



TOPOGRAFICKÉ ORTOFOTOMAPY

PROTOTYPY 1 : 25 000 a 1 : 5 000

Luboš Bělka a Vít Voženílek

- Čtyřl a vícepruhové silniční komunikace (8 - šířka v m, 2 - počet jízdních pásů, 8 - povrch vozovky)
- Hlavní silnice, šířka jízdního pásu ≥ 8 m, těžký povrch vozovky (7 - šířka jízdního pásu v m, 9 - šířka koruny v m, A - povrch vozovky)
- Vedlejší silnice, šířka jízdního pásu ≥ 5 m, těžký povrch vozovky (5 - šířka jízdního pásu v m, 7 - šířka koruny v m, D - povrch vozovky)
- Ostatní silnice, šířka jízdního pásu ≥ 3 m, těžký povrch vozovky, sjezdové za každého počasí; lehký povrch vozovky, sjezdové za každého počasí s omezením; sjezdové jen za příznivého počasí
- Označení silničních komunikací: mezinárodní, vnitrostátní
- Zúžená místa (4 - zúžení v m; úseky se sloupáním $> 7\%$; parkovací a odstavňovací plochy; estakády)
- Tunely (4 - výška v m, 8 - šířka v m, 125 - délka v m); větrací šachty; galerie; úseky s poloměrem směrového oblouku < 25 m
- Opěrné a obkládní zdi; násypy a výkopy (3 - výška v m, 4 - hloubka v m)
- Hlavní cesty, šířka ≥ 3 m (4 - šířka v m); polní a lesní cesty; pěšiny, stezky
- Mosty přes malé pteřáčky, propustky (< 3 m délky; mosty ≤ 3 m < 40 m délky)
- Mosty v měřítku mapy (≥ 40 m délky); sdružené mosty s oddělenou mostovkou
- Železnice: jednokolejné, dvoukolejné, dvoukolejné elektrifikované; vlečky, kusé koleje
- Snesené železniční tratě
- Železniční stanice; železniční zastávky: s budovou, bez budovy; nákladní, rampy; estakády
- Žb - stavební materiál, 8 - volná výška nad normální plavební hladinou v m, 150 - délka v m, 10 - volná šířka v m, 60 - výhlední zařizitelnost v l, 2 - počet samostatných mostů)
- Charakteristiky podjezdů: a) jeden podjezd (b) více podjezdů (5,3 - volná výška podjezdů na 0,1 m, 8 - volná šířka v m, 2 - počet podjezdů vedle sebe)
- Sídla**
Jednotlivá budovy; kostely, kláštery, měšty; kaple; věže hradů, zámků; zříceniny hradů a zámků
Bloková a řadová zástavba, vilová zástavba, roztroušená zástavba
Pevnosti, opevnění, bunkry; zničená a polozečená budovy



TOPOGRAPHIC IMAGE MAPS
prototypes 1 : 25 000 and 1 : 5 000

TOPOGRAFICKÉ ORTOFOTOMAPY

PROTOTYPY 1 : 25 000 A 1 : 5 000

**M-33-069-A-d SOLNICE
TOPOGRAFICKÁ ORTOFOTOMAPA**

**SOLNICE
TOPOGRAFICKÁ ORTOFOTOMAPA 1 : 5 000**

**LUBOŠ BĚLKA
VÍT VOŽENÍLEK**

OLMOUC 2016

Autorský kolektiv:

RNDr. Luboš Bělka, Ph.D., prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.

Recenzenti:

prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc. (ČVUT Praha)

Ing. Stanislav Roháček (VGHMÚř Dobruška)

Výkonný redaktor: prof. RNDr. Zdeněk Dvořák, Ph.D.

Odpovědná redaktorka: Mgr. Jana Kreiselová

Technická redaktorka: RNDr. Alena Vondráková, Ph.D.

Obálka: Ivana Perůtková, RNDr. Alena Vondráková, Ph.D.

Publikace neprošla jazykovou úpravou.

Vydavatel: Univerzita Palackého v Olomouci, Křížkovského 8, 771 11, Olomouc

Ediční řada M·A·P·S· (Maps and Atlas Product Series), Num. 6 a 7

Tisk: Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci

Mapy vydala Univerzita Palackého v Olomouci pro Katedru geoinformatiky jako její 65. a 66. titul.

1. vydání

Olomouc 2016

ISBN 978-80-244-4945-6

© Univerzita Palackého v Olomouci, 2016

M·A·P·S· Num. 6 – ISBN 978-80-244-4958-6

M·A·P·S· Num. 7 – ISBN 978-80-244-4959-3

1. ÚVOD

Obrazové materiály pořízené prostředky a metodami dálkového průzkumu Země (DPZ) jsou důležitým druhem podkladů pro získávání prostorových informací o území, ale jen když jsou odvozené informace získané interpretací výsledků DPZ srozumitelně a názorně předávány koncovým uživatelům. K tomu se používají různé metody vizualizace a různé formy kartografických výstupů (digitální i analogové).

V praxi se lze setkat s různými kartografickými produkty označovanými pojmem „ortofotomapa“, přičemž kartografická kvalita ani základní atributy ortofotomap nejsou často dodržovány. Na základě studia odborné literatury a účasti na konferencích

autoři zjistili, že se problematikou tvorby ortofotomap doposud nikdo v potřebném rozsahu uceleně nezabýval. Pro běžnou praxi chybí popis teoretických východisek a aspektů, které ovlivňují kvalitu ortofotomap, scházejí standardy, popisy technologií a postupů. Proto většina „ortofotomap“ vzniká jako iniciativní kartograficky a kvalitativně nestandardizované produkty.

Autoři chtějí sestavenými prototypy napomoci rozvoji kartograficko-geoinformatické tvorby ortofotomap. Ve svém výzkumu se zaměřili na situace, kdy se pro kartografickou tvorbu využívá přímo vlastní obrazový materiál, nikoliv z něho odvozené informace.

2. POJETÍ ORTOFOTOMAPY V SOUČASNÉ KARTOGRAFII

Autoři sledovali v posledním desetiletí příspěvky na významných akcích v oblasti kartografie a geoinformatiky (konference, semináře) a periodika zaměřená na kartografii, geoinformatiku a DPZ, ve kterých se zaměřili na příspěvky pojednávající o ortofotomapách a digitálním zpracování obrazu.

Jednotlivá dílčí témata problematiky ortofotomap byla doposud řešena odděleně. Například tematická kartografie sice má zpracované postupy tvorby velkého spektra tematických map (různé studie Kaňoka, Voženilka, Slocuma, Murdycha, Veverky, Robinsona, aj.), ovšem nezabývá se vztahem kartografických znaků a ortofotosnímku. Stejně tak oblast DPZ a digitálního zpracování obrazu věnuje pozornost problematice zpracování dat z distančních metod a následnému získávání informací ze snímků, zřídka však řeší použití ortofotosnímku pro tvorbu ortofotomapy. V české odborné literatuře je užití termínu „ortofotomapa“ často problematické až nesprávné. Tento termín je využíván pro pojmenování ortogonalizovaného snímku nebo mozaiky ortogonalizovaných snímků.

Všechny doposud používané definice ortofotomapy lze sice považovat za laicky akceptovatelné, nicméně odborně neúplné a demonstrující nejednotnost ve vymezení pojmu ortofotomapa. Ortofotomapou je často označována mozaika ortogonalizovaných leteckých (družicových) snímků. Například v článcích firemního časopisu GeodisNews je zmiňována tzv. ortofotomapa v konkrétním měřítku. Ve skutečnosti se jedná o mozaiku ortogonalizovaných leteckých snímků v digitální podobě, která je rozdělena na dlaždice vymezené sekčními čarami kladu map příslušného měřítka.

Durand (1996) uvádí pojmy „topographic space map“ a „thematic space map“ vztahující se

k družicovým mapám. Jedná se o fotomapy nebo ortofotomapy, kde jsou obrazovou složkou ortogonalizované družicové snímky.

První vyrobenou ortofotomapou na území České republiky je „Ortofotomapa města Brna“ z roku 1930, která vznikla zpracováním leteckých snímků fotomechanickou cestou. Výsledkem je černobílá ortofotomapa části města Brna v měřítku 1 : 5 000. Její zmenšená podoba v měřítku 1 : 25 000 se stala součástí publikace *Letecká mapa zemského hlavního města Brna* od dr. A. Semeráda (Walter, 2005). Tomuto dílu chybí znaková složka, nejedná se tedy o ortofotomapu ve smyslu této studie. Obsahuje pouze základní mimorámové údaje (název, měřítko, autor, rok, směrovka). Zajímavostí je česko-francouzské provedení mimorámových údajů (<http://vilemwalter.cz/mapy/>).

Článků pojednávajících o ortofotomapách a jejich tvorbě jako kartografického díla se v odborné literatuře dálkového průzkumu Země objevuje velmi málo. Daleko častěji se objevují studie týkající se vyhodnocení polohové přesnosti ortofotosnímků, popř. využití ortofotosnímků pro účely tvorby odvozených produktů (vektorové databáze, studie o vývoji krajiny v čase, atd.). Zajímavý pohled prezentuje ve svém díle Petrie (1977). Věnuje se aspektům tvorby ortofotomap a zmiňuje důležitost kartografické nadstavby. Kepřtová (2007) analyzuje a hodnotí způsoby kartografického vyjadřování na kartografických produktech, jejichž součástí jsou obrazová data.

V odborné kartografické literatuře je věnováno ortofotomapám rovněž poměrně málo pozornosti a prostoru. Robinson a kol. (1995) o nich pojednávají v jediném odstavci. Ortofotomapy definují jako mozaiku ortofotosnímků přetištěnou mapovými symboly. Dále zdůrazňují využití výhod fotografie

za použití stejného měřítka v celé své ploše. Vzájemný vztah ortofotosnímku a nadstavby však neřeší. Další stěžejní kartografická díla současnosti se konceptem ortofotomapy nezabývají vůbec. Autoři neměli při řešení tohoto tématu na co navázat. Při studiu a použití kartografických metod vyjadřování a při řešení kartografických problémů se autoři drželi stěžejní zahraniční kartografické literatury současnosti – Robinson a kol. (1995), Slocum a kol. (2005) a pojetí českých kartografů Voženilka (2004), Voženilka, Kaňoka a kol. (2011) a Veverky (2001).

Podle Lillesanda a Kiefera (2004) ortofotosnímky samy o sobě neposkytují topografické informace. Můžou být však použity jako základ, na který jsou umístěny vrstevnice, přičemž vzniká tzv. topografická ortofotomapa. Zobrazení polohopisu zajišťuje ortofotosnímek, výškopisné informace vrstevnice.

Autoři shromáždili velké množství ortofotomap v tištěné podobě a podstoupili je poměrně důkladně

kartografické analýze. Sledovali a hodnotili zejména radiometrickou kvalitu ortofotosnímku, obsah a náplň znakových klíčů, kartografické vyjadřovací prostředky a čitelnost ortofotomap.

