

VLIV TOPOGRAFICKÉHO MÍSTNÍHO ŠETŘENÍ VOJENSKÝCH ÚJEZDŮ NA HARMONIZACI GEOPROSTOROVÝCH DAT

Josef RADA

Katedra vojenské geografie a meteorologie, Fakulta vojenských technologií, Univerzita obrany, Kounicova 65, Brno
662 10, Česká republika
josef.rada@unob.cz

Abstrakt

Aktuální bezpečnostní hrozby tlačí na zkvalitnění geoinformací o vojenských újezdech a příhraničních oblastech. Probíhající projekt optimalizace datovýchází reaguje na tyto trendy. Zkoumá neefektivnější postupy při aktualizaci geografických produktů, jak vojenských (DMÚ 25), tak civilních (ZABAGED). Výzkum se soustředí na synchronizaci dat, topografické místní šetření a statistické výstupy. Projekt je teprve ve své polovině, ale již nyní z něj vyplývá řada zajímavých poznatků a vylepšení do budoucna. Předložené závěry umožní ještě efektivněji pracovat v odlehlých oblastech, často bez vzdálené podpory. Zejména využití progresivních nástrojů ArcGIS Online může umožnit pružnější obnovu geografických produktů a tím hlubší začlenění geografické podpory do činnosti vojsk. Výsledky z výzkumu ovlivní podobu vojenského mapování na několik dalších desetiletí.

Abstract

Contemporary safety threats force national institutes to improve geospatial information of military training areas and border areas. Ongoing project of geodatabases optimization responds to these trends. It scrutinizes the most efficient methods of update of geospatial products, both military (DMÚ 25) and civilian (ZABAGED). The research focuses on data synchronization, topographic site survey and statistical outputs. The project is just at its nearly half, yet indicates many interesting findings and improvements for the future. Proposed conclusions will enable conduct a site survey in remote areas even more efficiently. Especially utilization of progressive tools of ArcGIS Online might make possible more flexible updates of geospatial products, thus deeper incorporation of geospatial support into activities of troops. Outcomes of the research will influence a form of military mapping for upcoming decades.

Klíčová slova: topografické místní šetření; vektorové databáze; vojenský újezd; ArcGIS Online

Keywords: topographic site survey; vector databases; military training area; ArcGIS Online

ÚVOD

Vojenské prostory a příhraniční oblasti byly vždy v hledáčku vojenských strategií a plánovačů. V současném období migračních vln a zhoršeného bezpečnostního prostředí se tyto strategicky citlivé oblasti dostávají ještě více do popředí zájmů. Z pohledu geografické podpory AČR je potřeba zkvalitnit a zrychlit přípravu mapových podkladů. Současný přístup válcové obnovy topografických map je pro tyto účely nedostačující svou vyšší časovou náročností a menší pružností. Tento projekt řeší nalezení efektivního způsobu aktualizace obsahu vektorových databází v oblastech vojenských újezdů (VÚj). Základem je určení optimální úrovně přesnosti, struktury a rychlosti v celé lince zpracování mapových produktů. Hlavními zkoumanými zdroji jsou databáze DMÚ 25 (digitální model území 1: 25 000) a ZABAGED (základní báze geografických dat). Nejdůležitějšími využívanými postupy jsou místní šetření, bezkontaktní sběr informací, synchronizace dat a vyhodnocování výsledků pomocí statistických metod. Cílem tohoto rozboru je představit a určit nejvhodnější metody aktualizace datovýchází v oblastech s omezenou přístupností, jakými jsou například vojenské újezdy. Závěry z tohoto projektu určí budoucí podobu aktualizace datovýchází v AČR.

ZKOUMANÁ DATA A POUŽITÉ METODY

Tato práce vznikla na podkladě probíhajícího projektu 3. aktualizace DMÚ 25 a obnově topografických map a map vojenských újezdů. Průřezovým úkolem je kritické analyzování a připomínkování stavu obsahu, přesnosti a kvality mapových produktů zejména ze zájmových oblastí v ČR. Výchozím bodem bylo vzájemné porovnání databází DMÚ 25 (VGHMÚř, 2018) a ZABAGED (ČÚZK, 2018) a jejich konfrontace s leteckými měřickými snímky a dalšími doplňkovými zdroji, např. DMR5G. Zjištěné výsledky a nedostatky byly následně ověřovány v terénu zejména pomocí

metod GNSS. Pro GNSS měření ve VÚj Hradiště bylo využito převážně přístrojů Trimble GeoExplorer se softwarem TerraSync (Trimble, 2008). Ve VÚj Boletice již však byly využívány primárně mobilní telefonys instalací programu Collector for ArcGIS. Optimálně byla v tomto případě přesnost měření do 5 m, což je dostačující pro daný účel.

