultury.

Také v muslimském světě se již v IX. století vytvořilo za al-Ma'múna (813–833) učené středisko v Bagdádu, nazvané „Bajt al-hikma“, které lze považovat za předchůdce univerzitní instituce. V Córdoba vznikla obdobná vysoká škola v roce 961.

V tomto století již křesťanská církev pocítovala nezbytnost vlastní reformy a potřebu kulturní výchovy svých věřících. Pro naplnění této tendence bylo započato se zakládáním mnišských škol vedených církevními hodnostáři a škol

episkopálních, katedrálních lyceí (Catedralicias) řízených sekulárním klérem.

Od XII. století se vrstva vzdělanců organizuje do ambicióznějších uskupení, kolegií tvořených učiteli a žáky, která vytvářela grémia – univerzitu, jejímž protektorem byl církevní hodnostář. Výuka probíhala v latině; bylo možné dosáhnout postupně hodnosti bakaláře, licenciáta, magistra až doktora. Další univerzitní koleje té doby byly Montpellier (1112), Bologna (1119), kde byli profesori voleni žáky; v pařížské „Universitas Magistrorum“ (1150) byli profesori voleni církevními hodnostáři. Univerzita v Oxfordu (1167) vzniká jako důsledek exodu anglických profesorů a žáků z Paříže; vzápětí jsou založeny univerzitní koleje v Modeně (1168).

Již zmíněný Pedro Alfonso navrhl za univerzitní svobodná umění předměty filozofii („nigromantii“), logiku, aritmetiku, geometrii, astronomii, medicínu a hudbu. Do sedmi svobodných umění patří vedle kvadrivia trivium – gramatika, dialektika a rétorika.

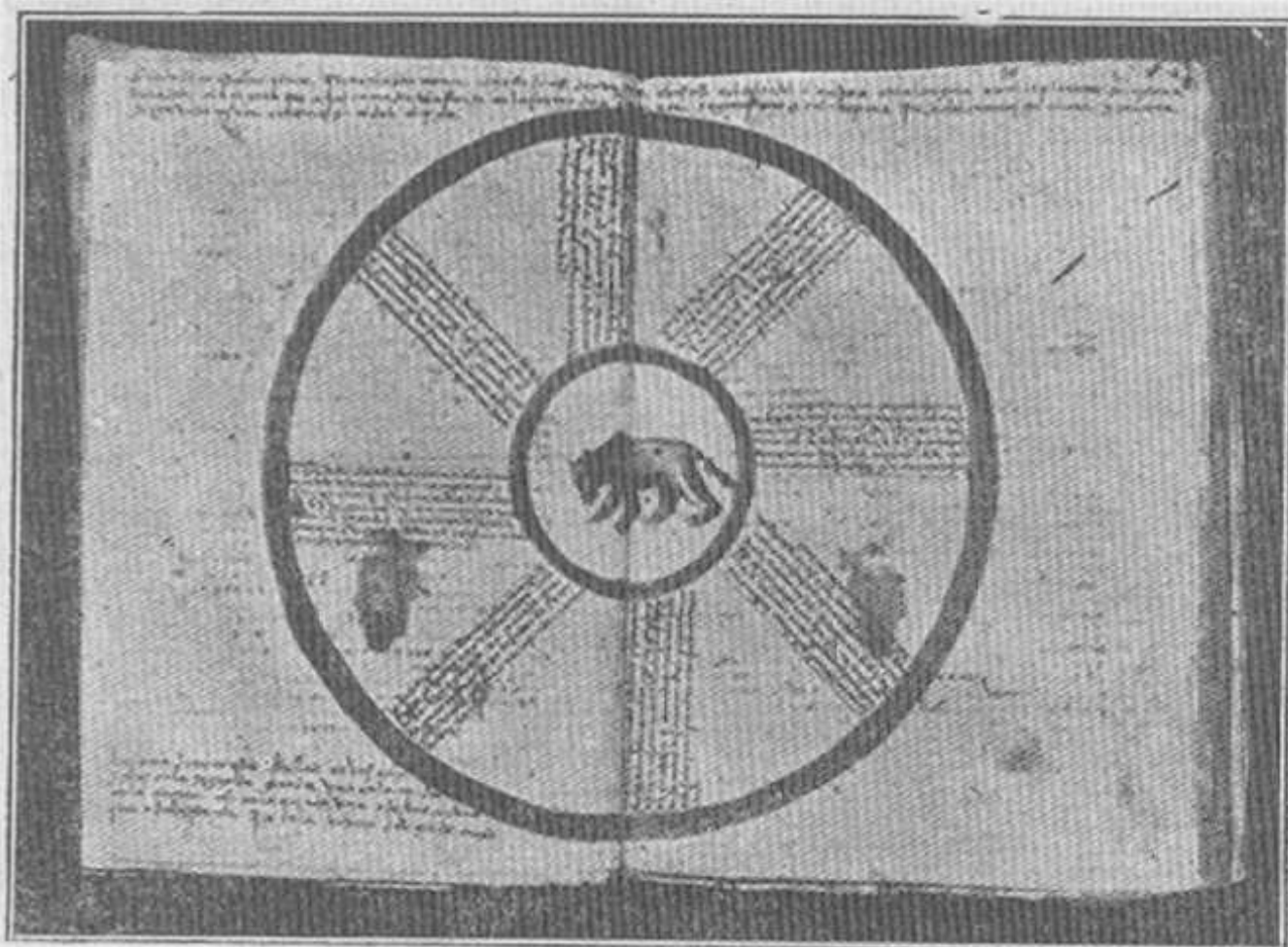
Na počátku XIII. století vedla katolická církev boj s racionalismem, albigenským kacířstvím a s dalšími, nově vznikajícími „kacířskými“ proudy; proto podporuje zakládání univerzit duchovně podřízených Svaté stolici a spravovaných žebřavými řády.