Z analýzy shromážděných ortofotomap vyvodili následující poznatky:

- ortofotomapy jsou sestavovány pro odborníky i laickou veřejnost,
- publikovány jsou jednotlivé ortofotomapy i atlasy ortofotomap,
- náplň znakové složky je velmi proměnlivá,
- plošné kartografické znaky se používají velmi omezeně,
- radiometrická kvalita ortofotosnímků bez viditelných barevných rozdílů při spojování do mozaiky ortofotosnímků je na poměrně dobré úrovni.

3. KONCEPT TOPOGRAFICKÉ ORTOFOTOMAPY

Pojmem **ortofotomapa** autoři rozumí **kartografický produkt zobrazující geografický prostor v určitém kartografickém zobrazení a měřítku, přičemž je její obsah tvořen obrazovou a znakovou složkou** (Bělka, Voženílek 2013a). Aby se z ortofotosnímku (obecně obrazové složky) stala ortofotomapa, musí získat tři nezbytné atributy: kartografické zobrazení, měřítka a znakovou složku ve smyslu jazyka mapy.

Obsah mapového pole ortofotomap tvoří dvě složky: **obrazová složka** a **znaková složka**. Obrazovou složku nejčastěji představuje ortogonálně zobrazený letecký (družicový) snímek neboli ortofotosnímek, z obecnějšího pohledu ji však mohou tvořit jakákoli ortogonální obrazová data jako výsledky snímání obrazovými senzory při dálkovém průzkumu Země. Z reality není v ortofotosnímku vyjádřeno vše, a proto je nutné ji přiměřeně doplnit znakovou složkou, která zobrazuje vybrané (podle účelu ortofotomapy) informace. Znakovou složku představuje sada vektorových vrstev (body, linie, plochy, text), v rámci nichž je každému zázorňovanému jevu (jeho vlastnostem) přiřazen kartografický znak z předem definovaného znakového klíče. Způsob použití obou složek a jejich vzájemné sladění je ovlivněno cílem a účelem, za kterým se ortofotomapa sestavuje. Na těchto výsledcích kartografické činnosti (ortofotomapách) lze najít vzájemně shodné, ale i diametrálně rozdílné aspekty, podle kterých je lze následně dělit.

Topografické (též základní) mapy se všeobecným obsahem slouží všeobecnému užití, např. pro plánování a projektování, navigaci a orientaci i jako podklad pro tvorbu tematických map a jiných geografických produktů. Obdobně se definuje všeobecně

použitelná ortofotomapa. Tento druh produktu, vzájemně se doplňující ortofotosnímek (obrazová složka) se znakovou složkou zobrazující všeobecně použitelné geografické objekty a informace označují autoři pojmem „topografická ortofotomapa“.

Topografická ortofotomapa je všeobecnou mapou, která používá jako hlavní zdroj informací ortofotosnímek. Znaková složka obsahuje objekty, které ortofotosnímek není schopen zachytit nebo které je nutno zdůraznit. Používá se buď černobílý, nebo v pravých barvách barevný ortofotosnímek, který je z uživatelského hlediska čitelný nejsnadněji. Příkladem jsou ortofotomapy suplující topografické mapy, od kterých přebírají měřítka i znakový klíč.

Tvorba topografické ortofotomapy probíhá v pěti fázích skládajících se z 11 kroků (Bělka, Voženílek 2013a):

Fáze „Zadání“

1. Návrh topografické ortofotomapy – stanovení cíle, účelu a využití sestavené ortofotomapy. Cíl a účel topografických ortofotomap je jednotný a odráží základní požadavek na cíl a účel referenčních map velkých měřítek. Tím je poskytování základních topografických informací (polohopis a výškopis). Předmětem polohopisu jsou sídla a jednotlivé objekty, komunikace, vodstvo, hranice správních jednotek a katastrálních území, hranice chráněných území, body polohového a výškového pole, porost a povrch půdy. Předmětem výškopisu je terénní reliéf zobrazený vrstevnicemi a šrafami. Popis sestává

z druhového označení objektů, standardizovaného geografického názvosloví, kót vrstevnic, výškových kót, rámových a mimorámových údajů.

Fáze „Kartografický projekt“

2. Vymezení území, volba kartografického zobrazení, měřítko a formátu, případně návrh kompozice.
3. Volba zdrojů dat.

Fáze „Tvorba“

4. Příprava datových vrstev – obrazové složky (úprava prostorového rozlišení, radiometrické úpravy, zvýraznění/potlačení) a znakové složky (použití standardizovaného znakového klíče pro topografické ortofotomapy, nastavení průhlednosti znaků).
5. Řešení mapového pole – sladění („harmonizace“) obrazové a znakové složky, tvorba souřadnicové sítě.

6. Návrh souřadnicové sítě.
7. Tvorba rámu mapy.
8. Generování mimorámových údajů – realizace v závislosti na obsahu mapového pole a kompozici ortofotomapy (legenda, měřítko, tiráž, informace o ortofotosnímku aj.).

Fáze „Evaluace“

9. Zkušební nátisk – hodnocení ortofotomapy autorem z hlediska technické stránky (správnost kartografické interpretace obsahu ortofotomapy) a estetické stránky (kompozice, barevné provedení, atd.).
10. Opravné a dokončovací práce.

Fáze „Aplikace“

11. Export ortofotomapy do obecně používaného formátu, popř. tisk ortofotomapy.
12. Použití ortofotomapy uživatelem.

4. OBSAH A NÁPLŇ TOPOGRAFICKÉ ORTOFOTOMAPY

Obsah mapy představuje souhrn všech jevů (objektů a procesů) znázorněných v mapě. V současné kartografii se člení prvky obsahu map podle jejich původu, charakteru a významu na (Voženílek, Kaňok a kol. 2011), přičemž stejné členění obsahu lze zavést u prvků obsahu ortofotomap:

- konstrukční (dříve označované jako matematické) prvky tvořící konstrukční základ mapy – kartografické zobrazení, geodetické podklady, měřítko mapy, souřadnicové sítě, rám mapy, klad listů a kompozice mapy,
- fyzickogeografické prvky vyjadřující fyzickogeografickou sféru – vodstvo, georeliéf, vegetační kryt, půdy a další přírodní složky krajinné sféry,
- socioekonomické prvky, vyjadřující socioekonomickou sféru – sídla, komunikace, průmyslové, zemědělské, dopravní a jiné socioekonomické jevy a objekty, hranice a další výtvoři lidské činnosti,
- doplňkové a pomocné prvky doplňující obsah mapy v rámu i mimo něj – popis, legenda a vysvětlivky, tiráž, veškeré doplňující informace na mapovém listu.

Doplňkové prvky ortofotomap tvoří:

- prvky totožné s prvky tradičních map – název mapy, číselné a grafické měřítko, lokalizační diagram, informace o použitém kartografickém zobrazení, legenda, tirážní údaje, atd.
- prvky specifické pro ortofotomapy – informace o ortofotosnímku (senzor, prostorové rozlišení, použitá spektrální pásma, datum pořízení, úroveň zpracování), tematická legenda, atd.

Obsah topografických ortofotomap tvoří polohopis a výškopis. Polohopis je obsažen v obrazové i znakové složce, kdežto výškopis lze na ortofotomapě vyjádřit pouze pomocí znakové složky. V některých případech lze výškové poměry uvést ve zjednodušené podobě do vedlejšího mapového pole.

Obsah obrazové složky

Obsah i náplň ortofotomapy je určován schopností rozeznat objekty v obrazové složce, resp. v ortofotosnímku. Nejdůležitějším parametrem ovlivňujícím tuto skutečnost je prostorové rozlišení neboli velikost pixelu. Obsah ortofotosnímku na topografické ortofotomapě je definován množinou všech obrazů (objektů) zachycených v době pořízení (ortofoto)snímku, které lze z ortofotosnímku vyčíst ať už pouhým okem nebo s využitím technických pomůcek. Obsah ortofotosnímku na topografické ortofotomapě je ovlivněn:

- parametry pořízení snímku
Ortofotosnímky jsou tvořeny ze snímků, které si nesou určité kvalitativní parametry vyplývající ze způsobu jejich pořizování. Základním parametrem ovlivňujícím obsah snímku je prostorové rozlišení snímku. Při digitálním zpracování snímků se prostorové rozlišení charakterizuje velikostí pixelu, který je základním elementem digitálního snímku. Velikost pixelu primárně pořizovaného snímku v digitální podobě je ovlivněna typem použitého senzoru a jeho nosiče. Prostorové rozlišení se odvíjí od schopnosti digitálního senzoru zaznamenat prostorový detail.

Obsah topografické ortofotomapy ovlivňuje spektrální rozlišení snímku, charakterizované jako počet spektrálních pásem, které je dané zařízením pořizující snímky schopno zaznamenat. Zobrazení odlišných kombinací spektrálních pásem může výrazně změnit obsah snímků. Velkoformátové digitální kamery pro leteckou fotogrammetrii mají senzory citlivé nejen na vlnové délky viditelného spektra ale též na blízké infračervené pásmo.

Prostorové a spektrální rozlišení snímku jsou ovlivněny výběrem senzoru (ohnisková vzdálenost, počet spektrálních pásem), výběrem nosiče senzoru (letadlo, družice) a parametry pořizování snímku (výška letu, úhel vychýlení kamery nebo družicového senzoru).

- parametry ortogonalizace

Ortogonalizace je proces, při kterém dochází k překreslení snímku do ortogonální projekce, přičemž je odstraněno zkreslení způsobené centrální projekcí terénu do roviny leteckého měřického snímku. Snímek vstupuje do procesu ortogonalizace, při kterém se volí velikost pixelu. Velikost pixelu se nevolí menší než je jeho originální hodnota vyplývající z porřízení snímku. Je zřejmé, že není možné pouhým překreslením snímku na menší pixel získat nové informace. Interpolací původních hodnot dochází pouze ke zvětšení počtu pixelů a následně ke zvětšení objemu dat. Při ortogonalizaci pomáhá digitální model reliéfu odstranit zkreslení na snímku vlivem převýšení terénu. Absolutní polohová i výšková přesnost a detailnost výškopisného modelu má vliv na absolutní polohovou přesnost výsledného ortofotosnímku a potencionálně na polohový soulad či nesoulad se znakovou složkou. Metoda překreslení (nejbližší sused, bilineární interpolace, kubická konvoluce) ovlivňuje výsledek přepočtu vstupních hodnot a následně kvalitu nového obrazu z hlediska jeho vyhlazení.

- parametry tvorby ortofotomapy

Ortogonalizovaný letecký snímek se před vytvořením topografické ortofotomapy upravuje – zvýrazňuje nebo potlačuje. Použití ortofotosnímku s příslušnou úpravou vždy záleží na typu ortofotomapy, jejím měřítku a účelu využití.