Mimo samotného měření v terénu byla nejdůležitější částí příprava geodatabází a vlastní plánování. V oblastech vojenských újezdů probíhal téměř nepřetržitě vojenský výcvik, a tak střelecká cvičení často zamezovala kontinuálnímu místnímu šetření. Proto bylo nutno pečlivě rozplánovat využití vojenského újezdu jeho rozdělením na oblasti a uzpůsobením jejich tvaru probíhajícími střelbami (tzv. ohrožené prostory). Tento denní měřický prostor určil rozdělení místního šetření na celkově třítydenní kampaň. Výsledky měření byly průběžně zapracovávány do databází na místě a následně statisticky vyhodnocovány. Použitá data, software a technika je přehledně zobrazena v následující tabulce.

Tab. 1. Přehled použité techniky, dat a softwaru v projektu optimalizace databází

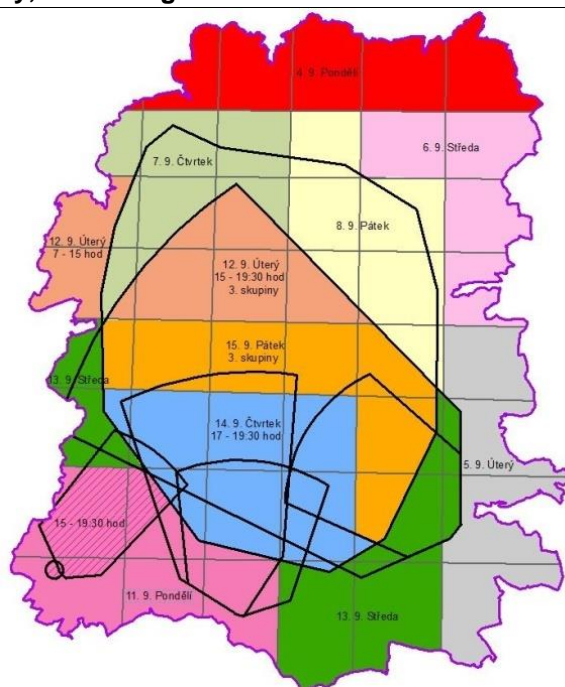
Technika	Počet	Data	Software
Vozidlo Land Rover	2	DMÚ 25	ArcGIS 10.3
Vozidlo UAZ	1	ZABAGED	Collector for ArcGIS 18.0
Trimble GeoExplorer 2005	1	Data VLS	TerraSync 5.4
Trimble GeoExplorer 2008	2	Nadstavbová data ÚÚ Vúj	Pathfinder Office 5.6
Mobilní zařízení (telefon, tablet)	3	RETM25	Adobe Photoshop CS3
Notebook - pracovní stanice	3	DMR5G	
Notebook - internetové připojení	1	Ortofoto ČR	
GPS tracker Dozor	3		
Laserový dálkoměr Stabila LE-200	3		

DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

Doposud získané výsledky lze rozdělit do několika tříd. V rámci přípravné fáze se utvářely jednotné postupy tvorby pomocných geodatabází a způsoby analyzování dat. Základem pro tyto analýzy byly technologické pokyny pro 3. aktualizaci DMÚ 25. Na jejich podkladě byl stanoven rozsah a podrobnost aktualizace. Například přesnost liniových objektů je pro tyto účely stanovena na 20 m a přesnost jejich parametrů na 0,5 m (VGHMÚř, 2018).

Měřická fáze byla zaměřena na vhodné využití předpřipravených dat a jejich efektivní interpretaci v terénu. Výjezdy do terénu a vlastní měření nejvíce ovlivňovala kvalita povrchu v kombinaci s počasím. Vojenské újezdy jsou v hlavní sezóně (od března do října) prakticky neustále využívány pro různá cvičení a podle toho bylo nutné uzpůsobit plán měřické kampaně. Třem skupinám, každé o dvou topografech, byly přiděleny měřické prostory o velikostech cca 3x3 km s úpravou podle harmonogramu probíhajících vojenských cvičení a střelb.

