

VOJENSKÝ GEOGRAFICKÝ OBZOR



sborník
geografické
služby
AČR

3/2001

OBSAH

Vojenský souřadnicový systém v éře GPS a geodetických geocentrických systémů Ing. Drahomír Dušátko, CSc., Hlavní úřad vojenské geografie Praha	3
Transformace ze systému 1942/83 do ETRS 89 Ing. Jan Říkal, CSc., Vojenský topografický ústav Dobruška	7
Obecné vyrovnání geodetických polohových sítí prof. Ing. Zdeněk Nevošád, DrSc., katedra vojenských informací o územní VA v Brně	11
Výuka dálkového průzkumu Země na K 234 mjr. Ing. Vladimír Kovařík, MSc., katedra vojenských informací o územní VA v Brně	13
Přesnost výškových modelů území České republiky prof. Ing. František Miklošík, DrSc., doc. Ing. Dalibor Vondra, CSc., katedra vojenských informací o územní VA v Brně	17
Využití digitálních geoinformačních systémů v řízení palby dělostřelectva plk. doc. Ing. Milan Golian, CSc., plk. doc. Ing. Václav Talhofer, CSc., Ing. Alois Hofmann, CSc., por. Ing. Martin Hubáček, VA v Brně	22
Geografické informačné systémy a dáta pplk. Ing. Jaroslav Piroh, CSc., Topografický ústav Armády SR Banská Bystrica	30
Uživatelský pohled na hodnocení užitných vlastností digitálních geoinformací plk. doc. Ing. Václav Talhofer, CSc., katedra vojenských informací o územní VA v Brně	33
Návštěva delegace katedry vojenských informací VA v Military Survey mjr. Ing. Vladimír Kovařík, MSc., katedra vojenských informací o územní VA v Brně	42
Návštěva ve Vojenském zeměpisném ústavu pplk. v. v. Josef Vlastník	46
Vzpomínka na šestého náčelníka Vojenského zeměpisného ústavu pplk. v. v. Kamil Čelikovský	47
Anotace	48

Oprava

Prosíme čtenáře, aby si ve *Sborníku topografické služby AČR* č. 1/1999 na straně 31 v druhém sloupci v 16. a 17. řádku zdola upravili údaje středních chyb u M_1 z $\pm 345''$ na $\pm 0,345''$ a u M_2 z $\pm 120''$ na $\pm 0,120''$.

Za obě tiskové chyby se autorovi článku i čtenářům omlouváme.

Redakce

CONTENTS

Military Co-ordinate System in the GPS and Geodetic Geocentric Control Era Ing. Drahomír Dušátko, CSc., Military Geography Main Office, Prague.....	3
Transformation from the Geodetic Datum Pulkovo 1942/83 into the ETRS 89 Ing. Jan Říkal, CSc., Military Topographic Institute, Dobruška.....	7
Common adjustment of control networks Prof. Ing. Zdeněk Nevosád, DrSc., Department of Military Land Information of the VA in Brno.....	11
Teaching Remote Sensing in the K 234 Department of the Military Academy in Brno Maj Ing. Vladimír Kovařík, MSc., Department of Military Land Information of the VA in Brno.....	13
Accuracy of Elevation Models of the Czech Republic Prof. Ing. František Mikloščík, DrSc., Doc. Ing. Dalibor Vondra, CSc., Department of Military Land Information of the VA in Brno.....	17
Using Digital Geographic Information in Artillery Fire Control Col Doc. Ing. Milan Golian, CSc., Col Doc. Ing. Václav Talhofer, CSc., Ing. Alois Hofmann, CSc., 2nd-Lt Ing. Martin Hubáček, Military Academy in Brno....	22
Geographic Information Systems and Data Lt-Col Ing. Jaroslav Piroh, CSc., Topographic Institute of the Army of the Slovak Republic, Banská Bystrica.....	30
Comment on the Assessment of Usefulness of the Digital Data Col Doc. Ing. Václav Talhofer, CSc., Department of Military Land Information of the VA in Brno.....	33
A Visit of the Delegation of the Military Land Information Department of the Military Academy to the Military Survey Defence Agency Maj Ing. Vladimír Kovařík, MSc., Department of Military Land Information of the VA in Brno.....	42
The Military Geographic Institute Revisited Retired Lt-Col Josef Vlastník.....	46
The memory of the Sixth Chief of the Military Geographic Institute Retired Lt-Col Kamil Čelikovský.....	47
Summaries	48

Vojenský souřadnicový systém v éře GPS a geodetických geocentrických systémů

Drahomír Dušátko, Hlavní úřad vojenské geografie Praha

1. Úvod

V období přechodné stabilizace definic vznikajících globálních a kontinentálních geocentrických systémů dochází ke konfrontacím mezi tradičním pojetím geodetických polohových základů s novými, pragmatickými požadavky a přístupy standardizační a spojenecké praxe.

Při dosud převládajícím tradičním pojetí geodetických základů jako obligatorní lokalizační báze pro všechny odvozované údaje dochází zároveň k mimořádnému rozšíření žádaného sortimentu geodetických prací, a to vše v podmínkách masového zavádění prostředků určování polohy GPS.

Za desetiletí internacionalizace ozbrojených sil došlo v nejvyspělejších zemích a v jejich armádách k výraznému oddělování civilních, občanských potřeb v oblasti geodezie od potřeb vojenských. Celá sféra geodetického zabezpečení řízení letových provozů, potřeb bezpečnostních složek, lokalizace prvků GIS a přípravy geometrických základů mapové tvorby je zásobována univerzálními daty vojenské geodezie; pouze v případech omezených rozpočtů nebo nedostatečné pružnosti armádních složek plní tuto funkci komerční nebo polostátní zeměměřičské organizace. Na významu ztrácí byrokratické, zjednodušené pojetí předpisů o utajení v případě parametrů geodetických systémů a jejich vzájemných transformačních vztahů nebo souřadnic neutajovaných, vojensky nevýznamných objektů [1].

Současné požadavky ozbrojených sil se však co do obsahu, tak i forem poskytovaných dat nebo podkladů vyznačují značnou flexibilitou, gradací jejich přesností v závislosti na reálném zařazení a významu zabezpečované úlohy.

Článek si klade za cíl upozornit na tyto trendy, na možná východiska a případná opatření především pracovníky působící v procesu standardizace, vytvářející předpoklady a základy budoucí kvalitativní úrovně geografické služby.

2. Evropské geodetické systémy 20. století

Geodetické integrační trendy, probíhající v Evropě 19. století a realizované mezistátními triangulačními měřeními, byly přerušeny 1. světovou válkou. Bylo to období, kdy byla současně řešena úloha definice parametrů nejlépe vyhovujícího referenčního tělesa a příslušného vzorce pro normální tíhové zrychlení. Vedle triangulačních prací se rozvíjejí také národní programy tíhových měření; z oblasti teorie přechází do praxe metodika tvorby geoidu, výpočet tížnicových odchylek a přechod od rozvinovací metody triangulace k metodě promítací. Spolu s daty na bodech astronomicko-

-geodetické sítě (AGS), základních bodech triangulace a způsobem výstavby trigonometrické sítě, příp. i volbou kartografického zobrazení a dalšími kvalitativními informacemi jsou vytvářeny podmínky pro definování základních charakteristik geodetických souřadnicových systémů a vzájemných transformací mezi nimi [2].

Administrativní zavedení státních geodetických systémů znamenalo také počátek řetězce navazujících praktických opatření, která se vyznačovala dlouhodobou nevratností a odolností vzhledem k neustále probíhajícím kvalitativním změnám.

Příkladem může být kterýkoli národní geodetický souřadnicový systém s jeho vztahným tělesem – viz např. S-JTSK s Besselovým elipsoidem. Lze uvést, že novodobé geodetické systémy na našem území, jejich vývoj jsou příkladem základních vývojových trendů – od pouhého geometrického pojetí až k jeho symbióze s moderním pojetím dynamickým, fyzikálním [2]:

1. Jednotná trigonometrická síť katastrální – elipsoid Besselův;
2. Deutsches Heeresgitter a Reichsgitter, S-46 – elipsoid Besselův;
3. European Datum 1950 – elipsoid Hayfordův, geoid z astronomické nivelace;
4. S-52, transformace S-JTSK na elipsoid Krasovského;
5. S-42, S-42/83 – vznik a použití AGS, zavedení elipsoidu Krasovského a Helmertova normálního vzorce pro tíhové zrychlení;
6. European Datum 1987 – vyrovnání AGS na elipsoidu Hayfordově s využitím družicových dat;
7. European Terrestrial Reference Frame 1989 – definice evropského geocentrického geodetického systému a jeho dynamických charakteristik;
8. World Geodetic System 1984 (WGS 84) – definice globálního geocentrického geodetického systému a družicového navigačního systému a jeho dynamických charakteristik.

3. Vývoj globálního geodetického geocentrického systému WGS 84

Vývoj a zpřesňování definic parametrů geodetických systémů lze dokumentovat na globálních geodetických systémech americké armády – od transformačního WGS 60 spojujícího existující klasické trigonometrické sítě, dále přes

WGS 66 k dopplerovskému WGS 72 až k soudobému WGS 84.

Vývoj a zpřesňování systémových parametrů pokračovaly; v období od roku 1987 probíhalo upřesňování umístění počátku prostorového souřadnicového systému vzhledem k těžišti tělesa Země, orientace jeho os a měřítka systému. Výsledkem bylo od 2. 1. 1994 zpřesnění souřadnic původního WGS 84 na WGS 84(G730) a od 29. 9. 1996 na WGS 84(G873). Údaj v závorce znamená počet týdnů od zahájení funkce navigačního systému GPS.

Uvedené zpřesňování parametrů systému WGS odráží proces rostoucí přesnosti a implementace zpřesňovaných efemerid družic systému GPS, činnosti IGS (International GPS Service) a odraz tohoto procesu v souřadnicích stanic řídicího a kontrolního podsystému GPS [3].

Podle [4] tato zpřesňování neznamenaají systémovou změnu WGS 84. Jsou důsledkem procesu modernizace observačních technik, zhodnocování dlouhodobě shromažďovaných dat zvyšováním počtu sledovacích stanic systému GPS a internacionalizace jejich zpracování – objektivizace tohoto procesu [5], [6], [7].

Prakticky se v globálním měřítku tento proces zpřesňování od WGS 84 k WGS 84(G873) projevuje v souřadnicích do cca 1 m. Aktuální materiál NIMA [1] uvádí kritéria volby pro používání souřadnic systému WGS 84 v americké armádě podle jejich přesnosti:

1) pro topografické mapování a tvorbu leteckých navigačních map – od 1. 1. 1987

a) v poloze – WGS 84,

b) pro elipsoidické (geodetické) výšky – geoid WGS 84 a údaje místních systémů nadmořských výšek (Local Mean Sea Level);

2) pro určení polohy s geodetickou přesností, pro lokalizaci prvků GIS a další aplikace vyšší přesnosti používat

a) definice systému WGS jako „vztažného rámce“

- WGS 84 – od 1. 1. 1987 do 1. 1. 1994,
- WGS 84(G730) – od 2. 1. 1994 do 28. 9. 1996,
- WGS 84(G873) – od 29. 9. 1996 dodnes,

b) pro souřadnice od 2. 1. 1994

- WGS 84 (tj. podle STANAG 2122) – od 1. 1. 1987,
- WGS 84(G873), EGM96 (Earth Gravitational Model 1996, model tíhového potenciálu) – od 1. 10. 1996,

c) geoid WGS 84 a odvozované elipsoidické výšky z modelu geopotenciálu

- WGS 84 – od 1. 1. 1987,
- WGS 84(G873), EGM96 – od 1. 10. 1996.

Znamená to, že nedochází ke změně systému, základních parametrů WGS 84, ale ke zpřesnění z něho odvozovaných veličin, které se projeví v geodetických pracích vyžadujících vyšší přesnost – tj. přesnost od ± 10 cm.

Oproti tradičnímu pojetí, kdy kritériem „přesnosti“ souřadnic bodů byly střední chyby těchto souřadnic vzhledem

k poloze bodů nadřazené (klasické trigonometrické) síti, z nichž byly odvozeny, platí nyní kritéria zcela nová – netradiční.

Bude úkolem našeho systému přípravy personálu tato kritéria zevšeobecnit a zpřístupnit armádním uživatelům.

Praktická realizace systému WGS 84 v roce 1987 proběhla ještě prostřednictvím staničních souřadnic navigačního systému NNSS TRANSIT (dopplerovského) a jeho WGS 72 (vzniklého na základě systému NSWC 9Z-2 a orientace os X, Y, Z podle BIH Conventional Terrestrial Pole – CTP – epocha 1984 s nejistotou 0,005''). Podrobný popis vzniku a vývoje verzí standardního geodetického systému (G730) a (G873) je uveden v [3] a [4].

4. Dynamické charakteristiky WGS 84(G873) a jejich význam

Mezi nová, „negeometrická“ pojetí geodetického geocentrického systému patří také pochopení praktického významu modelu tíhového pole Země – Earth Gravitational Model, EGM –, rozvoje potenciálu tíhového pole Země do řady sférických funkcí, viz např. [8], [9], [10], [11] a jejich aplikace ve standardech NATO [12].

V současné době je v NIMA [1] zaveden model EGM96 s počtem koeficientů rozvoje (Stokesových konstant) $n = m = 360$ (WGS 84 měl $n = m = 180$, STANAG 2211).

Parametry elipsoidu byly z původních geometrických (velká poloosa, zploštění elipsoidu) rozšířeny o dynamické charakteristiky kompatibilní

– s velkou poloosou elipsoidu – 6 378 137 m,

– se zemskou gravitační konstantou – GM ,

– s normalizovaným zonálním koeficientem 2. stupně rozvoje geopotenciálu $C_{2,0}$,

– s úhlovou rychlostí rotace Země ω ,

z nichž pro praktickou potřebu vyplývá odvozené geometrické zploštění elipsoidu $1/f = 298,257\,223\,563$, které se poněkud liší od zploštění elipsoidu ITRF a dalších odvozených fyzikálních konstant (mj. od hodnoty normálního tíhového zrychlení na rovníku, a tím i od vzorce pro normální tíhové zrychlení na referenčním tělese i nad ním).

Pro výpočet detailního průběhu geoidu WGS 84-EGM96 se vychází ze zavedených vztahů pro výpočty anomálií výšek – kvazigeoidu z koeficientů harmonického rozvoje geopotenciálu C_{nm} , S_{nm} s doplněním konstantou N_0 a opravou z vlivu povrchových tíhových anomálií [1], [12].

Pro budoucí praxi to znamená:

– při konstrukcích průběhu geoidu/kvazigeoidu respektovat EGM96;

– pro výpočty elipsoidických výšek vyšší přesnosti převzít nebo vytvořit průběh geoidu/kvazigeoidu z modelu EGM96 pro průsečky zeměpisné sítě alespoň $5' \times 7,5'$;

– pro tvorbu katalogů souřadnic geodetických bodů ve WGS 84 použít poslední verzi WGS 84(G873);

– definovat verzi systému WGS 84(G873) na území ČR zabezpečit měřeními technologií GPS silami GS AČR a výpočtem u NIMA [13]. (Realizováno v letech 1999 a 2000.)

5. International Terrestrial Reference Frame (ITRF) a WGS 84

Informace o systému ITRF 89 a z něho odvozeném ETRS 89 jsou např. v [14], [15]. Globální systém ITRF je v současné době průběžně aktualizován prostřednictvím bezprostředně zpracovávaných observačních dat stanic organizace IGS, která může zájemcům poskytovat elektronickou poštou parametry drah družic GPS se čtyřhodinovým zpožděním. Každoročně jsou publikovány změny poloh litosférických desek, rychlost jejich přemisťování a také posuny počátku systému ITRF oproti letům předcházejícím. Verze WGS 84(G873) je prostřednictvím sedmiprvkové prostorové transformace kompatibilní s verzí ITRF 92 (rok 1992) na úrovni 10 cm. Další, následující porovnání WGS 84(G873) s ITRF 94 získané z výsledků na 12 stanicích podsystemu GPS (5 stanic vzdušných sil letectva USA, 7 stanic NIMA) vykazuje systémový posun počátků ne větší než 2 cm. Zároveň jsou uvedeny difference souřadnic těchto stanic verzí G730 a G873, polohové efekty z pohybu litosférických (tektonických) desek a slapové vlivy působící na vrchní kůru a rotaci Země [1]. Problematika se v současné době stává doménou geodynamiky, která je umožněna výkonností a potenciálem IGS a soudobou orientací národních a kontinentálních organizací na řešení hraničních problémů globální geodézie [16], [17], [18], [19]. Jako ilustrační příklad míry citlivosti na změnu polohy v prostoru lze uvést poslední roční změnu (změna/rok, rychlost pohybu) v poloze stanice IGS Pecný (GOPE), která v milimetrech činí v osách X , Y , Z – $v(x) = 13,8$; $v(y) = 18,2$; $v(z) = 9,2$.

Z porovnání ITRF 96/97 s verzí WGS 84(G873) již vyplývá, že obě soustavy jsou vzájemně identické na centimetrové úrovni. Znamená to, že pokud bude na území ČR definována verze WGS 84(G873), bude získána zároveň verze ITRF 96/97, a tím také definitivní, konečná verze geodetického geocentrického systému vhodná pro zákonné zavedení.

6. Závěry a doporučení

Vzhledem k možnostem GeoS AČR definovat ve spolupráci s NIMA aktuální verzi WGS 84(G873) a členství ČR v strukturách NATO, rozšiřování technologie a techniky GPS, a tím i nutné implementace souřadnic systému WGS 84 do všech uživatelských úrovní AČR lze doporučit tato opatření:

– definovat geodetické polohové základy ČR v systému WGS 84 a verzi G873;

– definovat průběh geoidu/kvazigeoidu prostřednictvím EGM96 a vlastních povrchových tíhových dat, vytvořit numerický model a vydat jeho mapu ve vhodném měřítku;

– vydat katalogy/seznamy souřadnic geodetických polohových základů ve WGS 84(G873);

– vypočítat a zavést geodetické tabulky elipsoidických veličin pro WGS 84;

– korigovat a zpřesnit koeficienty transformačních vztahů mezi systémy WGS 84(G873) a ETRS 89, S-42/83, S-JTSK (S-JTSK/95) na území ČR;

– korigovat data tíhových registrů, seznamů tížnicových odchylek na systémové parametry WGS 84(G873).

Výše uvedená opatření mají dlouhodobý profesionální a vojenský význam a lze je realizovat v průběhu dvou let.

Literatura:

- [1] Department of Defense World Geodetic System 1984, Its Definition and Relationships with Local Geodetic Systems. TR 8350.2. 3rd ed. Bethesda : NIMA, 4 July 1997.
- [2] 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.
- [3] SWIFT, ER. Improved WGS 84 Coordinates for the DMA and Air Force GPS Tracking Sites. *Proceedings of ION GPS - 94*. Salt Lake City (Utah), Sept. 1994.
- [4] MALYS, S., and SLATER, JA. Maintenance and Enhancement of the WGS 84. *Ibid*.
- [5] LUKEŠ, Z. Accuracy Analysis of Height Components from Different Processing Strategies : a Case Study for the Iberian EUVN Sub-Network. *Symposium of the IAG Subcomm. for Europe (EUREF)*. Germany, 10-14 June 1998.
- [6] SPRINGER, TA., INEICHEN, D., and GURTNER, W. EUREF Activities at the CODE Analysis Center. *Ibid*.
- [7] KOSTELECKÝ, J., a KLOKOČNÍK, J. Detection of Coordinate Frame Offset from Satellite Altimetry. *Geodesy on the Move*. Rio de Janeiro : IAG Scientific Assembly, Sept. 3-9, 1997.
- [8] BURŠA, M., a KOSTELECKÝ, J. *Kosmická geodézie a kosmická geodynamika*. Praha : MO – GŠ AČR, 1994. ISBN 80-85469-78-2.
- [9] BURŠA, M., a PĚČ, K. *Tíhové pole a dynamika Země*. Praha : Academia, 1988.
- [10] PICK, M., PÍCHA, J., a VYSKOČIL, V. *Úvod ke studiu tíhového pole Země*. Praha : Academia, 1973.
- [11] BURŠA, M. *Základy kosmické geodézie*. Praha : MNO, 1970. Díl 3. Kosmická geodézie dynamická.
- [12] RAPP, RH. Use of Potential Coefficients Models for Geoid Undulation Determinations Using a Spherical Harmonic Representation of the Height Anomaly/Geoid Undulation Difference. *Journal of Geodesy*, April 1997, vol. 71, no. 5.

- [13] *Podpora geografického zabezpečení AČR metodami moderní geodezie : Základní úkol 613 – zadání úkolu.* Dobruška : VTOPÚ, leden 1999.
- [14] *Globální geocentrické geodetické základy.* Praha : VZÚ, 1977, 39 s. Vojensko-technická informace, č. 57.
- [15] ŠILHAN, V. Referenční systémy ETRF 89 a ITRF 89 a možnosti jejich zpřesnění. *Vojenský topografický obzor*, 1997, č. 2, s. 3–10. ISSN 1211-0701.
- [16] BURŠA, M., et al. Monitoring Geoidal Potential on the Basis of TOPEX/POSEIDON Altimeter Data and EGM96. *Geodesy on the Move*. Rio de Janeiro : IAG Scientific Assembly, Sept. 3–9, 1997.
- [17] PANY, T., and STANGL, G. EUREF Analysis Centre OLG Investigation and Developments 1996–1998. *Symp. of the IAG Subcomm. for Europe (EUREF)*. Germany, June 10–14, 1998.
- [18] EHRSBERGER, W. ITRF Velocities and Velocities Computed from GPS Data. *Ibid.*
- [19] *23rd General Assembly of the European Geophysical Society: cestovní zpráva ze zahraniční služební cesty do Nice (Francie)*. Zdíby : VÚGTK, 11. 5. 1998.

Transformace ze systému 1942/83 do ETRS 89

Jan Říkal †, Vojenský topografický ústav Dobruška

1. Úvod

Podobně jako v jiných zemích jak západní, tak postupně i východní Evropy, došlo i na území České republiky k vybudování geodetického geocentrického systému. V Evropě je tento systém reprezentován systémem ETRS 89. Vybudováním ETRS 89 vznikl problém, jak vzájemně převádět klasické terestrické geodetické systémy na území státu do geocentrického geodetického systému, speciálně pak ze systému 1942/83, který je od 1. 1. 1998 zaveden k používání do AČR. Právě touto problematikou se zabývá tento článek.

2. Popis metody transformace

Při převodu bodů z S-42/83 do ETRS 89 byly jako identické body použity body z kampaně DOPNUL. Z původních 177 bodů se použilo pouze 174 bodů. Dva body z území Slovenské republiky a jeden zjevně neidentický bod z území České republiky byly z dalšího zpracování vyloučeny. Pro první etapu převodu byla použita sedmiprvková prostorová transformace – transformační model Burša-Wolf. Protože se jedná o dva nehomogenní systémy, zůstaly na identických bodech zbytkové vektory. Tyto vektory na 174 použitých bodech jsou znázorněny na obrázku 1.

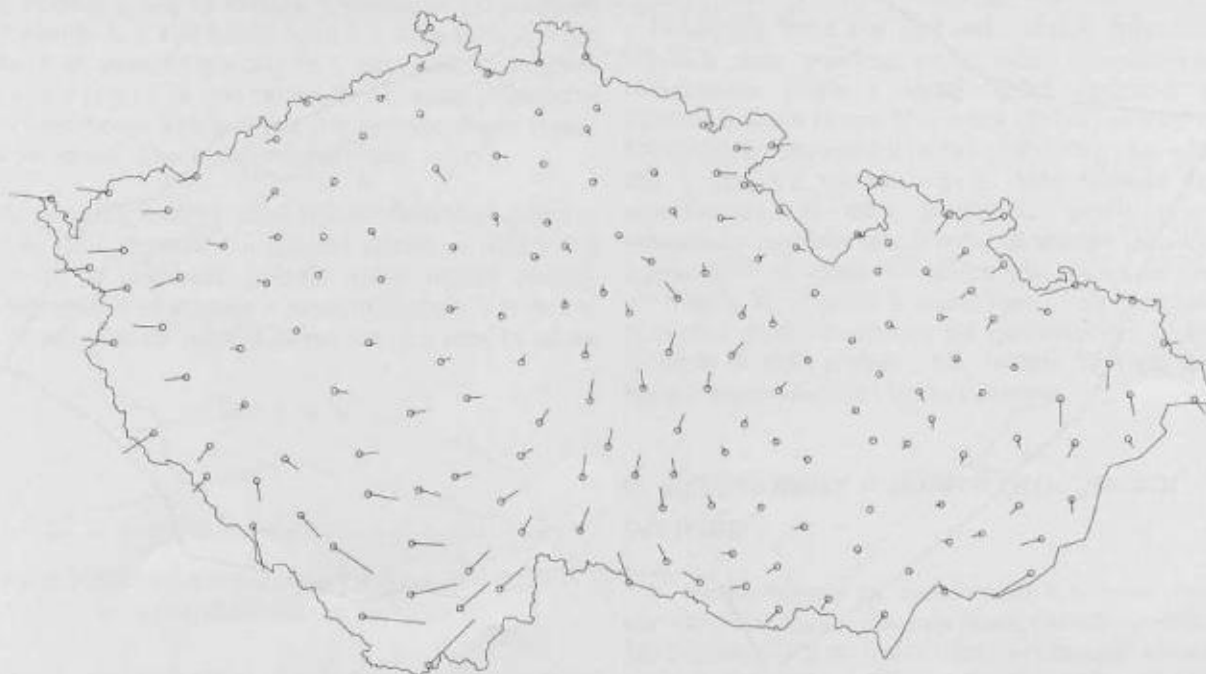
Pro orientaci uvádím, že největší rozdíl dosahoval hodnoty asi půl metru. Z obrázku je zřejmé, že vektory nemají náhodný charakter, a je tedy možné předpokládat, že hustota bodů dostatečně přesně postihuje průběh deformací terestrického

S-42/83. Za povšimnutí stojí potvrzení známé skutečnosti, že metoda nejmenších čtverců vytěsňuje při vyrovnání chyby na okraj sítě, který pro plošné vyrovnání S-42/83 představovala na našem území hranice s Rakouskem a SRN.

Uvážíme-li, že jedním ze základních požadavků na transformaci je z geodetického hlediska ztotožnění identických bodů v obou systémech, je celoprostorová transformace nedokončená, protože na identických bodech zůstávají zbytkové vektory oprav. Proto byla pro dokončení transformace v druhé etapě použita metoda vážených aritmetických průměrů s vahou $p = 1/s^2$, kde s představuje vzdálenost transformovaného a identického bodu, tedy Jungova transformace.