Rovněž evropské monarchové spolupracovali při zakládání škol a univerzit; pocítovali totiž reálnou potřebu využívat služeb právníků-administrativních pracovníků, poradců v tehdejších podmínkách a důsledcích tlaků měšťanského komunálního hnutí. Mezi univerzitami vznikajícími na Iberském poloostrově v dalších létech pozdního středověku to jsou univerzity v Palencii (1212), Salamance (1218), Valencii (1245), Seville (1254), Coimbre (1290), Léridě (1300) a Huesce (1359). V ostatní Evropě to byly univerzity v Arezzu (1215), Padově (1222), Cambridgi (1229), Toulouse (1229), Sieně (1241), Peruggii (1306), Orléansu (1309), Trevíru (1318), Grenoblu (1339) a také univerzita v Praze (1348), která byla první univerzitou na sever od Alp a východně od Rýna. Na některých univerzitách, jako např. v Padově, která byla pod ochranou Benátek, se zaměřili v rámci kvadrivia na přírodovědecké vzdělávání; na jiných univerzitách, jako např. v Salamance, byla na základě buly papeže Alexandra IV. (1254) poskytována žákům všechna odvětví vědění – „Studium Generale“.

Mezi přednášky, které byly studenty společně sdíleny bez rozdílu, patřilo právo a filozofie, které se staly základní motivací pro přípravu generace budoucích vědců a právníků s příslušnými znalostmi a dostatečnou výmluvností – vlastnostmi užitečnými jak pro potrání kacířství, tak i pro poskytování rad králům.

Příspěvek Alfonse X. Moudrého do pokladnice kultury

Na Iberském poloostrově, v andaluské Seville, byl roku 1252 prohlášen králem Alfons X. Moudrý (také „Učený“). Tento osvícený král založil školu latinských a arabských studií



Obr. 4. Vyobrazení souhvězdí Malé medvědice v Kodexu z XV. století, které je reprodukováno v několika knihách „El Saber de Astronomía“ Alfonse X. Moudrého

a zreorganizoval překladatelskou školu v Toledu. V tomto městě „tří kultur“ na ostrohu řeky Ebro tak vzniká další významný příspěvek hispánské vzdělanosti evropské kultuře. Na rozdíl od předchozí překladatelské praxe, kdy byla jako prostředník používána latina, se v těchto překladatelských dílnách překládalo přímo z arabštiny do románské kastilštiny. Tím se překladatelé snažili vyvarovat toho, aby opakované překlady z jazyka do jazyka nečinily výsledné texty málo srozumitelnými, tak jak se to stávalo dříve, když originály byly psány v řečtině nebo hindštině.

V uvedených školách bylo jejich představiteli podněcováno překládání a vydávání děl z oblasti literatury, historie, filozofie a práva; v mnohých případech však byla v rámci závěrečné redakce obsahově upravována.