Fáze zpracování výsledků se soustředila na rychlou synchronizaci terénních dat a zdrojových databází. Výsledky lze rozdělit na dvě skupiny. Měření ve vojenském újezdu Hradiště byla založena na využití přístrojů Trimble GeoExplorer se softwarem TerraSync a Pathfinder Office (Trimble, 2008). Jedná se o více autonomní systém, nicméně s problematickým příjmem signálu GNSS. Druhou variantou, použitou zejména ve VÚj Boletice, bylo shromažďování informací a dat s využitím programů ArcGIS Online a Collector for ArcGIS. ArcGIS Online je klíčovou složkou a nedílnou součástí Esri ArcGIS systému. Jedná se o cloudový systém správy geoprostorových dat, který se skládá z aplikací a šablon pro vytváření interaktivních map. Uživatelé ArcGIS Online mohou sdílet mapy v rámci organizace nebo na světě prostřednictvím nástrojů, které jsou dostupné pro web, chytré telefony a tablety (Esri.com, 2018). Vojenské mapy a geodatabáze lze v tomto případě využít, jelikož tímto způsobem nejsou volně veřejně sdíleny a zároveň nejsou v režimu utajení.



Obr. 1. Mapa vojenského újezdu Hradiště s vyznačeným harmonogramem topografického místního šetření. Rozdělení na zóny 3x3 km s úpravou podle ohrožených prostor střelnic.

Poslední částí je vyhodnocení výsledků projektu pomocí statistických analýz a vytváření výstupů. Naprostou většinou řešených prvků byly lesní cesty a objekty s nimi spojené nebo vyskytující se v jejich dosahu. Statistické výstupy jsou prozatím jen částečné, jelikož nebyl nashromážděn dostatečně rozsáhlý vzorek dat. Pro statistické vyhodnocení bude používán především bodový odhad parametrů s využitím normálního rozdělení $N(\mu, \sigma^2)$ (Dum, 2014). Změny zanesené přímo do databáze ve VÚj byly dále optimalizovány mezi DMÚ 25 a ZABAGED pro synchronizaci těchto databází. Tento přístup je tak v souladu se zásadami GeoInfoStrategie ve státní správě, která ukládá efektivní a jednotné pořizování a aktualizaci geoprostorových dat (Kubátová, 2015). Dlouhodobou snahou geografické služby AČR je spojit úžeji základní vektorové databáze vojenského a civilního sektoru (Marša, 2014).

Tab. 2. Ukázka statistického zpracování liniových prvků ve VÚj Hradiště

objekt	počet	prověřeno	neprověřeno	existuje	neexistuje
lesní cesta	953	953	0	363	590
hlavní cesta	38	38	0	37	1
účelová komunikace	68	68	0	65	3
silnice III. třídy	1	1	0	1	0
potok	1	1	0	0	1
oplocení	2	2	0	2	0
elektrické vedení	2	2	0	1	1
skála, balvan	81	19	62	13	6

DISKUZE

Příprava dat

Projekt optimalizace vektorových databází a topografického místního šetření poukázal svými výsledky na nutnost vylepšit některé postupy, data a techniku. Úvodní analýza stavu vektorových databází má výrazný vliv na celkový rozsah měřické kampaně. Úroveň detailu je rozhodující. Lze pracovat s podrobností až po nejmenší bodové prvky v terénu, např. vodní zdroje, balvany či pomníky anebo postupovat sestupně hierarchicky určením důležitosti geoprvků a jejich atributů. Sestupná hierarchie umožňuje třídít geoprvky na logické skupiny (Sanders, 1999). V případě tohoto projektu jde o rozdělení primárně na základě významu objektů.

Topografické místní šetření

Ze zkušenosti z topografického místního šetření (TMS) se ukazuje jako nejvhodnější období pro měřickou kampaň květen až červenec. Využití denního světla je sice nejdelší, až o čtvrtinu delší doba slunce nad obzorem než v září, tj. 16 hodin oproti 12 hodinám, (Meteogram.cz, 2018), ale vegetace může zamezovat identifikaci některých bodových (např. vodní zdroje) a liniových prvků (např. polní cesty). Výhodné je tedy rozdělit kampaň na týdenní šetření v červnu a týdenní šetření v září a čerpat tak z výhod obou období. Vojenský újezd se tak vyblokuje na kratší souvislou dobu. V tyto měsíce jsou prostory nejvíce vytiženy, takže čím kratší rezervace, tím větší šance uskutečnění TMS bez přerušení. Zároveň je to výhodnější období než březen či listopad, jelikož je stále vlhké období, což negativně ovlivňuje průchodnost terénu. Pro další část projektu by měla být vyjednána blokáce vojenských újezdů po jednom týdnu na září a na červen. Obnova map vojenských újezdů (celkem 4 vojenské újezdy) je plánovaná na období jednou za čtyři roky, tudíž by rezervace platila na jeden prostor za rok.