Úpravy zvýrazňující ortofotosnímek zahrnují:

- zvýšení kontrastu roztažením histogramu, tzn. maximální využití definovaného rozsahu hodnot určeného pro kódování obrazu,
- úpravu histogramu za účelem věrnějšího podání barevnosti změnou rozložení hod-

not pixelů v rámci maximálního rozsahu hodnot určeného pro kódování obrazu,

- zostření ortofotosnímku použitím vysokofrekvenčních prostorových filtrů.

K úpravám potlačujícím ortofotosnímek patří:

- snížení prostorového rozlišení ortofotosnímku,
- převedení barevného ortofotosnímku na černobílý, na který se umístí barevná znaková složka,
- zesvětlení ortofotosnímku a tím vytvoření vhodného podkladu pro umístění a dobrou čitelnost znakové složky,
- vyhlazení ortofotosnímku použitím prostorových filtrů.

Změna prostorového rozlišení a výběr spektrálních pásem pro barevnou prezentaci ortofotosnímků mají zásadní vliv na jejich obsah. Správný výběr ortofotosnímku a nastavení správných parametrů ovlivňuje obsahovou stránku ortofotomapy. Ortofotosnímek topografické ortofotomapy musí poskytovat všeobecné informace o území, určovat polohu a rozmístění objektů. Proto:

- prostorové rozlišení ortofotosnímku, resp. míra zachycení detailu, musí odpovídat měřítku ortofotomapy,
- ortofotosnímek v barevné syntéze v pravých barvách je z uživatelského hlediska nejvhodnější, protože poskytuje věrný obraz území,
- černobílý ortofotosnímek lze použít při nedostupnosti barevného ortofotosnímku nebo při potřebě zvýraznění znakové složky; pro černobílý snímek je nutné využít maximálního rozsahu hodnot radiometrického rozlišení.

Znaková složka topografické ortofotomapy doplňuje obsah obrazové složky. Prvky plošné povahy (zástavba, vodstvo, rostlinný kryt) nejsou zpravidla na topografických ortofotomapách pomocí znakové složky zobrazovány. Pokud však jsou vyjádřeny, používají se převážně pouze obrysy plošných znaků. Je-li výjimečně použita výplň, využívá se vyšší průhlednosti nebo šrafování.

Náplň topografické ortofotomapy

Při řešení náplně topografické ortofotomapy se rozlišují grafická zaplněnost ortofotomapy (poměr plochy obrazů prvků mapy k celkové ploše mapy) a informační (entropická) náplň ortofotomapy.

Grafická zaplněnost mapy je poměr plochy obrazů prvků mapy k celkové ploše mapy. Udává se v procentech a je mírou čitelnosti mapy. Optimální náplň u tradičních topografických map se udává 12 až 18 % plochy mapy, 25 až 30 % je již na hranici únosnosti. Počítá se nejčastěji dle Suchovova vzorce (Dolanský, Babický 2008). Z podstaty obsahu topografických ortofotomap nelze definici grafické

zaplněnosti mapy plně převzít. Obrazová složka vyplňuje celé mapové pole ortofotomapy, tudíž se na ortofotomapě nevyskytují žádná „bílá“ místa, tzn. neexistují plochy graficky nezaplňené a zároveň s nulovou či velmi nízkou informativní náplní. Při grafické zaplněnosti ortofotomapy je vhodné raději uvažovat pouze znakovou složku. Z praktických příkladů lze konstatovat, že grafická zaplněnost ortofotomapy neprůhlednými znaky znakové složky by neměla překročit 15 % a v optimální variantě by měla být mezi 8 až 12 %.

Informační náplní ortofotomapy se rozumí množství informací, které je možné vyčíst neboli rozeznat v obrazové složce a ve znakové složce. Za informaci poskytovanou ortofotosnímky, resp. obrazovou složkou, se považuje objekt, který je

možné odlišit od okolí a u kterého lze určit jeho parametry – „barvu“ (vyplývající ze spektrální odrazivosti), tvar a velikost. Objekty na ortofotosnímku jsou tvořeny „shluky“ pixelů. Jediným atributem přiřazeným jednotlivým pixelům obrazu, je jejich hodnota kódovaná v určitém číselném intervalu, vyjadřující v podstatě spektrální odrazivost snímaných objektů. Bez další klasifikace obrazu, která by přiřadila sémantický význam jednotlivým pixelům, resp. shlukům pixelů, lze informační náplň obrazové složky (ortofotosnímku) posuzovat pouze ve smyslu výskytu určitých hodnot spektrální odrazivosti, její intenzity (barva), proměnlivosti (topologie a prostorové uspořádání), resp. homogenity. Lze tedy hovořit o „spektrální informační náplni obrazové složky“.

5. METODY TVORBY TOPOGRAFICKÉ ORTOFOTOMAPY

Při tvorbě topografické ortofotomapy byly použity tři základní skupiny výzkumných metod:

- metody kartografické vizualizace sloužící k vyjádření prvků znakové složky:
 - metoda bodových znaků k vyjádření diskrétních objektů a jevů,
 - metoda liniových znaků k vyjádření liniových objektů a jevů,
 - metoda plošných znaků k vyjádření plošných objektů a jevů,

Výběr správné barevné reprezentace kartografických znaků byl klíčovým aspektem čitelnosti znakové složky. Při tvorbě prototypů topografických ortofotomap byly aplikovány barvy v barevném modelu RGB, protože obrazová data DPZ se běžně zobrazují v barevné tříkanálové syntéze využívající model RGB a veškeré procesy týkající se digitálního zpracování obrazu jsou prováděny v barevném modelu RGB.

- metody dálkového průzkumu Země a digitálního zpracování obrazu

K odstranění geometrických zkreslení, např. radiálního zkreslení, bylo provedeno ortogonální překreslování snímků, čímž byly opraveny polohy obrazů objektů zobrazených na snímku. Metody digitálního zpracování obrazu zahrnovaly manipulace s hodnotami základních obrazových bodů na úrovni jednotlivých pixelů (úpravy kontrastu) nebo ve vztahu k okolním pixelům (filtrace), popř. spektrální kombinace jednotlivých pásem.

- metody grafické a polygrafické
Digitální podoba topografické ortofotomapy byla připravena k tisku na vhodném tiskovém zařízení.

Data

Pro tvorbu prototypů byla využita data tvořící obrazovou i znakovou složku, která pocházejí převážně ze státních databází. Záměrem bylo sestavit prototypy pokud možno využívající data existujících databází.

Data pro obrazovou složku:

- letecký ortogonalizovaný měřický snímek v barevné syntéze v pravých barvách – výřez z bezešvé mozaiky ortogonalizovaných leteckých měřických snímků – Ministerstvo obrany ČR
- letecký černobílý ortofotosnímek – odvozený z ortofotosnímku v pravých barvách

Data pro znakovou složku:

- Topografická mapa 1 : 25 000 – Ministerstvo obrany ČR
- data katastrálních hranic a uliční sítě – Český úřad zeměměřický a katastrální
- vlastní data vygenerovaná autory práce na základě výše uvedených datových zdrojů

Data pro ostatní prvky ortofotomapy:

- ostatní data vygenerovaná autory práce – konstrukční prvky mapy, popis, mimorámové údaje.

Software

Programové vybavení slouží k vytváření příkladových studií na základě aplikace vytyčených teoretických postupů a hypotéz. Jejich výstupy ve formě prototypových kartografických děl slouží k otestování správnosti, vhodnosti nebo nevhodnosti vytyčených teoretických algoritmů a postupů. Při výběru vhodného programového vybavení jsou zohledňovány tyto předpoklady:

- schopnost práce s obrazovými daty, digitální zpracování obrazu,
- možnosti vytváření kartografických děl (práce se znakovým klíčem, mimorámové údaje, kartografické zobrazení, atd.),
- možnost vkládání uživatelsky vytvořených algoritmů a postupů,
- dostupnost produktu pro autory práce.

Na základě průzkumu trhu z hlediska výše uvedených podmínek autoři vybrali jako nejvhodnější komerční programové produkty ERDAS IMAGINE a ArcGIS. Jako stěžejní produkt autoři při řešení úkolů spojených se zpracováním obrazových dat využívají ERDAS IMAGINE, a to z několika důvodů:

- specializovaný programový produkt pro digitální zpracování georeferencovaných ras-

trových dat nabízející řadu vhodných a užitečných nástrojů,

- možnost tvorby vlastních algoritmů založených na rastrové algebře v modulu Modeler a pohodlné vytvoření prototypů a ověření vlastních navržených metod.

Řešení procesů spojených s kartografickou vizualizací bylo provedeno v ArcGIS, protože umožňuje tvorbu vlastních algoritmů a nabízí dostatek nástrojů umožňující kartografickou vizualizaci i tvorbu mapové kompozice. Kromě existujících funkcí autoři vytvořili vlastní skripty a modely, např. model pro spojení ortofotosnímku a polygonových kartografických znaků při řešení využití průhlednosti.

6. ZNAKOVÝ KLÍČ TOPOGRAFICKÉ ORTOFOTOMAPY

Vyjadřovací prostředky znakové složky

I když lze všechny druhy bodových znaků na topografických ortofotomapách použít, jsou preferovány geometrické, příp. symbolické znaky používané ve standardizovaných znakových klíčích konvenčních topografických map. Pro bodové znaky ve znakových klíčích topografických ortofotomap autoři doporučují:

- používat jednodušší znaky, převážně geometrické,
- používat pokud možno barevně nepříliš složité znaky,
- používat nekomplikované struktury znaku,
- používat „halo“ (barevný lem okolo znaku),
- používat znaky s vnitřní výplní; pokud výplň chybí, je nutno dodat halo nebo podkladový štítek,
- používat podkladový štítek (jednobarevný neprůhledný nebo průhledný a barevně kontrastní k obrazové složce),
- ke zvýraznění celé znakové složky, nejen bodových znaků, lze používat potlačení obrazové složky zesvětlením.

Vztažné body, pomocí kterých jsou umísťovány znaky do místa výskytu znázorňovaného jevu, je nutné řešit obzvláště pečlivě, protože často dochází k situacím, kdy je objekt znázorněn kartografickým znakem a zároveň zachycen na ortofotosnímku. Z tohoto pohledu existují dvě možnosti:

- bodový kartografický znak umístit přímo na objekt, dojde však k částečnému (v případě použití průhlednosti) nebo úplnému znemožnění čitelnosti ortofotosnímku,
- bodový kartografický znak umístit mimo objekt; pak je však potřeba zajistit jednoznačnou

identifikaci tohoto objektu a ztotožnění obou složek ortofotomapy (správným umístěním, vodící linkou).