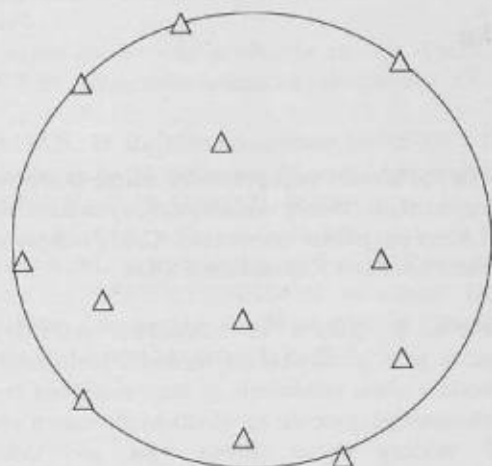
3. Metody výběru identických bodů

Běžně používaný způsob vážených aritmetických průměrů, kdy se pro transformaci použijí identické body ve zvoleném kruhovém okolí (např. při transformaci souřadnic z S-JTSK do S-42/83), však nesplňuje z geodetického hlediska další požadavek na plynulost transformace. Na obrázku 2 je znázorněn případ, kdy při posunu jižním směrem budou z transformace vypuštěny tři identické body, nacházející se na hranici kruhového okolí. Pokud na těchto bodech budou výrazné opravy stejného směru, může to vést ke vzniku nezanedbatelné nespojitosti v transformačních posunech. Další nevýhoda volby identických bodů v kruhovém okolí se projeví při nerovnoměrné hustotě identických bodů, kdy



Obr. 1. Zbytkové vektory na identických bodech

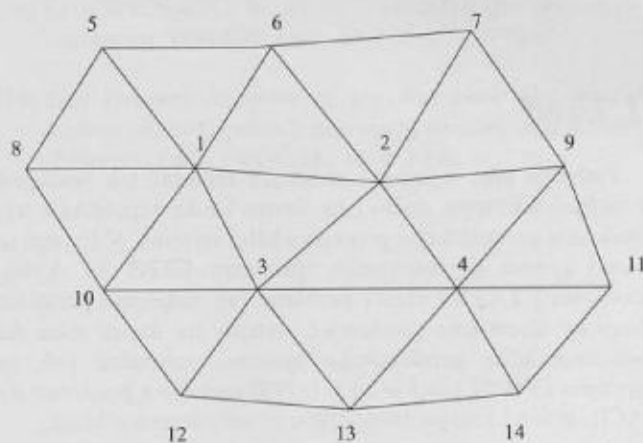
mohou opravy z určitého prostoru s velkou hustotou bodů neoprávněně převážit opravy z prostoru s malou hustotou.



Obr. 2. Varianta výběru identických bodů pomocí kruhového okolí

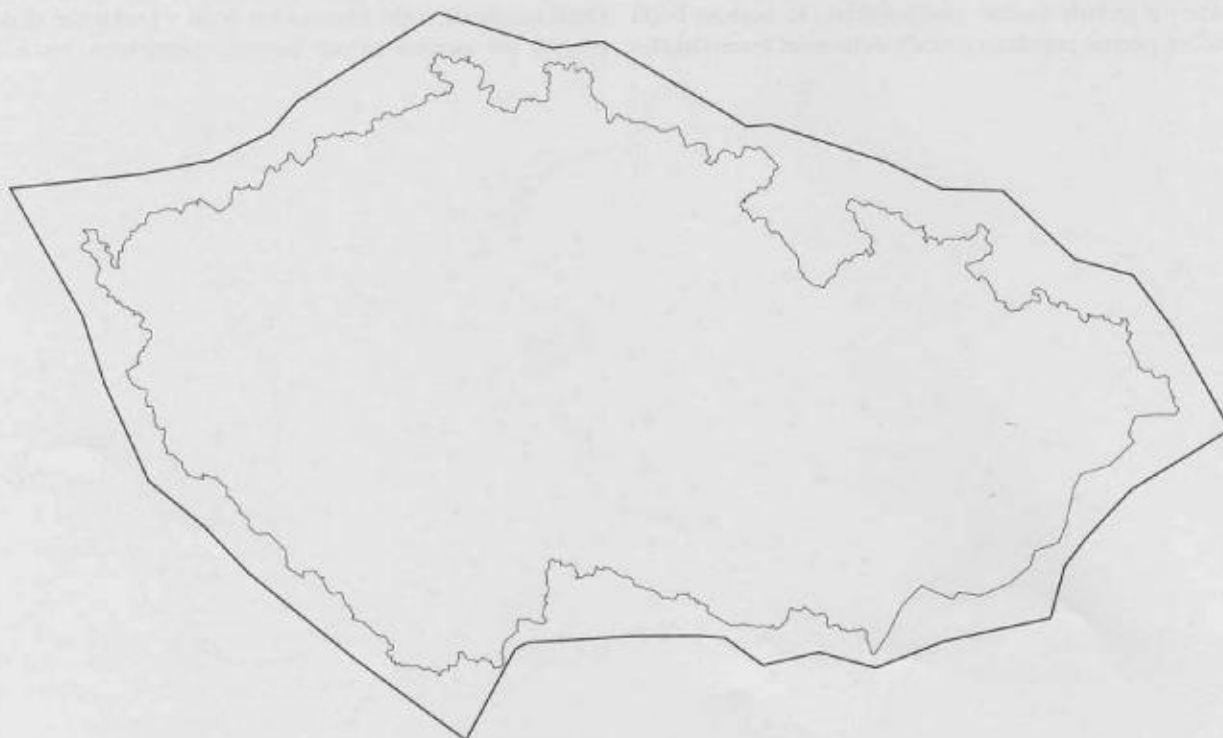
Z těchto důvodů byla volba identických bodů pomocí kruhového okolí nahrazena výběrem identických bodů pomocí trojúhelníkové sítě. Ze shluku identických bodů uvedených na obrázku 1 byla vytvořena trojúhelníková síť s podmínkou minimalizace délek stran. Při vytváření hraničních trojúhelníků byly vyloučeny trojúhelníky s úhlem větším než 131° . Bez vyloučení těchto trojúhelníků by použitá počítačová metodika vytvořila konkávní síť s velmi plochými trojúhelníky o velké délce stran. Při vytváření trojúhelníkové sítě byly vyřešeny a uloženy i potřebné topologické vztahy. Pro výběr identických bodů pro Jungovu transformaci je rozhodující, v kterém trojúhelníku transformovaný bod leží. Pro transformaci se použijí vrcholy trojúhelníku, ve kterém transformovaný bod leží, a dále pak koncové body stran trojúhelníků,

jejichž druhý koncový bod tvoří některý z těchto tří vrcholů. Výběr bodů je schematicky znázorněn na obrázku 3. Pokud transformovaný bod leží v trojúhelníku s vrcholy 1, 2, 3, budou pro transformaci použity body s čísly 1 až 10, 12 a 13.



Obr. 3. Varianta výběru identických bodů pomocí trojúhelníkové sítě

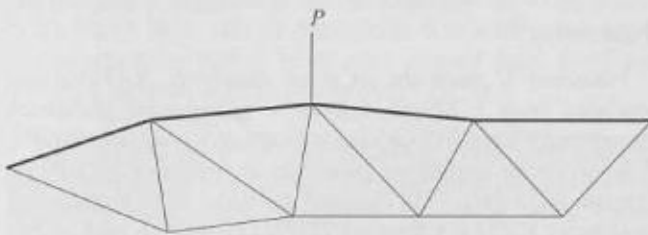
Výše popsaným způsobem vytvořená trojúhelníková síť však nepokrývá beze zbytku celé území republiky. Z toho důvodu byl hraniční polygon trojúhelníkové sítě odsunut o průměrnou délku strany, to je o 23 kilometrů. Pokud ležely odsunutě body příliš blízko sebe, byl jeden z nich z dalšího zpracování vypuštěn, aby nevznikl trojúhelník s příliš ostrým úhlem. Poněcháné odsunutě body byly přidány ke 174 identickým bodům. Z takto vzniklého shluku 211 bodů byla vytvořena výše popsaným způsobem nová trojúhelníková síť. Tímto způsobem se zabezpečilo pokrytí celého území České republiky sítí trojúhelníků o minimální délce stran. Prostor, ve kterém je kompletní transformace proveditelná, je vymezen na obrázku 4.



Obr. 4. Realizační prostor transformace

4. Extrapolace zbytkových odchylek vně území státu

Na odsunutých bodech nebyla provedena žádná měření, nebyly na nich tudíž známy ani zbytkové vektory oprav. Ty musely být pro odsunuté body extrapolovány. Z obrázku 1 je patrná výrazná rotace v prostoru jižních Čech a směrem k hranici se zvětšující posun v prostoru západních Čech. Při extrapolaci byla snaha trendy projevující se při přechodu od vnitrozemí směrem k hranici zachovat. Proto byla použita pro extrapolaci Helmertova transformace. Pro výpočet transformačního klíče byl použit bod hraničního polygonu, z kterého byl extrapolován bod odsunut, oba sousední body hraničního polygonu a všechny body, které s těmito třemi body sousedí. Body použité při výpočtu klíče Helmertovy transformace pro bod P jsou schematicky znázorněny na obrázku 5. Hraniční polygon je znázorněn zesílenou čarou.



Obr. 5. Schematické znázornění bodů pro výpočet Helmertovy transformace

5. Zhodnocení metod výběru identických bodů pro Jungovu transformaci

Způsob výběru bodů pro Jungovu transformaci pomocí trojúhelníkové sítě umožňuje lokalizovat jednoduše a zcela přesně místa zlomů při výpočtu souřadnicových posunů, což nelze tvrdit o výběru bodů provedeném pomocí kruhového okolí. Podíváme-li se na obrázek 3, vidíme, že při přechodu z trojúhelníku 1, 2, 3 do trojúhelníku 2, 3, 4 zůstanou v použití všechny body až na body s čísly 5 a 8, které budou nahrazeny body s čísly 11 a 14. Je tedy zřejmé, že ono místo případného zlomu představuje každá strana trojúhelníku, mimo strany, které ohraničují celou transformační oblast.

Byly sledovány rozdíly posunů vypočtených zleva i zprava na několika málo stranách s největšími zjištěnými rozdíly. Na obrázku 6 je znázorněn průběh těchto rozdílů posunů, pohybujeme-li se od jednoho vrcholu trojúhelníku k druhému. A to jak pro váhu $1/s^2$ (silnější čarou), tak i pro váhu $1/s$ (slabší čarou).

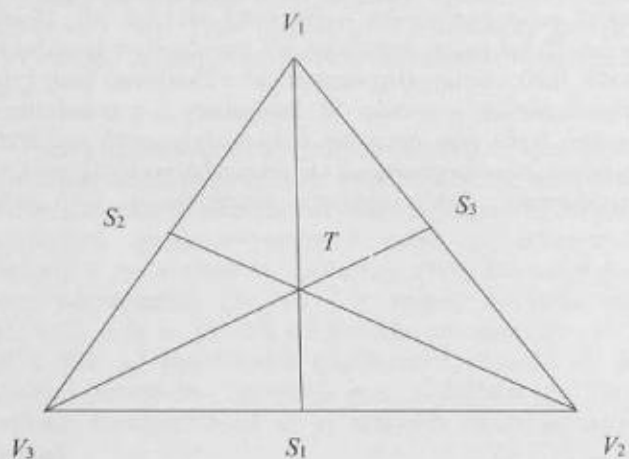


Obr. 6. Průběh rozdílů posunů při pohybu od jednoho vrcholu trojúhelníku ke druhému

Nulové hodnoty rozdílů na vrcholech trojúhelníků vyplývají z vah, které byly použity při výpočtu posunů. Nepřekvapuje ani

skutečnost, že největších hodnot dosahují rozdíly ve středu úsečky. Zajímavý je však lineární průběh rozdílů při váze $1/s^2$, který umožňuje jednoduchým způsobem korigovat případné zlomy v posunech. Předpokládejme, že korekce v těžišti trojúhelníku bude nulová. Pak spojnice vrcholu trojúhelníku s jeho těžištěm tvoří sečnu roviny, jejíž další bod leží nad (eventuálně pod – v závislosti na znaménku rozdílu) středem strany trojúhelníku ve výšce rovné polovině rozdílu. Stačí pak pouze zjistit výšku této roviny nad transformovaným bodem a o tuto hodnotu korigovat posun vypočtený Jungovou transformací, aby byla zabezpečena naprostá plynulost transformace.

Tyto korekce se určují ve třetí etapě transformace souřadnic z S-42/83 do ETRS 89. Každý trojúhelník je rozdělen na šest menších trojúhelníků, jejichž vrcholy tvoří vždy těžiště většího trojúhelníku, jeden z jeho vrcholů a střed jedné strany. Každému z těchto menších trojúhelníků přísluší dvě korekční roviny pro korekci posunu v souřadnici x a y . Trojúhelníky jsou naznačeny na obrázku 7.



Obr. 7. Schematické znázornění korekčních trojúhelníků

Pro strany, které leží na hranici oblasti, byly rozdíly ve středech stran položeny rovné nule. V celém prostoru transformace pouze u sedmi úseček překročily rozdíly v poloze hodnotu 15 mm. Maximální zjištěný rozdíl byl 21 mm. Maximální korekce dosáhla tedy hodnoty jen o něco málo větší než 1 cm. Ve většině případů byla hodnota korekce zanedbatelná. Je však jednodušší spustit připravený jednoduchý výpočetní aparát než rozhodovat o jeho účelnosti a pokračovat ve zpracování selektivním způsobem. Obzvláště uvažujeme-li, že příprava k transformaci byla provedena na počítači a potřebný software byl zpracován pro účely testů. Korekce se tedy počítají vždy, třebaže většinou dosahují hodnot nepřevyšujících zlomky milimetrů.

6. Programové a datové zabezpečení převodu

V rámci přípravy na transformaci byly zpracovány dva soubory. První soubor obsahuje pouze souřadnice těžišť všech 385 trojúhelníků a při transformaci se okamžitě automaticky zavleká do paměti počítače. (Transformační software byl zpracován v Turbo Pascalu.) Druhý soubor obsahuje pro

každý trojúhelník souřadnice jeho vrcholů, souřadnice středů jeho stran, koeficienty potřebné pro výpočet korekce, souřadnice okolních bodů a zbytkové vektory oprav na nich. Tedy všechna data potřebná pro provedení druhé a třetí etapy transformace. Trojúhelníky ve druhém souboru jsou řazeny ve stejném pořadí jako těžiště v souboru prvním.

Transformace z S-42/83 do ETRS 89 probíhá následujícím způsobem. Nejdříve jsou vstupní zeměpisné geodetické souřadnice φ, λ, h transformovaného bodu převedeny na rovinné souřadnice x, y, h Gaussova zobrazení 33. pásu, pro který je připravena trojúhelníková síť. Pokud jsou na vstupu zadány rovinné souřadnice a pokud je y -ová souřadnice větší než 4 000 000 m, provede se eventuální převod do sousedního pásu. Z připraveného souboru těžišť se vybere 12 nejbližších k transformovanému bodu, seřazených podle vzdálenosti. Podle indexu těžišť v souboru se postupně načítají data ze souboru trojúhelníků a testuje se příslušnost transformovaného bodu do daného trojúhelníku. Pokud transformovaný bod leží v testovaném trojúhelníku, provede se druhá a třetí etapa transformace pomocí dat tohoto trojúhelníku. Jen zřídka počet testovaných trojúhelníků překročí pět. Horní počet 12 byl určen dodatečně při transformaci hraničních bodů. Jinak všechny trigonometrické a zhušňovací body byly transformovány s počtem 10. Souřadnice x, y transformovaného bodu jsou opraveny o hodnoty posunů určených Jungovou transformací spolu s korekcí zabezpečující plynulost transformace. Takto upravené souřadnice x, y, h jsou

převedeny na prostorové souřadnice X, Y, Z a transformovány pomocí sedmiprvkové prostorové transformace do ETRS 89. V závěru transformace jsou prostorové souřadnice X, Y, Z převedeny na zeměpisné geodetické souřadnice φ, λ, h . Na závěr je nadmořská výška bodu h převedena na elipsoidickou H pomocí výšek kvazigeoidu.

7. Závěr

Vytvořená technologie a transformační postupy pro vzájemný převod souřadnic bodů mezi S-42/83 a ETRS 89 zabezpečují přesnost převodu do 1 cm. Tedy převod mezi uvedenými systémy v žádném případě nesnižuje kvalitu bodového pole obou systémů. Popsaná metoda je používána v technologii VTOPÚ pro aktualizaci databáze geodetických bodů a zejména pak při převodu souřadnic bodů pro účely polních geodetických prací ve prospěch AČR.

Poznámka:

Vzhledem k přechodu AČR na standardy NATO a pokračující vývoj v oblasti definice a zpřesňování globálních geocentrických geodetických základů, spjatých s technologií GPS, byly vyrovnané souřadnice převedeny ze systému ETRS 89 do systému WGS 84(G873). Popsaná metodika, která je výsledkem spolupráce K 234 VA Brno a VTOPÚ Dobruška je však nadále originálním a optimálním řešením obdobných úkolů.

Obecné vyrovnání geodetických polohových sítí

Zdeněk Nevošád, katedra vojenských informací o území VA v Brně,

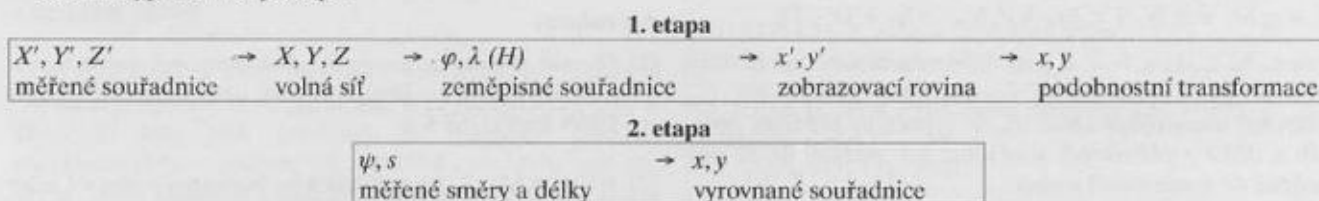
Ústav geodezie FAST VUT v Brně

Úvod

K budování polohových sítí se používá družicových přístrojů a elektronických tachymetrů (totálních stanic). Geodetické body mohou být podle platného zákona definovány ve čtyřech souřadnicových systémech, z nichž dva jsou prostorové (WGS 84, ETRS 89) a dva rovinné (S-42/83, S-JTSK). V ČR tvoří geodetické polohové základy (GPZ) družicová síť DOPNUL doplňovaná v posledních letech přibližně na 4 000 bodů. V roce 2006 bude tato síť dokončena. Současně se po celém území republiky buduje zhušťovací bodové pole, které má v r. 2003 dosáhnout až 35 000 bodů [1], [2].

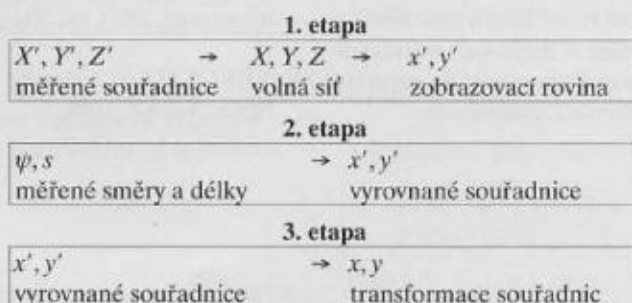
Vybudované polohové bodové pole je třeba podle potřeby obnovovat, doplňovat a vkládat do něho zhušťovací body nebo omezené plošné sítě, sloužící k mapování nebo jiným geodetickým účelům. Zpravidla jde o body podrobného polohového pole, které se zpravidla vyjadřuje rovinnými souřadnicemi x, y v daném zobrazení. V geografické službě je to S-42/83, který bude od roku 2006 nahrazen geodetickým systémem WGS 84 a zobrazením UTM. V civilním sektoru je používán S-JTSK, který bude asi nahrazen S-JTSK/95. Výsledné souřadnice určených bodů se vypočítávají různými metodami, spočívajícími buď v postupných převodech (vyrovnáních) do zobrazovací roviny, nebo v obecném pojetí souřadnicového vyrovnání.

Schéma výpočetního postupu:



Některé metody převodu sestávají ze tří etap. První etapa bývá stejná jako u předcházejícího postupu a je ukončena převodem souřadnic X, Y, Z volné družicové sítě do zobrazovací roviny (x', y'). Ve druhé etapě dochází k souřadnicovému spojení družicové sítě s měřenými osnovami směrů a délkami v soustavě x', y' . Ve třetí etapě se celá síť transformuje do zobrazovací roviny (x, y).

Schéma výpočetního postupu:



Oba uvedené postupy převodu a vyrovnání dávají uspokojivé výsledky, je-li stupeň identity společných bodů v zobrazovací rovině a v měřené síti v požadované kvalitě.

2. Obecná metoda vyrovnání

K výpočtu vyrovnaných rovinných souřadnic bodů, určených kombinací družicových měření a měřených osnov směrů a délek, je účelné použít obecné metody vyrovnání. Výpočet probíhá v zobrazovací rovině (x, y) , takže je třeba nejprve transformovat měřené souřadnice (X'_k, Y'_k, Z'_k) v jednotlivých seancích (k) do rovinného zobrazení (x'_k, y'_k) . Pro všechny měřené veličiny je třeba sestavit rovnice oprav. Pro vektory, převedené z družicových měření, je možno použít dvojího typu rovnic oprav. Vektory v zobrazovací rovině lze vyjádřit buď délkou r a směrníkem σ , nebo souřadnicovými rozdíly $\Delta x'_i = x'_i - x'_j, \Delta y'_i = y'_i - y'_j$, kde index j označuje zvolený základní bod P_j a index i ostatní body Q_i k -té seance, vztahené k základnímu bodu P_j . Pak rovnice oprav v_x, v_y nebo v_r, v_σ pro převedené vektory z družicových měření mají tvar [3]

$$\begin{aligned} v_x &= \delta x_Q - \delta x_P - \Delta x'_{QP} \delta\mu + \Delta y'_{QP} \delta\omega + (x'_Q - x'_P - \Delta x'_{QP}), \\ v_y &= \delta y_Q - \delta y_P - \Delta y'_{QP} \delta\mu - \Delta x'_{QP} \delta\omega + (y'_Q - y'_P - \Delta y'_{QP}) \\ \text{nebo} & \\ v_r &= a_r \delta x_P + b_r \delta y_P + c_r \delta x_Q + d_r \delta y_Q - r \delta\mu + (r' - r), \\ v_\sigma &= a_\sigma \delta x_P + b_\sigma \delta y_P + c_\sigma \delta x_Q + d_\sigma \delta y_Q - \delta\omega + (\sigma' - \sigma). \end{aligned} \quad (1)$$

V rovnicích značí $\delta x_P, \delta y_P, \delta x_Q, \delta y_Q$ souřadnicové přírůstky, x'_P, y'_P, x'_Q, y'_Q přibližné souřadnice určených bodů $P, Q, \delta\mu$ ($\equiv \mu - 1$) měřítkovou změnu, $\delta\omega$ úhlové pootočení, $\Delta x'_{QP}, \Delta y'_{QP}$ souřadnicové rozdíly převedené z měřených vektorů do zobrazovací roviny, a_r, b_r, c_r, d_r délkové koeficienty, $a_\sigma, b_\sigma, c_\sigma, d_\sigma$ směrníkové koeficienty, r', σ' vypočtenou délku a směrník z přibližných souřadnic a r, σ délku a směrník vektoru v zobrazovací rovině.

Obecné rovnice oprav v_ψ, v_s měřených směrů ψ a délek s' mezi body P, Q mají známý tvar [4]

$$\begin{aligned} v_\psi &= a_\psi \delta x_P + b_\psi \delta y_P + c_\psi \delta x_Q + d_\psi \delta y_Q - \delta\alpha_P + (\sigma'_{PQ} - \alpha'_{PQ}), \\ v_s &= a_s \delta x_P + b_s \delta y_P + c_s \delta x_Q + d_s \delta y_Q - s \delta\mu + (s' - \bar{s}), \end{aligned} \quad (2)$$

kde $a_\psi, b_\psi, c_\psi, d_\psi; a_s, b_s, c_s, d_s$ jsou směrové a délkové koeficienty, $\delta\alpha_P$ přírůstek přibližného orientačního posunu α'_P, α'_{PQ} přibližně orientovaný směr, σ'_{PQ}, s' vypočtený přibližný směrník a délka z přibližných souřadnic a \bar{s} měřená délka převedená do zobrazovací roviny.

Počet neznámých u je dán součtem dvojnásobného počtu t určených bodů, počtu h měřených osnov směrů, jednou měřítkovou změnou a jedním úhlovým pootočením

$$u = 2t + h + 2. \quad (3)$$

Pro přesné práce je účelné zavádět různé změny měřítka $\delta\mu, \delta\mu_i$ u družicových vektorů r a u délek s' měřených světelným dálkoměrem. Z rovnic oprav se vypočtou normální rovnice, přírůstek souřadnic a nakonec vyrovnané souřadnice.

Váhová matice P je dána vztahem

$$P = \begin{bmatrix} P_r & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_\sigma & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_\psi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_s \end{bmatrix} \text{ nebo } P = \begin{bmatrix} P_r & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_\psi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_\psi & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_s \end{bmatrix} \quad (4)$$

kde $P_r, P_\sigma, P_\psi, P_s$ jsou váhové submatice pro délky r , směrníky σ a souřadnicové rozdíly $\Delta x, \Delta y$ družicově určených vektorů a váhové submatice P_ψ, P_s pro měřené směry ψ a pro měřené délky s' .

Váhy $p_r, p_\sigma, p_\psi, p_s$ jsou odvozeny z odhadů odpovídajících středních chyb měřených veličin a jsou dány známými vztahy [3], [4]

$$\begin{aligned} p_r &= \frac{c}{m_r^2}, \quad p_\sigma = \frac{c}{m_\sigma^2}, \quad p_s \equiv p_\psi = \frac{c}{m_s^2} \equiv \frac{c}{m_\psi^2}, \\ p_\psi &= \frac{c}{m_\psi^2}, \quad p_s = \frac{c}{m_s^2}. \end{aligned} \quad (5)$$

Závěr

Společné vyrovnání všech druhů měřených veličin poskytuje dobré výsledky a má některé výhody před postupným několikaetapovým vyrovnáním bodového pole. Předpokladem je správný odhad vah a dobrá struktura projektu sítě. Jedním z významných faktorů je zavedení měřítkové změny a úhlového pootočení do rovnic oprav. Oba druhy těchto veličin je žádoucí uchovávat v databázi polohového bodového pole, protože poskytují informace o místních deformacích a o jejich změnách.

Literatura:

- [1] Sborník referátů ze semináře „Prostorový referenční rámec v České republice“. Brno : Vysoké učení technické, 2001. ISBN 80-902268-9-2.
- [2] NEVOSÁD, Z. Ke geodetickým bodovým polím v České republice. Sborník referátů ze semináře „Prostorový referenční rámec v ČR“. Brno : Vysoké učení technické, 2001, s. 86–89. ISBN 80-902268-9-2.
- [3] NEVOSÁD, Z. On coordinate adjustment of control network. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wroclawiu*, 2000, no. 394, p. 305–309. ISSN 0867-7964.
- [4] NEVOSÁD, Z. *Geodezie VI : Vyrovnání geodetických sítí*. Brno : VAAZ, 1984.

Výuka dálkového průzkumu Země na K 234

Vladimír Kovařík, katedra vojenských informací o území VA v Brně

Úvod

Dálkový průzkum Země (DPZ) se v poslední době rozvíjí nebývalým tempem a oblast využití dat pořízených z leteckých nebo družicových nosičů se rozšiřuje doslova každým dnem. V některých oblastech se data DPZ stala dokonce hlavním a jediným možným nositelem informací. Metody a data DPZ mají dnes již nezastupitelné místo v geoinformatice a jsou téměř nepostradatelné například při obnově map, tvorbě a aktualizaci prostorových databází, při tvorbě digitálních modelů terénu, tematických a družicových map nebo pro trojrozměrnou vizualizaci a modelování.

Výuka DPZ je na Vojenské akademii (VA) v Brně zahrnuta jak v pětiletém magisterském studijním programu, tak v doktorském, dvouletém magisterském a částečně i tříletém bakalářském studijním programu. Jednotlivé přednášky jsou zařazeny i do programu speciálních krátkodobých kurzů.

Struktura předmětu

DPZ tvoří převážnou část dvousemestrového předmětu pětiletého magisterského studia „fotogrammetrie a dálkový průzkum Země“. Předmět je rozdělen do dvou částí. Teorie vzniku a zpracování digitálního obrazu je přednášena v 8. semestru, v 9. semestru pak principy, metody a aplikace DPZ.