Průchodnost terénu

V samotném vojenském újezdu nejvíce komplikuje pohyb, a tím i práci, obtížně průchodný terén. Stupeň průchodnosti je dán zejména sklonem svahů, povrchem terénu a cest, působením srážek na stav povrchu, kameny a stromy na cestách či rychle se rozrůstající vegetací. Tyto aspekty je potřeba analyzovat dopředu a zvolit podle toho vhodnou techniku, vozidla s pohonem 4x4, terénními pneumatikami a samonavíjecím vyprošťovacím zařízením. Při řešení průchodnosti terénu se jeví jako výhodné využití analytických nástrojů, které vyvíjí Katedra vojenské geografie a meteorologie na Univerzitě obrany (Rybanský, 2009). Nalezení optimálních tras může ušetřit mnoho času.



Obr. 2. Obtížně průchodný terén v kombinaci se srážkami velmi komplikoval průjezdnost

Kvalita signálu GNSS a GSM

Specifické problémy jsou způsobeny zhoršeným nebo neexistujícím signálem GSM a signálem GNSS. Pokrytí signálu GSM je ve vojenských újezdech nedostačující a dosahuje zhruba 70%. Při plánování výjezdu je potřeba analyzovat data pokrytí signálem a podle toho zvolit nejvhodnější metodu měření. Pro oblast se signálem GSM je vhodné využívat mobilních zařízení a ArcGIS Online a to i v případě špatného příjmu, jelikož lze využít off-line měření a synchronizovat data později. Oblasti bez signálu jak GNSS, tak GSM, jsou velmi vzácné. V těchto případech je nutné využít klasické papírové mapy. Přesných měření lze dosahovat, pokud je přijímán souvislý signál alespoň ze čtyř družic a jejich $PDOP \leq 6$ (Position Dilution of Precision – rozmístění družic) (Renfro, 2018). Kvalita měření GNSS v zalesněném kopcovitém terénu a ještě ve zhoršeném počasí dramaticky klesá. Tento problém lze řešit pouze snížením požadavků na PDOP, nicméně počet družic bývá v těchto případech i tak malý. Struktura koruny stromů (kompaktní či otevřená), druh stromů (listnaté, jehličnaté) a aktuální roční období (např. vrchol vegetačního období) mají největší vliv na přesnost (Sigrist, 1999). Chyba v měření je způsobena převážně vlivem vícecestného šíření signálu a zhoršené konfigurace družic (Janus, 2016). Předběžným studiem struktury lesa lze tak stanovit realizovatelnost GPS/GNSS měření. Měřit s korekcemi lze pouze v oblastech se silným signálem jak GSM, tak GNSS, tedy mimo zalesněný a kopcovitý terén.

ArcGIS Online

Využití ArcGIS Online v kombinaci s aplikací Collector for ArcGIS znamená přelomový bod ve vnímání způsobu topografického místního šetření v geografické službě AČR. Toto řešení má některá technická omezení. Jsou jimi velká objemová datová náročnost synchronizovaných objektů v případě povolení příloh (až stovky megabajtů), občasná nestabilita aplikace či omezená přesnost GNSS měření (výpadky měření, odchylky více jak 20 m apod.). Výhody však jednoznačně převažují. Jednoduchost systému zajišťuje intuitivní ovládání použitelné prakticky bez zaškolení. Aplikace reaguje svižně a nezdržuje, po synchronizaci je k náhledu okamžitý přehled odvedené práce. Díky struktuře systému odpadá nutnost další úpravy naměřených dat před opětovným použitím. Výstupem je jednotná databáze přístupná online (Meador, 2017). S pomocí aplikace Workforce je možné sledovat pohyb ostatních měřických skupin, což velmi usnadňuje komunikaci v případě nenadálých situací. Tato metoda tak ukazuje správně zvolený směr dalšího výzkumu, například pořízení přesnějších mobilních zařízení pro GNSS měření či testování stabilnějších forem připojení.

Kapacity

Jako optimální doba se zdá čtrnáctidenní kampaň. Poměr výsledné podrobnosti a aktuálnosti databáze ke kapacitní zátěži na pracoviště je v tomto případě nepřijatelnější. Je důležité si předem stanovit jaká odlehlost, (ne)významnost nebo rozměr cest je na samé hranici využitelnosti pro mapové produkty nebo pro konečné uživatele. Určení těchto pravidel dopředu může výrazně ulevit potřebným kapacitám. V plánování celkového času je potřeba připočítat pružnou dobu až 20% navíc v případě zhoršení počasí nebo možných závad na technice.