Lze také ponechat obrazové složce (ortofotosnímku) zobrazení skutečného vzhledu objektu a kartografickým znakem nebo popisem přiřadit objektu sémantický význam, který je z ortofotosnímku nerozpoznatelný. Příkladem jsou budovy, kterým je pomocí bodových znaků přiřazen sémantický význam (škola, kostel, městský úřad, atd.). Obecně se bodové znaky umísťují na homogenní místa ortofotosnímku, pokud to situace dovolí.

Při použití liniových znaků v topografické ortofotomapě je nutné rozvážit, které jevy liniového charakteru budou na ortofotomapě vyjádřeny liniemi. Důležitou roli v tomto rozhodování hraje měřítko ortofotomapy. Při řešení tloušťky liniového znaku mohou nastat tři situace:

- Šířka objektu liniového charakteru zobrazená na ortofotosnímku je totožná s tloušťkou liniového znaku. Tato situace je pochopitelně nejvhodnější, liniový znak plně překrývá objekt a zároveň nezakrývá objekty jiné. Ne vždy je však možné ji zabezpečit.
- Šířka objektu liniového charakteru zobrazená na ortofotosnímku je větší než tloušťka liniového znaku. Je třeba si uvědomit, že například silnice široká 10 m má v měřítku ortofotomapy 1 : 1 000 šířku 10 mm. Použití takto silné čáry je již nevhodné. Lze použít tenčí čáru, pak ale dojde k zobrazení objektu částečně na ortofotosnímku (okraje) a zároveň i znakovou složkou (středová část). Druhou možností je nepoužít liniový znak vůbec a ponechat vyjádření objektu pouze ortofotosnímkiem. Je evi-

dentní, že čím je měřítko větší, tím více těchto situací je nutné řešit, převážně ve prospěch ortofotosnímku a redukce znakové složky.

- Šířka objektu liniového charakteru zobrazená na ortofotosnímku je menší než tloušťka liniového znaku. Tato situace je charakteristická pro menší měřítko, kdy je třeba liniové objekty zobrazit znaky, protože z ortofotosnímku by byly špatně čitelné. Nelze jít pod minimální čitelnou tloušťku čáry 0,1 mm, která například v měřítku 1 : 100 000 je 10 m.

Na ortofotomapách se řeší polohový soulad liniových kartografických znaků a obrazové složky ve dvou situacích:

- pokud znaková složka (z technického pohledu vektorové vrstvy) vznikla na podkladě ortofotosnímku, je sladění bezproblémové,
- pokud znaková složka vznikla jako vektorová vrstva na podkladě jiného zdroje a její absolutní polohová přesnost nekoresponduje s absolutní polohovou přesností obrazové složky, pak sladění nemusí být dostačující a průběh liniových kartografických znaků se musí přizpůsobit průběhu prvků zobrazených na ortofotosnímku; v případě malých odchylek a příhodného měřítka lze tento nesoulad „zakrýt“ vhodnou tloušťkou čáry; v opačném případě je nutné polohu liniových prvků vektorové vrstvy přizpůsobit ortofotosnímku.

Z plošných kartografických znaků (obrys a výplň) lze na ortofotomapách použít:

- plošné znaky vyjádřené pouze obrysem,
- plošné znaky vyjádřené obrysem a průhlednou výplní; obrys v tomto případě nemusí být výrazný nebo může úplně chybět, průhlednou výplň lze například kombinovat se šrafováním,
- plošné znaky vyjádřené obrysem a neprůhlednou výplní, ani v tomto případě obrys nemusí být výraznější než výplň; jedná se o příliš velké potlačení obrazové složky zamezující její čitelnosti, a proto by se mělo používat co nejméně.

Při polohovém souladu mezi znakovou a obrazovou složkou je situace obdobná jako v případě liniových znaků. Je nutné jej řešit opravou polohového umístění prvků znakové složky, jinak není možné tento datový podklad pro sestavení ortofotomapy použít.

Pro sestavení a čitelnost znakového klíče znakové složky ortofotomapy má klíčový význam barva. Ortofotosnímek jako podklad je charakteristický barevnou nehomogenitou vyplývající z častého střídání hodnot pixelů. Pro černobílý (panchromatický) ortofotosnímek v 8bitovém formátu existuje 256 stupňů šedi, pro barevný tříkanálový ortofotosnímek v 8bitovém

formátu může nastat až 2563 (cca 16,7 mil.) kombinací hodnot, resp. odstínů v barevném modelu RGB. Volba správné barvy kartografického znaku, jeho výplně, podkladu či obrysu je rozhodujícím pro jeho správnou čitelnost. Barvou má smysl se zabývat zejména v případě použití chromatických barev pro znakovou složku a sladění s barevným nebo černobílým ortofotosnímkiem. Způsoby řešení barevnosti lze obdobným způsobem aplikovat i na popis.

Barvu prvků znakové složky lze v zásadě volit dvěma způsoby:

- intuitivně, kdy autor ortofotomapy empiricky víceméně „citem“ volí barvu na základě různého množství pokusů, kdy hodnotí čitelnost; je třeba dbát na dostatečně velký kontrast mezi znakovou a obrazovou složkou; vhodnými barvami jsou purpurová, žlutá a červená, použití ostatních barev pro znakovou složku nebo popis vyžaduje halo efekt; tento způsob je zatížen velkým stupněm subjektivity,
- automaticky, kdy je barva volena podle předem daného vzorce nebo algoritmu; výhodou je „a-priori“ matematicky definovaný přístup bez subjektivity, nevýhodou a problémem je nalezení vhodného algoritmu, který by vyhovoval pro všechny barevné odstíny, typy ortofotomapy i požadavkům uživatele.

Obecně se při hledání barvy znakové složky řeší vztah obrazová složka – znaková složka ve smyslu rozdílnosti v barevnosti. Je třeba rozlišit situaci, kdy je obrazová složka černobílá a kdy barevná. První situace je k řešení jednodušší, volba barvy na černobílý podklad je poměrně jednoduchá, je v zásadě nutné vyvarovat se černé a bílé barvy, popř. odstínů šedi. Složitější situace nastává při řešení barevnosti znakové složky v případě, že je podkladem barevný ortofotosnímek.

Vyjadřovací prostředky obrazové složky

Obrazová složka je vyjádřena hodnotami pixelů a jejich rozvržením. Úpravy směřující ke zvýraznění či potlačení obrazové složky modifikují hodnoty pixelů. Probíhají buď pro každý pixel separátně (práce s histogramem, převod barevného snímku na černobílý) nebo je hodnota pixelu modifikována ve vztahu k jeho okolí (filtrace).

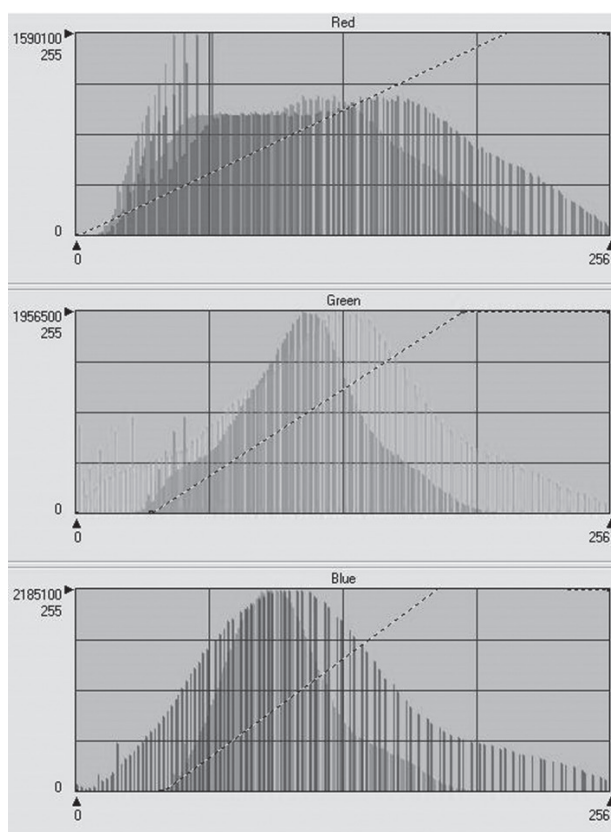
Radiometrické úpravy představují práci s jednotlivými hodnotami základních elementů obrazu zvlášť a jsou velmi důležité pro splnění požadavku dobré čitelnosti snímku. K úpravám se využívá histogram obrazu. Černobílý obraz existující v jednom spektrálním pásmu má jeden histogram, počet histogramů multispektrálních snímků se rovná počtu spektrálních pásem. Úpravy původního histogramu mají za cíl efektivní využití plného rozsahu hodnot daných kódováním obrazu. Převod původního

histogramu na upravený se provádí pomocí funkce, která transformuje hodnoty pixelů do jiných hodnot (Pavelka a kol., 2001). Využití plného rozsahu hodnot lze docílit roztažením histogramu původního obrazu.

Barevné vyladění obrazu je problematikou poměrně složitou a je velmi obtížné stanovit jeden zobecněný postup, který by byl použitelný na všechny soubory výřezů ortofotosnímku v rámci celého díla. Při barevné úpravě nelze přistupovat ke každému souboru izolovaně, ale je třeba ho řešit v návaznosti na okolní soubory ortofotosnímku tak, aby byla zajištěna barevná homogenita v rámci celého díla. Nicméně zajistit jednotnou radiometrii znesnadňuje

celá řada faktorů, počínaje samotným snímkováním přes skenování pořízených barevných negativů (popř. diapositivů) až po poměrné zastoupení jednotlivých přírodních (pole, lesy, vodní plochy, atd.) a antropogenních (sídla, těžební oblasti, atd.) prvků v rámci jednoho snímku. Tento proces v podstatě není možné provádět automatizovaně, ale je nutné řešit soubory případ od případu za využití vhodného programového vybavení a nabytých zkušeností.

Lineárním roztažením histogramu (přesunutím hodnot do střední části) ve všech třech kanálech (R-červený, G-zelený, B-modrý) (obr. 1) do tvaru Gaussovy křivky byl původní obraz upraven (obr. 2).



Obr. 1 Lineární roztažení ortofotosnímku v barevném modelu RGB (viditelné jsou histogramy původního obrazu i histogramy upraveného obrazu)

Průhlednost (transparentnost) lze charakterizovat jako efekt, při kterém se podkladová vrstva překrytá jinou vrstvou stává viditelná. Použití průhlednosti prvků znakové složky je příkladem kompromisního řešení při rozhodování, zda prvek zařadit do znakové složky či nikoliv. Využitím tohoto efektu lze zobrazit a číst více informačních vrstev najednou. Praktické provedení průhlednosti pro účely tvorby ortofotomapy znamená spojení ortofotosnímku a tematické vrstvy nejčastěji plošného charakteru primárně náležející znakové složce. Podrobnosti a výpočty řeší autoři v publikaci Bělka a Voženílek (2013a).