Digitální obraz

Struktura první části předmětu zabývající se digitálním obrazem je zobrazena ve formě mentální mapy na obrázku 1. Obsahem této části předmětu je vysvětlení podstaty digitálního obrazu, způsoby jeho pořízení a účel a metody jeho úprav. Jsou popsány základní metody vzniku digitálního obrazu s důrazem na jeho využití v DPZ, uvedeny nejčastěji používané formáty obrazových dat a různé metody komprese. Je vysvětlena podstata a metody předzpracování obrazu sloužící ke korekci radiometrických, atmosférických a geometrických zkreslení a šumu, které vznikají v průběhu vytváření obrazu. Jsou popsány metody radiometrického, prostorového a spektrálního zvýraznění obrazu vedoucí ke zvýšení interpretability dat.

Kromě uvedených témat jsou v semestru zařazena další témata spadající spíše do oboru digitální fotogrammetrie.

Dálkový průzkum Země

Struktura druhé části předmětu je zobrazena na obrázku 2. Obsahem této části je vysvětlení teoretických a fyzikálních základů DPZ a hlavní rozdělení metod pořizování dat. Dále

jsou popsány současné družicové systémy s důrazem na optické a radarové systémy, které jsou vhodné pro účely mapování a aktualizaci prostorových databází. Jsou vysvětleny principy a technologie tvorby digitálních modelů terénu a družicových map. Nově jsou do předmětu zařazeny speciální vojenské aplikace zaměřené na zpravodajské využití dat DPZ.

Všechna témata jsou zpracována jak ve formě prezentací Microsoft PowerPoint, tak jako mentální mapy. To umožňuje poskytovat studentům materiály v několika úrovních:

- podrobná struktura přednášky ve formě mentální mapy;
- obsah přednášky ve formě snímků PowerPoint;
- úplný text přednášky.

Různé úrovně zpracování témat byly voleny na základě celkem logické úvahy, že pro studenty krátkodobých kurzů (majících většinou jinou odbornost než topografickou) je mnohem užitečnější informativní přehled o struktuře přednášky, kdežto studenti pětiletého studia geodzie a kartografie potřebují spíše úplný text přednášky.

Zabezpečení výuky

Do nedávné doby byly pro výuku DPZ k dispozici pouze následující publikace:

COLWELL, RN. (ed.) *Manual of Remote Sensing*. 2nd ed. Falls Church : Am. Soc. of Photogrammetry, 1983.

MURDYCH, Z. *Dálkový průzkum Země*. Praha : Academia, 1985.

ŠMIDRKAL, J. aj. *Zpracování informací dálkového průzkumu Země*. Praha : ČVUT, 1989.

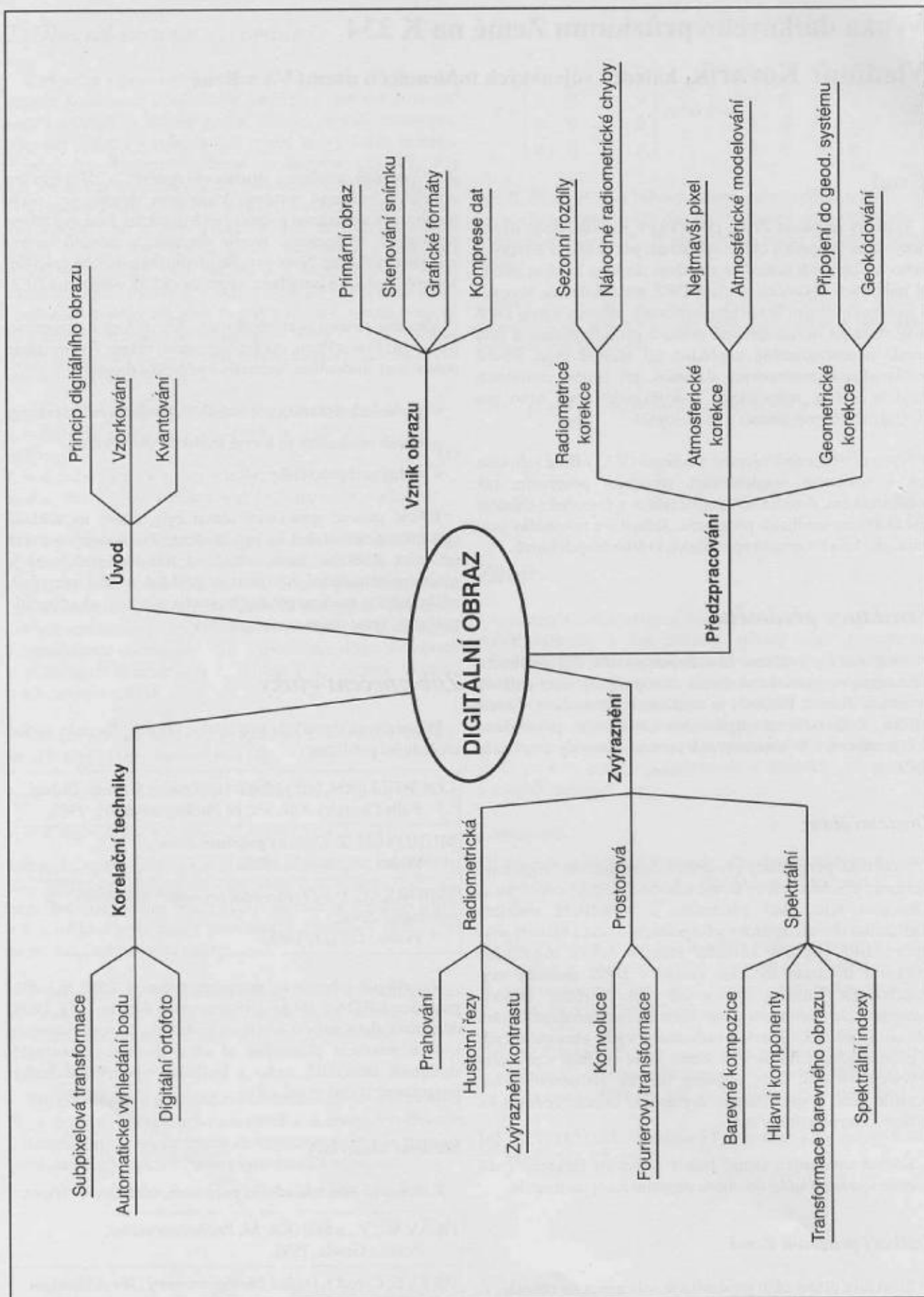
Ve výbavě laboratoře fotogrammetrie a DPZ byl dále program ERDAS IMAGINE ve verzi 8.2 pro MS DOS, družicová data nebyla k dispozici žádná. V současnosti je situace mnohem příznivější ať už z hlediska dostupných studijních materiálů, nebo z hlediska výpočetní techniky, programového vybavení a dat.

Studijní materiály

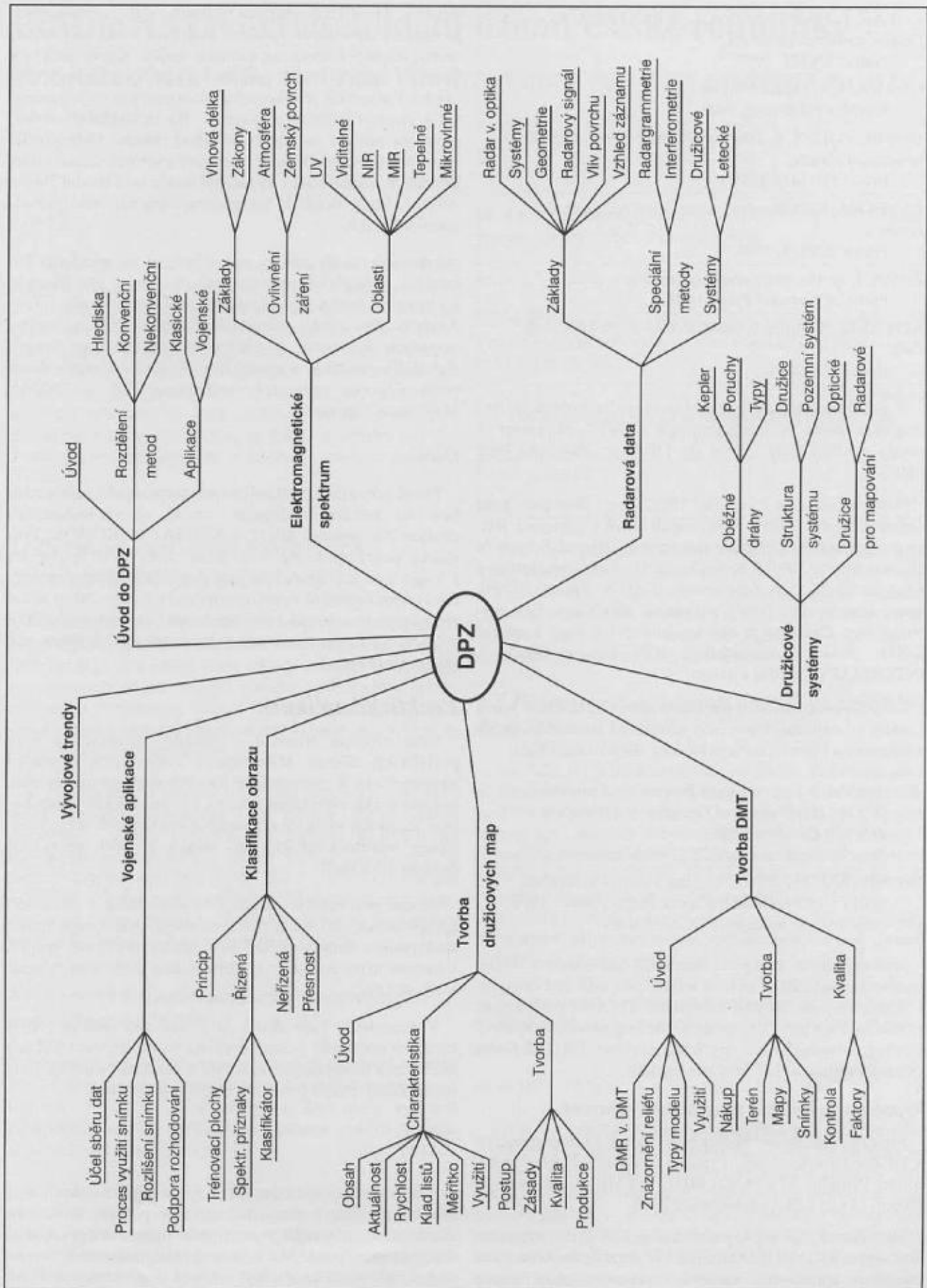
K dispozici jsou následující publikace, učebnice a skripta:

HLAVÁČ, V., a ŠONKA, M. *Počítačové vidění*. Praha : Grada, 1992.

GREVE, C. (ed.) *Digital Photogrammetry : An Addendum to the Manual of Photogrammetry*. ASPRS, 1996.



Obr. 1. Struktura předmětu „digitální obraz“



Obr. 2. Struktura předmětu „digitální průzkum Země“

KOLÁŘ, J., HALOUNOVÁ, L., a PAVELKA, K. <i>Dálkový průzkum Země 10.</i> Praha : ČVUT, 1997.
GRAHAM, R. <i>Digital Imaging.</i> Whittles Publishing, 1998.
DOBROVOLNÝ, P. <i>Dálkový průzkum Země : Digitální zpracování obrazu.</i> Brno : PpF MU, 1998.
PAVELKA, K. <i>Dálkový průzkum Země 10 : Operační systémy.</i> Praha : ČVUT, 1998.
ŽÁRA, J. aj. <i>Moderní počítačová grafika.</i> Praha : Computer Press, 1998.
KOVAŘÍK, V. <i>Anglicko-český a česko-anglický slovník DPZ.</i> Brno : VA, 2001.

V průběhu roku 2001 budou na katedře vydána skripta „Digitální obraz ve fotogrammetrii a DPZ“, připravují se rovněž studijní texty „Úvod do DPZ“ a „Radarová data v DPZ“.

Další informace z oboru DPZ jsou dostupné také z materiálů přivezených z odborných kurzů v zahraničí, jako např. Defence Geographic Information (Royal School of Military Survey, Velká Británie, 1995), Aerospace Imagery Analysis for Military Intelligence (GDIA, Francie, 1999), Space Cartography (GDIA, Francie, 2000) atd. Tyto materiály jsou doplněny o ukázky družicových map a vzorky dalších produktů získaných z IGN Espace (Francie), INTERMAP (Kanada) a dalších.

Jako doplněk tištěných materiálů slouží intranetové kurzy získané z internetu, které jsou učitelům i studentům trvale přístupné na hlavním serveru katedry. Jsou to například:

Tutorial. Vol. 3. Digital Image Processing. Columbia (S. C.) : Department of Geography, University of South Carolina, 1998
(<http://www.cla.sc.edu/GEOG/rslab/rscenew>)

SHORT, NM. *The Remote Sensing Tutorial*. Greenbelt (Md.) : NASA Goddard Space Flight Center, 1998
(<http://rst.gsfc.nasa.gov/TofC/toc1.html>)

Neocenitelným zdrojem aktuálních informací z oboru zpracování digitálního obrazu a DPZ jsou odborné časopisy. Z domácích periodik jsou k dispozici GEOinfo a ArcRevue, ze zahraničních pak Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Imaging Notes, ArcNews, ArcUser, ERDAS News, Geoinformatics, SPOT Magazine a další.

Výpočetní technika a programové vybavení

Pro práci s družicovými daty byla laboratoř fotogrammetrie a DPZ vybavena pracovní stanicí Compaq SP750 s procesorem Pentium XEON 733 MHz, 768 MB RAM, pevným diskem 18 GB a 24" monitorem P1610.

Hlavním nástrojem pro praktickou práci s družicovými daty je program ERDAS IMAGINE 8.4 ve verzi Professional. Ten umožňuje zpracovávat rastrová i vektorová data mnoha formátů a poskytuje nástroje pro rektifikaci a ortorektifikaci snímků, předzpracování a zvýraznění obrazu, řízenou a ne-

řízenou klasifikaci multispektrálních dat, mozaikování, prostorové modelování, analýzy optických i radarových dat, tvorbu mapových kompozic a mnoho dalších. K programu byly pořízeny další rozšiřující moduly VirtualGIS a OrthoBASE. Modul VirtualGIS je výkonným nástrojem pro trojrozměrné (3D) vizuální analýzy a slouží k 3D modelování terénu, vytváření průletů nad terénem apod. Modul OrthoBASE umožňuje provádět blokové vyrovnání a ortorektifikaci bloku snímků. V nejbližší době by měl být dodán také modul Stereo Analyst, který slouží k fotogrammetrickému stereovyhodnocování prvků.

Jako jednodušší nástroj pro připojení do geodetického systému, zvýrazňování obrazu, mozaikování a klasifikaci je k dispozici modul pro ArcView označovaný jako Image Analysis. Pro účely jednoduchých úprav obrazu, tvorbu mapových kompozic a především pro ukázky různých digitálních produktů a vzorků dat zejména v kurzech slouží volně šiřitelné programy ArcExplorer 2.0 a ERDAS MapSheets Express 1.3.

Data

Pro ukázky a jako podklad pro úvodní praktická zaměstnání jsou na katedře k dispozici vzorky dat nejznámějších družicových systémů SPOT, LANDSAT a IKONOS. Tyto vzorky pokrývají různé části světa. Díky úzké spolupráci s Vojenským topografickým ústavem v Dobrušce a komerčními organizacemi se v posledních dvou letech podařilo získat reálná panchromatická i multispektrální data systémů SPOT a LANDSAT. Tato data pokrývají území ČR, zejména pak oblast jižní Moravy.

Praktické aplikace

Výše uvedené vybavení je studenty využíváno v řadě praktických cvičení. Mezi tématy cvičení jsou například radiometrické a geometrické korekce družicových snímků, radiometrické zvýraznění obrazu, filtrace obrazu, mozaikování leteckých měřických snímků a družicových scén, klasifikace multispektrálních dat, tvorba rychlých grafických dokumentů a další.

Kromě praktických cvičení je v současnosti v laboratoři zpracovávána závěrečná práce na téma „Klasifikace multispektrálního snímku SPOT pro tvorbu družicové mapy“, v budoucnu se počítá se zpracováváním diplomových prací z oblasti DPZ.

V neposlední řadě slouží data také pro výzkum – byla zahájena doktorská práce zaměřená na využití dat DPZ pro aktualizaci prostorových databází a zároveň probíhají testy tvorby různých typů produktů rychlého mapování.

Závěr

S rychlým rozvojem metod a aplikací DPZ roste i role družicových dat v geografickém zabezpečení AČR. Aby absolventi katedry našli plnohodnotné uplatnění v praxi, ať už vojenské nebo později i v mimovojenské, nezbytně tyto nové technologie musí znát a být schopni je prakticky využívat. Z tohoto důvodu je na kvalitní znalosti studentů kladen stálý důraz.

Přesnost výškových modelů území České republiky

František Miklošík, Dalibor Vondra, katedra vojenských informací o území

VA v Brně

Úvod

Příspěvek je věnován hodnocení přesnosti nejdůležitějších výškových modelů, jež byly pro území ČR dosud vytvořeny. Jeho obsah je stručným shrnutím závěrů podkladové studie [1] vycházející z dosud provedených kontrolních měření a rozborů, jejichž výsledky byly zaznamenány v různých výzkumných zprávách, odborných časopisech či jiných účelových publikacích. Je rozdělen do dvou stěžejních částí: první obsahuje hodnocení přesnosti grafického vyjádření výškopisu na základních státních mapových dílech středního měřítka, druhá hodnocení přesnosti digitálního modelu reliéfu 2 (DMR-2).

1. Přesnost výškopisu základních státních mapových děl

Rozhodující vliv na výškovou přesnost grafického modelu území ČR má přesnost vrstevnicového vyjádření na mapách. Důležité je přitom odlišit mapy původní, u nichž byl výškopis vytvořen (převážně) z výsledků přímého šetření a měření v terénu nebo fotogrammetrickým vyhodnocením (příp. obnovou dosavadní původní mapy), a mapy, které byly vytvořeny pouze kartografickým odvozením.

V rozsahu celého státního území byl původní vrstevnicový obraz zpracován v měřítku 1:25 000 při topografickém mapování v letech 1952–57 a v měřítku 1:10 000 při topografickém mapování v letech 1958–71. Výškopis na mapách menších měřítek, tj. měřítko 1:50 000, 1:100 000 a 1:200 000, byl postupně kartograficky odvozen z topografických map měřítko 1:25 000 koncem padesátých a počátkem šedesátých let minulého století [2].

1.1. Přesnost výškopisu původních topografických map měřítko 1:10 000

Přesnost výškopisu původních topografických map měřítko 1:10 000 nebyla dosud podrobena důkladnější systematické kontrole. Proto je nutné při jejím hodnocení vycházet především z analýzy technických, technologických a organizačních podmínek jejich tvorby.

Podle zdůvodnění v [1] měla rozhodující vliv na přesnost mapování výškopisu aplikace univerzální fotogrammetrické metody v kombinaci se stolovou tachymetrií v zarostlém terénu. S ohledem zejména na technické parametry použitých leteckých měřických snímků (normální s konstantou $f = 210$ mm, $M = 12\ 000$ až $13\ 000$ a širokoúhlé s konstantou $f = 115$ mm, $M = 18\ 000$ až $19\ 000$) lze přesnost výškopisu

původních topografických map měřítko 1:10 000 charakterizovat střední chybou danou vztahem

$$m_h = 0,7 + 6,0 \operatorname{tg} \alpha \quad [\text{v metrech}], \quad (1)$$

kde α je sklon terénu v blízkém okolí kontrolovaného bodu. Pro zvolené hodnoty sklonu svahu dosahují tyto střední chyby velikosti podle tab. 1.

Tabulka 1
Odhad přesnosti výškopisu topografických map měřítko 1:10 000

sklon svahu [°]	0	2	4	6	8	10	12
m_h [v metrech]	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0

Z důvodů především ne vždy důsledné kontroly a doměření fotogrammetricky vyhodnoceného výškopisu v hustě porostlém terénu geodetickými metodami mohou skutečné chyby ve výjimečných případech dosáhnout i násobku chyby udávané vztahem (1) nebo tab. 1. Toto nebezpečí je nejvýraznější u údolních terénních útvarů.

1.2. Přesnost výškopisu topografických map měřítko 1:25 000

Ve studii [1] je přesnost výškopisu těchto map hodnocena ve třech navazujících krocích. Nejdříve jsou stanoveny meze očekávané přesnosti tak, jak vyplývají z provedených teoretických rozborů přesnosti dílčích operací při různých technologických variantách jejich zpracování, a to s využitím zejména prací [3] a [5]. Ve druhém kroku jsou vyhodnoceny výsledky dosavadního zkoumání skutečně dosažené přesnosti výškopisu na výtiscích map s využitím zejména [3], [4], [7] a [8]. Ve třetím kroku jsou pak tyto výsledky porovnány a shrnuty do celkového hodnocení.

Z rozboru přesnosti použitých technologických postupů při mapování byla stanovena očekávaná střední chyba výškopisu vztahem

$$m_h = 1,0 + 7,3 \operatorname{tg} \alpha \quad [\text{v metrech}]. \quad (2)$$

První poměrně rozsáhlé zkoumání přesnosti vrstevnicového vyjádření výškopisu na výtiscích map bylo provedeno již v letech 1958–59. Ke kontrole byly využity výsledky geodetických měření vlčovicových bodů pro připravované mapování v měřítku 1:10 000, které byly nezávislé na mapování v měřítku 1:25 000. Bylo získáno celkem 2 270 kontrolních bodů na 30 mapových listech. Střední chyba výškopisu byla v tomto případě stanovena vztahem

$$m_h = 1,1 + 8,7 \operatorname{tg} \alpha \quad [\text{v metrech}]. \quad (3)$$

Další již méně rozsáhlá kontrola byla provedena v letech 1991 a 1992 na VA v Brně v rámci dvou diplomových prací studentů. V obou případech byly jako porovnávací etalony použity státní mapy 1 : 5 000 – odvozené, u nichž byl výškopis zpracován na podkladě výsledků technicko-hospodářského mapování.

V práci [7] byla s využitím 302 kontrolních bodů stanovena přesnost výškopisu čtyř map měřítka 1 : 25 000 vztahem

$$m_h = 0,83 + 7,3 \operatorname{tg} \alpha \quad [\text{v metrech}]. \quad (4)$$

V práci [8] byla s využitím 652 kontrolních bodů stanovena přesnost výškopisu dalších pěti map měřítka 1 : 25 000 vztahem

$$m_h = 0,70 + 5,4 \operatorname{tg} \alpha \quad [\text{v metrech}]. \quad (5)$$

Po shrnutí výsledků dosud provedených šetření lze přesnost výškopisu vyjádřeného vrstevnicemi na výtiscích topografických map charakterizovat střední chybou danou vztahem

$$m_h = 1,1 + 7,6 \operatorname{tg} \alpha \quad [\text{v metrech}]. \quad (6)$$

Pro zvolené hodnoty sklonu svahu α dosahují tyto střední chyby velikosti podle tab. 2.

Tabulka 2

Přesnost výškopisu topografických map měřítka 1 : 25 000

sklon svahu [°]	0	2	4	6	8	10	12
m_h [v metrech]	1,1	1,4	1,6	1,9	2,2	2,4	2,7

Takto stanovenou přesnost výškopisu lze považovat za prokázanou především pro terén se sklony svahů do 12°, pro něž byl k dispozici dostatečný počet kontrolních bodů. Přitom v hustých souvislých lesích, zvláště při sklonech svahů přesahujících 12°, se mohou výjimečně vyskytovat i chyby přesahující 10 metrů. Tyto případy nebyly v dosavadních šetřeních dostatečně podchyceny.

1.3. Hodnocení přesnosti výškopisu odvozených map

Je-li výškopis přebírán z podkladové mapy bez výraznějších úprav (generalizace), lze předpokládat zachování jeho původní přesnosti. Dochází-li při zpracování odvozené mapy ke generalizaci výškopisu, je nutné předpokládat určité snížení jeho přesnosti oproti podkladové mapě.

V letech 1959–60 bylo v rámci přípravy podkladového materiálu [5] provedeno šetření relativní přesnosti výškopisu topografických map měřítka 1 : 50 000 a 1 : 100 000 (TM 50 a TM 100) ve vztahu k výškopisu TM 25. K tomu bylo na 37 listech TM 25 definováno v průsečících kilometrových čar 573 kontrolních bodů v různých typech terénu. Sloučením (kvadratickým součtem) zjištěných relativních středních chyb výškopisu odvozených topografických map se střední chybou výškopisu TM 25 danou vztahem (6) byla střední chyba výškopisu TM 50 stanovena vztahem

$$m_k = 1,2 + 14,5 \operatorname{tg} \alpha \quad [\text{v metrech}] \quad (7)$$

a střední chyba výškopisu TM 100 vztahem

$$m_k = 1,4 + 27,4 \operatorname{tg} \alpha \quad [\text{v metrech}]. \quad (8)$$

Pozdější kontrola přesnosti výškopisu na třech obnovených TM 50 s využitím 300 kontrolních bodů, viz [7], v zásadě potvrdila uvedené odhady.

Pokud jde o přesnost výškopisu základních map (ZM) středních měřítek, lze o ní usuzovat z postupu odvození výškopisu:

- ZM 10 – výškopis převzatý z TM 10;
- ZM 25 – výškopis odvozený z TM 10 (v roce 1995 již 50 % území),
– výškopis převzatý z TM 25 (v roce 1995 ještě 50 % území);
- ZM 50 – výškopis převzatý z TM 50;
- ZM 100 – výškopis odvozený z TM 50, resp. ZM 50;
- ZM 200 – výškopis převzatý z TM 200.

Přesnost výškopisu TM 200 nebyla podrobněji zkoumána. Lze však o ní alespoň přibližně usuzovat ze zákonitého poklesu přesnosti při zpracování odvozených TM 50 a TM 100 podle vztahů (7) a (8) vzhledem k přesnosti výškopisu TM 25 dané vztahem (6).

2. Přesnost výškopisu digitálního modelu reliéfu 2 (DMR-2)

Určení charakteristik přesnosti modelu reliéfu je stejně jako u další převážné části produktů GeoS velmi významné, v některých případech dokonce určující nebo spoluurčující navrhovanou a posléze realizovanou technologii tvorby tohoto modelu.

Stejně tomu tak bylo i v případě digitálního modelu reliéfu 2 (dále DMR-2), pokud digitální model reliéfu 1 (dále DMR-1) považujeme oprávněně pouze za první experiment v této oblasti, o jehož přesnosti se v exaktním slova smyslu nedá téměř hovořit. DMR-2 byl jako první velkoplošný model reliéfu navržen a posléze realizován pro celé území tehdejšího Československa a potřeby armády a jejích součástí. Jak známo, je zde použito rozmístění uzlových bodů modelu ve vrcholech čtvercové sítě o straně 100 m (viz poznámku). Orientace sítě je shodná se sítí pravouhlých souřadnic používaných na československých topografických mapách (ČSTM), měřítko map použitých pro digitalizaci uzlových bodů bylo 1 : 10 000 jako největší dostupné měřítko v příslušné měřítkové řadě.

2.1. Provedené rozbory přesnosti modelu DMR-2

Základní rozbory předpokládané přesnosti modelu byly provedeny v rámci práce [10], s využitím TM měřítek 1 : 25 000 a 1 : 50 000 a jako základní charakteristika modelu byla určována empirická střední výšková chyba modelu reliéfu m_z (jakási „vnitřní“ charakteristika přesnosti modelu) podle vztahu

$$m_z = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Z_i - Z'_i)^2} \quad [\text{v metrech}], \quad (9)$$

kde

n je počet všech zkoumaných výšek v příslušném typu reliéfu,

Z_i jsou výšky bodů reliéfu (mimo uzlové body) stanovené kartometricky interpolací vrstevnic,

Z'_i jsou výšky těchto bodů určené lineární interpolací z nejbližších uzlových bodů modelu.

Poznámka:

Původní idea délek stran mezi uzlovými body byla:

- v rovinných reliéfech strana o délce 500 m,
- v pahorkatinných reliéfech strana o délce 200 m,
- v dalších typech reliéfu strana o délce 100 m.