ZÁVĚR

Soudobá bezpečnostní rizika nutí geografickou službu AČR intenzivně pracovat na zkvalitnění geoinformací o vojenských újezdech a příhraničních oblastech. Probíhající úkol optimalizace datovýchází, který vznikl jako důsledek těchto událostí, se soustředí na návrh řešení aktuální situace. Zkoumá nevhodnější postupy při aktualizaci mapových produktů, především vojenských. Jako nejefektivnější způsob se nyní zdá být topografické místní šetření v kombinaci se synchronizovanou decentrální aktualizací databází. Předběžné výsledky z doposud zpracovaných oblastí (VÚj Hradiště a VÚj Boletice) naznačují výrazné vylepšení kvality databází a mapových produktů při celkové úspoře času. Z celkové 4 vojenských újezdů jsou téměř kompletní výsledky ze dvou a již nyní z nich lze vyvodit mnoho netradičních poznatků a vhodných vylepšení do budoucna. Například výraznější začlenění ArcGIS online do každodenní činnosti geografické služby AČR může dále výrazně ovlivnit přímou podporu v rámci bojové činnosti vojsk. Zkušenosti ze synchronizace databází DMÚ 25 a ZABAGED rovněž určí další možnou úroveň jejich propojování. Závěry z výzkumu tak ovlivní podobu vojenského mapování na mnoho dalších let.

ZDROJE:

ČÚZK. Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED®) - polohopis. [http://geoportal.cuzk.cz/\(S\(1x1gvjbdvduks1e5suz1h\)\)/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=zabaged&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED_VP&mapid=8&menu=241](http://geoportal.cuzk.cz/(S(1x1gvjbdvduks1e5suz1h))/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&side=zabaged&metadataID=CZ-CUZK-ZABAGED_VP&mapid=8&menu=241), citace: 10. 11. 2018.

Dum, P. (2014) *Measurement and analysis for engineering and science*. CRC Press, University of Notre Dame, Indiana, USA.

Esri.com. ArcGIS Online. <https://www.esri.com/cs-cz/arcgis/products/arcgis-online/overview>, citace: 10. 11. 2018.

Janus, P., Pecina, V. (2016) Praktické přínosy využití více konstelací GNSS v družicové navigaci. *Vojenský geografický obzor*, roč. 59, č. 1, s. 4–10.

Kubátová, E. (2015) První krok na cestě k efektivnímu využívání prostorových informací celou společností. *ArcRevue*, 24. ročník, číslo 1/2015, s. 3–6.

Marša, J. (2014) Dlouhodobé cíle geografického zabezpečení resortu obrany a jejich realizace. *ArcRevue*, č. 4, s. 4–7.

Meador, C., Horn, A. (2017) *Using Collector for ArcGIS for Field Surveys*. Dostupné z: <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=http://scholar.google.cz/&httpsredir=1&article=4097&context=roadschool>, citace: 10. 11. 2018.

Meteogram.cz. Časy východu a západu Slunce. <https://www.meteogram.cz/vychod-zapad-slunce/>, citace: 10. 11. 2018.

Renfro, B., Stein, M., Boeker, N., Terry, A. (2018) *An Analysis of Global Positioning System (GPS) Standard Positioning Service (SPS) Performance for 2017*. Dostupné z: <https://www.gps.gov/systems/gps/performance/2017-GPS-SPS-performance-analysis.pdf>, citace: 10. 11. 2018.

Rybanský, M. *Cross-Country Movement: the Impact and Evaluation of Geographic Factors*. University of Defence Brno, 2009. ISBN 978-80-7204-661-4.

Sanders, L. (1989) *L'analyse des données appliquée à la géographie*, G.I.P. Reculus, Montpellier, Francie.

Sigrist, P., Coppin, P., Hermy, M. (1999) Impact of forest canopy on quality and accuracy of GPS measurements, *International Journal of Remote Sensing*. 20:18, 3595-3610, DOI: 10.1080/0143116992112281.

TP-14/2015 (2018) *Technologické pokyny pro třetí aktualizaci digitálního modelu území 1:25000*. VGHMÚř, Dobruška.

Trimble Navigation Limited (2008) *Trimble GeoExplorer 2008 GeoXH Handheld: FAQs for Customers*. Dostupné z: [https://www.fieldenvironmental.com/assets/files/Literature/Trimble %20XH%202008%20FAQs.pdf](https://www.fieldenvironmental.com/assets/files/Literature/Trimble%20XH%202008%20FAQs.pdf), citace: 10. 11. 2018.