To nejvýznamnější z římského práva soustředily knihy „Las Siete Partidas“ (Sedm částí), ke kterým byly připojeny další prameny, věnované mezinárodnímu právu včetně komentářů k biblí a textům církevních otců. První část tohoto souboru knih je věnována přirozenému právu a právu církevnímu, druhá pak právu politickému, třetí a čtvrtá právu občanskému a soukromému a konečně poslední, sedmá část pak právu trestnímu.

Dílo předkládá rovněž první známou univerzitní legislativu, a to několik století před její moderní formulací. Pojednává o normách jednání a chování žáků, profesorů a rektora; vymezuje formu školních zařízení a doporučuje, aby schopní žáci byli oceňováni a neposlušní trestáni apod.

Avšak z vědeckého hlediska nejvýznamnějším skutkem bylo založení astronomické observatoře a současně pracoviště, kde byly s velkou vážností a pečlivostí překládány, sepsány a redigovány knihy „Libros de Saber de Astronomía“ (Knihy o vědě astronomickém)⁶⁾. Ke zpracování těchto knih byly přizváni arabští vědci a překladatelé, jako byl Aben Alí, Avenvená; dále pak židovští učenci Rabí Zag a Mosé ha-Cohen a křesťané Bernaldo a Fernando z Toleda.

Toto velké alfonsínské dílo zahrnuje 14 knih, jejichž zpracování bylo započato krátce poté, kdy král Alfons X. Moudrý usedl na trůn, a bylo dokončeno v roce 1280 závěrečným „Kodexem“; znamenalo tedy práci dvaceti let. Čtyři knihy z tohoto souboru jsou astronomické; z nich mají největší význam „Libros de las Estrellas“ (Knihy o hvězdách), které byly dokončeny v roce 1256. Ve své úvodní části přejímají jako výchozí souřadnice hvězd z Ptolemaiova

⁶⁾ Podle edice Rico y Sinobas (Madrid, 1863–1867) obsahují dochované exempláře v tehdejší kastilštině pouze tabulky vybraných hvězd (zjevně pro potřebu konstrukce přístrojů) bez údajů o velikosti, zato se správnými souřadnicemi (což svědčí o vlivu současného pozorování a potřebě), korigovanými k aktuálnímu ekvinokciu. Pozdější překlady těchto tabulek obsahovaly i Ptolemaiov katalog; pozn. recenzenta.



Obr. 5. Astroláb ze XIII. století s vkládanými tabelárními odečty – azafey, které umožňovaly astronomické observace na místech o různých zeměpisných šířkách

„Almagestu“, k nimž jsou připojeny výsledky zpracování velkého množství vlastních astronomických observací s tabulkami astronomických šířek a délek mnoha dalších hvězd a souhvězdí.

„Las Constelaciones“ (Souhvězdí) jsou pojednání o třech knihách věnovaných severním a jižním zřítelníkovým souhvězdím. Kniha „El Mapa Estellar“ (Hvězdná mapa) popisuje 1 020 hvězd již s šestistupňovým rozlišením jejich velikostí.

Knihy „Libros de los Instrumentos“ (Knihy o přístrojích) tvoří šest svazků a pojednávají o konstrukci astronomických a zeměměřických přístrojů, o jejich použití při řešení astronomických a topografických úloh – astrolábu, alcory, Azarquelovy azafey, armilární sféry, kvadrantu, univerzální laminy atd.⁷⁾

„Alfonsínské tabulky“ je dílo, které zpracovali Juda ben Mosé a Izák ben Sid v letech 1258 až 1262. Jejich součástí,

Obr. 6. Reprodukce jedné ze stran alfonsínských tabulek

„Azarquelovy toledské tabulky“, má zaktualizované údaje na základě použití dřívě uskutečněných astronomických pozorování, vztahených k datu 1. ledna 1252 – roku, kdy byl Alfons X. prohlášen kastilským králem⁸⁾.

Obsah těchto astronomických knih Alfonse X. Moudrého se rozšířil po celé Evropě; přední španělští astronomové té doby učili na univerzitách nebo byli ve službách evropských králů. Např. Álvaro de Oviedo, původem z Toleda, působil v letech 1290 až 1305 v Praze ve službách Václava II., krále českého.

Alfonsínské tabulky („Tablas Alfonsies“) byly v různých evropských zemích opisovány a jejich údaje opakovaně vztahovány k časově aktuálním datům. Tak např. i v astronomickém kodexu Václava IV., krále českého (léta 1363–1419), jsou na ně uváděny odkazy, přičemž byly celé partie těchto tabulek převzaty.