Přechod k jednotné délce strany 100 m byl uskutečněn po převzetí odpovídajících údajů z n. p. Geofyzika Brno.

Z těchto rozborů byly získány následující výsledky:

Tabulka 3

Empirické střední výškové chyby modelu (s využitím map 1 : 25 000, resp. 1 : 50 000)

typ reliéfu	m_z [m]
rovina	1,1
nižší pahorkatina	2,8
vyšší pahorkatina	2,9
nižší vrchovina	3,3
vyšší vrchovina	4,3
nižší hornatina	5,2

V průběhu tvorby ideového projektu modelu DMR-2 [12] byl proveden kontrolní experiment pro posouzení přesnosti navrhovaného modelu, jako charakteristika přesnosti byla určována opět střední empirická výšková chyba typu reliéfu m_z (viz výše).

Výšky bodů zahrnutých do rozboru byly určovány kartometrickou interpolací vrstevnic v mapě 1 : 10 000 (Z_i) a lineární interpolací z výšek nejbližších uzlových bodů (Z'_i) modelu DMR-2.

V závislosti na hustotě původní sítě (sítí) uzlových bodů bylo při kroku sítě 500 m v ploše 1 km² 25 bodů, při kroku sítě 200 m 64 bodů a při kroku sítě 100 m 81 bodů.

Posouzení bylo provedeno v relativním poměru plošného zastoupení jednotlivých typů výškové členitosti v rámci tehdejší ČSSR. Podle těchto poměrů bylo pro jednotlivé typy výškové členitosti hodnoceno:

Tabulka 4

Počty hodnocených bodů mapy 1 : 10 000 v jednotlivých typech reliéfu

typ reliéfu	typ sítě	počet km ²	počet bodů
rovina	500 m	7	175
nižší pahorkatina	200 m	7	448
vyšší pahorkatina	200 m	12	768
nižší vrchovina	200 m, 100 m	7	533
vyšší vrchovina	100 m	4	324
nižší hornatina	100 m	2	162
celkem		39	2 410

Výsledné hodnoty m_z byly následující:

Tabulka 5

Empirické střední výškové chyby modelu (s využitím map 1 : 10 000)

typ reliéfu	m_z [m]
rovina	0,7
nižší pahorkatina	2,2
vyšší pahorkatina	3,9
nižší vrchovina	3,1
vyšší vrchovina	3,4
nižší hornatina	3,6

2.2. Odhad celkové střední výškové chyby modelu

Pro jednodušší hodnocení přesnosti modelu jako celku se autoři projektové dokumentace rozhodli stanovit odhad celkové střední výškové chyby modelu (viz [11], [12]).

Tento odhad vycházel z předpokladu, že tato chyba je ovlivněna dílčími vnějšími a vnitřními vlivy.

Jako vnější vlivy jsou chápány:

- chyba způsobená nepřesností vrstevnic podkladové mapy měřítka 1 : 10 000 – označíme ji $m_{\text{vst.}}$
- chyba v určení výšek uzlových bodů – označíme ji $m_{\text{uzl. b.}}$

Tyto dvě chyby společně působí jako

$$m_{\text{vněj.}} \doteq \sqrt{m_{\text{vst.}}^2 + m_{\text{uzl. b.}}^2} \quad [\text{v metrech}]. \quad (10)$$

Vnitřní chybu modelu, vzniklou při určování libovolného bodu reliéfu vlivem nepřesností daných náhradou modelu

uzlovými body a nepřesnostmi interpolace mezi nimi, označíme $m_{\text{vnt.}}$ a určíme ji podle vztahu

$$m_{\text{vnt.}} \doteq \sqrt{\frac{1}{6} \sum_1^6 m_z^2} \quad [\text{v metrech}], \quad (11)$$

kde m_z jsou hodnoty, které dosadíme podle výsledků v tab. 5

Takto byla získána hodnota

$$m_{\text{vnt.}} = 3,0 \text{ m.} \quad (12)$$

Pro určení hodnoty $m_{\text{vnt.}}$ vycházeli autoři z práce [9], kde pro hodnoty $m_{\text{vnt.}}$ v mapách 1 : 10 000 byly uvedeny hodnoty v rozpětí od 0,9 m do 1,2 m, pro chyby v určení výšek uzlových bodů $m_{\text{vnt.}}$ bylo uvedeno rozpětí od 0,2 m do 0,9 m.

Při použití maximálních hodnot je potom možno očekávat

$$m_{\text{vnt.}} \doteq 1,5 \text{ m.} \quad (13)$$

Celková chyba modelu, která do značné míry reprezentuje výsledky v množině zmíněných typů reliéfu, resp. typů výškové členitosti reliéfu bude potom

$$m_{\text{celk.}} \doteq \sqrt{m_{\text{vnt.}}^2 + m_{\text{vnt.}}^2} \quad [\text{v metrech}] \quad (14)$$

po dosazení dříve určených hodnot

$$m_{\text{celk.}} \doteq \sqrt{3,0^2 + 1,5^2} \doteq 3,4 \text{ m.} \quad (15)$$

V zájmu vyšší objektivizace závažné charakteristiky vnějších vlivů, kterou je přesnost výškopisu použitých mapových materiálů (především přesnost vrstevnic) – v případě DMR-2 map měřítka 1 : 10 000 –, bylo dále využito rozborů, výsledků výzkumných prací, disertačních a diplomových prací zpracovaných v uplynulých letech na katedře geodzie a kartografie VA (zvláště práce [4], [5]).

Z výsledků zmíněných výzkumných prací a rozborů vyjádřených koeficienty Koppeho rovnice vyplývá, že naprostá většina hodnocení se týkala reliéfů, jejichž sklonitost nepřekročila 12°. Jako charakteristika $m_{\text{vnt.}}$ ve vztahu pro $m_{\text{vnt.}}$ byla proto využita hodnota 2,0 m odpovídající zmíněnému sklonu 12°.

Potom dostaneme

$$m_{\text{vnt.}} \doteq 2,2 \text{ m.} \quad (16)$$

Celková chyba modelu potom bude

$$m_{\text{celk.}} \doteq \sqrt{3,0^2 + 2,2^2} \doteq 3,7 \text{ m.} \quad (17)$$

3. Závěr

Příspěvek dává uživatelům základní souhrnnou informaci o odhadu přesnosti dvou základních forem výškových modelů – grafického vrstevnicového vyjádření na mapách a digitálního

modelu –, které jsou v současné době k dispozici pro celé území ČR.

Za nejprůkaznější výsledek lze považovat především hodnocení výškové přesnosti grafického modelu vyjádřeného vrstevnicemi na topografických mapách měřítka 1 : 25 000 daného vztahem (6), avšak i zde s jistým omezením pouze na terén se sklony svahů do 12°. U ostatních map středních měřítek je nutné předpokládat menší spolehlivost uvedených odhadů.

U DMR-2 je značně reprezentativní výsledná chyba modelu podle vztahu (17). Je však ještě třeba doplnit významnou poznámku, že zmíněné rozborů, posouzení a hodnocení se týkají reliéfu map měřítka 1 : 10 000 vyjádřeného vrstevnicemi (při využití údajů výškových bodů, kót atd.) v odkrytém terénu. Značná část území státu je však pokryta souvislými lesními masivy. Protože značná část území státu byla mapována univerzální fotogrammetrickou metodou, která vykazuje v oblasti lesních masivů, ale do značné míry i v husté zástavbě měst a obcí nižší přesnost stanovení výškopisu, je třeba očekávat, že uvedené výsledky přesnosti výškopisu, a tedy i $m_{\text{vnt.}}$ budou o něco horší (v průměru, podle kvalifikovaného odhadu, asi o 1–2 m).

Další nárůst výsledné celkové chyby je možno očekávat v důsledku převzetí digitalizovaných materiálů v n. p. Geofyzika, které rovněž vykazují jistou chybovost jako důsledek nedokonalé počítačové interpolace. Konečný odhad celkové střední výškové chyby modelu je tedy možno očekávat v hodnotách 5–7 m (viz [13]).

Literatura:

- [1] MIKLOŠÍK, F., a VONDRA, D. *Hodnocení přesnosti výškových modelů území České republiky : Podkladová studie*. Brno : Vojenská akademie, 1998. 36 s.
- [2] MIKLOŠÍK, F. *Státní mapová díla České republiky*. Brno : Vojenská akademie, 1997. 110 s.
- [3] PAVLICA, V., ČERVINKA, B., a SRNKA, E. *Studium a stanovení mezí přesnosti topografických map 1 : 25 000*. *Vojenský topografický obzor*, 1958, č. 1, s. 75–99.
- [4] SRNKA, E., a SEVERA, J. *Přesnost nových topografických map 1 : 25 000*. *Sborník VAAZ Brno*, řada B, 1959, č. 2, s. 165–175.
- [5] VAHALA, V., a CUPAL, Z. *Otěť o točnosti kart masštabov 1 : 25 000, 1 : 50 000 i 1 : 100 000*. [Podkladový materiál delegace ČSSR pro jednání 5. konference GSSS.] Drážďany, 1960.
- [6] *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.
- [7] HANČ, M. *Stanovení přesnosti výškopisu obnověných topografických map měřítek 1 : 25 000 a 1 : 50 000 : Diplomová práce*. Brno : Vojenská akademie, 1991. 60 s. + příl.

- [8] JELÍNEK, J. *Stanovení přesnosti obnovených topografických map měřítek 1 : 25 000 : Diplomová práce*. Brno : Vojenská akademie, 1992.
- [9] NEUMANN, J. *Digitální model terénu pro území Československa : Výzkumná zpráva*. Praha : VÚGTK, 1976.
- [10] VONDRA, D. *Využití digitálního modelu terénu k tvorbě podkladů pro rozhodování ve štábech letectva a vojsk PVOS s důrazem na radiotechnické zabezpečení : Kandidátská disertace*. Brno : Vojenská akademie, 1976.
- [11] VONDRA, D., a POKORNÝ, J. *Digitální model terénu pro potřeby ČSLA – technickoekonomické studie : Výzkumná zpráva*. Praha : Výzkumné středisko 090, 1978.
- [12] VONDRA, D., a POKORNÝ, J. *Digitální model terénu pro potřeby ČSLA – ideový projekt : Výzkumná zpráva*. Praha : Výzkumné středisko 090, 1979.
- [13] VONDRA, D., a TALHOFER, V. *Výzkum a výstavba digitálního modelu území pro automatizované systémy velení a řízení – závěrečná zpráva*. Brno : Vojenská akademie, 1985.

Využití digitálních geoinformačních systémů v řízení palby dělostřelectva

Milan Golian, Václav Talhofer, Alois Hofmann, Martin Hubáček,
Vojenská akademie v Brně

1. Úvod

Limitní počty základních druhů dělostřelecké výzbroje, systémová reorganizace struktury dělostřelectva AČR, nová formulace místa a úloh dělostřeleckých jednotek a útvarů a v únosné míře nutnost aplikace standardních postupů používaných v NATO vyžadují přehodnotit i základní východiska využití geografických informačních systémů.

V dělostřelectvu AČR proběhly předpokládané, závažné a systémové změny. Dělostřelecké útvary jsou dnes vybaveny výkonnou výpočetní technikou a u vybraných jednotek jsou postupně začleňovány prvky integrovaného automatizovaného systému řízení palby ASPRO. Průzkumné jednotky jsou vyzbrojeny novými integrovanými průzkumnými prostředky nebo průzkumnými a pozorovacími komplety SNĚŽKA, popř. LOS, které disponují výkonným technickým a rozmanitým programovým vybavením.

Tyto skutečnosti vyžadují kvantitativní i kvalitativní přehodnocení všech postupů a procedur souvisejících s řízením palby a palebné podpory. Z toho plynou pro teorii střelby pozemního dělostřelectva úkoly a požadavky, které nemůžeme považovat v současné době za nadstandardní. Je potřebné jednoznačně vytvořit, specifikovat a osvojit si dynamicky se vyvíjející pojmový aparát a terminologii digitálních geografických informačních systémů (DGIS).

2. Všeobecná charakteristika řízení palby

Hlavním obsahem bojové činnosti pozemního dělostřelectva je provedení úderů s úkolem zničit, umlčet nebo rušit cíle protivníka palbou vedenou kanonovými houfnicemi, raketomety a minomety ze zakrytých palebných postavení při použití konvenčních a speciálních střel.

Naplnění hlavního obsahu bojové činnosti spočívá v zásadě v provedení vysoce *přesné, překvapivé* a tím i *efektivní palby*. Palbu dělostřelectva chápeme jako součást komplexního prostorově a časově sladěného ničení (vyřazování) protivníka, skládajícího se z celé řady úkonů, zejména však z následujících:

- zjištění vhodného cíle,
- analýza cíle a zpracování požadavku na palbu,
- rozhodnutí o palbě a určení správné metody provedení palby,

- přeměna požadavků na palbu – na údaje pro palbu děla,
- doručení prvků střelby obsluhám děl,
- vyhovění požadavkům a potřebám vševojskového velitele.

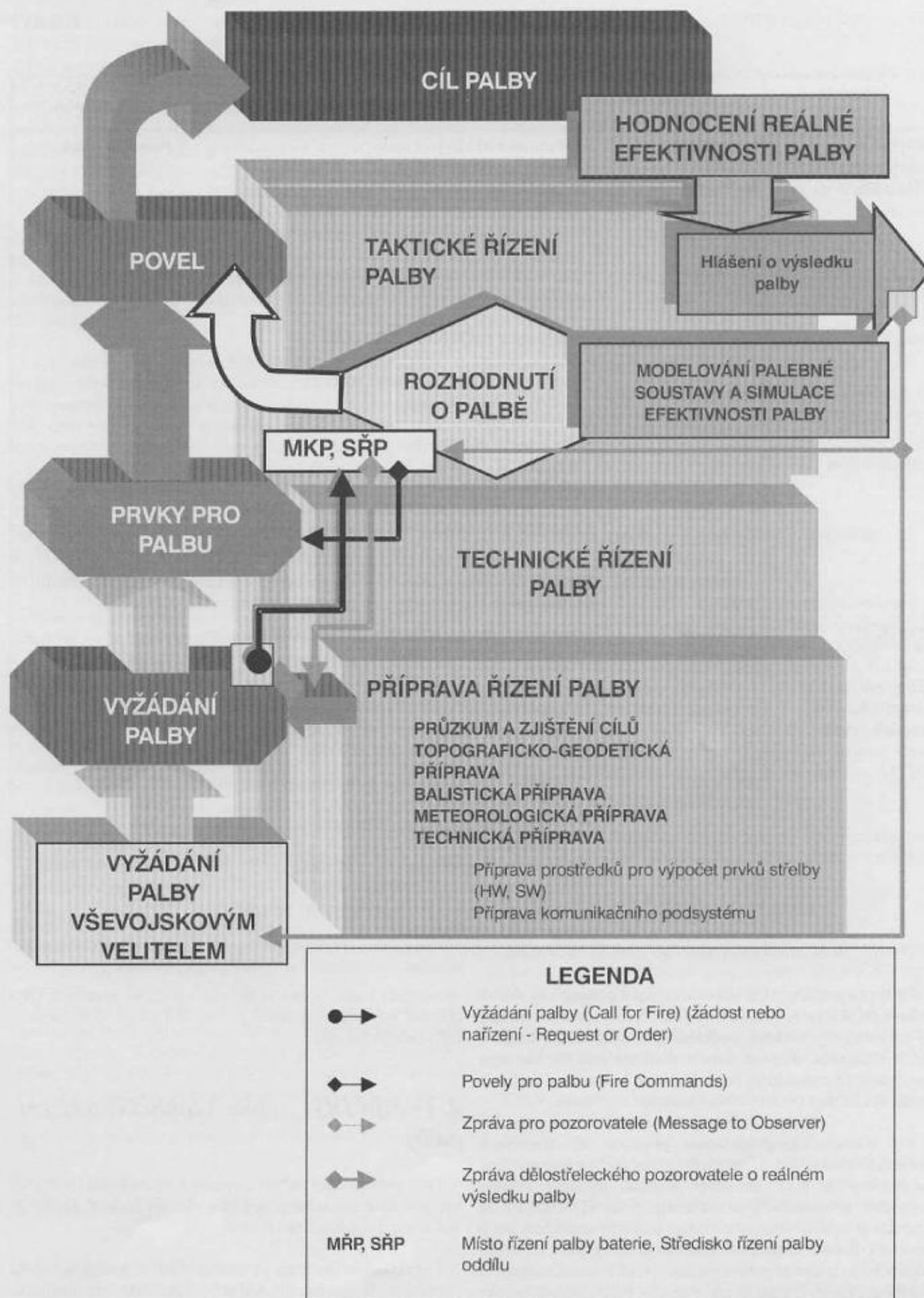
Řízení palby oddílu pozemního dělostřelectva je činnost cílevědomá a charakterizujeme ji jako *kontinuitu technického a taktického řízení palby*.

Obrázek 1 graficky znázorňuje základní souvislosti řízení palby dělostřeleckého oddílu. Na schématu je ukázáno, že obsahem technického řízení palby je zejména provedení jednotlivých druhů příprav, jejichž cílem je zjištění změn podmínek střelby. Je možné zde široce aplikovat DGI, zejména při plnění úkolů *průzkumu a zjištění cílů* a v *topograficko-geodetické přípravě*. Naplnění aspektů taktického řízení palby poskytuje širokou škálu konkrétní realizace produktů DGI zejména v oblasti zpracování grafického situačního podkladu, podpory rozhodnutí o palbě, modelování palebné soustavy a simulaci efektivnosti palby a zpracování standardních formalizovaných hlášení podle STANAG 2934, zejména interaktivních formulářů rozmístění jednotek, o stavu munice a dalších.

Za novou a jen částečně rozpracovanou oblast můžeme považovat problém vizualizace, zejména pak digitalizované obrazové vizualizace bojiště. Důvodem je složitost a multidisciplinárnost problematiky. Řešení problému totiž spojuje technologii tvorby a využití klasických analogových nebo digitalizovaných obrazů s problémy ryzí informatiky, počítačové grafiky a procesů digitálního zpracování dat včetně digitálního zpracování obrazu nebo jeho přenosu komunikačními prostředky.

3. Využití DGI v oblasti technického řízení palby

Moderní pozemní dělostřelectvo v posledních několika letech přechází v oblasti realizace požadavků topograficko-geodetické (TG) přípravy na široké využití DGI. Digitální geografické informace je možné využít v několika oblastech TG přípravy. Jednak slouží jako zdroj o objektech na terénu v prostoru bojové činnosti, jednak se používají jako datový zdroj pro řešení technických úloh topograficko-geodetické přípravy k splnění aspektů technického řízení palby pozemního dělostřelectva.



Obr. 1. Blokové schéma řízení palby dělostřeleckého oddílu

Obsah využití produktů DGI v řízení palby dělostřeleckého oddílu

Produkt DGI	Způsob využití	Výstup produktu	Poznámka
Digitální ekvivalenty TM a LS	Interaktivní lokalizační podklad	<p>Souřadnice bodů bojové sestavy:</p> <ul style="list-style-type: none"> souřadnice řídicích děl pal. čet a směrnik orientačního směru: $x_{RD}, y_{RD}, h_{RD}, \alpha_{OS}$ souřadnice každého děla palebné baterie: $x_D, y_D, h_D, \alpha_{OS}$ souřadnice pozorovatelů a směrnik orientačního směru: $x_{POB}, y_{POB}, h_{POB}, \alpha_{OS}$ <p>souřadnice PzPK SNĚŽKA (LOS): $x_{PzPK}, y_{PzPK}, h_{PzPK}, \alpha_{OS}$</p> <ul style="list-style-type: none"> virtuální souřadnice palebné baterie: $x_{bVirt}, y_{bVirt}, h_{bVirt}, \alpha_{OSVirt}$ <p>Souřadnice cílů:</p> <ul style="list-style-type: none"> cíle zvláštní důležitosti: $x_C, y_C, h_C, H_C, \dot{S}_C$ a $\alpha_{PC}, (r_C)$ cíle palebné podpory: $x_C, y_C, h_C, H_C, \dot{S}_C$ a $\alpha_{PC}, (r_C)$ <p>CELKEM pracovních bodů – Points of Work</p>	<p>Points of Work 6–18 bodů</p> <p>nebo 24–72 bodů</p> <p>až 12 bodů</p> <p>1–4 body</p> <p>3–9 bodů</p> <p>28–97 (podle konkrétní situace)</p>
	Ilustrační (situační) podklad	Záznam vševojskové taktické situace a taktické situace druhů vojsk podle potřeby a taktické situace protivníka	Vytvoření situační obrazovky
DIGKAT	Analytický interaktivní podklad	Separace vlastních katalogů souřadnic bodů prostoru bojové činnosti dělostřeleckého oddílu	
Digitální modely území, digitální modely reliéfu	Analytický interaktivní podklad	<ul style="list-style-type: none"> Analýza cílů protivníka Hodnoty pro určení topografických prvků střelby Hodnoty pro modelování palebné soustavy a určení efektivnosti palby simulační metodou 	SW pro PALBA OPTIMAL
	Analytický interaktivní podklad	<ul style="list-style-type: none"> Vyhodnocení viditelnosti z pozorovatelů a stanovišť PzPK SNĚŽKA a LOS Vyhodnocení minimální dálky palby a analýza vzdáleností Hodnocení bezpečnostních vzdáleností Hodnocení manévru pohybem a palbou Vizualizace obrazu terénu pomocí 2D projekce, dynamická 3D vizualizace 	<p>SW ESRI:</p> <ul style="list-style-type: none"> ArcView 3D Analyst <p>SW ERDAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Image Analyses Image Virtual GIS

DGI pro potřeby AČR zabezpečuje její geografická služba (GeoS AČR), která kromě topografických a speciálních map a vojenskogeografických podkladů poskytuje dělostřelectvu AČR i digitální mapová data a digitální podobu katalogu geodetických a situačních bodů. Tabulka 1 naznačuje možnost jejich využití pro potřeby dělostřelectva.

Pro topograficko-geodetickou přípravu dělostřeleckých jednotek vybavených odpovídající výpočetní technikou bude možné využít jako zdrojový podklad digitální katalog souřadnic geodetických a situačních bodů (DIGKAT), ze kterého je možné separovat vlastní katalogy souřadnic bodů prostoru bojové činnosti dělostřeleckého oddílu. Ze separovaného katalogu je potom možné vytvořit vlastní analogové podklady, které mohou být k dispozici všem dělostřeleckým bateriím i prostředkům průzkumu. Velmi kvalitní TG připojení (pravoúhlé rovinné souřadnice a nadmořskou výšku

stanoviště) bude možné realizovat i pomocí přijímačů GPS (Global Positioning System) pracujících v autonomním nebo diferencním režimu.

4. Využití DGI v oblasti taktického řízení palby

Tato oblast řízení palby ve vztahu k produktům DGI je ve své podstatě na samém počátku realizace. Je potřebné si uvědomit dvě následující roviny:

1. Praktickou aplikaci je možné vidět zejména u oddílů vyzbrojených systémem ASPRO, kde základní ilustrační (situační) podklad tvoří DETM 50 zájmového prostoru. Na DETM se zpracovává situační schéma bojové sestavy oddílu.

Základní prvek systému ASPRO je zodolněný počítač TC 2000, který je vybaven potřebným HW a SW pro příjem signálu GPS a zpracování jeho výsledků, čímž je zabezpečeno splnění značné části úkolů TG přípravy. Počítač plně pokrývá i potřeby výpočtu prvků střelby. Základní prvek systému ASPRO – počítač TC 2000 – je vybaven rozhraním pro připojení až tří rádiových stanic RF 13 a je schopen přenášet digitalizované údaje přímo z integrovaných průzkumných prostředků do střediska řízení palby dělostřeleckého oddílu. Počítač disponuje potřebnými nástroji pro záznam a přenos dat jak lokalizačního, tak ilustračního podkladu přesně podle specifikace nastavení komunikačního protokolu. Rezerva ve využití DGI je zejména v praktické aplikaci zpracování analytického podkladu podporujícího rozhodnutí velitele dělostřeleckého oddílu.

2. U oddílu bez integrovaného systému řízení palby bude značná část kvalitativní stránky taktického řízení palby jednoznačně založena na stupni digitalizace tohoto procesu. Nejedná se v tomto případě jen o možnost využití komplexního vizualizovaného lokalizačního a grafického ilustračního (situačního) podkladu z produktů DGI. Pro tvorbu rozhodnutí velitele oddílu ve středisku řízení palby se bude využívat i řada softwarových produktů umožňujících modelování reálné palebné soustavy oddílu a hodnocení efektivnosti palby simulační metodou ještě před jejím uskutečněním.

Řešení současného stavu využití DGI u dělostřeleckých oddílů je možné spatřovat zejména v pokračování specifikace vstupních a výstupních hodnot pro zpracování lokalizačního a analytického podkladu k řešení technických i taktických aspektů řízení palby a ve zpracování a využití vizualizovaného digitalizovaného obrazu pro podporu rozhodovacího procesu k provedení palby. K tomu byl zpracován návrh experimentálního pracoviště, kde hlavním cílem bylo ověřit možnosti algoritmizace některých procesů v topograficko-geodetické přípravě s využitím digitálních podkladových dat a dále ověřit cesty řešení tohoto problému v prostředí výpočetní techniky.

Experimentální pracoviště nebylo vybudováno tak, aby pokrylo celou problematiku topograficko-geodetické přípravy palby, ale aby ukázalo možnosti, cestu a zejména metodiku řešení uvedených problémů při použití digitálních geoinformací produkovaných geografickou službou AČR a určených i pro implementaci do obdobných systémů velení a řízení.

Experimentální pracoviště bylo budováno tak, aby maximálně využívalo dostupné komerční technické a programové vybavení. K ověření funkcí bylo použito programového vybavení firmy ESRI – ArcView 3.2 s rozšířeními 3D Analyst a Dialog Designer. Pomocí programovacího jazyka Avenue bylo upraveno prostředí pro práci a pomocí editoru dialogů byly vytvořeny nástroje pro řešení jednotlivých bloků úloh.

5. Základní funkce systému

5.1. Výchozí podmínky řešení

Celé řešení experimentálního pracoviště bylo rozděleno do následujících bloků:

- úprava prostředí pro editaci prvků bojové sestavy a pro výpočty některých parametrů,
- tvorba uživatelských dialogových oken určených k dialogu uživatele se systémem,
- programování systému.

Systém byl navržen tak, aby se koncový uživatel nemusel soustředit na problém ovládní programu ArcView, ale aby se soustředil na řešení své odborné problematiky. Převážná většina informací a pokynů je v systému v češtině.

Jako výchozí digitální geoinformace byly použity standardní produkty GeoS AČR. Jsou to:

- digitální model území 200 (DMÚ 200) vizualizovaný pomocí předem nastavených znakových sad,
- digitální model reliéfu 2 (DMR 2) přepočítaný na rastrovou vrstvu modelovanou spline funkcí s velikostí pixelu 100×100 m,
- digitální ekvivalenty topografických map měřítek 1 : 50 000 až 1 : 1 000 000.

5.2. Prostedí aplikace topograficko-geodetické přípravy palby dělostřelectva

Pracovní prostředí bylo pomocí nástrojů uživatelských nastavení jednak počesťeno, jednak zejména upraveno tak, aby v maximální míře vyloučilo ty ovládací prvky a nástroje, které nejsou pro práci se systémem nezbytně nutné. Na obr. 2 je ukázka základního nastavení.

V základním pracovním okně jsou automaticky připojeny topografické podklady, a to buď digitální ekvivalenty topografických map, nebo alternativně symbolizované vrstvy DMÚ 200. Je připojena i rastrová vrstva z DMR 2.

Uživatel má možnost použít jednak menu základních operací, jednak nástroje připravené formou tlačítek a dialogů.