Otázkou je nastavení hodnoty průhlednosti. Průhlednost 100 % znamená absolutní průhlednost znakové složky, resp. její neviditelnost, naopak průhlednost 0 % znamená úplné zakrytí obrazové složky, resp. její neviditelnost. Pro tvorbu prototypů topografických ortofotomap vytvořil autor L. Bělka vlastní model výpočtu „kombinovaného“ obrazu v prostředí ERDAS IMAGINE Modeler.

Průhlednost je vhodná zejména pro ortofotomapy, kdy je nutné vyjádřit prvky a jevy plošného charakteru velkého rozsahu. Používá se rovněž v situacích, kdy je třeba potlačit znakovou složku.

Průhlednost lze použít i pro jiné než plošné znaky, např. v místech s velkým nahuštěním vrstevnic jejich vhodným potlačením zobrazíme výškopis a zároveň se zachová čitelnost ortofotosnímku. Platí však, že čím je kartografický znak menší a více strukturovaný, tím se použití průhlednosti stává méně vhodnou

úpravou. Zesvětlení ortofotosnímku se používá pro potlačení obrazové složky za účelem zvýraznění a dobré čitelnosti znakové složky. Dva způsoby zesvětlení ortofotosnímku řeší autoři v publikaci Bělka a Voženílek (2013a).



Obr. 2 Původní obraz (vlevo) a upravený obraz roztažením histogramu (vpravo).

7. METODY TVORBY TOPOGRAFICKÉ ORTOFOTOMAPY

Popis je doplňkovým prvkem obsahu topografické ortofotomapy a není součástí znakové ani obrazové složky, ovšem s oběma složkami je pevně svázán. Popis je společně se znakovou složkou kladen na obrazovou složku.

Popis se vztahuje k obrazové složce následujícími způsoby:

- lokalizuje objekty zobrazené obrazovou složkou (popis sídel, ulic, vodních toků, atd.),
- poskytuje základní orientaci v území zachyceném na leteckém či družicovém ortofotosnímku; bez popisu by byl ortofotosnímek „anonymní“ a orientace v něm by byla umožněna pouze znalci daného území,
- přiřazuje sémantický význam objektům, zejména bodového charakteru, zobrazeným obrazovou složkou (škola, kostel, atd.).

Ke znakové složce se popis vztahuje následovně:

- předává informace o objektech vyjádřených bodovými kartografickými znaky (charakteristika mostů, výškové kóty, atd.), alfanumerický bodový znak má z hlediska konstrukce stejné vlastnosti jako popis (typ, velikost a barva písma),
- předává informace o objektech vyjádřených liniovými kartografickými znaky (číslo komunikace, hodnota vrstevnice, atd.),

- předává informace o objektech vyjádřených plošnými kartografickými znaky,
- rozlišuje plošné objekty zobrazené stejnými plošnými kartografickými znaky.

Ostatní popis na ortofotomapě nejčastěji reprezentují:

- souřadnice použitého souřadnicového systému, které se obvykle umísťují v rámu mapového pole, mohou však být součástí mapového pole,
- další rámové údaje (výstupy komunikací).

Objem popisu v topografické ortofotomapě musí být přiměřený a jeho generování i umístění se řídí obecnými kartografickými pravidly užívanými pro tradiční topografické mapy. Avšak oproti tradičním mapám existuje jedna zásadní odlišnost. Zatímco v mapě se vyskytují barevně homogenní (u topografických map nejčastěji bílé a zelené) volné prostory, kam lze pohodlně popis umístit, ortofotosnímek je spojitým podkladem často texturově velice pestrým, což způsobuje komplikace při navrhování jeho vzhledu a umístění. Obecně je popis na topografických ortofotomapách hůře čitelný než na tradičních mapách a jeho vzhledu a umístění se věnuje větší pozornost.

Na topografické ortofotomapě se vyskytují následující druhy popisných údajů:

- geografické názvosloví reprezentující:
 - popis sídel,
 - popis částí sídel,
 - popis ulic,
 - popis správních celků,
 - popis pohoří a vrcholů,
 - popis vodstva – řeky, potoky, rybníky, vodní nádrže, atd.,
 - názvy jednotlivých objektů (např. sklad, garáž, kostel, lom, továrna, turistická chata aj.).
- číselné údaje reprezentující:
 - označení silničních komunikací,
 - charakteristiky mostů,
 - rychlost vodního toku
 - popis vrstevnic,
 - výškové kóty,
- zkratky, které pomáhající zestručnit a zkrátit popis, jejich vysvětlivky jsou uvedeny v legendě.

Při návrhu popisu při sestavování ortofotomapy vycházeli autoři z obecných kartografických pravidel uváděných pro tvorbu tradičních map, které uvádí Slocum a kol. (2005):

- velikost písma minimálně 7 bodů, doporučuje se používat minimálně velikost 6 bodů.
- používat maximálně čtyři velikosti písma stejného druhu; maximální velikost písma je dána účelem mapy a významem popisu ve vztahu k účelu mapy; u topografických map by neměla být větší než 23 bodů; rozdíl ve velikosti písma by měl být dostatečný pro jednoznačné odlišení sémantického významu nebo kvality vyjádřených velikostí písma,
- rozdíl mezi sousední velikostí písem minimálně 2 body,
- používat jednoduché písmo, kurzívu používat minimálně, např. pro popis vodstva,
- používat maximálně 2 typy písma (v prototypu je použit převážně typ Arial doplněný typem Arial Narrow),
- doporučuje se používat masku nebo halo.

Zkratky byly použity při popisu výjimečných objektů, např. elektrárny (*el.*), čistírny odpadních vod (*čist.*), nemocnice (*nem.*), školy (*šk.*) aj. Umístění zkratk je jednoduché a provádí se buď přímo na objekt, nebo v jeho bezprostřední blízkosti. Význam zkratk je uveden v legendě.

Pokud byl popis objektu delší než jeho délka, rozdělil se do dvou či více řádků, přestože může dojít k zakrytí sousedních objektů. To bylo řešeno změnou velikosti (zmenšením) popisu v jednotlivých případech v rámci příslušné vrstvy. Barevnost obrazové složky je předurčena barevnou syntézou jednotlivých spektrálních pásem. Na barevnost

obrazové složky reagovali autoři vhodnou volbou barev ve znakové složce. Bylo-li žádoucí, aby popis vystupoval do popředí, byl použit dostatečně velký kontrast mezi barvami, zejména ve světlosti (tmavá na světlém pozadí a naopak).

Barva popisu byla volena v dostatečném kontrastu oproti barevnému podání obrazové složky, avšak bez rušivého vlivu na výsledné estetické působení mapy. Pomocí histogramů se zjistila barva, která se v obrazové složce vyskytovala nejvíce, a následně se vybrala nejvhodnější barva popisu. Černá barva v ortofotomapě často zaniká, zejména v tmavých místech.

Čitelnost popisu byla zvýrazněna halo efektem, barevným olemováním písma. Použití halo a správné volbě jeho barvy byla věnována velká pozornost.

Z hlediska čitelnosti byly při testování stanoveny různé kombinace třech parametrů: podkladu (světlý texturálně homogenní, tmavý texturálně homogenní a texturálně nehomogenní), popisu (světlý, tmavý) a halo (světlé, tmavé). Barva halo byla vybrána vždy buď černá, nebo bílá. Plouščka haló i písma a velikost písma zůstávala stále stejná. Pro každý z podkladů vzniklo šest variant ohodnocených jako vhodné nebo nevhodné:

- pro světlý relativně homogenní podklad (např. světle hnědé pole) se jako vhodné varianty jeví: světlý popis – tmavé halo, tmavý popis – bez halo, použitelná je rovněž kombinace tmavý popis – světlé halo; nevhodnými variantami na světlém homogenním podkladě jsou: světlý popis – bez halo, světlý popis – světlé halo a tmavý popis – tmavé halo.
 - pro tmavý relativně homogenní podklad (např. lesní porosty nebo vodní plochy) se jako vhodné varianty jeví: světlý popis (např. žlutý) – bez halo, světlý popis – tmavé halo a tmavý popis (např. hnědý) – světlé halo; nevhodnými variantami na tmavém homogenním podkladě jsou: tmavý popis – bez halo, tmavý popis – tmavé halo, světlý popis – světlé halo.
 - pro texturálně nehomogenní podklad – který je charakteristický častým střídáním výrazně odlišných hodnot pixelů (např. intravilán), resp. výskytem světlých a tmavých ploch malé rozlohy, platí zásada, že barva haló a popisu musí být navzájem v dostatečném kontrastu (např. bílá a žlutá se k sobě nehodí).
- Čitelnost popisu obecně byla nejvýznamnějším problémem při jeho navrhování. Vybrat správné základní parametry popisu ortofotomapy (typ písma, velikost, barva a umístění, popř. halo) bylo velice obtížné. Špatně čitelný popis byl místy vylepšen:
- změnou polohy popisu – vybrat barevně i texturově homogenní plochu na ortofotosnímku (např. pole),

- radiometrickou úpravou ortofotosnímku – lokální zesvětlení popř. ztmavení, což může být poměrně zdlouhavé,
- změnou barvy popisu,
- přidáním halo efektu,
- zároveň je třeba vybrat místo, které způsobí co nejmenší ztrátu informací z ortofotosnímku.

Autoři dodržovali obecné zásady popisu ortofotomap:

- vybrat jen tolik popisu, aby byla ortofotomapa přehledná a zároveň popis nezakrýval příliš mnoho informací z obrazové složky,
- pokud ortofotomapa znázorňuje jednotlivý objekt, popř. sídlo, není jeho popis uvnitř ortofotomapy nutný, protože je vyjádřen v nadpise,
- popis umístit pokud možno vodorovně – neztěžovat i tak špatnou čitelnost jinou orientací písma (výjimku tvoří liniové prvky vodstva a uliční síť),
- rozpor mezi ortofotosnímkiem a popisem nejčastěji řešit ve vrstvě popisu, nikoli úpravou ortofotosnímku,
- nekomplikovat popis různými sklony písma (max. kurzíva pro vodstvo), formou (plastické písmo nemá význam – špatně čitelné), řezem (různá šířka) a literou – tyto efekty by stejně na nehomogenním podkladě nevynikly,

- využívat velikost písma pro odlišení významu objektu,
- dbát na výběr barevného podání popisu, které je klíčovým aspektem pro vyřešení jeho jednoznačné čitelnosti,
- pro popis používat barvy, které se nevyskytují na ortofotosnímku a to spíše světlejší – vhodnými barvami pro popis sídel i ulic jsou žlutá, oranžová až světle hnědá, fialová i bílá v kombinaci s halo efektem,
- na úkor masky používat halo, jehož barva je v kontrastu s barvou samotného písma (tmavý popis světlé halo, popř. naopak) – světlé halo na tmavém podkladě ohraničí tmavý popis, na světlém podkladě sice není čitelné, avšak vynikne tmavší popis, popř. naopak,
- použitím/nepoužitím halo lze zvýraznit/potlačit význam popisu a k němu asociovaných prvků,
- černá barva, typická pro tradiční mapy, se pro popis ortofotomap příliš nehodí, i když její použití nelze vyloučit,
- pro popis vodstva používat modrou barvu, přestože není příliš čitelná – používat světlejší odstíny s halo efektem,
- pro popis lze v podstatě použít jakoukoliv barvu, pokud se použije vhodné halo.