Po vynálezu knihtisku došlo k jejich velkému rozšíření – především ve vydáních německých, italských a francouzských. Tyto tabulky mohly být nahrazeny až na počátku XVII. století,

⁷⁾ Astroláb – závěsný kruh s dělením v úhlové míře na stupně, okolo jehož středu se otáčelo rameno se dvěma průzory; byl využívan pro určení výšky hvězdy nad horizontem; armilární sféra – přístroj pro znázorňování polohy nebeských těles a poloh rovníku, ekliptiky, místního poledníku aj.; kvadrant – čtvrtina kruhu s dělením na 90° se zákřesem čar slunečních hodin; také pomůcka k měření svislých úhlů (obdoba sextantu); alcory – arabsky „sféra“, na její ploše bylo zakresleno 48 souhvězdí vzhledem k 12 znamením zvěrokruhu; lamina universal – univerzální světová deska – kruhová deska s grafy, základna pro astroláb použitelná v různých zeměpisných šířkách; azafey de Azarquel – podle španělského muslima az-Zarkalí (Azarquel, také Arzachel); zdokonalená konstrukce astrolábu různých typů využívající univerzální (nebeskou) desku – byla až do XVI. století využívána při konstrukci astrolábu, byla výměnná v závislosti na zeměpisné šířce.

⁸⁾ Rozdílné pojetí kulturnosti v tomto období lze dokumentovat na historickém příkladu, kdy při dobytí Córdoba Ferdinandem III. Kastilským byla na rozkaz kardinála Ximena zničena tamní knihovna o 280 000 svazcích.

po rozmachu heliocentrické Koperníkovy teorie a použití výsledků hvězdných observací Galileiho, Tycho Brahe a prací Keplerových, uskutečňovaných již v nových kosmických dimenzích a dokonalejšími astronomickými přístroji.

Na tomto místě lze ještě doplnit, že známými se stala také díla „El Lapidario“ (Lapidář), pojednávající o druzích kamenů, dále „Libros de los juegos de ajedrez, dados e tablas“ (Kniha o šachu, kostkách a dámě) a také skutečnost, že v toledské škole byla přeložena bible, korán, talmud a kabala.

Jako projev úcty k tomuto velkému králi, na památku jeho dlouhodobé podpory a rozvíjení vědeckých prací jsou objekty, ve kterých je rozmístěno současné španělské „Centro Geográfico de Ejército“ (Geografické středisko pozemního vojska – geografická služba pozemní armády Španělska) nazvány „Acuartelamiento Alfonso X el Sabio“ (kasárna – vojenské objekty Alfonse X. Moudrého).

Poznámka překladatele:

Králové Alfons X. Moudrý a český král Přemysl Otakar II. se v té době (1256–1257) oba ucházeli o korunu říše římské; jejich soutěžení bylo nanejvýše čestné, avšak díky tehdejšímu papežovi byl císařem zvolen Habsburk. Tato skutečnost měla pro království na Iberském poloostrově velmi nepříznivé důsledky.

Doplňující literatura, použitá při překladu:

- [1] BĚLIČ, O. *Dějiny španělské literatury*. Praha : SPN, 1963.
- [2] HORSKÝ, Z., GRYGAR, J., a MAYER, P. *Vesmír : Kapitoly z dějin poznávání kosmu*. Praha : Mladá fronta, 1983.

Recenzent: prof. PhDr. Josef Polišenský, DrSc. †

Vzpomínka na pana majora Viléma Javůrka, posledního sloužícího legionáře ve VZÚ

Kamil Čelikovský

Pan major Vilém Javůrek, poslední sloužící legionář ve VZÚ, byl ročník narození 1893. V roce 1953 jsme na kartografickém odboru VZÚ slavili jeho šedesátiny. Nechci ale předbíhat, a proto se zmíním o roce 1947, kdy jsem nastoupil do VZÚ jako patnáctiletý elév. Pan Vilém Javůrek, tehdy kapitán, nám elévům asi dvakrát nebo třikrát přednášel hlavně o zážitcích z ruské legie a dále o službách ve VZÚ po první světové válce. Tehdy sloužil ve VZÚ ještě jeden legionář, tuším ale, že italský, pan štábní kapitán Johánek. Ten byl ale brzy po únoru 1948 zatčen za protikomunistickou činnost a více jsme o něm neslyšeli.