5.3. Editace prvků bojové sestavy a cílů

Základním blokem systému je editační blok, v němž je možné umísťovat jednotlivé prvky bojové sestavy dělostřelectva a cíle pomocí topografického podkladu a doplňovat jim jejich potřebné vlastnosti. Tyto vlastnosti jsou vybírány z vestavěných databázových tabulek a jsou automaticky ukládány do vytvářených databázových tabulek jednotlivých objektů.

Editor baterie (obrázek 3) slouží k vytvoření polygonů představujících rozložení jednotlivých baterií.

Editor cíle, zobrazený na obrázku 4, slouží k vytvoření vrstvy cíle a zadání základních vlastností o jednotlivých cílech. Do položek hloubka, šířka, poloměr a délka od pozorovatelny se z klávesnice zadají údaje nahlášené pozorovatelem. Ostatní údaje se zadají pomocí rolet a posuvníků.

Editor děla, jehož zobrazení je na obrázku 5, je určen pro umístění děla a nastavení jeho parametrů. Dělo se umístí do příslušné polohy na mapovém podkladě a pomocí dialogového



Obr. 2. Základní nastavení obrazovky



Obr. 3. Editor polohy baterie

okna se nastaví všechny potřebné parametry. K tomu slouží opět rozvíjecí rolety pro nastavení příslušnosti děla k baterii, jeho funkce a aktivita, dále posuvníky pro nastavování typu munice a zapalovačů, které má příslušné dělo k dispozici.

Editor pozorovatelny (obrázek 6) má obdobnou funkci jako editor děla. Práce s ním je obdobná jako u jiných editorů. Pozorovatelna se umístí do prostoru a pomocí dialogového okna v editoru se jí nastaví potřebné atributy.

5.4. Topograficko-geodetické úlohy

Další blok úloh tvoří pomocné úlohy pro zjednodušení výpočtu potřebných parametrů v topograficko-geodetické přípravě palby. Tento blok je řízen opět dialogovým oknem, které je znázorněno na obrázku 7.

Na tomto okně je umístěno několik tlačítek, pomocí nichž se vyvolávají některé základní topograficko-geodetické úlohy, jako je určení souřadnic, měření vzdáleností a viditelnosti.

Dále se z tohoto okna dají spustit transformace vybrané datové vrstvy z 2D na 3D.

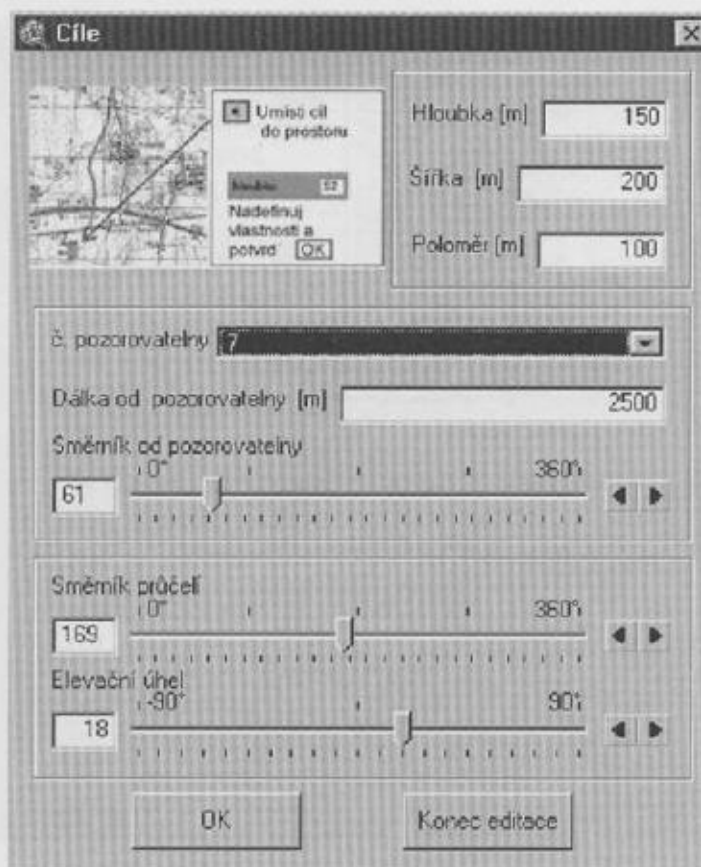
6. Technické, ekonomické a personální podmínky implementace systému

6.1. Technická opatření

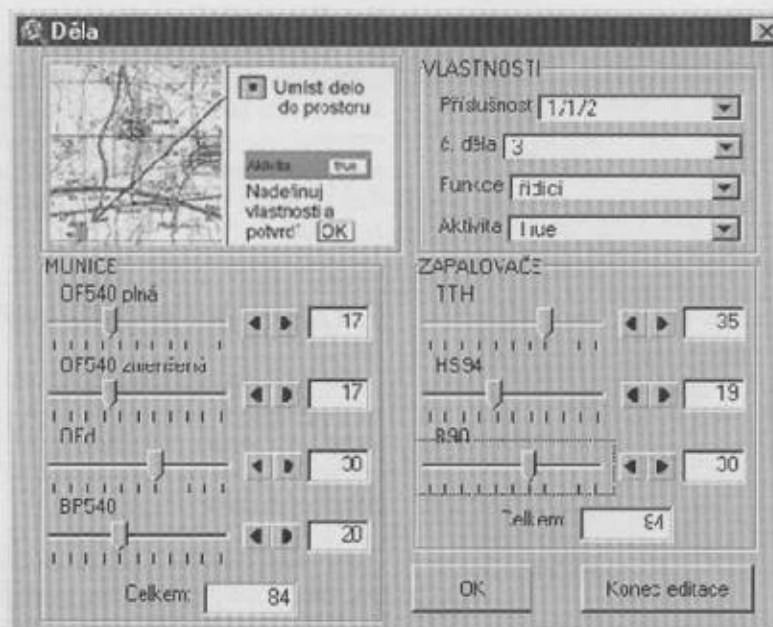
Systém je navržen na bázi programů firmy ESRI – ArcView 3.x s rozšířeními ArcView 3D Analyst a Dialog Designer. Tyto programy je nutné mít k dispozici.

Systém nevyžaduje speciální technické vybavení, současná minimální doporučená konfigurace je:

PC PII 266, 64 MB SDRAM, 3 GB HDD, doporučený monitor minimálně 17". Výhodou by bylo mít k dispozici i zálohovací zařízení typu Iomega ZIP nebo JAZZ. Pro grafické výstupy je možno využít laserové nebo inkoustové tiskárny, výhodné je i použití barevného plotru A2 nebo A3.



Obr. 4. Editor cíle



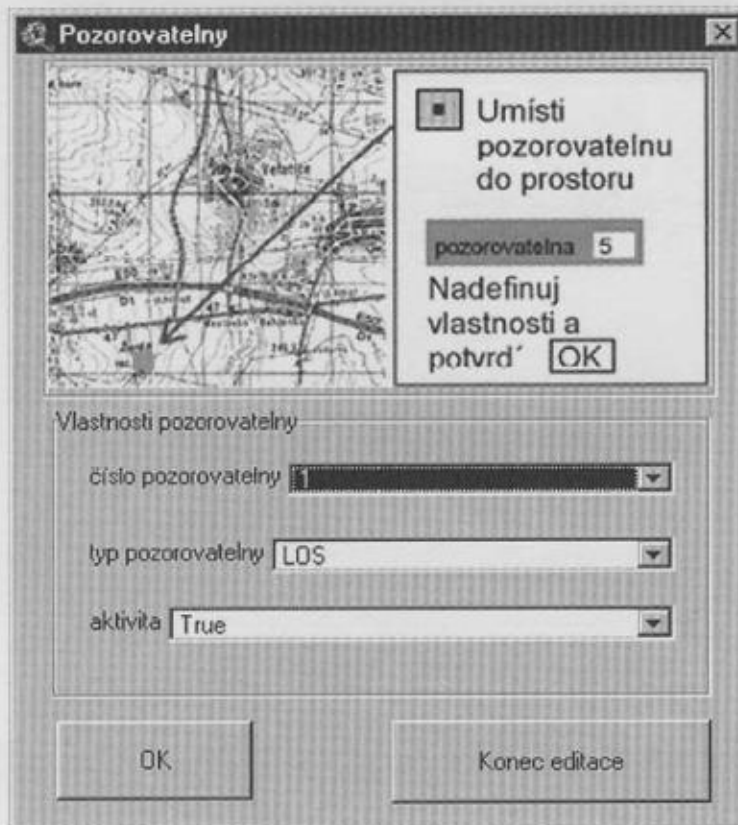
Obr. 5. Editor děla

Předpokládá se použití operačního systému Windows 95, 98, NT 4,0 nebo Windows 2000.

6.2. Ekonomická opatření

Pro implementaci systému je nutno počítat k únoru 2000 přibližně s těmito cenami (v Kč,- s DPH):

- | | |
|----------------------------------|----------------|
| - 1 instalace ArcView pro PC | cca 130 000,-, |
| - 1 instalace ArcView 3D Analyst | cca 100 000,-, |
| - PC PII | cca 100 000,-, |
| - laser jet A4 | cca 15 000,-, |
| - Iomega JAZZ | cca 7 000,-, |



Obr. 6. Editor pozorovatelny



Obr. 7. Topograficko-geodetické úlohy

- Iomega ZIP cca 5 000,-
- plotr A2 cca 50 000,-

Celkové náklady na pořízení systému jsou 407 000,- Kč, a to v případě, že by se celý systém budoval od počátku. Při implementaci na stávající zařízení by se cena přiměřeně snížila. Pokud by byl systém implementován ve vzdělávacích zařízeních, klesla by cena programových produktů zhruba na 15 000,- Kč za jeden.

6.3. Personální opatření

Obsluha experimentálního pracoviště nevyžaduje žádné dlouhodobé školení. Pokud je předpoklad, že operátor bude schopen pracovat s programy v operačním systému Windows, předpokládáme, že by mu stačilo základní školení v rozsahu 6 až 12 hodin k seznámení se s prostředím a jeho operačním zvládnutím.

7. Omezující podmínky řešení

Experimentální pracoviště neřeší do detailů celou problematiku topograficko-geodetické přípravy palby dělostřelectva, ale pouze její část, která se týká využívání topografických podkladů pro zákres situace a řešení některých pomocných úloh.

Při návrhu autoři vycházeli z teorie této přípravy, tak jak je popsána ve skriptech [2]. Pro to, aby bylo možno systém použít v reálné situaci, by bylo nutné jej odzkoušet jak v modelových, tak i polních podmínkách.

Systém není určen pro práci v podmínkách počítačových sítí.

8. Závěr

Experimentální pracoviště ukázalo jednu z možností využití standardních dat a komerčního programového vybavení pro řešení vojenskoodborných úloh. Zkušenosti řešitelů ukázaly,

že program ArcView i s rozšířeními je pro dané úlohy použitelný bez velkých obtíží. Autoři se domnívají, že by se dal využít i pro další vojenskoodborné úlohy.

Literatura:

- [1] GOLIAN, M. *Střelba a řízení palby dělostřeleckého oddílu přímé palebné podpory – 152 mm ShKH vz. 70 : Skripta PČT 284*. Brno : Vojenská akademie, 1999.
- [2] GOLIAN, M. Digitalizace systému řízení palby dělostřeleckého oddílu. *Sborník referátů : 1. vojensko-technická konference dělostřelectva AČR*. Slavičín : VTÚVM, 1996.
- [3] TALHOFER, V., a HOFMANN, A. *Rozbor možností využití mapových digitálních produktů pro potřeby dělostřelectva : Dílčí studie pro projekt obranného výzkumu „Obraz“*. Brno : Vojenská akademie, 1999, 25 s., 12 příl.
- [4] TALHOFER, V., HOFMANN, A., a HUBÁČEK, M. *Experimentální pracoviště topograficko-geodetické přípravy palby dělostřelectva : Dílčí studie pro projekt obranného výzkumu „Obraz“*. Brno : Vojenská akademie, 2000, 21 s.
- [5] Firemní dokumentace ESRI k produktům řady ArcView – GIS by ESRI. www.esri.com.
- [6] STANAG 2934. *Artillery Procedures : A ARTYP-I*. Change 5. NATO, Military Agency for Standardization, 1998.
- [7] TUČEK, J. *Geografické informační systémy*. Praha : Computer Press, 1998.

Geografické informačné systémy a dáta

Jaroslav Piroh, Topografický ústav ASR Banská Bystrica

1. Úvod

Rozvoj geoinformatiky v dnešnom technicky vyspelom svete a budovanie GIS-ov sú spojené nádoby. Nové potreby spoločnosti v oblasti informácií o území na jednej strane a technické i technologické možnosti súčasnej výpočtovej techniky na strane druhej vytvárajú ideálne podmienky pre vývoj a zdokonaľovanie GIS-ov.

Toto je všeobecné konštatovanie, ktoré stručne charakterizuje súčasný stav v oblasti geoinformatiky. Keď však skúmame tento problém hlbšie, zistíme, že ani v týchto (z hľadiska technických možností) ideálnych podmienkach vybudovanie fungujúceho a spoľahlivého GIS-u nie je až také jednoduché. Nákup výpočtovej techniky a programového vybavenia nevyžaduje zvláštne úsilie – je len otázkou peňazí. Ak máme finančné prostriedky, môžeme tieto nástroje kúpiť okamžite... Ale GIS – to nie je len hromada hardwaru a softwaru!

Najcennejšou, najvzácnejšou, ale i najdrahšou časťou každého informačného systému sú dáta. Tie sa nedajú kúpiť – musia sa nazbierať, analyzovať, spracovať a uložiť. Musia mať svoj poriadok, logické usporiadanie a vzájomné väzby. Tento axióm platí pre každý informačný systém, ale pre GIS dvojnásobne.

Ak úlohou GIS-u je „uspokojovanie užívateľa“, potom jeho základné stavebné prvky (dáta) musia splňovať určité vlastnosti. Musia byť polohovo presné, aktuálne, musí byť známy ich pôvod, hodnovernosť a spoľahlivosť. Musia byť dôkladne popísané a musia mať vybudované vzťahy s inými objektmi. Musia byť schopné informovať užívateľa, ale aj umožňovať efektívnu manipuláciu pri generovaní produktov alebo pri tvorbe zložitých analýz. Zhromaždiť informácie o území s takýmito vlastnosťami vyžaduje nielen dobre premyslenú a cieľavedomú koncepciu, ale i roky úsilia, systematickú vytrvalú a cieľavedomú ľudskú prácu, ktorá sa nedá suplovať žiadnym hardwarom a softwarom. Preto treba považovať dáta za najcennejšiu časť každého GIS-u.

Ak chceme, aby GIS a dáta, ktoré sú v ňom obsiahnuté, boli oporou svojim užívateľom pri ich rozhodovaní aj v čase, musíme ich pravidelne aktualizovať. Vývoj v geografickom priestore okolo nás je nepretržitý a rôznorodý. V dôsledku činnosti ľudského a spoločenského faktora stále dochádza k zmenám krajiny a prostredia, v ktorom žijeme. Vznikajú nové objekty a existujúcim objektom sa menia v čase niektoré vlastnosti. Medzi existujúcimi objektmi navzájom sa menia v čase ich vzájomné vzťahy. Udržať tieto informácie stále v aktuálnom stave je veľmi zložitá. Ak to chceme docieľiť,

musíme nepretržite monitorovať geografický a topografický vývoj záujmového priestoru a všetky zmeny musíme pohotovo zaregistrovať a zapracovať do geografických databáz. Toto úsilie vyžaduje takú istú časovú, finančnú a pracovnú náročnosť, aká musela byť vynaložená na „prvotné naplnenie“ databázy geografických informácií. Proces údržby geografickej databázy je nekonečný proces – veľmi drahý a zdĺhavý. Všetky procedúry a články procesu aktualizácie informácií o území GIS (konceptné, riadiace a i výkonné) musia pracovať úplne spoľahlivo a zodpovedne.

Z hľadiska fungovania GIS-u je veľmi dôležitá štruktúra informácií o území. Už pri navrhovaní GIS-u a pri jeho projektovaní by sa mali rešpektovať dve dôležité zásady. Nazvime ich odborná a strategická.

Z odborného hľadiska musia mať informácie o území, ktoré sú uložené v geografickej databáze, také vlastnosti, ktoré užívatelia požadujú. Napríklad ak jeden užívateľ potrebuje poznať vlastnosti „šírka“ na komunikácii, iný užívateľ potrebuje poznať vlastnosti „stúpanie“, tak obidva tieto atribúty musia byť v databáze uvedené ako vlastnosti konkrétneho úseku konkrétnej komunikácie. Je dôležité, aby usporiadanie nielen objektov, ale aj ich vlastností malo svoj poriadok a logické kódovanie. Napríklad budova alebo vysielateľ majú svoju výšku, ale tú má aj vrchol prirodzenej dominanty nad mestom. Z hľadiska nízko lietajúcich objektov sú to výškové prekážky a z pohľadu leteckej prevádzky je práve tento atribút rozhodujúci.

Strategické hľadisko: ak chceme docieľiť efektívnu spoluprácu na medzirezortnej úrovni a ak chceme spolupracovať so zahraničím, kódovanie našich geografických prvkov, ich štruktúra, triedenie a vlastnosti by mali byť navzájom zosynchronizované. Neznamená to, že sme povinní preberať bez pripomienok všetky zahraničné normy a číselníky, ale ak chceme predpokladať, že budeme s našimi dátami pracovať aj na medzinárodnej úrovni alebo zahraničné dáta prijímať, mali by sme na to pamätať. Tvorba úplne nového katalógu objektov bez poznania týchto súvislostí je riskantná a vedie k medzinárodnej izolácii v oblasti využitia GIS-ov.

2. Zdroje informácií pre GIS a metódy zberu informácií pre GIS

Ak dáta, ich kvalita a aktuálnosť limitujú spoľahlivosť výsledkov, ktoré vychádzajú z GIS-u, tak mimoriadne dôležitou otázkou je otázka informačných zdrojov. Pred započatím prvotného naplňovania geografickej databázy musíme preto poznať odpovede na také otázky, ako sú:

– Ktoré informačné zdroje použijeme ako zdroj pre budúci GIS?

– Aká je ich aktuálnosť, hodnovernosť a presnosť?

– Aké metódy použijeme na extrahovanie informácií z týchto podkladov?

Všetky potenciálne informačné zdroje, ktoré sa môžu použiť pre naplnenie databázy GIS, sú v princípe známe. Sú to mapy všetkého druhu, tlačové podklady, letecké a satelitné snímky, plány, tabuľky, grafy, verbálne informácie, prípadne iné. Na forme nezáleží, môžu byť na klasických médiách i v digitálnom tvare.

Každý z týchto zdrojov má svoje klady a nedostatky. Pri výbere optimálneho informačného zdroja by nás mali zaujímať také vlastnosti, ako je presnosť (geografická polohová presnosť obsahových prvkov), spoľahlivosť (kto, akými metódami a za akým účelom ho vyhotovil), aktuálnosť a metódy, ktoré môžeme použiť pri jeho využití.

Cieľom tohoto článku nie je vykonať podrobnú analýzu všetkých informačných zdrojov, ktoré by mohli byť potenciálnymi zdrojmi informácií pre naplňovanie geografickej databázy pre GIS. Uvediem aspoň niektoré dôležité skutočnosti:

a) mapy:

– presnosť mapy záleží od toho, kto, za akým účelom a akými metódami ju spracoval,

– dôležitým faktorom je, že polohová presnosť mapy klesá s mierkou,

– použitie znakového kľúča aj u tých najpresnejších a najkvalitnejších topografických máp je doprevádzané kartografickou generalizáciou a odsúvaním značiek, teda musíme počítať s určitou mierou degenerácie obsahu,

– mapa je už v okamihu vydania minimálne 2 roky stará, pretože od okamihu exponovania leteckých plánov, ktoré sú podkladom pre jej aktualizáciu, uplynie minimálne táto doba spotrebovaná procesom tvorby mapy,

– v dôsledku fyzikálnych vplyvov dochádza k „zrážke“ papiera a k deformácii obrazu (z tohoto dôvodu je výhodnejšie používať tlačové podklady, ktoré sú na rozmerovo stálych a podstatne odolnejších polyetyltereftalátových podložkách),

– technológia spracovania topografických máp bola v minulosti založená na využití analógovej fotogrametrie, ktorá umožňovala kresliť znaky len pri lokálnej orientácii stereoskopického modelu, čo nesie so sebou určitú mieru nepresnosti,

– metódy naplňovania geografickej databázy pre GIS v prípade využitia tlačových podkladov sú pomerne jednoduché, hardwarovo, softwarovo i časovo relatívne nenáročné;

b) letecké meračské snímky (LMS):

– príprava na ich zaobstaranie je pomerne zložitá a vyžaduje pomerne nákladné zabezpečenie (lietadlá, fotografická komora) a prípravu terénu (vlícovacie práce),

– vyžadujú nákladné zariadenia (prostriedky analytickej alebo digitálnej fotogrametrie),

– s použitím vhodnej techniky umožňujú trojrozmernú interpretáciu,

– spravidla sú veľmi aktuálne a majú vysokú informačnú hodnotu;

c) satelitné snímky:

– nedajú sa zaobstať našimi vlastnými nástrojmi (Slovensko nemá vlastný satelit) – môžeme ich len kúpiť, sú veľmi drahé,

– technológia ich interpretácie vyžaduje podobne ako u leteckých snímkov veľmi nákladné technológie,

– ich aktuálnosť je mimoriadne vysoká, pretože snímokovanie zemského povrchu družicami DPZ sa vykonáva kontinuálne;

d) schémy, tabuľky, grafy a verbálne informácie:

– nemajú grafickú informáciu a nemožno ich do GIS-u zaviesť ako plnohodnotné „geografické informácie“. Ich použitie má však veľký význam v spojení s grafickými informáciami. Schémy, tabuľky a grafy môžu obsahovať atribúty a hodnoty niektorých geografických objektov, ktoré sa nedajú získať z iného zdroja, často ani miestnym šetrením v teréne (napríklad nosnosť komunikácie),

– verbálne informácie chápeme ako doplnkové, ktoré môžu obsahovať niektoré vlastnosti, v niektorých prípadoch však môžu byť veľmi cenným informačným zdrojom,

– môžu byť veľmi aktuálne, hlavne ak sú poskytnuté správcami jednotlivých prvkov (napr. SSC, SEZ, ZŠ apod.).

Pre účely voľby optimálneho informačného zdroja pre naplňovanie geografickej databázy pre GIS by bolo potrebné vykonať podrobnú analýzu uvedených informačných zdrojov, a to ako z pohľadu geografickej presnosti, aktuálnosti, tak aj z ekonomického aspektu. Ak však rozhodujúcim kritériom pre výber optimálneho zdroja je aktuálnosť, tak z tejto analýzy by ako najlepšie hodnotené vyšli letecké a satelitné snímky, hoci táto cesta bude najdrahšia.

Zdroje informácií o území a metódy ich zhromaždenia sú na sebe priamo závislé. Zhodnotenie každého informačného zdroja si vyžaduje iný prístup, iné metódy a iné technické vybavenie.

V prípade využitia tlačových podkladov alebo máp nasadíme do procesu snímače, nástroje na následnú rektifikáciu rastrov (rastre určite nebudú v správnom rozmere) a vektorizačné programy. Tých je celý rad od manuálnych až po automatické. Prítomnosť človeka však nemôžeme vylúčiť – jeho rozhodovanie v procese samotnej vektorizácie sa nedá ešte nahradiť umelou inteligenciou.

Výsledkom tejto činnosti však budú geografické informácie s týmito vlastnosťami:

– presnosť: zodpovedajúca možnostiam kartografického spracovania zdrojového materiálu, vrátane kartografickej

generalizácie, ľudského faktora a klasického fotogrametrického vykresľovania;

- aktuálnosť: prevažnej väčšiny informácií sa vzťahuje k okamihu získania tohoto zdrojového materiálu, teda k okamihu „kľapnutia“ uzávierky objektívu fotografickej komory pri leteckom snímkaní, ktoré bolo vykonané za účelom obnovy. Vzhľadom na použitie technológie ani jedna informácia (za predpokladu ideálnych podmienok a rýchleho spracovania) nebude mladšia ako 2 roky.

Je však pravda, že náklady na túto metódu nebudú dramaticky veľké.

Použitie leteckých meračských snímok ako zdrojového materiálu vyžaduje zložitejšiu prípravu i vybavenie. Pred leteckým snímkaním sa musí spracovať projekt leteckého snímkania, v teréne sa musia umiestniť vľocovacie body a vykonať snímkanie.

Na analýzu snímok sa nasadí analytická alebo digitálna fotogrametria. Výsledkom tohto procesu sú veľmi aktuálne informácie o území, ktoré sú navyše polohovo veľmi presné. Tvorba databázy je v etape prvotného naplňovania pomalšia a podstatne nákladnejšia. V budúcnosti v dobe aktualizácie týchto informácií sa však bude jednať len o odstránenie neplatného stavu a doplnenie novo vzniknutých prvkov, prípadne o aktualizácii ich vlastností.

V prípade, že pre účely prvotného naplňovania geografickej databázy budú použité tlačové podklady a mapy, v následnom procese aktualizácie (a tá by sa už určite nerealizovala z tlačových podkladov) by sa muselo aj tak pristupovať k použitiu leteckých snímok.

Je preto efektívnejšie tvoriť cestu využívania LMS hneď.

3. Aktuálny stav v Armáde SR

Pred topografmi a geografmi v Armáde SR stojí v súčasnosti celý rad úloh, ktoré sledujú približovanie sa k NATO, ale aj vytváranie nových generácií nástrojov, ktoré pomôžu pri vedení a rozhodovaní. Z prieskumu potrieb Armády SR, ktorý bol vykonaný v rokoch 1998–1999, vyplýva, že hlavný dôraz pri používaní informácií o území je položený na ich aktuálnosť, geografickú správnosť, hodnovernosť, podrobnosť a presnosť. Požadované sú však aj nové formy informácií, nové spôsoby interpretácie a samozrejme schop-

nosť výmeny geografických informácií na medzinárodnej úrovni.

Tieto požiadavky sa stali limitujúcim faktorom v celom procese tvorby Vojenského informačného systému o území (VISÚ), ktorý plní úlohy GIS-u v Armáde SR. Od týchto požiadaviek sa odvinula štruktúra geografických údajov, optimálne informačné zdroje, najvhodnejšie nástroje ich analýzy, metódy zberu a uchovávaní týchto informácií, ich ochrana a samozrejme spôsoby distribúcie a využitia.

Armáda SR má v súčasnosti hotový prototyp takejto databázy, ktorý spĺňa všetky vyššie požadované kritériá. Má vybudovaný aparát na zber informácií o území, ktorý využíva aktuálne letecké meračské snímky. Analýza týchto LMS sa vykonáva metódami digitálnej fotogrametrie. Výsledky tejto činnosti (vektory s atribútmi) sa ukladajú do štruktúr kompatibilných so štruktúrami používanými v NATO a umožňujú vzájomne si vymieňať dáta so zahraničnými partnermi, ktoré rešpektujú normu DIGEST. Armáda SR v blízkej budúcnosti nasadí do procesu kartografickej produkcie nástroje digitálnej kartografie, ktoré umožnia pristupovať k Centrálnaj priestorovej databáze a využívať jej aktuálny obsah na generovanie kartografických produktov.

Cieľom tohoto riešenia je generovať tlačové podklady pre ofsetovú alebo CMYK-ovú tlač priamo z Centrálnaj geografickej databázy.

4. Záver

Skutočnosti popísané veľmi stručne v predchádzajúcej kapitole sú výsledkom štvorročného úsilia slovenských vojenských špecialistov. Toto úsilie bolo vyvíjané hlavne Topografickým ústavom v Banskej Bystrici a niekoľkými ďalšími vojenskými a civilnými špecialistami. V súčasnosti TOPÚ pokračuje na prípravách pre systematické naplňovanie geografickej databázy – všetky podmienky pre spustenie tohto procesu sú takmer splnené. Užívateľské pracoviská, ktoré v Armáde SR budú služby vojenského informačného systému využívať, sa začnú nasadzovať do praxe v roku 2002.