8. KARTOGRAFICKÝ PROJEKT PROTOTYPU MAPY

M-33-069-A-d SOLNICE TOPOGRAFICKÁ ORTOFOTOMAPA

Cíl mapy

Cílem topografické ortofotomapy 1 : 25 000 je poskytnout základní topografické informace (polohopis a výškopis) o území obce Solnice a okolí. Předmětem polohopisu jsou sídla a jednotlivé objekty, komunikace, vodstvo, hranice správních jednotek a katastrálních území, hranice chráněných území, porost a povrch půdy. Předmětem výškopisu je terénní reliéf zobrazený vrstevnicemi a kótami.

Cílem prototypu je demonstrovat autory sestavený koncept tvorby topografické ortofotomapy jako kombinace standardní topografické mapy a ortofotosnímku.

Název a tematické zaměření mapy

Sestavení názvu se řídilo kartografickými požadavky uvedenými podle Voženilka, Kaňoka a kol. (2011). Název byl formulován v souladu s konvencemi tvorby základních mapových děl v České republice: „M-33-069-A-d SOLNICE, topografická ortofotomapa“. Zaměřením mapa představuje prototyp topografické ortofotomapy.

Stanovení měřítka

V souladu s měřítkovou řadou státních mapových děl České republiky bylo měřítko topografické ortofotomapy stanoveno na hodnotu 1 : 25 000. Experimenty autorů potvrdily teoretický předpoklad prostorového rozlišení ortofotosnímku použitého pro tvorbu ortofotomapy v daném měřítku, že optimální hodnotou je velikost pixelu 0,1 mm v zobrazovaném měřítku (akceptovatelnou vypovídací hodnotu lze dosáhnout i při hodnotě 0,2 mm).

Volba kartografického zobrazení

V souladu s konstrukčními základy státních mapových děl České republiky bylo pro topografickou ortofotomapu zvoleno shodné kartografické zobrazení s Topografickou mapou ČR, a to Universal Transverse Mercator.

Kompozice mapy

Kompozice topografické ortofotomapy splňuje tři základní požadavky: obsahuje všechny základní kompoziční prvky, je vyvážená (bez prázdných i bez

přeplněných míst) a vytváří esteticky příjemné podmínky pro čtení mapy.

Název prototypu se skládá z titulu a podtitulu. Titul tvoří jméno zobrazovaného sídla „M-33-069-A-d SOLNICE“ a podtitul vyjádření druhu kartografického díla „topografická ortofotomapa“. Mapové pole je vymezeno rozsahem mapového listu Topografické mapy ČR M-33-069-A-d. Měřítko je provedeno v grafické a číselné formě. Legenda ortofotomapy je převzata z Topografické mapy ČR 1 : 25 000 a obsahuje pouze prvky, které se na mapovém listu vyskytují. Tiráž obsahuje informace o hlavních konstrukčních aspektech ortofotomapy, a to o kartografickém zobrazení, souřadnicovém a výškovém systému, použitých podkladech (datových zdrojích pro znakovou a obrazovou složku s uvedením copyrightové doložky), rok vydání, jméno vydavatele a autorů ortofotomapy.

Z nadstavbových kompozičních prvků ortofotomapa obsahuje vedlejší mapu Hypsometrie, sklonové měřítko, údaje o konvergenci, gravitaci a variaci mapového listu a schéma kladu okolních listů.

Obsah mapy

Obsah topografické ortofotomapy tvoří v obrazové složce černobílý letecký ortofotosnímek. Znakovou složku tvoří rastrový obraz Topografické mapy ČR 1 : 25 000 listu M-33-069-A-d.

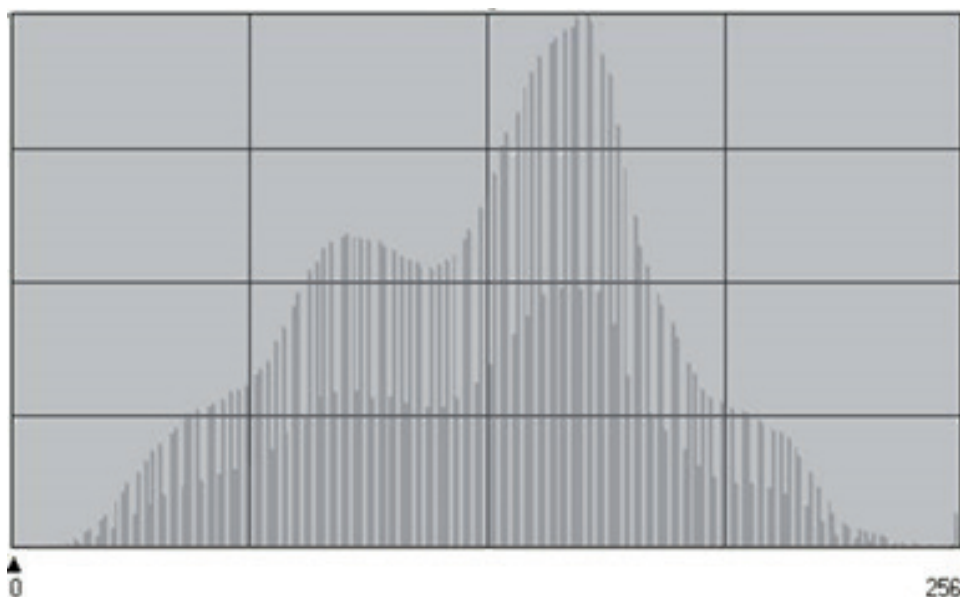
Popis doplňující obrazovou i znakovou složku a lokalizující objekty polohopisu a kóty v území je odvozen z Topografické mapy ČR 1 : 25 000. Obsah ortofotomapy obsahuje dvě souřadnicové sítě, a to pravoúhlo souřadnicovou síť UTM v intervalu 1 km

(pás 33) a zeměpisnou síť v hlavním kroku 1' a vedlejším kroku 10" ve vnitřním rámu.

Výběr metod zpracování dat a návrh znakového klíče

Černobílý ortofotosnímek byl odvozen z barevné mozaiky ortogonalizovaných leteckých měřických snímků.

Plošné prvky lesy, zahrady a vodní plochy (tmavě a světle zelená a modrá) byly zprůhledněny na 60 procent. Tato hodnota byla zvolena po několika vlastních experimentech a evaluaci na zkušebních nátiscích. Všechna bílá místa na topografické mapě (prostor mezi znaky ve znakové složce) jsou vyplněna černobílým ortofotosnímkiem. Autoři zvažovali změnit prvkům na topografické mapě znázorněných standardně černou barvou barevné provedení pro jejich lepší čitelnost nad obrazovou složkou. Při použití černobílého ortofotosnímku jsou nejvíce kontrastními odstíny ke všem ostatním stupňům šedi buď černá (v 8bitovém kódování hodnota 0) nebo naopak bílá (hodnota 255). Po analýze histogramu černobílého ortofotosnímku (obr. 3) bylo zjištěno, že střední hodnota je 127, tzn. téměř polovina rozsahu 256 hodnot, 55 % hodnot se vyskytuje za polovinou a 70 % hodnot je větších než 100. Protože většina pixelů ortofotosnímku je kódována relativně ve světlých odstínech šedé, bylo prvkům na topografické mapě znázorněných standardně černou barvou ponecháno původní černé barevné provedení. Ostatním prvkům bylo ponecháno původní barevné provedení a neprůhlednost.



Obr. 3 Lineární roztažení ortofotosnímku v barevném modelu RGB (histogram původního obrazu a histogram upraveného obrazu)

Výběr podkladů

Černobílý ortofotosnímek pro obrazovou složku ortofotomapy byl odvozen z barevné mozaiky ortogonalizovaných leteckých měřických snímků s původní velikostí pixelu 25 cm, pro účely tvorby případové studie bylo prostorové rozlišení degradováno na velikost pixelu 2,5 m tak, aby nedošlo ke ztrátě informace při zobrazení v měřítku 1 : 25 000 a zároveň nebylo třeba pracovat s přílišným objemem dat.

Znakovou složku tvoří rastrový obraz Topografické mapy ČR 1: 25 000 listu M-33-069-A-d, který byl převzat se všemi znaky v původní velikosti, umístění a barevném provedení. Grafické rozlišení rastrového obrazu je 800 DPI, což představuje prostorové rozlišení přibližně 80 cm, které umožňuje zobrazení i tisk v měřítku 1 : 25 000 bez ztráty informace.

Návrh technologie

Kombinace topografické mapy a černobílého ortofotosnímku proběhla v prostředí ERDAS IMAGE, přičemž uživatelské algoritmy byly zkonstruovány v modulu Modeler, a to následovně:

- degradace prostorového rozlišení snímku (větší pixel o rozměru 2,5 m) byla založena na průměru hodnot příslušných menších pixelů (0,25 m),
- pro převod barevného ortofotosnímku z barevného modelu RGB na černobílý ortofoto-

snímek byl použit autory vytvořený algoritmus, který nejprve převedl ortofotosnímek do barevného modelu IHS (Intensity, Hue, Saturation), ze kterého byla využita intenzita (parametr Intensity), jejíž hodnoty v intervalu (0,1) z oboru reálných čísel byly převedeny na celá čísla v 8bitovém kódování (0,255),

- úprava černobílého snímku vycházela z analýzy histogramu černobílého ortofotosnímku, která zjistila „lehký závoj“; ten byl odstraněn lineárním roztážením histogramu, přičemž bylo zabráněno přesunu hodnot do krajních hodnot 0 a 255; výsledkem je upravený černobílý ortofotosnímek, jehož odstíny šedi jsou více ve světlejších hodnotách,
- spojení černobílého ortofotosnímku a topografické mapy 1 : 25 000 bylo provedeno autorským algoritmem (v Erdas Modeler) za použití vstupních předpokladů zmíněných výše (průhlednost pro vybrané prvky topografické mapy); výsledný spojený rastr je kódován v barevném modelu RGB a slouží jako obsah zrcadla topografické ortofotomapy v měřítku 1 : 25 000.

Organizační a ekonomické zabezpečení

Sestavení prototypu topografické ortofotomapy vychází z dlouhodobé spolupráce autorů a jejich společných publikací.

9. KARTOGRAFICKÝ PROJEKT PROTOTYPU MAPY

SOLNICE – TOPOGRAFICKÁ ORTOFOTOMAPA 1 : 5 000

Cíl mapy

Cílem topografické ortofotomapy 1 : 5 000 je poskytnout základní topografické informace o polohopisných objektech intravilánu obce Solnice.