Pan major Javůrek byl menší atletické postavy, šedivý, a se stálým cvikem na nose. Jeho slovní projev byl velmi imponantní a poutavý. Tenkrát, též v roce 1947, spolu s námi elévými nastoupilo do VZÚ asi deset mladých důstojníků jugoslávské armády na praxi. Tomuto nástupu předcházela návštěva jugoslávské vojenské delegace a pan kapitán Javůrek dělal tlumočnicka. Ovládal totiž kromě němčiny a ruštiny perfektně srbochorvatštinu. Brzy po únoru 1948 se ale všichni tito jugoslávští vojáci vrátili zpátky za Titem. Potom jsem se s panem Javůrkem sešel až v roce 1951, kdy jsem se vrátil ze Slovenska, již jako důstojník.

V roce 1953 byly ve VZÚ ustaveny komise vnitřní kontroly (KVK) pro směry finanční, proviantní, materiální a výstrojní. Pan major Javůrek byl jmenován předsedou KVK výstrojního materiálu a mne, mladého poručíka, si vybral za pomocníka. U něho jsem získal cenné zkušenosti, kterých jsem vlastně používal po celou svoji vojenskou službu. Měli jsme stanoveny velitelské dny s tématy studia odborných předpisů a směrnic dané KVK a dále termíny vlastních kontrol skladů pomocné roty, střediska vojenských učňů a skladu výstrojního náčelníka VZÚ. Mohu potvrdit, že při kontrolách z nás ani skladníci, ani výstrojní náčelník radost neměli. Pan major Javůrek byl velký pedant a vysoce zodpovědný.

Ve volnějších chvílích, při studiu a kontrolách, mi pan major vyprávěl celou svou anabázi od srbské fronty, kde byl raněn (průstřel plíc), až po ruskou frontu, kde byl zajat. Byl mezi prvními ruskými zajatci, kteří se přihlásili při návštěvě TGM do československé legie. Znal se osobně s generálem Čížkem a majorem Štěpánem, velitelem legionářského pluku. Tento major Štěpán byl shodou okolností po válce vrchním sládkem ve velkopopovickém pivovaru, kde se několikrát setkal s Josefem Svatoplukem Macharem, tehdy generálním inspektorem čs. armády, a též prezidentem Masarykem. Návštěvy se odbyvaly v Macharově vile ve Velkých Popovicích a pan major (tehdy rotmistr) Javůrek byl též přítomen.

Debaty, které jsem měl s panem mjr. Javůrkem, byly poučné nejen po stránce odborně-technické (byl vynikající kartograf),

ale i po stránce všeobecně historické. Jeho informace se zásadně odlišovaly od tehdejší oficiální informační politiky. To, co mi vyprávěl, byl projev vysoké důvěry, já si toho byl plně vědom a nesmírně si toho vážil. Popsat podrobně obsah těchto debat by vydalo na celou knihu. Já se ptal na určité věci a události a pan major mi odpovídal podle skutečnosti. Nejzajímavější bylo vyprávění ze sibiřské anabáze. Cesta po transsibiřské magistrále pancéřovými vlaky byla pro legionáře nejdramatičtější. Brestlitevský mír totiž znemožnil legionářům vrátit se domů krátkou cestou přes Ukrajinu a Polsko. Museli zvolit cestu přes Sibiř na Dálný východ: Ufa, Čeljabinsk, Omsk, Novosibirsk, Irkutsk, Bajkalské jezero, Čita, Chabarovsk až přístav Vladivostok-Nachodka. Zde se nalodili na americké a japonské lodě a Japonským mořem, Malajskou úžinou přes Cejlon, Arabské moře, Rudé moře, Suez, Středozemní moře, Jaderské moře se konečně dostali do přístavu Terst. Zase cesta přes půl zeměkoule, ale po moři. Tuto cestu (anabázi vlakem i lodí) museli zvolit též proto, že tehdejší velitel Rudé armády Lev Trockij vydal rozkaz, podle něhož měl být každý čs. legionář se zbraní zastřelen. Pan major mi též potvrdil, že legionáři všichni do jednoho odmítli nechat se odzbrojit, ale naopak ve vítězných bojích ve městech po magistrále získali i těžké zbraně a bohatou kořist. Díky tomuto správnému rozhodnutí a díky své vojenské vycvičenosti, kázni a nezištnosti přežili a dokázali to, co dokázali. Zde mi též pan Javůrek potvrdil, jakou sílu pro ně měla sokolská myšlenka a návštěvy TGM. Z celkového počtu zajatců (cca 200 000 osob) bylo asi 3 000 u bolševiků, 5 000 u Kolčaka, ale 80 000 pod přímým vlivem TGM, kteří podle rozkazu přísně dodržovali neutralitu. Bojovali, pouze když byli napadeni.