Hlavnou úlohou vojenských topografov bude teraz urýchliť prácu v procese zberu a analýzy geografických informácií tak, aby v roku 2006 bola celá databáza územia SR naplnená informáciami z LMS, a to s aktuálnosťou, podrobnosťou a presnosťou, ktorá je potrebná pre účely Armády SR. Od roku 2007 sa počíta s plánovitou aktualizáciou tejto databázy.

Hodnocení užitečných vlastností digitálních geoinformací z pozice uživatele

Václav Talhofer, katedra vojenských informací o území VA v Brně

1. Úvod

Použití digitálních geografických informací (DGI) je již v naší armádě poměrně běžné. Šíře činností jednotlivých uživatelů DGI je velice rozsáhlá a v podstatě každý uživatel má na tato data své specifické požadavky. Základním výrobcem a dodavatelem topografických a geografických databází je geografická služba AČR. Služba vždy usilovala o to, aby uspokojila požadavky co možná nejširšího okruhu uživatelů. Nikdy však nebylo možno uspokojit všechny na sto procent a ani v budoucnu není možné očekávat, že tomu bude jinak. Proto se vždy musí hledat takový kompromis, který bude akceptovat převážná část uživatelů. Tento příspěvek má za cíl systematizovat uživatelské požadavky a navrhnout jejich objektivizované hodnocení. K tomuto hodnocení byla použita metoda hodnotové analýzy [9].

2. Funkce digitálních modelů území

Digitální geoinformace jsou, nebo se předpokládá, že budou, využívány při řešení řady úloh různého charakteru. Charakter těchto úloh je dán způsobem i technologií jejich užití. DGI lze použít obdobně jako klasické analogové podklady – mapy –, lze je však využívat i přímo v digitální formě, například jako podkladová data pro řešení různých typů analýz, pro řízení činností apod. S jistou dávkou zevšeobecnění lze nalézt společné body všech činností a na jejich základě vytvořit seznam funkcí, které DGI musí plnit. Jsou to:

1. *Informační funkce*, která vyjadřuje schopnost DGI rychle a spolehlivě poskytovat informace o poloze a základních charakteristikách uložených topografických objektů a jevů v zájmovém území.

2. *Funkce modelu* vyjadřující schopnost DGI sloužit jako model pro odvozování geometrických a jiných vztahů mezi topografickými a jinými objekty a jevy a jejich charakteristikami. Pomocí této funkce lze zjišťovat geometrické charakteristiky jednotlivých objektů a jevů (délka, šířka, obvod, plocha, objem...), dále jejich topologické vztahy (sousedství, napojení, křížení, překryty...) a vztahy mezi jejich atributy.

3. *Funkce podkladu pro matematické modelování, projektování a plánování*, jež se uplatňuje v případech, že se s využitím DGI vytváří nějaký záměr budoucí činnosti nebo se projektuje nějaké dílo, které teprve bude realizováno. Tato funkce se

uplatní i v případech, pokud se studují možné důsledky realizace budoucího stavu, a to jak plánovaného (např. stavba dopravních cest a jejich vliv na okolní prostředí), tak neplánovaného (např. možné důsledky účinků přívalové vlny při protržení přehradní hráze, která by se měla teprve stavět nebo je již v provozu).

4. *Funkce prostředku automatizace* řízení realizačního procesu projektovaných a plánovaných záměrů. Tato funkce se uplatňuje například při orientaci za pohybu (po zemi i ve vzduchu), při koordinaci nebo sledování pohybu většího množství objektů (řízení letového provozu, sledování vzdušné situace ve vymezeném regionu, sledování pohybu přepravních prostředků apod.), řízení a sledování průběhu výstavby dopravních a jiných staveb.

5. *Ilustrační funkce*, která vyjadřuje schopnost DGI sloužit k ilustraci situace, předávání zpráv po technických pojítkách, například po intranetové síti na velitelských stanovištích apod.

6. *Funkce podkladu pro odvozování* dalších druhů GIS a map a pro kartografické účely. Databáze DGI mohou uchovávat takřka „neomezené“ množství dat. Z těchto dat je možno odvozovat další databáze prostými nebo podmíněnými výběry, analýzou jejich dat, případně je využít pro kartografickou tvorbu podporovanou výpočetní technikou, a to jak pro tvorbu topografických, tak i širokého spektra speciálních (tematických) map.

Uvedené funkce však není možné jednoduše vyhodnotit z hlediska plnění uživatelských potřeb, to znamená, že nelze přesně stanovit stupeň jejich plnění. Proto stupeň splnění funkce je nahrazen hodnocením jejich funkčně podmíněných vlastností (kritérií), u kterých je možné stanovit, do jaké míry vyhovují stanoveným normám, předpisům apod.

3. Funkčně podmíněné vlastnosti digitálních modelů území, kritéria jejich hodnocení

Při stanovování kritérií k měření užitečné hodnoty se vychází ze seznamu vlastností a charakteristik, které jsou nejčastěji uváděné jako zásadní či vyžadované, a to jak z hlediska výrobce, tak i z hlediska jejich uživatele.

Z rozboru vlastností DGI lze vymezit pět základních kritérií. Na základě jejich hodnocení je potom možné poměrně spolehlivě určovat užitečnou hodnotu jednotlivých produktů:

1. *Obsah datové báze*, který vyjadřuje především soulad její definice a uživatelských potřeb. Vyjadřuje vztah mezi „reálným, modelovaným světem“ a jeho modelem, tedy mezi objekty a jevy uloženými v databázi. Zde se nehodnotí úplnost jednotlivých uložených objektů a jevů a jejich charakteristik, ale to, zda dané směrnice a předpisy pro tvorbu databáze zahrnují všechny uživatelsky potřebné objekty a jevy a zda jsou tyto elementy správně definované po stránce geometrické i tematické.

2. *Kvalita datové báze*, která především hodnotí kvalitu uložených dat. Při definici kritéria byl použit standard SDTS (the Spatial Data Transfer Standard [10]). Kritérium je komplexní a zahrnuje hodnocení podkladových materiálů a metod jejich transformace, lokalizační a atributovou přesnost dat, jejich logickou konzistenci a komplexnost uložených objektů a jevů.

3. *Aktuálnost datové báze* vyjadřuje, jak je celá datová báze v daném čase aktuální. Přitom se v zásadě nehodnotí pouze aktuálnost jednotlivých prvků, ale i homogenost aktuálnosti celé databáze a systém jejího udržování.

4. *Význam území* je dán potřebami uživatelů tak, aby splňoval jejich požadavky na prostorový rozsah zpracovávaného nebo zabezpečovaného území.

5. *Uživatelská přívětivost*. Tímto kritériem se rozumí schopnost dat k použití v různých typech programového prostředí charakteru GIS, která se odráží především v otázce dodržení zásad standardizace, dále se v tomto kritériu hodnotí nezávislost a ochrana dat.

Dále jsou uvedeny stručné charakteristiky jednotlivých kritérií.

3.1. Obsah datové báze

Kritérium *obsah datové báze* vyjadřuje především shodu definovaného obsahu vzhledem k uživatelským potřebám. Uživatelské požadavky musí být akceptovány již při koncipování daného modelu, tedy při tvorbě koncepčního a logického modelu uvažované databáze. V těchto modelech musí být definovány všechny požadované objekty a jevy modelované reality a zároveň musí mít odpovídající polohovou a tematickou rozlišovací úroveň, danou zejména použitými postupy a nástroji abstrakce a generalizace, jimiž se modeluje „reálný svět“.

V kritériu se hodnotí soulad směrnic a předpisů pro tvorbu databáze s uživatelskými požadavky a též jejich respektování při zpracování databáze. Kritérium je dále členěno na dvě dílčí kritéria 1. skupiny a dvě dílčí kritéria 2. skupiny.

Do první skupiny patří kritérium *komplexnost modelu reálného světa*. Zde se hodnotí soulad vytvořeného modelu se souhrnnými uživatelskými požadavky na model, které jsou dány jejich potřebami a potřebami uživatelských aplikací. Hodnota kritéria je vyjádřena vztahem:

$$k_{11} = 100 - \alpha_{11}, \quad (1)$$

kde α_{11} je hodnota ve škále 1–100, vyjadřující stupeň nesouladu s uživatelskými požadavky. Tato hodnota je v zásadě určitelná na základě uživatelského průzkumu.

Druhou skupinu kritérií tvoří kritéria *dodržení požadované rozlišovací úrovně dat*. Rozlišením se rozumí nejmenší rozlišitelný detail, se kterým lze počítat. Vzhledem k tomu, že objekty a jevy mají svoji geometrickou a tematickou složku, je nutné toto kritérium dále rozčlenit na dvě dílčí kritéria 2. skupiny – *dodržení geometrické rozlišovací úrovně a dodržení tematické rozlišovací úrovně*.

Obě kritéria lze vyjádřit jako procentuální podíl vyhovujících objektů a jevů z celkového počtu všech modelovaných objektů a jevů definovaných v dané databázi:

$$k_{121} = 100 \frac{n_{121}}{n_d}, \quad (2)$$

$$k_{122} = 100 \frac{n_{122}}{n_d}, \quad (3)$$

kde je

n_d ... počet všech objektů a jevů definovaných v databázi,
 n_{121} ... počet objektů a jevů v databázi, které z hlediska geometrické rozlišovací úrovně vyhovují uživatelským požadavkům,

n_{122} ... počet objektů a jevů v databázi, které z hlediska tematické rozlišovací úrovně vyhovují uživatelským požadavkům.

Hodnotu celého kritéria *obsah datové báze* lze potom vyjádřit vzorcem:

$$k_1 = \frac{p_{11}k_{11} + \sum_{i=1}^2 p_{12i}k_{12i}}{p_{11} + \sum_{i=1}^2 p_{12i}}, \quad (4)$$

Váhy kritérií p_{11} a p_{12i} jsou stanoveny expertními odhady, například metodou párového srovnávání, přímým odhadem v dané klasifikační stupnici apod.

3.2. Kvalita datové báze

Kvalita datové báze a dat v ní uložených je významným kritériem, které výrazně ovlivňuje užitnou hodnotu a kvalitu digitálních geoinformací. Otázkou definice kvality dat se zabývá řada publikací z oblasti geoinformatiky, například [1, 2, 6, 10].

Toto kritérium opět není jednoduché, ale má své složky – dílčí kritéria 1. skupiny –, které zahrnují hodnocení podkladových materiálů a metod jejich transformace, dále lokalizační a atributovou přesnost dat, jejich logickou konzistenci a komplexnost uložených objektů a jevů. Některá kritéria jsou dále z metodických důvodů dělena na dílčí kritéria 2. skupiny. Posoudit celou kvalitu datové báze proto znamená posoudit všechny její jednotlivé složky.

3.2.1. *Transparentnost původu podkladových materiálů a metod použitých při odvozování sekundárních dat*

První částí uvedeného dílčího kritéria je *transparentnost původu podkladových materiálů při sběru primárních dat*. Zde je nutné hodnotit, zda tvůrci databáze znají původ všech podkladových materiálů, které používají při jejím naplňování, dále jejich charakteristiky (geometrická a tematická přesnost, případně i topologická přesnost), jejich aktuálnost apod. Dále zda tvůrci tyto informace dávají k dispozici i uživatelům. Za předpokladu, že tvůrci databáze znají přesně uvedené charakteristiky, je hodnota tohoto kritéria rovna 100. Pokud charakteristiky nejsou přesně známy, je hodnota snižována o procentuální podíl neznámých nebo neúplných informací vyjádřený číslem α_{211} . Lze tedy počítat:

$$k_{211} = 100 - \alpha_{211} \tag{5}$$

Druhou částí dílčího kritéria je *technická správnost (korektnost) použitých metod a modelů při odvozování sekundárních dat*. Použité metody a matematické modely při odvozování sekundárních dat mohou výrazným způsobem ovlivnit výslednou přesnost těchto dat (viz např. [8]). Obdobně jako u předchozího kritéria je jeho hodnota rovna 100 v případě, že tvůrce a správce databáze poskytuje úplné informace. Pokud informace o použitých metodách a modelech nejsou přesně známy, je hodnota snižována o procentuální podíl neznámých nebo neúplných informací vyjádřený číslem α_{212} . Lze tedy počítat:

$$k_{212} = 100 - \alpha_{212} \tag{6}$$

Celková hodnota dílčího kritéria k_{21} je potom dána vztahem:

$$k_{21} = \frac{\sum_{i=1}^2 p_{21i} k_{21i}}{\sum_{i=1}^2 p_{21i}} \tag{7}$$

kde p_{21i} jsou váhy dílčích kritérií k_{21i} . Ty je opět možné získat přímým odhadem nebo metodou párového srovnávání.

3.2.2. *Lokalizační přesnost*

Druhé dílčí kritérium – *lokalizační přesnost* – hodnotí přesnost umístění objektů a jevů v daném geodetickém referenčním souřadnicovém systému. Jedná se zde o hodnocení jak polohové, tak i výškové přesnosti objektů a jevů. Hodnocení je založeno na statistickém porovnávání vybraných vzorků databáze s primárními zdroji nebo se standardy vyšší přesnosti, z něhož jsou poté dedukovány očekávané hodnoty.

Horizontální přesnost je určena polohou uspokojivě definovaných prvků. Poskytovatel dat zařazuje výrobek do příslušné kategorie, a tím dává uživateli informaci o tom, jakou přesnost dat pro řešení svých úloh může očekávat. Nezávislé testování horizontální přesnosti podle stejné metodiky může prokázat oprávněnost nebo neoprávněnost zařazení do této kategorie a kritériem k_{221} potom lze z tohoto hlediska zhodnotit funkčnost produktu jako:

$$k_{221} = 100 \frac{n_{221}}{n} + h_s \tag{8}$$

kde je

- n ... počet všech objektů a jevů v databázi,
- n_{221} ... počet objektů a jevů v databázi, které z hlediska horizontální přesnosti vyhovují dané kategorii,
- h_s ... zvolená hladina spolehlivosti udaná v procentech.

Obdobně je hodnocena *výšková přesnost*. Nezávislé testování vertikální přesnosti podle dané metodiky může opět prokázat oprávněnost nebo neoprávněnost zařazení do příslušné kategorie. Kritériem k_{222} potom lze z tohoto hlediska zhodnotit funkčnost produktu. Jeho hodnotu lze počítat:

$$k_{222} = 100 \frac{n_{222}}{n} + h_s \tag{9}$$

kde je

- n ... počet všech objektů a jevů v databázi,
- n_{222} ... počet objektů a jevů v databázi, které z hlediska vertikální přesnosti vyhovují dané kategorii,
- h_s ... zvolená hladina spolehlivosti udaná v procentech.

Poznámka: Koefficienty k_{221} a k_{222} nemohou být větší než 100, a to ani v případě, že by jejich hodnota po výpočtu podle vzorců (8) a (9) tuto mezní hodnotu překročila.

Výslednou hodnotou dílčího kritéria k_{22} potom je:

$$k_{22} = \frac{\sum_{i=1}^2 p_{22i} k_{22i}}{\sum_{i=1}^2 p_{22i}} \tag{10}$$

Stejně jako u předešlého kritéria k_{21} jsou váhy p_{22i} stanovené některými metodami expertních odhadů.

3.2.3. *Atributová přesnost*

Třetím dílčím kritériem je *atributová přesnost*. I zde je však nutné rozlišovat pojmy *přesnost a rozlišovací úroveň tematických dat*. Požadovaná rozlišovací úroveň tematických dat je předem stanovena technickým projektem modelu terénu a uživatele informuje o množství a velikosti nejmenšího rozpoznatelného tematického detailu. Z hlediska uživatele její hodnota ovlivňuje použitelnost modelu k řešení aplikačních úloh, resp. výslednou přesnost těchto aplikací. Atributová přesnost dat je potom kritériem, jímž se hodnotí kvalita technické realizace modelu.

Funkčnost produktu je opět možno hodnotit na základě výsledků uvedených nezávislých testů kritériem k_{23} jako procentuální podíl objektů a jevů se správnými (v dané klasifikační třídě) tematickými atributy vůči všem objektům a jevům v databázi. Z hlediska rozložení chyb je zde uplatněna hladina spolehlivosti h_s . Lze tedy psát:

$$k_{23} = 100 \frac{n_{23}}{n} + h_s \tag{11}$$

kde je

- n ... počet všech objektů a jevů v databázi,

- n_{23} ... počet objektů a jevů v databázi, které z hlediska atributové přesnosti vyhovují dané kategorii,
- h_i ... zvolená hladina spolehlivosti udaná v procentech.

Hodnota kritéria opět nemůže být větší než 100.

3.2.4. Logická konzistence datové báze

Čtvrtým dílčím kritériem je *logická konzistence datové báze*. Logická konzistence znamená, že jsou v databázi realizována a trvale udržována všechna potřebná přiřazení mezi jednotlivými objekty a jevy a jejich charakteristikami, která umožňují analyzovat vztahy a vazby mezi těmito objekty. V tomto kritériu se hodnotí existence zjevných rozporů v celé databázi, které mohou nastat jak při jejím prvotním naplňování, tak zejména při její aktualizaci. Hodnotí se zde *topologická konzistence* jako základní předpoklad pro funkci většiny aplikačních úloh, dále *tematická konzistence* a *konzistence časová*.

Úroveň zabezpečení *topologické konzistence* je možno vyjádřit kritériem k_{241} jako procentuální množství topologicky konzistentních objektů ze všech objektů databáze, tedy:

$$k_{241} = 100 \frac{n_{241}}{n}, \quad (12)$$

kde je

- n ... počet všech objektů a jevů v databázi,
- n_{241} ... počet objektů a jevů v databázi, které z hlediska topologie jsou konzistentní.

Tematická konzistence znamená, že v databázi nejsou redundantní výskyty tematických domén, které mají stejná jména, a přitom neobsahují stejné údaje. Úroveň zabezpečení tematické konzistence je opět možno vyjádřit kritériem k_{242} jako procentuální množství tematicky konzistentních objektů ze všech objektů databáze, tedy:

$$k_{242} = 100 \frac{n_{242}}{n}, \quad (13)$$

kde je

- n ... počet všech objektů a jevů v databázi,
- n_{242} ... počet objektů a jevů v databázi, které jsou z hlediska tematického konzistentní.

Poslední součástí logické konzistence je *konzistence časová*, která se vztahuje k datům v doménách pro ukládání časových údajů. Pokud je databáze v časově konzistentním stavu, není možný výskyt dvou různých událostí v jednom časovém okamžiku. Porušením tohoto pravidla dochází opět k výskytu nekonzistentností, kdy se mohou neoprávněně vyskytnout na jednom místě dvě nebo i více událostí probíhajících ve stejném čase. Důsledkem potom je, že uživatel nebude vědět, který jev se v daném čase uskutečnil nebo právě probíhá. Proto je nutné testovat i tuto časovou konzistenci. Její úroveň je možno po provedených nezávislých testech opět vyjádřit kritériem k_{243} jako:

$$k_{243} = 100 \frac{n_{243}}{n}, \quad (14)$$

kde je

- n ... počet všech objektů a jevů v databázi,
- n_{243} ... počet objektů a jevů v databázi, které jsou z hlediska časového konzistentní.

Výsledná hodnota dílčího kritéria k_{24} je počítána stejně jako u předešlých dílčích kritérií. Tedy:

$$k_{24} = \frac{\sum_{i=1}^3 p_{24i} k_{24i}}{\sum_{i=1}^3 p_{24i}}. \quad (15)$$

Váhy p_{24i} kritérií k_{24i} jsou stanoveny opět obdobně jako u předešlých dílčích kritérií.

3.2.5. Kompletnost dat

Posledním dílčím kritériem je *kompletnost dat*. Kompletnost dat hodnotí úplnost naplnění všech předepsaných objektů a jevů a jejich charakteristik. Řada objektů však může být v databázi obsažena, aniž má uváděné tematické atributy. S touto praxí se uživatel poměrně často setkává. Proto je z praktických důvodů vhodné posuzovat zvláště *komplexnost* naplnění jednotlivých *objektů a jevů* a *komplexnost* naplnění jejich *tematických atributů*. Obě kritéria se hodnotí v procentech jako:

$$k_{251} = 100 \frac{n_{251}}{n}, \quad (16)$$

$$k_{252} = 100 \frac{n_{252}}{n}, \quad (17)$$

kde je

- n ... předepsaný počet všech objektů a jevů v databázi z dané lokality,
- n_{251} ... počet skutečně naplněných objektů a jevů,
- n_{252} ... počet objektů a jevů v databázi, které mají úplně uvedené všechny předepsané tematické atributy.

Celková hodnota dílčího kritéria k_{25} je počítána stejně jako u předešlých dílčích kritérií:

$$k_{25} = \frac{\sum_{i=1}^2 p_{25i} k_{25i}}{\sum_{i=1}^2 p_{25i}}. \quad (18)$$

Váhy p_{25i} kritérií k_{25i} jsou opět stanoveny metodami expertních odhadů.

Celková hodnota kritéria hodnotícího kvalitu datové báze k_2 je počítána podle vztahu:

$$k_2 = \frac{\sum_{i=1}^5 p_{2i} k_{2i}}{\sum_{i=1}^5 p_{2i}}. \quad (19)$$

Váhy jednotlivých dílčích kritérií 1. skupiny je možno opět zjistit párovým porovnáváním či přímým odhadem ve zvolené klasifikační stupnici.

3.3. Aktuálnost datové báze

Aktuálnost datové báze vyjadřuje, že celá datová báze je v co možná nejaktuálnějším stavu.

Aktuálností datové báze se rozumí především úroveň souladu jejího obsahu s modelovanou skutečností v daném čase, tedy úroveň jejího zastarání. V tomto ohledu lze na ni pohlížet podobně jako na aktuálnost obsahu mapy uvedenou například v [3, 4, 5, 7]. Obecně lze říci, že každá databáze je již v okamžiku svého naplnění do určité míry zastaralá. Z výrobně technologických důvodů tedy nelze v podstatě nikdy dosáhnout stavu, že obsah databáze je plně v souladu se skutečností. Na rozdíl od klasických papírových map lze databáze aktualizovat nepoměrně častěji, v řadě případů i v reálném čase. To se bude však týkat především nejdůležitějších objektů a jevů, základní část databáze bude převážně ve stavu, v jakém ji dodá poskytovatel.

Úroveň aktuálnosti datové báze se poměrně rychle mění v závislosti na různých faktorech. Její hodnotu je možné v zásadě vyjádřit procentuálním množstvím změn, které nastanou jak v geometrii, tak v topologii nebo v attributech objektů a jevů. Přesto se jeví jako účelné hodnotit úroveň aktuálnosti jako soubornou funkci závislou na čase, který uplynul od poslední aktualizace databáze. Přitom lze v zásadě postupovat obdobně jako u klasických papírových map. Je tedy možno hodnotit jak aktuálnost jednotlivých prvků nebo jejich logických skupin, tak i homogennost aktuálnosti celé databáze a systém jejího udržování. U hodnocení aktuálnosti jednotlivých prvků nebo jejich logických skupin je možné přihlídnout i k jejich vojenskému významu.

3.3.1. Funkce k vyjádření aktuálnosti celé datové báze

Funkce k vyjádření celkové změny aktuálnosti obsahu datové báze je závislá na čase. Úplný soulad obsahu databáze a modelované skutečnosti je v čase T_0 . Reálně však nelze tohoto ideálního stavu dosáhnout, protože je zde vždy zastoupena časová prodleva mezi začátkem práce na naplňování dat a jejich poskytnutím uživatelům. Proto výchozím bodem pro další posuzování je čas T_{vm}^* , pro který platí zadaný soulad modelované skutečnosti a obsahu databáze. Pro každou část databáze je však možno hodnotit i výchozí čas T_{vm} , který je dán zejména aktuálně použitou technologií a časovými možnostmi redakčního pracoviště.

Nebude-li obsah databáze aktualizován, bude postupně docházet ke ztrátě jeho aktuálnosti, až dosáhne určitou mez (v čase T_{mez}), kdy jeho použití bude problematické, tedy ztratí schopnost sloužit k účelu, pro který byl vytvořen. Tato mezní hodnota zastarání byla a je poměrně často sledována u hodnocení klasických map, kde dochází ke ztrátě užítosti již v případech, kdy je změněno 15 až 25 % obsahu mapy [4, 5, 7]. Pro digitální data zatím nebyla tato otázka dostatečně diskutována a ani nebyly publikovány odpovídající výsledky. V zásadě je však možno pro první přiblížení vyjít ze zkušeností z práce s klasickými mapami, tak jak je uvedeno v předchozím

odstavci. Tvar funkce $f_1(T)$, která vyjadřuje zákonitou změnu aktuálnosti obsahu databáze v závislosti na čase T , lze podle [4, 5] konstruovat za různých předpokladů.

Východiskem může být předpoklad, že ke změně aktuálnosti obsahu dochází v lineární závislosti na čase. Potom hledaná funkce bude ve tvaru:

$$f_1(T) = \frac{(1-C)(T_{mez} - T)}{T_{mez} - T_{vm}^*} + C. \quad (20)$$

Konstanta C vyjadřuje mezní hodnotu funkčnosti datové báze z hlediska času. Protože z logiky předchozích úvah vyplývá, že má smysl zkoumat funkčnost datové báze pro čas $T \leq T_{mez}$, potom pro $T > T_{mez}$ lze psát:

$$f_1(T) = C. \quad (21)$$

Za předpokladu, že velikost poklesu úrovně aktuálnost obsahu datové báze za časovou jednotku se v závislosti na rostoucím čase T zmenšuje, lze použít exponenciálního tvaru funkce:

$$f_2(T) = e^{-b(T-T_{vm}^*)}, \quad (22)$$

kde b značí konstantu závislou na mezní době zastarání, kterou lze vyjádřit vztahem:

$$b = \frac{d}{T_{mez}}. \quad (23)$$

Konstanta d je volena z intervalu $\langle 1, 2 \rangle$ v závislosti na relativním zastoupení objektů a jevů s různou časovou stálostí. V ideálním případě, že by se objekty a jevy uložené v databázi měnily všechny stejně rychle, je velikost konstanty d rovna 1. V nejnepríznivějším případě, že by rychlost změny objektů a jevů byla značně nesourodá, je velikost konstanty rovna 2. Na základě kartometrického šetření bylo na území České republiky zjištěno, že změny na našem území jsou značně nehomogenní, a tedy se v podstatě u všech mapových listů hodnota konstanty d blíží pravé hranici intervalu.

Pro vlastní hodnocení aktuálnosti databáze z hlediska hodnotové analýzy vyjádřené koeficientem k_3 , je možno použít vztah

$$k_3 = 100 f_1(T), \quad (24)$$

kde f_1 je jedna z výše uvedených funkcí.

3.4. Význam území

Kritérium *význam území* je dáno potřebami uživatelů, tak aby splňovalo jejich požadavky na prostorový rozsah zpracovávaného nebo zabezpečeného území. Význam tohoto kritéria je dán zejména vzhledem k tomu, že pro každého uživatele má území jiný význam, například vojenský, politický, hospodářský apod. Přitom databáze obsahující data z různých území nejsou v žádném případě vzájemně zastupitelné. Zde je vyjádřeno, že daný prostorový rozsah území

nebo jeho část není pro všechny uživatele stejně významný (např. příhraniční pásmo má pro obranu státu větší význam než vnitrozemské aglomerace...). Dále je nutno uvážit, že absence dat z určitých prostorů může vést k omezené funkčnosti celé databáze.