Cílem prototypu je demonstrovat autory sestavený koncept tvorby topografické ortofotomapy velkého měřítka s důrazem na poskytnutí maximálního množství informací obrazovou složkou a s minimálním množstvím prvků ve znakové složce.

Název a tematické zaměření mapy

Název mapy byl sestaven podle kartografických požadavků uvedených Voženílkem, Kaňokem a kol. (2011): „SOLNICE, topografická ortofotomapa 1 : 5 000“. Zaměřením mapa představuje prototyp topografické ortofotomapy velkého měřítka.

Stanovení měřítka

V souladu s měřítkovými konvencemi v české kartografické tvorbě bylo měřítko topografické ortofotomapy stanoveno na hodnotu 1 : 5 000. Experimenty autorů potvrdily teoretický předpoklad

prostorového rozlišení ortofotosnímku použitého pro tvorbu ortofotomapy v daném měřítku, že optimální hodnotou je velikost pixelu 0,1 mm v zobrazovaném měřítku (akceptovatelnou vypočítanou hodnotou lze dosáhnout i při hodnotě 0,2 mm). Měřítka ortofotomapy umožňuje dobré čtení objektů v sídle na ortofotosnímku.

Volba kartografického zobrazení

V souladu s konstrukčními základy vojenských státních mapových děl České republiky bylo pro topografickou ortofotomapu zvoleno kartografické zobrazení Universal Transverse Mercator.

Kompozice mapy

Kompozice topografické ortofotomapy splňuje tři základní požadavky: obsahuje všechny základní kompoziční prvky, je vyvážená (bez prázdných i bez přeplněných míst) a vytváří esteticky příjemné podmínky pro čtení mapy.

Název prototypu se skládá z titulu a podtitulu. Titul tvoří jméno zobrazovaného sídla „SOLNICE“

a podtitul vyjádření druhu kartografického díla „topografická ortofotomapa 1 : 5 000“. Mapové pole je vymezeno rozsahem mapového listu Rychnov nad Kněžnou 4-3 kladu listů Státní mapy 1 : 5 000. Měřítko je provedeno v grafické a číselné formě. Legenda ortofotomapy obsahuje pouze vysvětlivky popisu vybraných objektů (budov), znaky pro hranice katastrálního území, pro elektrické vedení vysokého a velmi vysokého napětí a pro popisy názvu obce a názvů ulic. Tiráž obsahuje informace o hlavních konstrukčních aspektech ortofotomapy, a to o kartografickém zobrazení, souřadnicovém a výškovém systému, použitých podkladech (datových zdrojích pro znakovou a obrazovou složku s uvedením copyrightové doložky), rok vydání, jméno vydavatele a autorů ortofotomapy.

Z nadstavbových kompozičních prvků ortofotomapa obsahuje vedlejší mapu „Výškové poměry území“.

Návrh obsahu mapy

Obsah topografické ortofotomapy tvoří v obrazové složce barevný letecký ortofotosnímek. Znakovou složku tvoří pouze liniové znaky pro hranice katastrálního území a pro elektrické vedení vysokého a velmi vysokého napětí. Informace o výškových poměrech území není vložena přímo do hlavního mapového pole, ale je zobrazena pomocí vedlejší mapy ve formě barevné hypsometrie s intervalem po 20 metrech.

Popis doplňuje obrazovou i znakovou složku a lokalizuje objekty polohopisu v území. Množství popisu (uliční síť, popis vodního toku, zkratky) převažuje nad množstvím prvků znakové složky. Sémantický význam je vybraným objektům obrazové složky přiřazen uvedením zkratky. V rámu mapy jsou vyznačeny zeměpisné souřadnice ohraničující zájmové území a zeměpisná síť v kroku 1'.

Výběr metod zpracování dat a návrh znakového klíče

Obrazová složka byla odvozena z barevné mozaiky ortogonalizovaných leteckých měřických snímků o prostorovém rozlišení 0,25 m. Prostorové rozlišení bylo přepočítáno na optimální hodnotu 0,50 m vzhledem k měřítku zobrazení. Barevný ortofotosnímek byl zvýrazněn radiometrickými úpravami zahrnujícími roztažení histogramu.

Znakový klíč ortofotomapy vznikl sestavením liniových znaků pro hranice katastrálního území a pro elektrické vedení vysokého a velmi vysokého napětí, které slouží pro topologickou orientaci uvnitř i mimo intravilán. Po řešení barevnosti znaků na několika zkušebních nátiscích byly zvoleny fialová a červená barva, které jsou komplementární k zelené vyskytující se v ortofotosnímku nejvíce.

Výběr podkladů

Pro obrazovou složku byl vybrán snímek z mozaiky barevných ortogonalizovaných leteckých měřických snímků s prostorovým rozlišením 0,25 m ze snímkování v roce 2014. Snímek poskytlo Ministerstvo obrany ČR.

Znakovou složku tvoří vektorová data poskytnutá Českým úřadem zeměměřickým a katastrálním.

Návrh technologie

Příprava obrazové složky proběhla v prostředí ERDAS IMAGINE, přičemž uživatelské algoritmy byly zkonstruovány v modulu Modeler, a to následovně:

- degradace prostorového rozlišení snímku (větší pixel o rozměru 0,50 m) byla založena na průměru hodnot příslušných menších pixelů (0,25 m),
- úprava kontrastu zvýrazněním pomocí interaktivního roztažení histogramu.

Práce se znakovou složkou a popisem zahrnovala:

- výběr popisu uliční sítě a hranice katastrálních území z databáze ČÚZK,
- volbu typu písma a jeho velikosti: pro všechny prvky je použit typ písma Arial, popis uliční sítě je proveden ve dvou velikostech (9 a 11 bodů), hranice katastrálních území 10 bodů a popis objektů 8 bodů,
- volbu barvy pro názvy ulic: byla zvolena žlutá barva, která je jednou z nevhodnějších barev pro použití v ortofotomapě; použito bylo černé halo z důvodu umístění nápisů na světlé plochy (asfalt),
- volbu barvy popisu objektů: byla zvolena fialová barva, protože je v barevném modelu RGB nejvíce vzdálena zelené barvě, která se na ortofotosnímku vyskytuje nejvíce a bílým haló (jsou převážně umístěny na tmavá místa).

Organizační a ekonomické zabezpečení

Výsledné sestavení prototypu a publikace probíhalo s využitím programových nástrojů Adobe Creative Suite CS6.

10. DISKUSE

Prototyp topografické mapy „M-33-069-A-d SOLNICE, topografická ortofotomapa“ je kombinací topografické mapy 1 : 25 000 a černobílého ortofotosnímku. Představuje topografickou ortofotomapu určenou pro jednotky a štáby Armády České republiky, složky integrovaného záchranného systému a další orgány a organizace podílející se na krizovém řízení, obranném plánování a realizaci vojenských i nevojenských operací.

Topografická ortofotomapa 1 : 25 000 je určena k podobným činnostem jako topografická mapa 1 : 25 000, tedy:

- k podrobnému studiu, analýzám a názornému hodnocení terénu,
- k určování polohy bodů, stanovišť a cílů, jejich pravouhlých rovinných souřadnic (E, N), souřadnic zeměpisných (φ , λ) a nadmořských výšek nebo převýšení,
- plánování a řízení státních orgánů a organizací,
- jako podklad k tvorbě tematických a vojenských speciálních ortofotomap,
- k provádění prací vědecko-výzkumného charakteru.

Ve srovnání s tradiční topografickou mapou je objem předávaných informací nepochybně větší. Bílá místa topografické mapy jsou v ortofotomapě nahrazena ortofotosnímky. Množství poskytovaných

informací zvětšuje i použití průhlednosti některých plošných znaků (les, sady, zástavba), v místech jejich výskytu ortofotosnímkem zobrazuje skutečný obraz území a zároveň znaky dodávají sémantický význam. Ortofotosnímkem na pozadí topografické ortofotomapy poskytuje uživateli lepší a podrobnější informaci o členitosti terénu a reálném rostlinném půdním krytu v plochách a tím zlepšuje možnost orientace, navigace, poskytuje lepší informace o průchodnosti terénem, apod.

Prototyp topografické ortofotomapy „SOLNICE, topografická ortofotomapa 1 : 5 000“ je příkladem ortofotomapy města s popisem uliční sítě. Představuje topografickou ortofotomapu pro podrobné vyhodnocení území v rozsahu a souvislostech odpovídajících svému měřítku. Může být využívána pracovníky státních organizací, místní správy a samosprávy při plánování a řízení.

Topografická ortofotomapa 1 : 5 000 je sestavena za účelem identifikace a lokalizace prvků intravilánu, zejména budov, veřejných komunikací, uliční sítě a jejího popisu. Měřítko ortofotomapy umožňuje dobré čtení objektů v zastavěném území (zejména budov) z ortofotosnímku. Ortofotomapu je možné použít pro podrobné studium sídel. Většina informací je předávána ortofotosnímky, znaková složka se vyskytuje v minimálním množství, popis přiřazuje vybraným objektům jejich sémantický význam.

11. SHRNUTÍ

Autoři předložili dva prototypy topografické ortofotomapy, kterou definují jako všeobecnou mapu používající jako hlavní zdroj informací ortofotosnímkem. Pojetí topografické ortofotomapy je rozpracováním obecného pojmu ortofotomapa, kterou definují jako kartografický produkt zobrazující geografický prostor v určitém kartografickém zobrazení a měřítku, přičemž je její obsah tvořen obrazovou a znakovou složkou (Bělka, Voženílek 2013a). V topografické ortofotomapě se vzájemně doplňují ortofotosnímkem (obrazová složka) se znakovou složkou zobrazující všeobecně použitelné geografické objekty a informace. Znaková složka topografické ortofotomapy obsahuje objekty, které ortofotosnímkem není schopen zachytit nebo které je nutno zdůraznit.

Dva předložené prototypy topografické ortofotomapy byly sestaveny v pěti fázích skládající se z 11 kroků (viz kapitola 3) pomocí tří základních skupin metod zpracování prostorových dat, a to metody kartografické vizualizace sloužící k vyjádření prvků znakové složky (metody bodových znaků k vyjádření diskrétních objektů a jevů, metody liniových znaků k

vyjádření liniových objektů a jevů a metody plošných znaků k vyjádření plošných objektů a jevů), metody dálkového průzkumu Země a digitálního zpracování obrazu (ortogonální překreslování snímků, úpravy kontrastu a filtrace) a metody grafické a polygrafické.

Pro tvorbu prototypů byla použita nejhodnější data dostupná pro území České republiky, a to pro obrazovou složku ortogonalizovaný letecký měřický snímek v barevné syntéze v pravých barvách od Ministerstva obrany ČR a černobílý letecký ortofotosnímkem odvozený z ortofotosnímku v pravých barvách, a pro znakovou složku Topografická mapa 1 : 25 000 (Ministerstvo obrany ČR) a data katastrálních hranic a uliční sítě (Český úřad zeměměřický a katastrální). Prototypy byly sestaveny v produktech ERDAS IMAGINE a ArcGIS.