Po stránce tylového a technického zabezpečení (dnes logistiky) byl každý vlak naprosto samostatným útvarem. Byli zde zdravotníci, krejčí, ševci, různí jiní řemeslníci a dále i učitelé a profesori, kteří prováděli při dlouhé cestě osvětu a další vzdělávání. Cestou museli všichni opravovat vytrhané koleje, stavět zničené mosty (zde se při delší přestávce sešlo několik vlaků najednou) a pochopitelně čelit velmi častým přepadům a nájezdům různých band. Pan major Javůrek mi potvrdil, že všechny sjednocovala touha po domově a jejich blízkých; právě tato touha, fyzická a psychická odolnost a vojenská dovednost dokázaly, že tehdejší výkony legionářů neměly ve světě obdoby.

Těmito pár řádky jsem chtěl vzpomenout nejen na posledního sloužícího legionáře 1. světové války ve VZÚ pana majora Viléma Javůrka, ale i na ideje a hodnoty, na kterých byla založena morálka legionářů, kterou přenesli do československé masarykovské armády 1. republiky.

Morální i vojenský odkaz legionářů by měl být i odkazem pro dnešní Armádu České republiky.

Anotace

DUŠÁTKO, D. Systém 1952 – zahájení přechodu od geodetického systému a zobrazení národního typu k mezinárodnímu. *Vojenský geografický obzor*, 2002, č. 1, s. 3–6.

Dnes, kdy geodetické polohové základy České republiky jsou již definovány v soudobých geocentrických systémech a systémy starší jsou v povědomí udržovány často jen svým označením, je zajímavé připomenout si vývoj těch geodetických systémů a jejich zobrazení, které měly bezprostřední význam pro tehdejší topografickou službu a ve své době i pro celostátní mapovou tvorbu.

KRATOCHVÍL, V. K odhadu přesnosti České státní trigonometrické sítě. *Vojenský geografický obzor*, 2002, č. 1, s. 7–15.

Obsahem je odhad přesnosti a lokální přesnosti polohy bodů České státní trigonometrické sítě vyjádřených v S-42/83, S-JTSK a ETRS 89. Metoda odhadu je založena na využití zbytkových souřadnicových odchylek na identických bodech po transformaci mezi geocentrickým a národními geodetickými systémy.

DIVIŠ, K. Gravimetrické základny na území České republiky. *Vojenský geografický obzor*, 2002, č. 1, s. 16–23.

V práci jsou popsány způsoby odečtu gravimetru při měření na gravimetrických základnách. Dále je uveden popis celkem pěti gravimetrických základen situovaných na území České republiky.

VATRT, V. Informace o pasivní metodě monitorování nadmořské výšky letu, popř. výšky nad terénem, azimutu směru letu, úhlu stoupání nebo klesání. *Vojenský geografický obzor*, 2002, č. 1, s. 24–25.

V rámci vývoje aplikací metod globální geodezie pro topograficko-geodetické zabezpečení AČR byla ve Vojenském topografickém ústavu (VTOPIÚ) Dobruška vyvinuta metoda pasivního monitorování nadmořských výšek letu, azimutu letu a úhlu stoupání nebo klesání.

SKÁLA, P., a NĚMEČEK, V. Geografické zabezpečení jednotek a útvarů ženijního vojska AČR. *Vojenský geografický obzor*, 2002, č. 1, s. 26–30.

Rozsah geografického zabezpečení jednotek a útvarů ženijního vojska AČR vychází z potřeb a požadavků plnění úkolů ženijního zabezpečení v období míru a v období přípravy a vedení bojové činnosti. Současně na jedné straně odpovídá úrovni, kvalitě a dostupnosti produktů geografické služby AČR a na straně druhé možnostem jejich využití jednotkami a útvary ženijního vojska.

RYBANSKÝ, M. Generalizace sídel na topografických mapách. *Vojenský geografický obzor*, 2002, č. 1, s. 31–34.