3.4.1. Hodnotitelská kritéria a jejich váhy

Kritéria k hodnocení významu území vyjadřují takové charakteristiky území a dějů na něm probíhajících (minulých, současných i budoucích), které se k území vztahují a které zájem o dané území buďto přímo, nebo i zprostředkovaně vyvolávají či podmiňují. Proto prvním a nezbytným krokem k vypracování návrhu hodnotitelských kritérií a jejich vah je průzkum uživatelských potřeb a požadavků a shrnutí poznatků o tom, kdo, k čemu a v jakém rozsahu, případně s jakou četností, využívá nebo bude využívat určitý typ databáze, resp. její část z požadovaného prostoru.

Stanovení konkrétních kritérií závisí především na tom, zda a do jaké míry je předem vymezen okruh uživatelů a účel i způsob užití určitých digitálních geoinformací. Z hlediska použití digitálních geoinformací v armádě lze s vysokou pravděpodobností stanovit následující strukturu dílčích kritérií:

- 1) geografická poloha hodnocené části území,
- 2) vstupní koridory do zájmové části území,
- 3) množství a charakter překážek,
- 4) střediska průmyslové výroby,
- 5) hustota osídlení,
- 6) regiony s koncentrací národnostních nebo náboženských menšin,
- 7) místa rozmístění posádek a jejich velikost,
- 8) vojenské výcvikové prostory,
- 9) sklady pohotovostních, operačních a jiných zásob,
- 10) rozmístění systémů a zařízení zabezpečujících obranu území.

Uvedená kritéria nejsou samozřejmě úplným výčtem, přesto lze na nich dokumentovat širší problémy, se kterými je nutné při hodnocení významu území počítat. Lze je postupně doplňovat, redukovat, sdružovat apod. Z hlediska metodiky práce je však množné s uvedenými kritérii pracovat s dostatečnou objektivitou. Při jejich hodnocení lze z nich vymezit fyzikogeografická kritéria (geografická poloha, vstupní koridory, přirozené překážky apod.), dále socioekonomická kritéria (rozsah výroby, hustota osídlení, regiony náboženských nebo národnostních menšin...) a vojensko-politická kritéria (místa rozmístění posádek a jejich velikost, vojenské výcvikové prostory, sklady pohotovostních, operačních a jiných zásob, rozmístění systémů a zařízení zabezpečujících obranu státu).

Každé kritérium má opět svoji váhu. Ta bude většinou stanovena na základě uživatelského průzkumu armádních uživatelů například metodou párového porovnávání.

Zvláštností vah jednotlivých kritérií je to, že řada z nich je proměnná v čase. Zatímco geografická poloha, vstupní

koridory apod. jsou v čase v podstatě neproměnné (viz například koridor Moravské brány), socioekonomická kritéria a vojensko-politická kritéria jsou závislá na dané vojensko-odborné a politické situaci. Tato situace může být jak časově poměrně stálá, tak se může velice často měnit, případně být i časově omezena.

3.4.2. Celkové hodnocení významu území

Ke stanovení celkového stupně hodnocení významu území na podkladě provedených dílčích kritérií je možné použít prostou součtovou agregační funkci ve tvaru:

$$v_j = p_i v_{ij} \sum_{i=2}^n p_i v_{ij} \quad (25)$$

kde je

- v_j ... celkové hodnocení j -té plošné jednotky,
- v_{ij} ... dílčí hodnocení j -té plošné jednotky podle i -tého kritéria,
- p_i ... váha i -tého dílčího kritéria,
- n ... celkový počet použitých dílčích kritérií.

První kritérium, geografická poloha hodnocené části území, má specifický význam. Pokud uvážíme, že poskytovatelem dat může být poskytnuta i oblast mimo zájem uživatele, je nutné volit pro vyjádření hodnoty významu území uvažovaných plošných jednotek uvedenou násobnou funkci. Váhy dílčích kritérií použité v tomto výrazu je však nutné předem vynásobit koeficientem C vypočítaným podle vztahu:

$$C = \left[p_i \sum_{i=2}^n p_i \right]^{\frac{1}{2}} \quad (26)$$

Výsledná hodnota kritéria významu území k_s se poté počítá podle vztahu:

$$k_s = 100v_j \quad (27)$$

3.5. Standardizace, nezávislost a ochrana dat

Kritériem *standardizace, nezávislost a ochrana dat* se rozumí schopnost dat k použití v různých typech programového prostředí charakteru GIS, dále nezávislost dat na konkrétním programovém prostředí a nakonec systém jejich ochrany před poškozením a zneužitím.

Toto kritérium se opět rozpadá do tří dílčích kritérií – *standardizace dat, nezávislost dat na programovém prostředí a ochrana dat před poškozením a zneužitím*.

3.5.1. Standardizace dat

Standardizace digitálních geodat je v současné době velice diskutovaný pojem. Princip standardizace spočívá v dohodě zúčastněných stran na tom, že si budou vzájemně poskytovat data ve standardních výměnných formátech, které zabezpečí jejich bezproblémové využívání v systémech akceptujících uvedené standardy.

V rámci standardizace se jedná zejména o následující otázky [1]:

- podporované datové struktury,
- formáty dat,
- koncepční model krajinné sféry (schéma kódování objektů a jevů a jejich atributů),
- výměnná média,
- administrativní procedury.

V rámci AČR jsou přijaty standardy NATO typu STANAG, pro některé oblasti potom standardy armády USA typu MIL-STD. Z hlediska uživatele je však významné, zda dostane data ve standardizované podobě, či nikoliv. Samozřejmě že se vždy bude jednat o konkrétní standard pro konkrétní data, která buď budou, nebo nebudou standard plně respektovat. Z tohoto důvodu je hodnota kritéria k_{51} :

$k_{51} = 0$, pokud daný standard není respektován,
 $k_{51} = 100$, pokud daný standard je respektován.

3.5.2. Nezávislost dat na programovém prostředí

Nezávislost dat vyjadřuje především programovou nezávislost dat, tak aby je bylo možno bez jakýchkoliv úprav použít v různých programových prostředích při zabezpečení jejich plné využitelnosti. Ve své podstatě je do značné míry svázána se standardizací dat, přesto se však jeví jako účelné hodnotit ji zvlášť.

Nezávislost dat na programovém vybavení představuje opět většinou jasná pravidla definující používané standardy, které respektují jak výrobci dat, tak i tvůrci aplikačních programových vybavení. V tomto ohledu má opět smysl hodnotit kritérium k_{52} pouze tím, zda jsou data nezávislá, nebo závislá na programovém vybavení, tedy:

$k_{52} = 0$, pokud jsou poskytovaná data závislá na programovém vybavení výrobce dat,
 $k_{52} = 100$, pokud nejsou poskytovaná data závislá na programovém vybavení výrobce dat.

3.5.3. Ochrana dat před poškozením nebo zneužitím

Ochrana dat představuje systém zabezpečení dat proti neúmyslnému nebo úmyslnému poškození, zneužití či ztrátě. V rámci tohoto kritéria je nutné hodnotit jednotlivé komponenty tohoto systému, které se však z hlediska účelu práce váží pouze na užité vlastnosti digitálních dat. Nejsou zde hodnocené komponenty, které zabezpečují ochranu dat z hlediska výrobních technologií.

Ochrana dat z uživatelského hlediska především tvoří:

- 1) zabezpečení uživatelských přístupových práv k databázím,
- 2) systém zabezpečení autorských práv,
- 3) zabezpečení ochrany dat při manipulaci s nimi a při jejich transportu k uživatelům, především spojovými kanály.

Každou dílčí složku lze hodnotit stupněm ochrany ve stobodové stupnici, kde hodnota 100 znamená plnou ochranu a koeficient α potom srážku za nesplnění kritéria; i -tá dílčí složka je potom hodnocena:

$$k_{53} = 100 - \alpha_{53i} \quad (28)$$

Za předpokladu, že všechny dílčí složky mají stejnou váhu při zabezpečení celkové ochrany dat, lze tuto váhu vyjádřit:

$$k_{53} = \frac{\sum_{i=1}^n k_{53i}}{n} \quad (29)$$

kde n je počet všech dílčích složek kritéria.

Celkovou hodnotu kritéria k_5 – standardizace, nezávislost a ochrana dat – lze potom vyjádřit funkcí:

$$k_5 = \frac{\sum_{i=1}^3 p_i k_{5i}}{\sum_{i=1}^3 p_i} \quad (30)$$

4. Celkové vyjádření funkčnosti digitálních geoinformací

Výsledný stupeň funkčnosti daného produktu či jeho části lze s využitím kritérií uvedených v kapitole 3 posoudit vhodnou agregační funkcí ve tvaru:

$${}^{\circ}F = p_3 k_3 p_2 k_4 (p_1 k_1 + p_2 k_2 + p_5 k_5) \quad (31)$$

Zvolený tvar agregační funkce postihuje i skutečnost, že uživatel může obdržet data z území, které není předmětem jeho zájmu, nebo data, která jsou již natolik neaktuální, že jejich použití by mohlo vážně narušit plnění jednotlivých funkcí DGI, případně jejich plnění i naprosto znemožnit.

Váhy p_i jednotlivých kritérií jsou stejně jako váhy dílčích kritérií stanovovány metodami expertních odhadů. K tomu, aby byly stanoveny s vysokou pravděpodobností, je nutné, aby se na této operaci podíleli jak zkušení uživatelé DGI, tak i příslušníci geografické služby, kteří s uživateli přicházejí velice často do styku. Vzhledem ke tvaru agregační funkce je však i zde, podobně jako u kritéria „význam území“, potřebné nejprve upravit váhy jednotlivých dílčích kritérií vynásobením koeficientem C počítaným podle vztahu:

$$C = \left[p_3 p_4 \left(\sum_{i=1}^2 p_i + p_5 \right) \right]^{\frac{1}{3}} \quad (32)$$

Uvedená agregační funkce vypovídá o stavu produktu v daném čase a o míře jeho použitelnosti. Lze ji však i použít pro experimentální zjišťování, jakými cestami lze zvýšit užitečnost produktu při minimalizaci navýšení nákladů.

5. Experimentální příklad

K dokumentaci funkčnosti uvedeného postupu lze použít příklad jedné ukládací jednotky fiktivní databáze. Upozorňuji, že zde jde pouze o modelový příklad, který má za cíl ukázat, jak celý systém funguje.

V první fázi byly párovým srovnáváním stanoveny váhy jednotlivých hlavních kritérií a transformovány vynásobením koeficientem C . Jejich hodnoty jsou uvedeny ve druhém sloupci následující tabulky (tabulka 1). Hodnoty vah jednotlivých dílčích kritérií první, resp. i druhé skupiny byly získány odhadem jako procentuální podíl v rámci jedné skupiny.

Tabulka 1

Váhy kritérií a dílčích kritérií 1. a 2. skupiny

Hlavní kritérium	Váhy kritérií	Dílčí kritérium 1. skupiny	Váha dílčího kritéria 1. skupiny (%)	Dílčí kritérium 2. skupiny	Váha dílčího kritéria 2. skupiny (%)
k_i	p_i	k_{ij}	p_{ij}	k_{ijk}	p_{ijk}
Obsah datové báze – k_1	0,608	kompletnost modelu reálného světa – k_{11}	70		
		dodržení požadované rozlišovací úrovně dat – k_{12}	30	geometrická – k_{121}	60
				tematická – k_{122}	40
		Celkem	100	Celkem	100
Kvalita datové báze – k_2	0,405	transparentnost zdrojů a metod odvozování sekundárních dat – k_{21}	10	transparentnost podkladových materiálů při sběru primárních dat – k_{211}	50
				transparentnost použitých metod a modelů při odvozování sekundárních dat – k_{212}	50
				Celkem	100
		lokalizační přesnost dat – k_{22}	40	polohová – k_{221}	50
				výšková – k_{222}	50
				Celkem	100
		atributová přesnost dat – k_{23}	30		
		logická konzistence datové báze – k_{24}	10	topologická konzistence – k_{241}	34
				tematická konzistence – k_{242}	33
				časová konzistence – k_{243}	33
				Celkem	100
		kompletnost dat – k_{25}	10	kompletnost objektů a jevů – k_{251}	60
	kompletnost atributů – k_{252}		40		
	Celkem		100		
Celkem	100				
Aktuálnost datové báze – k_3	0,811				
Význam území – k_4	1,014				
Standardizace, nezávislost a ochrana dat – k_5	0,203	standardizace dat – k_{51}	50		
		nezávislost dat na programovém prostředí – k_{52}	20		
			ochrana dat před poškozením nebo zneužitím – k_{53}	30	ochrana přístupových práv
				ochrana autorských práv	20
				fyzická ochrana dat	40
Celkem	100	Celkem	100		
Celkem	3,041				

Pro jednotlivá hlavní kritéria byly stanoveny modelové hodnoty plnění jednotlivých dílčích kritérií a spočítány hodnoty hlavních kritérií. Dále byly spočítány hodnoty kritérií, pokud by nastal ideální stav, že všechna kritéria jsou plněna na 100 %, resp. mají ideální hodnoty takové, že nepřekračují zadanou hladinu spolehlivosti (u kritérií pracujících s kritérii přesnosti). Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce (tabulka 2):

Tabulka 2

Funkčnost databáze digitálních geoinformací

Hlavní kritérium	Transformovaná váha kritéria	Modelová hodnota kritéria	Ideální hodnota kritéria
Obsah datové báze	0,608	89,45	100
Kvalita datové báze	0,405	81,919	100
Aktuálnost datové báze	0,811	60,65	100
Význam území	1,014	0,904	1
Standardizace	0,203	74,48	100
Celková funkčnost		4 631,15	10 000

Hodnotu funkčnosti databáze lze nyní posuzovat například změnou hodnot jednotlivých kritérií. Pokud například zvyšujeme aktuálnost dat postupně o jeden rok, hodnota tohoto kritéria bude narůstat a celková uživatelská hodnota bude růst též. Výsledky je možné ukázat v následující tabulce (tabulka 3):

Tabulka 3

Zvýšení funkčnosti DGI zvýšením aktuálnosti databáze

Čas uplynulý od poslední aktualizace databáze	Koeficient aktuálnosti databáze	Celková funkčnost produktu
5 let	60,65	4 631,15
4 roky	68,73	5 247,78
3 roky	77,88	5 946,51
2 roky	88,25	6 738,28

6. Závěr

Uvedený příspěvek pouze ukázal cestu, jak je možné hodnotit užité vlastnosti digitálních geoinformací. K tomu, aby byla naznačená metoda plně použitelná v praxi, je nutné doplnit všechny dříve vzpomínané průzkumy, stejně jako doplnit celý systém vyčíslení nákladů na zabezpečení jednotlivých funkcí DGI. Tyto a další otázky využívání DGI v praktické činnosti armády jsou předmětem řešení projektu obranného výzkumu „Topografické zabezpečení v přípravě a řízení podpory operačních schopností AČR“, který je v současné době na katedře vojenských informací o území řešen.

Literatura:

- [1] *DIGEST*. Ed. 1.2, Defence Mapping Agency, Jan. 1994.
- [2] *Geospatial Positioning Accuracy Standards*. Federal Geodetic Control Subcommittee and Federal Geographic Data Committee, standard FGDC-STD-007-1998. FGDC, 1998.
- [3] MIKLOŠÍK, F. *Řízení geodetických a kartografických prací: učebnice*. Brno: VAAZ, 1979, 284 s.
- [4] MIKLOŠÍK, F. *Časová podmíněnost kvality a efektivnosti práce ve vojenské kartografii: Doktorská disertace*. Brno: VAAZ, 1987. 291 s., 48 s. příl.
- [5] MIKLOŠÍK, F. *Objektivizace hodnocení map a mapových souborů*. [Připravovaná skripta VA v Brně.]
- [6] STANAG 2215. *Ohodnocení topografických map, leteckých navigačních map a digitálních topografických dat*. 5. vyd. Přel. J. Ugorný. NATO, Vojenská agentura pro standardizaci, 1989.
- [7] TALHOFER, V. *Metody aktualizace báze dat modelu banky kartografických dat: Kandidátská disertace*. Brno: VAAZ, 1983. 146 s., 50 s. příl.
- [8] TALHOFER, V., a HOFMANN, A. *Analýza možností využití DMR pro přípravu operačně-taktických úloh ve zpravodajské oblasti: Dílčí studie pro úkol projektu obranného výzkumu „Analýza požadavků a možností řešení operačně-taktických úloh pro zpravodajské orgány pozemního vojska“*. Brno: Vojenská akademie, 1998. 36 s., 17 příl.
- [9] VLČEK, R. *Příručka hodnotové analýzy*. Praha: SNTL, 1983. 302 s.
- [10] WEREGIN, H. Data quality parametr. In LONGLEY, P.A. et al. *Geographic Information System*. 2nd ed. New York: Wiley, 1999, s. 179–189. ISBN 0471-32182-6.

Návštěva delegace katedry vojenských informací o území VA v Military Survey

Vladimír Kovařík, katedra vojenských informací o území VA v Brně

Před časem vykonala tříčlenná delegace katedry vojenských informací o území (K 234) Vojenské akademie v Brně oficiální návštěvu Královské školy topografické služby Velké Británie (*Royal School of Military Survey – RSMS*). Byla zde na pozvání současného velitele RSMS podplukovníka Anguse P. Crosse, který navštívil K 234 v říjnu 1998 v rámci kursu analýz terénu vedeného lektory RSMS. Delegace K 234 v čele s vedoucím katedry plk. doc. Ing. Talhoferem, CSc., byla seznámena se současně probíhajícími i připravovanými změnami ve struktuře a úkolech nejen RSMS, ale i celé Military Survey. Součástí oficiálního programu byla rovněž návštěva mapového archivu ředitelství geografických informací (*Directorate of Geographic Information*) Military Survey v Tolworthu a národní mapovací agentury (*Ordnance Survey*) v Southamptonu. Cílem následujícího materiálu je stručně popsat získané poznatky z této návštěvy.

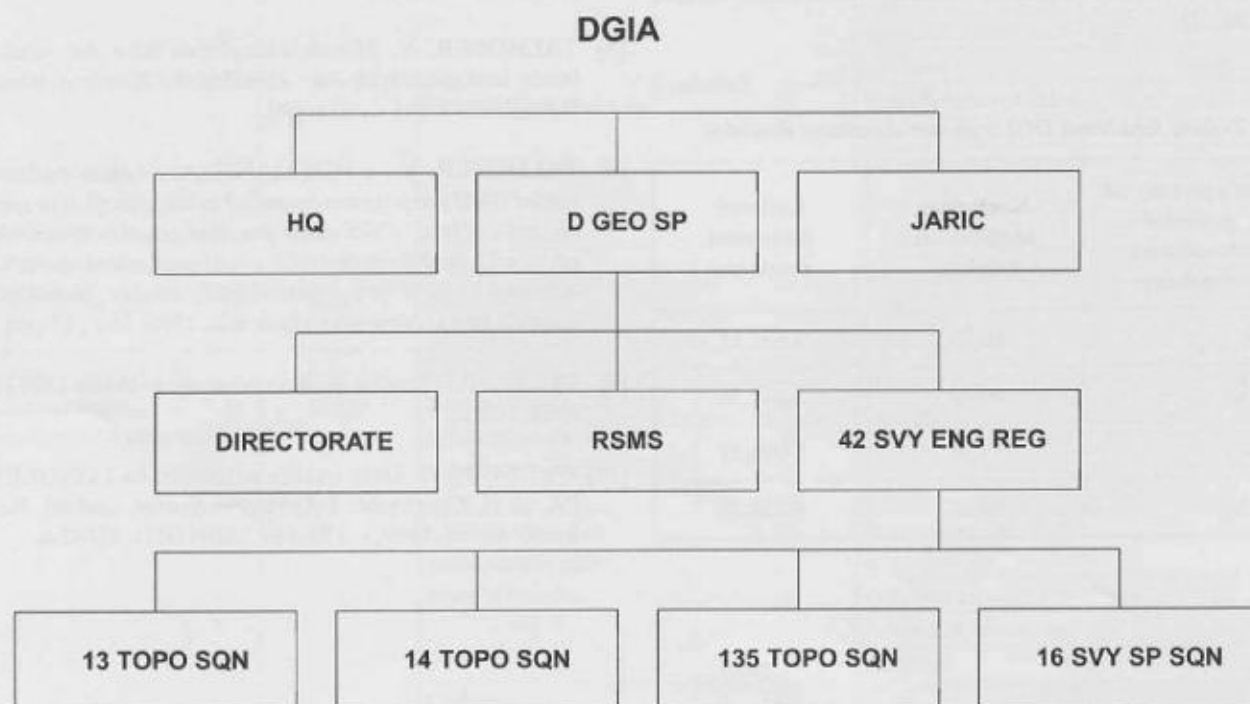
Military Survey

Do nedávné doby samostatně působící *Military Survey*, jejíž plný název je *Military Survey Defence Agency*, byla začleněna spolu s leteckým průzkumným a zpravodajským centrem (*Joint Air Reconnaissance & Intelligence Centre – JARIC*) do jediné organizace, která nese název *Defence Geographic and Intelligence & Imagery Agency (DGIA)*. Tato reorganizace

nemá za cíl přinést výrazné úspory nákladů, ale spíše účinnější využití stávajících prostředků. Hlavní úkol *Military Survey* – zajištění geografického zabezpečení vojenských operací, plánování a výcviku – zůstává beze změn. Díky těsnějšímu spojení s *JARIC* se však především značně zjednoduší přístup *Military Survey* k leteckým snímkům. Velením *DGIA* je pověřena *Military Survey* a velitelství začalo pracovat od dubna 2000. Na obrázku 1 je schematicky znázorněna struktura *DGIA*.

V první úrovni *DGIA* je znázorněno velitelství (*HQ*), *Military Survey* označené jako ředitelství geografického zabezpečení (*D GEO SP*) a letecké průzkumné a zpravodajské centrum (*JARIC*). Další úroveň znázorňuje strukturu *Military Survey*: ředitelství (*DIRECTORATE*), školu topografické služby (*RSMS*) a zeměměřický pluk (*42 SVY ENG REG*). Poslední úroveň ukazuje vnitřní strukturu uvedeného pluku, tedy operační jednotky *Military Survey* zajišťující geografické zabezpečení jednotek britské armády a NATO. Těmito jednotkami jsou prapory (*SQN*) a jejich působnost zahrnuje topografické a geodetické zabezpečení, zabezpečení analýzami terénu, polygrafickou produkci a výcvik záloh.

Kromě změn ve struktuře *Military Survey* dochází ke změnám samotného výcviku vojenského technického personálu. V *Military Survey* se rozlišují následující tři odbornosti



Obr. 1. Struktura *DGIA*

technického personálu: TOPO, TERA a REPRO. Obsahem TOPO je oblast geodézie a topografie, TERA představuje kartografii a analýzy terénu, REPRO zahrnuje oblast reprografie a polygrafie.

Výcvik technického personálu TOPO je v současnosti zaměřován na výchovu tzv. datových techniků, jejichž hlavním úkolem je sběr dat v terénu, budování a naplňování databáze, používání technologií GPS pro zaměřování, orientaci a navigaci.

Výcvik technického personálu TERA směřuje k výchově tzv. datových analytiků, jejichž zaměřením budou analýzy terénu a příprava tvorby mapových podkladů. V porovnání s dosavadní praxí se budou více než na přípravu dat soustřeďovat právě na analýzy.

Výcvik technického personálu REPRO se soustředí na výchovu tzv. produkčních techniků, jejichž hlavním úkolem bude polygrafická produkce. V této oblasti v současnosti probíhá posun od tradičních technologií k technologiím digitálním.

Struktura vojenského výcviku technického personálu je ve všech zmíněných odbornostech shodná. Po základním výcviku, jehož součástí je ženijní výcvik (všichni příslušníci Military Survey přicházejí z tzv. *Royal Engineers*, mají tedy ženijní odbornost), řidičský výcvik apod., vojáci získávají technickou třídu 3. Pak následuje praxe u vojsk, tj. u některé jednotky Military Survey, po jejímž absolvování získávají technickou třídu 2. Pak vojáci absolvují velitelský kurs a odcházejí znovu na praxi u vojsk. Po jejím absolvování získávají technickou třídu 1. V případě dalšího setrvání v armádě absolvují další velitelský kurs a jsou odesláni na další praxi k jednotkám Military Survey. Po každém kursu vojáci podepisují minimálně tříletý závazek služby v armádě.

Cílem uvedeného systému je mít k dispozici maximálně operačně využitelný a flexibilní technický personál, který je možno prostřednictvím různých kursů podle potřeby přškolovat. V současné době se Military Survey snaží zhodnotit možné dopady zaváděného systému na potřebu finančních a materiálních zdrojů. Výsledkem uvedeného systému by mělo být omezení značného počtu odborných kursů, které v RSMS probíhaly, ale zároveň by mělo dojít k prodloužení doby jejich trvání. Beze změn však i nadále zůstává čtrnáctiměsíční zeměměřický kurs (*Army Survey Course – ASC*), který je akreditován Cranfieldskou univerzitou pro udělování titulu Master of Science (*MSc.*) v oboru vojenských geografických informací.

(Informace o Military Survey je možné získat na adrese: www.clark.net/pub/ukgeolow/homepage/milsvy.)

Royal School of Military Survey

V souladu s rozdělením odborností technického personálu Military Survey je i struktura RSMS rozdělena na tři oddělení – TOPO, TERA a REPRO. Jak při organizování výuky v kursech, tak při plnění odborných úkolů tato oddělení úzce spolupracují s jednotlivými prapory zeměměřického pluku, jejichž specialisté se velmi často podílejí na výuce odborných

předmětů a především na organizování praktických zaměstnání.

Oddělení TOPO pořádá kromě již zmíněného kursu ASC také dlouhodobé kurzy hydrografie pro příslušníky námořnictva, kurzy pro technický personál, kurzy pro výcvik instruktorů používání topografických map, kurzy pro uživatele GPS a kurzy navigace pomocí GPS pro vojáky od jednotek. Technika používaná oddělením se příliš neliší od techniky používané u K 234 nebo v geografické službě AČR, tedy od nivelačních přístrojů přes totální stanice až po přijímače GPS. Dalšími úkoly, které oddělení TOPO plní, jsou například geodetické zabezpečení dělostřelectva, zajišťování souřadnic a azimutů pro inicializaci inerciálních systémů, rozvíjení geodetických sítí na bojišti, velkoměřítkové mapování a poradenská činnost v souvislosti s využíváním technologií GPS. Změnou v zaměření oddělení je maximální příklon k výcviku a využívání technologií GPS.

Oddělení TERA se velkou měrou podílí na výuce speciálních předmětů v kursu ASC, jako například fotogrammetrie, kartografie, dálkového průzkumu Země nebo geografických informačních systémů. Stejně jako v případě oddělení TOPO se vybavení přístrojovou a výpočetní technikou nijak podstatně neliší svou úrovní od vybavení K 234. Obrovský rozdíl je však v počtech této techniky. V oblasti fotogrammetrie a dálkového průzkumu Země oddělení stále používá pro vyhodnocování leteckých a družicových snímků analogové přístroje WILD B8 spojené s počítači, pro projekty studentů kursu ASC a další práce však již využívá špičkový program SocetSet od firmy GDE Marconi umožňující plně stereoskopické vyhodnocování digitálních snímků a vytváření digitálního modelu terénu. V oblasti geografických informačních systémů a analýz terénu oddělení přechází z platformy UNIX na platformu Windows NT. Pro speciální práce, výuku v kursech i projekty studentů jsou využívány programové balíky firem ESRI, ERDAS, Intergraph a Bentley.

Nedávno bylo nejen oddělení TERA, ale celá RSMS vybavena stejnými počítači s procesory Pentium III s cílem zabezpečit plnou kompatibilitu všech pracovišť RSMS v počítačové síti.