Problémy generalizace budov v sídlech na topografických mapách. Metodologie určování počtu budov na topografických mapách. Metodologie určování závislosti počtu zobrazených budov na odvozených topografických mapách menších měřítek.

FILIPOVSKÝ, R. Vojenskogeografické informace, analýzy terénu a jejich možný vývoj. *Vojenský geografický obzor*, 2002, č. 1, s. 35–36.

Význam geografických informací pro činnost ozbrojených sil je dán skutečností, že jejich nasazení je třeba předpokládat v globálním měřítku – jak v rámci bojových i jiných aktivit, tak při asistencích humanitárních, přírodních katastrofách a také při činnostech namířených proti terorismu. Tato globální hlediska jsou dnes důležitá pro plánování praktických opatření v oblasti zabezpečování AČR zpravodajskými a geografickými informacemi.

HORVÁTH, T. Zkušenosti z výcviku praktického používání GIS a GPS v mírových operacích. *Vojenský geografický obzor*, 2002, č. 1, s. 37–39.

Tento článek je zaměřen na praktické zkušenosti, získané při výcviku jednotek AČR vyčleněných do mírových operací a pro samotné plnění úkolů těchto misí v zahraničí.

HUBÁČEK, M., VAŠÍČEK, M. Výškové modely v AČR a možnosti jejich použití. *Vojenský geografický obzor*, 2002, č. 1, s. 40–47.

Tento článek se zabývá zhodnocením výškových dat dostupných v AČR a možnostmi jejich využití v geografických informačních systémech.

PALADINI CUADRADO, A. Odbor archivu a geografických studií geografické služby pozemního vojska armády Španělska. *Vojenský geografický obzor*, 2002, č. 1, s. 48–51.

Příspěvek stručně popisuje poslání a strukturu odboru archivu a geografických studií geografické služby pozemního vojska Armády Španělska. Odbor se stará o historicky cenné sbírky unikátních dokumentů a map. Kromě toho jsou součástí sbírek i kresby, akvarely a galerie portrétů vojenských osobností.

SANDOVAL RAMÓN, L. Vliv hispánsko-muslimské kultury na rozvoj vědy v křesťanské Evropě pozdního středověku. *Vojenský geografický obzor*, 2002, č. 1, s. 52–59.

Úroveň vědeckého poznání dosažená Evropou pozdního středověku je důsledkem vlivu velkého kulturního rozvoje, ke kterému došlo na Iberském poloostrově díky muslimským umajjovským vládcům sídlícím v Córdobě.

ČELIKOVSKÝ, K. Vzpomínka na pana majora Viléma Javůrka, posledního sloužícího legionáře ve VZÚ. *Vojenský geografický obzor*, 2002, č. 1, s. 60.

Vzpomínka na posledního sloužícího legionáře 1. světové války ve VZÚ majora Viléma Javůrka a na ideje a hodnoty, na kterých byla založena morálka legionářů, kterou přenesli do československé masarykovské armády 1. republiky.

Summaries

DUŠÁTKO, D. 1952 Datum – Initiation of Transition from Geodetic System and Projection of National Type towards International One. *Military Geographic Review*, 2002, no. 1, p. 3–6.

Today, when geodetic positional control of the Czech Republic is already defined in contemporary geocentric systems and older systems have been kept in awareness often by their marking only, it is interesting to remind development of those geodetic systems and their projection, which had immediate significance for then topographic service and in ones era also for nation-wide map compilation.

KRATOCHVÍL, V. Towards Accuracy Assessment of the Czech National Trigonometric Network. *Military Geographic Review*, 2002, no. 1, p. 7–15.

The article deals with accuracy estimation and local accuracy position points of the Czech National Trigonometric Network formulated in the S-42/83, S-JTSK and ETRS 89. Assessment method is based on the use of co-ordinate deviations on identical points after transformation between geocentric and national geodetic systems.

DIVIŠ, K. Gravimetric Bases on the Czech Republic Territory. *Military Geographic Review*, 2002, no. 1, p. 16–23.

The work gives the description of gravimeter reading taking while measuring on gravimetric bases. Next, the description of altogether five gravimetric bases situated on the Czech Republic territory is given.

VATRT, V. Information on Passive Monitoring Method of Flight Elevation, Possibly Altitude, Azimuth of Flight Direction, Climb or Descent Angle. *Military Geographic Review*, 2002, no. 1, p. 24–25.

Within the framework of global geodesy application methods development for topographic- geodetic provision of the ACR, the method of passive monitoring of flight elevation, azimuth of flight direction, climb or descent angle was developed in Military Topographic Institute (MTI) Dobruška.

SKÁLA, P., and NĚMEČEK, V. Geographic Support of Units and Formations of Engineers of the ACR. *Military Geographic Review*, 2002, no. 1, p. 26–30.

Scope of geographic backup of units and formations of Engineers of the ACR is based on needs and requirements to fulfil tasks of engineer backup in peacetime and in the period of preparation and conducting of combat activity. It simultaneously on the one side corresponds to the level, quality and availability of products of the Geographic Service of the ACR, and on the other side to possibilities of their use by units and formations of Engineers.

RYBANSKÝ, M. Generalisation of Settlements on Topographic Maps. *Military Geographic Review*, 2002, no. 1, p. 31–34.

The article deals with the problems of the building generalisation inside the settlements on the topographic maps. It is concerned with the methodology of determining the numbers of the buildings on the topographic maps, and with the methodology of determining the dependence of the number of the displayed buildings on the derived topographic maps of the smaller scales.

FILIPOVSKÝ, R. Military Geographic Information, Terrain Analysis and its Possible Development. *Military Geographic Review*, 2002, no. 1, p. 35–36.

The importance of geographic information for armed forces activities is given by the fact that their use is supposed to be in global scale – both within the framework of combat and other activities, and in assisting in humanitarian, natural catastrophes and also in activities aimed against terrorism.

HORVÁTH, T. Experience Gained from Training in Practical Use of GIS and GPS in Peacekeeping Operations. *Military Geographic Review*, 2002, no. 1, p. 37–39.

The article is oriented on practical experience, acquired during the training of the ACR units, earmarked for peacekeeping operations and for missions tasks fulfilment itself abroad.

HUBÁČEK, M., and VAŠÍČEK, M. Vertical Models in the ACR and Possibilities of their Use. *Military Geographic Review*, 2002, no. 1, p. 40–47.

The article is concerned with evaluation of vertical data available in the ACR and with possibilities of their use in geographic information systems.

PALADINI CUADRADO, A. Archive and Geographic Studies Department of the Geographic Service of the Spanish Army. *Military Geographic Review*, 2002, no. 1, p. 48–51.

The contribution refers to the role and structure of Archive and Geographic Studies Department of Geographic Service of the Spanish Army. The Department takes care of historically valuable collections of unique documents and maps. In addition to that, the part of collections is also drawings, watercolours and portrait gallery of military personalities.

SANDOVAL RAMÓN, L. The Influence of Hispano-Muslim Culture on Science Development in Christian Europe of Late Middle Ages. *Military Geographic Review*, 2002, no. 1, p. 52–59.

The degree of scientific knowledge achieved by Europe of late Middle Ages is consequence influence major cultural development, which took place on Iberian Peninsula owing to Moslem Umayyads dynasty residing in Córdoba.

ČELIKOVSKÝ, K. Memory of Major Vilém Javůrek, the Last Legionary Serving in the MGI. *Military Geographic Review*, 2002, no. 1, p. 60.

A recollection of the last serving legionary of the First World War in the MGI Major Vilém Javůrek and of ideas and values, upon which moral of legionaries was based, and which they conveyed into Czechoslovak Masarykian Army of the First Republic.



VOJENSKÝ GEOGRAFICKÝ OBZOR – Sborník geografické služby AČR
Vychází 2× ročně.

Vydávatel: Ministerstvo obrany ČR, Hlavní úřad vojenské geografie,
Rooseveltova 23
160 01 Praha 6

IČO 60162694

Adresa redakce: Hlavní úřad vojenské geografie
Rooseveltova 23
160 05 Praha 6
tel.: (02) 20 215 805, (02) 20 215 840
fax: (02) 243 111 67

Tiskne Vojenský zeměpisný ústav, Praha. Neprodejné.
Registrační číslo MK ČR E 7146.
ISSN 1211-0701.

Šéfredaktor: **pplk. Ing. Pavel Skála**
Redakční rada: **Ing. Drahomír Dušátko, CSc., Mgr. Hana Fišarová,**
Ing. Alois Hofmann, CSc., pplk. Ing. Lubomír Leštínský,
pplk. Ing. Eduard Vařejka, Ing. Jaroslav Zemek, CSc.

Vojenský geografický obzor, číslo 1/2002
Den vydání: 17. 6. 2002