Oddělení REPRO se podílí na výuce v kursu ASC předměty reprodukce, reprografie, polygrafie, zásobování mapami, řízení polygrafických prací apod. V prostorách oddělení probíhají rovněž měsíční moduly produkce map zmíněného kursu. Oddělení organizuje rovněž kurzy pro technický personál a v případě potřeby (například při nasazení jednotek NATO v bývalé Jugoslávii) se podílí i na tisku map. Stále častěji se zapojuje do řešení praktických otázek spojených s vývojem a úpravami mobilních prostředků a systémů pro zásobování mapami a ostatními geografickými podklady (analogovými i digitálními) bojových jednotek. Zcela nově se oddělení připravuje na úplný přechod od tradičních technologií tvorby map k digitálním. V souvislosti s tímto přechodem se řeší problém mnohem náročnější a rozsáhlejší přípravy technického personálu jak na práci s tradičními technologiemi, tak s moderní výpočetní technikou, především s rozsáhlým programovým vybavením.



Obr. 2. Delegace K 234 a RSMS před budovou velitelství RSMS v Hermitage

Zleva mjr. V. Kovařík, J. A. Knight (hlavní lektor RSMS), plk. V. Talhofer, pplk. A. P. Cross (velitel RSMS), V. Kratochvíl, mjr. J. Roberts (velitel TERA RSMS)

Directorate of Geographic Information

Ředitelství geografických informací (*Directorate of Geographic Information*) je jedním ze sedmi ředitelství Military Survey a sídlí v Tolworthu na jihozápadním okraji Londýna. Je odpovědné za získávání, správu, archivaci a distribuci geografických informací, které jsou v Military Survey k dispozici. K získávání těchto informací využívá kontaktů s národními mapovacími agenturami a komerčními vydavateli map ve Velké Británii i v zahraničí, jako zdroje informací z celého světa využívá statistické ročenky, turistické průvodce, sborníky z konferencí, materiály z výstav a veletrhů, samozřejmě internet a v neposlední řadě rovněž své vojenské a letecké přidělence.

Součástí ředitelství je i mapový archiv (*Map Library*), o kterém pracovníci Military Survey s hrdostí v hlase tvrdí, že je nejrozsáhlejším a nejkvalitnějším archivem svého druhu na světě. V současnosti je v Tolworthu uloženo téměř 600 000 různých druhů map, které spolu s mapami uloženými a zapůjčenými v jiných knihovnách (např. v Britské knihovně) tvoří sbírku čítající 880 000 druhů map pokrývajících téměř

celý svět. Některé výtisky jsou pouze v jediném exempláři, a proto se nezapůjčují, pouze se pořizují kopie. Od některých map má archiv k dispozici několik výtisků, takže celkový počet kusů map uchovávaných v archivu dosahuje 1,5 milionu. Z tohoto počtu je přibližně 15 000 druhů map v současnosti pravidelně využíváno a byly vytištěny již v počtu 11 milionů kopií.

Novou součástí ředitelství je knihovna digitálních produktů (*Digital Products Library*). Tato knihovna získává, spravuje, archivuje a distribuuje digitální geografické produkty, jako například rastrová data (ASRP, ADRG aj.), vektorová data (DFAD aj.), výšková data (DTED aj.) a další. Její další úlohou je digitalizace analogových produktů a jejich archivace v digitální podobě. Jestliže ještě v roce 1996 bylo digitalizováno několik stovek map, v roce 1998 to bylo již téměř 16 000.

Další složkou ředitelství je informační centrum knihovny (*Library Information Centre*), které uchovává přes 75 000 výtisků knih, CD, zpráv, slovníků apod., 700 různých časopisů a mnoho dalších materiálů, které jsou zdrojem geografických informací.

Ordnance Survey

Velice zajímavá byla návštěva národní mapovací agentury *Ordnance Survey* v Southamptonu. V porovnání s rokem 1995, kdy zde byl autor tohoto příspěvku na stáži [1], *Ordnance Survey* dále snížila stav zaměstnanců (přibližně 1 300 v Southamptonu a 550 v celonárodní síti 81 místních kanceláří) a rozšířila sortiment a množství nabízených produktů a služeb. Je uznávána jako největší mapovací agentura na světě zabezpečující produkci, údržbu a prodej mnoha druhů map, digitálních dat a dalších geografických informací určených pro obchod, rekreaci, vzdělávání a administrativní účely. *Ordnance Survey* vytvořila a spravuje momentálně jedinou kompletní národní topografickou databázi na světě. Tato databáze v současnosti obsahuje přes 200 milionů objektů pokrývajících území Velké Británie. Kromě toho *Ordnance Survey* každý rok pokryje vlastním leteckým měřickým snímkováním přibližně 30 000 km² území, obnoví 38 000 druhů map a vytiskne 11 milionů kusů map. Obnova map je výběrová a provádí se na základě procenta změn v mapovém listu, cyklus obnovy je pětiletý. *Ordnance Survey* se snaží dodržovat zásadu, že nové objekty se v mapách musí objevit nejpozději do 6 měsíců od jejich vzniku (v centrální databázi se tyto objekty ovšem objeví téměř okamžitě).

Mezinárodní divize *Ordnance Survey* (*Ordnance Survey International*) již padesát let poskytuje poradenství a podílí se na projektech organizací veřejného a soukromého sektoru zemí východní Evropy (nyní např. i Slovenska), východní a jižní Afriky, karibské oblasti, Asie, oblasti Pacifiku a Středního východu. Tyto projekty zahrnují zemědělskou politiku, reformu půdy, management informací o území, mapování a geodetická měření, digitální mapování a geografické informační systémy, řízení projektů, vzdělávání, poradenství v marketingu a informačních technologiích.

(Informace o *Ordnance Survey* lze získat na adrese: www.ordsvy.gov.uk.)

Spolupráce s Royal School of Military Survey

Na závěr návštěvy *Military Survey* proběhlo pracovní jednání delegace K 234 a RSMS, na kterém byla projednána další spolupráce obou organizací.

RSMS měla v úmyslu rozdělit výukové materiály kursu ASC do jednotlivých modulů, přičemž na tvorbě jednotlivých modulů by se podílely různé školy a instituce v rámci států NATO. Cílem tohoto zámyslu je úspora finančních prostředků a efektivní využití kapacit spolupracujících organizací, které by tak nemusely vytvářet obsahově stejné nebo velice podobné materiály, ale mohly by společně moduly sdílet. K 234 projevila zájem se na tomto projektu aktivně podílet a iniciovala první kroky v této oblasti. V prvním kroku si tedy RSMS a K 234 vzájemně vyměnily plány studia (kurs ASC z RSMS a pětileté studium z K 234) obsahující všechny přednášené předměty včetně jednotlivých bloků. Ve druhém kroku budou vybrány 1–2 společné body v obou plánech, jichž by se zpracování a výměna týkala. Jako příklad byly navrženy materiály pro cvičení dálkového průzkumu Země v ERDAS IMAGINE ze strany RSMS a materiály pro cvičení analýz terénu v ArcView ze strany K 234.

Dalším bodem spolupráce, na kterém se obě strany dohodly, byl plán společné účasti specialistů RSMS a K 234 na přednáškách a prezentacích v průběhu konference PFP (rok 2001, pořadatel K 234).

Literatura:

- [1] KOVAŘÍK V. Historie a současnost civilního zeměměřičství ve Velké Británii. *Geodetický a kartografický obzor*, 1996, roč. 42, č. 8, s. 166–169.

Návštěva ve Vojenském zeměpisném ústavu

Josef Vlastník

Laskavostí velení Vojenského zeměpisného ústavu a společnosti TOPOGRAF, která setkání zorganizovala, bylo nám seniorům, bývalým pracovníkům reprodukčního odboru Vojenského zeměpisného ústavu, dnes důchodcům, umožněno – po řadě let – opět navštívit naše bývalá pracoviště.

Pozvání nás velmi potěšilo; byla tu sice obava, zda tuto návštěvu budeme bez úhony absolvovat – totiž, je-li člověku již 91 let, nejsou jeho obavy zbytečné. Pravda, někteří z nás tuto návštěvu ze zdravotních důvodů odřekli; avšak ochota umožnit starému, mimopražskému člověku, aby se alespoň podíval tam, kde prožil čtyřicet roků, po 33 letech života v důchodu, byla překvapující a svědčila o úctě k práci těch, kteří ji měli tak jako VZÚ rádi. Nesmírně mile nás např. překvapila a potěšila ochota pana plk. v. v. Ing. B. Haltmara, který nezištně čtyřikrát vážil cestu do našeho bydliště – což bylo více než 350 km; spolu s manželkou mu znovu za takový hluboký zážitek srdečně děkujeme a stejně tak i těm, kteří o nás při návštěvě pečovali.

Rád vzpomínám na ten první pohled na téměř novou budovu VZÚ v roce 1926, kdy jsme ústav jako grafici navštívili. Byla to bílá budova se „zlatou“ střechou z měděného plechu, která stála v prostředí rozsáhlého staveniště starého Bubeneče – svítila se do dáli. Lípy, zasazené ještě jako proutky s oškraibanými kůly, jsou dnes velké, vzrostlé stromy a budova sama má již patinu pražských paláců...

Při naší poslední návštěvě jsme se sešli v místnostech jídelny, kde bývaly kreslárny kartolitografie; tady v této místnosti jsem v květnu roku 1932 poprvé zasedl k litografickému kameni. Opravdu to byla tehdy doba kamenná; bylo to dosti překvapující, protože v některých grafických závodech již „mlaskaly“ jednobarvé ofsetové stroje, zatímco tady byly kamenotiskové rychlolisy. Bylo zřejmé, že tehdejší vedoucí kartolitografie a tiskárny byli natolik pod vlivem vídeňského ústavu, že ovlivnili projektanty budovy VZÚ.

Důsledky se projeví zvláště při výstavbě tiskárny, kdy při snaze zajistit pracovníkům tiskárny co nejvíce světla byla vyprojektována prosklená střecha s žebrovou, tovární konstrukcí. Nebylo to dobré již tehdy; v zimě bylo v hale chladno – zvláště po volných dnech – a trvalo několik hodin, než bylo možné na strojích pracovat. Naopak, ve slunných dnech bývalo v tiskárně vedro; nepomáhalo kropení podlahy

vodou ani vyvěšování tiskového papíru v teplotě – papír musel být satinován, což prodlužovalo a zároveň prodražovalo tisk map.

Zastropením budovy tiskárny a nahrazením přirozeného světla zářivkami byly nepříznivé vlivy pro tisk částečně odstraněny. Z chodby do provozů tiskárny byly odstraněny také kolejničky pro přepravu strojových litografických desek solenhofenského vápence o rozměru 80 × 120 cm, ze kterých se v rychlolisech tisklo. Kameny se dopravovaly ze suterénu, kde byla brusárna, výtahem do tiskárny a kartolitografie, která byla původně v užší části prostor tiskárny. Poznamenávám, že tyto kolejničky bývaly nebezpečné pro ženské podpatky nakladaček a expedientek, které zde pracovaly. Stavební úpravou byly kolejničky odstraněny a sama bělostná tiskárna je s vyměněnými okny, sociálními zařízeními a celkovou úpravou na úrovni soudobých, moderních polygrafických pracovišť. Vzpomínám si, když se skla střešní konstrukce příliš zatemnila spadem prachu a sazí a vznikla potřeba „skleník“ vyčistit, neměla hospodářská správa ústavu finanční prostředky na úhradu této práce. Byli proto vybráni členové s nejmenší tělesnou vahou, kteří balancovali v úžlabích střechy a skla vyčistili. Nevím, zda byli za tuto práci nějak odměněni; pamatuji se však, že byly řešeny stížnosti jejich otců a následující očista již byla zadána speciálním čistícím.

Jak proběhla vzájemná beseda účastníků setkání? Jako bývá obvyklé, po stručné výměně informací o zdravotním stavu, vzpomínce na ty, kteří již odešli, následovaly vzpomínky na léta prožitá v ústavu – na smutná i veselá. Někteří měli s sebou i fotografie; kolega Karel Najman přivezl s sebou moc hezky upravenou sbírku karikatur, kterou nakreslil jeden náš slovenský kolega, Ctírad Smolík – byly opravdu mistrně vyvedené, s charakteristickými rysy osobností a se zdůrazněním jejich zájmů. V průběhu prohlídky tiskárny se mi velmi líbil kolega Hampejz, který, ač osmdesátník, vyběhl vzhůru po schůdkách nové čtyřbarvé ofsetky a prohlásil: „*Jako bych tu byl včera!*“

Na chvíli jsme se tak vrátili zpět do našich mladých let – já o třicet tři let – a společně na ně v dobrém vzpomínali.

Děkujeme!

Vzpomínka na šestého náčelníka Vojenského zeměpisného ústavu

Kamil Čelikovský

V roce 1941, někdy zjara, byl Dr. Ing. Vlastimil Blahák v Libochovicích zatčen gestapem a odvezen na Pankrác. Po dvou letech byl převezen do Berlína a tam odsouzen k trestu smrti. Jeho rodina – tchyně, manželka a dvě děti zůstaly v Libochovicích až do podzimu 1944. Potom se přestěhovaly do Velkých Popovic u Prahy a bydlely společně s námi v našem rodinném domku.

Dopisování se strýcem bylo velmi omezené a myslím, že od léta 1944 nebyla vůbec žádná pošta; takže jsme vlastně vůbec ani nevěděli, zda ještě žije. Trestnice, kde byl umístěn, byla také bombardována; „naštěstí“ byla zasažena pouze sekyrárna a kasárna stráží SS. Poslední nálet byl počátkem dubna 1945, kdy v nastalém zmatku a taktéž v důsledku pasivity starých dozorců (stráže SS byly odeslány na frontu) se většinou odsouzců podařilo uprchnout.

Strýc byl ve skupině asi dvaceti lidí, která se přesouvala směrem do Čech. Přijel za rodinou do Libochovic, ta však tam již půl roku nebydlela. Ujali se ho sousedé, a protože znali adresu jeho rodiny, dali telefonát do vrátnice pivovaru ve Velkých Popovicích – asi v tomto smyslu: „... že dědeček přijede v 00.30 hod. vlakem od Vraňan na nádraží Praha-střed. Je nemocen, tak na něho někdo čekejte“ – a dost.

Bylo nám ihned jasno. Naše radost byla obrovská; avšak doba byla velmi vypjatá a situace, jak ho v noci dostat z pražského nádraží plného německých vojáků do Velkých Popovic, byla svízelně řešitelná. Jednalo se přece o uprchlého odsouzence k smrti, velmi vyhublého a samozřejmě bez dokladů. Avšak můj otec se svou rozhodností projevil jako důstojník v záloze a vše vsadil na jediné možné řešení. Zašel za majitelem pivovaru baronem Ringhofferem a požádal ho o zapůjčení auta na onu kritickou noc; ten mu vyhověl. A zde se projevil jako vlastenec a schopný organizátor řidič pan Kohout. Navrhl, že vzhledem k dané situaci bude dobré mít s sebou v autě děti. Stalo se; můj bratranec Vlastimil (11 let),

já (13 let) a můj otec s panem Kohoutem jsme v noci vyjeli směrem na Prahu. Před půlnocí jsme již byli před nádražím a díky panu Kohoutovi, který uměl německy, odbyli všechny zájemce o naše auto. Nádraží bylo totiž plné odjíždějících německých vojáků a civilistů, kteří všichni chtěli – taxi.

Otec šel sám k vlaku a strýce přivedl; sedli jsme všichni do auta a rychle pryč. Ta šťastná nálada v autě, ta se nedá popsat. Ve zdraví jsme přijeli až domů, kde již čekal lékař pan MUDr. Schretter, též záložní důstojník, který strýce ihned vyšetřil a dal mu léky. Stále ale nebylo vyhráno. Naproti našemu domu, v Macharově vile, bylo velitelství wehrmachtu, škola byla plná vojáků a sál v hospodě též. Zde se ale potvrdilo pravidlo, že pod svícem bývá největší tma; nakonec i tato část nebezpečného a těžkého období dopadla dobře.

Strýc se i s otcem aktivně zapojili do Květnové revoluce. Lze jen litovat, že řidič pan Kohout v revoluci padl.

Někdy koncem května 1945 přijela pro strýce delegace generálního štábu ministerstva obrany. Na Pražském hradě byl prezidentem Benešem vyznamenán Válečným křížem 1939, medailí Za chrabrost a Za zásluhy 1. stupně a byl povýšen.

Strýc byl velmi skoupý na nějaké vyjadřování svých zásluh; pokud nám vyprávěl, tak pouze zážitky ze svého zatčení až do svého útěku. Vůbec nemluvil o důvodech svého zatčení a odsouzení.

Plukovník gšt. Dr. Ing. Blahák vykonával funkci náčelníka VZÚ v letech 1948 až 1951; zemřel ve věku 74 let. Urna s jeho popelem je uložena na hřbitově ve Velkých Popovicích.

Tyto řádky jsem napsal na základě vlastních prožitků a dále podle vyprávění svého strýce plk. gšt. Dr. Ing. Vlastimila Blaháka.

Anotace

DUŠÁTKO, D. Vojenský souřadnicový systém v éře GPS a geodetických geocentrických systémů. *Vojenský geografický obzor*, 2001, č. 3, s. 3–6.

Vývoj a zpřesňování geodetických polohových základů – euforie a dogmatismus; skutečné potřeby ozbrojených sil dneška v národním i kontinentálním měřítku. Nezbytnost souladu národních a profesních hledisek s věcnými i termínovými požadavky standardizace. Význam profesionální informovanosti a odborné diskuse.

ŘÍKAL, J. Transformace ze systému 1942/83 do ETRS 89. *Vojenský geografický obzor*, 2001, č. 3, s. 7–10.

Je popsán způsob převodu klasických terestrických geodetických systémů do geocentrického geodetického systému. Uvádí se rovněž podrobný popis matematického zpracování této transformace se specifikací použitých datových souborů. Popsaná metoda je používána v technologii VTOPÚ při aktualizaci databáze geodetických bodů.

NEVOSÁD, Z. Obecné vyrovnání geodetických polohových sítí. *Vojenský geografický obzor*, 2001, č. 3, s. 11–12.

Polohové sítě jsou obvykle zaměřovány pomocí GPS a elektronických tachymetrů. Článek popisuje metodu společného vyrovnání všech naměřených veličin se zavedením místního měřítka sítě a úhlového pootočení.

KOVAŘÍK, V. Výuka dálkového průzkumu Země na K 234. *Vojenský geografický obzor*, 2001, č. 3, s. 13–16.

V práci je popsán způsob výuky předmětu dálkový průzkum Země na katedře K 234 Vojenské akademie v Brně. Uvádí se struktura předmětu, zabezpečení výuky publikacemi, učebnicemi a skripty, jakož i způsoby laboratorního zabezpečení s uvedením používaného programového vybavení. V závěru jsou stručně zmíněny praktické aplikace využívající vybavení katedry.

MIKLOŠÍK, F., a VONDRA, D. Přesnost výškových modelů území České republiky. *Vojenský geografický obzor*, 2001, č. 3, s. 17–21.

Článek se zabývá hodnocením přesnosti nejdůležitějších výškových modelů, které byly pro území ČR dosud vytvořeny. Skládá se ze dvou částí, z nichž první obsahuje hodnocení přesnosti grafického vyjádření výškopisu na základních státních mapových dílech a druhá hodnocení přesnosti digitálního modelu reliéfu DMR-2.

GOLIAN, M., aj. Využití digitálních geoinformačních systémů v řízení palby dělostřelectva. *Vojenský geografický obzor*, 2001, č. 3, s. 22–29.

Príspevek pojednává o některých otázkách stavu a perspektivách využití digitálních geografických informací (DGI) jako jednoho z podstatných prvků procesu řízení palby moderního dělostřelectva. Na základě stručného vymezení obsahu řízení palby jsou v něm uvedena některá dílčí řešení topograficko-geodetické přípravy, která byla experimentálně rozpracována v projektu obranného výzkumu OBRAZ.

PIROH, J. Geografické informační systémy a data. *Vojenský geografický obzor*, 2001, č. 3, s. 30–32.

První část článku zdůrazňuje aspekt důležitosti vstupních dat pro geografické informační systémy (GIS) a jejich vhodného zpracování a aktualizace. Druhá část se stručně zabývá zdroji informací pro GIS a metodami jejich sběru. V třetí části je stručně popsán současný stav procesu tvorby Vojenského informačního systému o území v Armádě Slovenské republiky.

TALHOFER, V. Hodnocení užitečných vlastností digitálních geoinformací z pozice uživatele. *Vojenský geografický obzor*, 2001, č. 3, s. 33–41.

Článek pojednává o funkčnosti digitálních geoinformací. Jsou zde definovány jejich uživatelské funkce (informační funkce, funkce modelu, funkce podkladu pro matematické modelování, projektování a plánování, funkce prostředku automatizace,

ilustrační funkce, funkce podkladu pro odvozování) a kritéria pro jejich hodnocení (obsah datové báze, kvalita datové báze, aktuálnost datové báze, význam území, uživatelská přívětivost). Jednotlivá kritéria jsou kvantifikována a vyjádřena matematicky. Celková funkčnost produktu je hodnocena vhodnou agregační funkcí.

KOVAŘÍK, V. Návštěva delegace katedry vojenských informací o území VA v Military Survey. *Vojenský geografický obzor*, 2001, č. 3, s. 42–45.

Článek informuje o pětidenní návštěvě české delegace z katedry K 234 Vojenské akademie v Brně v Královské škole topografické služby Velké Británie, dále o návštěvě mapového archivu ředitelství geografických informací a národní mapovací agentury. Popisuje výše zmíněné instituce, jejich strukturu a výcvik vojenského personálu. V závěru je zmíněna diskuse o spolupráci mezi K 234 a Královskou školou topografické služby.

VLASTNÍK, J. Návštěva ve Vojenském zeměpisném ústavu. *Vojenský geografický obzor*, 2001, č. 3, s. 46.

Příspěvek se zmiňuje o návštěvě bývalých pracovníků reprodukčního odboru Vojenského zeměpisného ústavu (VZÚ). Autor připomíná období od roku 1926, kdy poprvé uviděl VZÚ, až po dnešní dny. Zmiňuje se o některých problémech s osvětlením, vytápěním a mytím oken na pracovišti. Návštěva byla umožněna velením VZÚ a organizována společností KARTOGRAF.

ČELIKOVSKÝ, K. Vzpomínka na šestého náčelníka Vojenského zeměpisného ústavu. *Vojenský geografický obzor*, 2001, č. 3, s. 47.

Příspěvek popisuje dramatický úsek života plk. gšt. Dr. Ing. Vlastimila Blaháka, jenž vykonával funkci náčelníka Vojenského zeměpisného ústavu v letech 1948 až 1951, v období 2. světové války. Autor, synovec plk. Blaháka, vzpomíná na toto období, kdy jeho strýc byl odsouzen k trestu smrti, avšak podařilo se mu uprchnout.

Summaries

DUŠÁTKO, D. Military Co-ordinate System in the GPS and Geodetic Geocentric Control Era. *Military Geographic Review*, 2001, no. 3, p. 3–6.

The development and improvement of positional geodetic control – euphoria and dogmatism; real needs of today's armed forces in national and continental scale. Necessity of harmony of national and professional points of views with material and time requirements of standardisation.

ŘÍKAL, J. Transformation from the Geodetic Datum Pulkovo 1942/83 into the ETRS 89. *Military Geographic Review*, 2001, no. 3, p. 7–10.

The transformation procedure of classic terrestrial geodetic systems into geocentric geodetic system is described. Likewise the detailed description of mathematical processing of that transformation with the specification of data sets used is given. The method described is being used in the technological procedure of the MTI at Dobruška.

NEVOSÁD, Z. Common adjustment of control networks. *Military Geographic Review*, 2001, no. 3, p. 11–12.

Control networks are usually determined with the help of GPS and total stations technologies. The paper describes the procedure of common adjustment of all measured data with regard to local scale and angular deformations in the network.

KOVAŘÍK, V. Teaching Remote Sensing in the K 234 Department of the Military Academy in Brno. *Military Geographic Review*, 2001, no. 3, p. 13–16.

In this contribution a way of teaching the subject "Remote sensing" in the K 234 Department of the Military Academy in Brno is described. It is given the structure of the subject, together with the means supporting teaching process including textbooks, publications, university textbooks and laboratory support with software used. In conclusion, practical applications using Department equipment are briefly mentioned.

MIKLOŠÍK, F., and VONDRA, D. Accuracy of Elevation Models of the Czech Republic. *Military Geographic Review*, 2001, no. 3, p. 17–21.

The article is dealing with accuracy evaluation of the most important elevation models, which have been so far developed for the CR territory. It consists of two parts, first of them contains accuracy evaluation of graphical presentation of altimetry on medium scales basic state map series, and the second one, accuracy evaluation of digital elevation model DMR-2.

GOLIAN, M. et al. Using Digital Geographic Information in Artillery Fire Control. *Military Geographic Review*, 2001, no. 3, p. 22–29.

The contribution deals with some problems of state and prospect of digital geographic information (DGI) use as one of essential elements of modern artillery fire control process. Based on a brief specification of fire control content, the contribution presents some particular solutions of topographic and geodetic preparation, which were experimentally elaborated in the defence research project "OBRAZ".

PIROH, J. Geographic Information Systems and Data. *Military Geographic Review*, 2001, no. 3, p. 30–32.

The first part of the article points out an importance aspects of input data in geographic information system (GIS) and their appropriate processing and updating. The second part briefly deals with information sources for GIS and with data acquisition methods. The third part briefly describes the present state of formation process of the Military Land Information System in the Army of the Slovak Republic.

TALHOFER, V. Comment on the Assessment of Usefulness of the Digital Data. *Military Geographic Review*, 2001, no. 3, p. 33–41.

This article deals with digital geoinformation functionality. Six user functions (information function, model function, base function of mathematical modelling, projecting and planning, function of automation and management mean, illustration

function, base function of other databases derivation) and five criterions for their evaluation (database content, database quality, database actuality, territory importance, data standardisation, independence and protection) are defined. Each criterion is expressed in a mathematical formula. Overall product functionality is evaluated by suitable aggregation function.

KOVAŘÍK, V. A Visit of the Delegation of the Military Land Information Department of the Military Academy to the Military Survey Defence Agency. *Military Geographic Review*, 2001, no. 3, p. 42–45.

The paper refers about five-day visit of the Czech delegation from the K 234 Department of the Military Academy in Brno to the Royal School of Military Survey (RSMS) in Hermitage, the Directorate of Geographic Information in Tolworth and the Ordnance Survey in Southampton. The paper briefly describes above mentioned establishments, their structure and training of military personnel. Finally the discussion about co-operation between the K 234 Department and the RSMS is mentioned.

VLASTNÍK, J. The Military Geographic Institute Revisited. *Military Geographic Review*, 2001, no. 3, p. 46.

The contribution recounts the visit to the Reproduction Department of the Military Geographic Institute (MGI) from senior employees. The author recapitulates the time from the year of 1926, the first time he saw the Institute, till nowadays. He is mentioning past problems with light and heating on working places, or problems with windows cleaning. The visit was organised by Command of the MGI and TOPOGRAF Company.

ČELIKOVSKÝ, K. The memory of the Sixth Chief of the Military Geographic Institute. *Military Geographic Review*, 2001, no. 3, p. 47.

The contribution describes the part of life, in the period of World War II, of GS Colonel Dr. Ing. Vlastimil Blahák - Chief of the Military Geographic Institute from 1948 until 1951. The author, Colonel Blahák's nephew, recollects that time, when his uncle was condemned to death, but he managed to escape.



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 01 Praha 6
tel.: (02) 20 215 805, (02) 20 215 840
fax: (02) 243 111 67

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

Šéfredaktor:	pplk. Ing. Pavel Skála
Předseda redakční rady:	pplk. Ing. Eduard Vařejka
Sekretář redakční rady:	Ing. Drahomír Dušátko, CSc.
Členové redakční rady:	Ing. Jaroslav Zemek, CSc., pplk. Ing. Miroslav Gajdůšek, mjr. Ing. Jaroslav Stojan, mjr. Ing. Luboš Reimann, mjr. Ing. Igor Jalůvka, Ing. Alois Hofmann, CSc., Mgr. Hana Fišarová

Vojenský geografický obzor, číslo 3/2001
Den vydání: 29. prosince 2001