Prototyp topografické ortofotomapy „M-33-069-A-d SOLNICE, topografická ortofotomapa“ je kombinací topografické mapy 1 : 25 000 a černobílého ortofotosnímku. Představuje topografickou ortofotomapu určenou pro jednotky a štáby Armády České republiky, složky integrovaného záchranného

systému a další orgány a organizace podílející se na krizovém řízení, obranném plánování a realizaci vojenských i nevojenských operací.

Prototyp topografické ortofotomapy „SOLNICE, topografická ortofotomapa 1 : 5 000“ je příkladem ortofotomapy města s popisem uliční sítě. Představuje topografickou ortofotomapu pro podrobné vyhodnocení území v rozsahu a souvislostech odpovídajících svému měřítku. Může být využívána pracovníky

státních organizací, místní správy a samosprávy při plánování a řízení.

Autoři hodlají sestavenými prototypy napomoci k rozvoji kartograficko-geoinformatické tvorby kvalitních ortofotomap na ověřeném vědeckém základě. V sestavených prototypoch demonstrují kartografické produkty, ve kterých se pro tvorbu ortofotomap využívá přímo vlastní obrazový materiál, nikoliv z něho odvozené informace.

PODĚKOVÁNÍ

Autoři děkují podpoře projektu Operačního programu vzdělávání pro konkurenceschopnost – Evropský sociální fond, projekt CZ.1.07/2.3.00/20.0170 Ministerstva

školství mládeže a tělovýchovy České republiky, a také RNDr. Aleně Vondrákové, Ph.D. za kartografickou spolupráci.

SUMMARY

The authors presented two prototypes of a topographic image map (also orthophotomap) that they define as a general map which uses orthophotoimage as the main source of information. The concept of topographic image map is a further elaboration of the general concept of an image map which they define as a cartographic product conveying geographic area at a specific cartographic representation and scale while its content is composed of image and symbol components (Bělka, Voženílek 2013a). In topographic image map an orthophotoimage (image component) complements the symbol component which displays geographic objects and information. A symbol component contains the objects that orthophotoimage cannot detect or that need to be emphasized.

Two presented prototypes of topographic image maps were compiled in five phases consisting of 11 steps (see Chapter 3) using three basic groups of methods for spatial data processing: methods of cartographic visualization was used to express the elements of symbol components (methods of point symbols to express point discrete objects and phenomena, methods of line symbols to express linear objects and phenomena, and methods of areal symbols to express areal objects and phenomena), methods of Earth remote sensing and digital image processing (orthogonal resampling, contrast enhancement and filtration) and methods of graphics and printing.

The best data available for the Czech Republic was used for prototype compilation. For the image component the aerial orthophotoimage in color synthesis true colors of the Ministry of Defence and

greyscale aerial orthophotoimage derived from the true colors orthophoto were applied. For the symbol component the Topographic Map 1: 25000 (Ministry of Defence) and the data of cadastral boundaries and street networks (Czech Office for Surveying, Mapping and Cadastre) were used. The prototypes were assembled in ERDAS IMAGINE and ArcGIS products.

The topographic image map prototype „M-33-069-Ad SOLNICE, topographic image map“ is a combination of topographic maps of 1: 25,000 and a greyscale orthophotoimage. It represents a topographic orthophotoimage intended for units and staffs of the Army of the Czech Republic, the Integrated Rescue System and other subjects and organizations involved in emergency management, defence planning and military and non-military operations.

The topographic image map prototype „SOLNICE, topographic orthophotomap 1: 5000“ is an example of orthophotomap of city with the street network labelling. It represents a topographic image map for a detailed evaluation of the area within a context corresponding to its scale. It can be used by employees of state organizations, local governments in planning and management.

The authors intend the prototypes to assist in development of GIS-based cartographic production of image maps established on scientific basis. They introduce the presented prototypes as cartographic products, in which primary image material, not the information derived therefrom, is used for the compilation of image maps.

LITERATURA

- BĚLKA, L., VOŽENÍLEK, V. (2009): Interaktivní propojení DLM a DCM s využitím kartografických reprezentací v ArcGIS, *Geodetický a kartografický obzor*, Vol. 55, No. 9, s. 220–226.
- BĚLKA, L., VOŽENÍLEK, V. (2013a): Ortofotomapa – geovizualizace materiálů dálkového průzkumu Země. Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci, 141 s.
- BĚLKA, L., VOŽENÍLEK, V. (2013b): Obrazová a znaková složka v konceptu ortofotomapy. *Geodetický a kartografický obzor*, 59/101, 8, s. 192–203.
- BĚLKA, L., VOŽENÍLEK, V. (2013c): The Image Map: from Broad Practical Use towards a Cartographic Concept. *Kartographische Nachrichten*, 2013(4), s. 196–204.
- BĚLKA, L., VOŽENÍLEK, V. (2014): Prototypes of Orthoimage Maps as Tools for Geophysical Application. *Pure and Applied Geophysics*, 171(6), s. 1047–1059.
- DOLANSKÝ, T., BABICKÝ, T. (2008): Základy kartografie. Obsah a náplň mapy. Výukové materiály Fakulty životního prostředí UJEP. Ústí nad Labem. [online] [cit. 2011–9–14] Dostupný z: <http://gis.fzp.ujep.cz/files/K_070_obsah_map.pdf>
- DURAND, D. (1996): Spacemaps. Image mapping methods, examples of implementation. Tutorials by GDTA. Toulouse.
- HORÁK, Z., KUDĚLKA, M., SNÁŠEL, V., VOŽENÍLEK, V. (2011): Orthophoto map feature extraction based on neural networks. *CEUR Workshop Proceedings*, Vol. 706, s. 216–225.
- KEPRTOVÁ, K. (2007): Obrazová data dálkového průzkumu Země v kartografických produktech. In *Súčasný trendy v kartografii, Zborník referátov 17. kartografickej konferencie*. Bratislava, Kartografická spoločnosť Slovenskej republiky, s. 120–124.
- LILLESAND, T. M., KIEFER, R. W. (2004): *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York, Wiley & Sons, 3rd edition, 750 s.
- PAVELKA, K. a kol. (2001): *Fotogrammetrie 30*. Praha, Vydavatelství ČVUT, 179 s.
- PETRIE (1977): *Orthophotomaps Transactions of the Institute of British Geographers. New Series*, Vol. 2, No. 1, *Contemporary Cartography*, s. 49–70.
- ROBINSON, A. H., MORRISON, J., MUEHRKE, P., KIMMERLING, A., GUPTILL, S. (1995): *Elements of Cartography*. New York, Wiley & Sons, 6th edition, 674 s.
- SLOCUM, T., A. a kol. (2005): *Thematic Cartography and Geographic Visualization*. Prentice Hall, 2nd edition, 518 s.
- VEVERKA, B. (2001): *Topografická a tematická kartografie*. Praha, Vydavatelství ČVUT, 220 s.
- VOŽENÍLEK, V. (2004): *Aplikovaná kartografie I. Tematické mapy*. Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci, 2. vydání, 187 s.
- VOŽENÍLEK, V., KAŇOK, J. a kol. (2011): *Metody tematické kartografie – vizualizace prostorových dat*. Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci, 216 s.
- VOŽENÍLEK, V., KUDĚLKA, M., HORÁK, Z., SNÁŠEL, V. (2012): Orthophoto Feature Extraction and Clustering. *Neural Network World*, Vol. 22, No. 2, s. 103–121.
- WALTER, V. (2005): *Historická ortofotomapa města Brna*. [online] [cit. 2010–12–5] Dostupný z: <<http://brno.tucnacek.cz/2005122301>>

TOPOGRAFICKÉ ORTOFOTOMAPY

RNDr. Luboš Bělka, Ph.D.
prof. RNDr. Vít Voženílek, Ph.D.

Recenzenti:
prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc.
Ing. Stanislav Roháček

EDICE M·A·P·S

Ediční řada M·A·P·S (Map and Atlas Product Series) je určena k podpoře publikační činnosti pracovníků a studentů Katedry geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. V rámci ediční řady je možné prezentovat výsledky dosažené při vědecké činnosti a studiu na PŘF UP ve formě mapy, souboru map nebo atlasu (v analogové či digitální formě). Všechny tituly vydává Univerzita Palackého v Olomouci prostřednictvím svého vydavatelství. Rukopisy procházejí oponentním řízením dvěma nezávislými oponenty.

Publikace jsou k dispozici na e-shopu www.evup.upol.cz



Katedra geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci je ve svém oboru známým a uznávaným subjektem. Tento kredit získala především aktivní účastí na vrcholných odborných akcích, řešením odborných studií a grantů, bohatou publikační činností a řadou odborných aktivit (pořádáním konferencí, vydáváním vědeckých monografií, map a atlasů, členstvím ve vrcholných orgánech odborných společností geografů, kartografů a geoinformatiků).

Katedra se odborně profiluje zejména v oblasti kartografické tvorby map (Klimatické oblasti Česka podle Quitta, Obce České republiky: příslušnost k venkovskému a městskému prostoru aj.) a atlasů (Atlas podnebí Česka, Hranicko – atlas rozvoje mikroregionu, Atlas fenologických poměrů Česka, Atlas činnosti speciálně pedagogických center v ČR aj.) a v oblasti geoinformačních technologií. Vedle vědecko-výzkumných grantů a kartografických projektů byly na Katedře geoinformatiky řešeny projekty věnované pokročilým výpočetním metodám při odhalování prostorových vazeb v přírodních a socioekonomických systémech.

Katedra aktivně spolupracuje s celou řadou významných domácích pracovišť (např. Český hydrometeorologický ústav, Český statistický úřad, Český úřad zeměměřičký a katastrální, Státní zdravotní ústav, Krajský úřad Olomouckého kraje, Magistrát města Olomouce) a mnoha zahraničními univerzitami (např. v Londýně, Bochumi, Salzburгу, Krakově, Budapešti, Vídni, Paříži, Valencii, Istanbulu).

RNDr. Luboš Bělka je výzkumným pracovníkem ve Vojenském geografickém a hydrometeorologickém úřadě v Dobrušce. Řeší výzkumné a vývojové projekty zaměřené na fotogrammetrii, dálkový průzkum Země a kartografii. Je absolventem doktorského studia na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Publikuje v zahraničních i domácích odborných časopisech. Dlouhodobě spolupracuje s Katedrou geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci, je členem Společnosti pro fotogrammetrii a dálkový průzkum.

prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc. je vedoucím Katedry geoinformatiky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci. Řadu let se zabývá tematickou a atlasovou kartografií a modelováním v geoinformaticce. Je autorem mnoha odborných příspěvků a publikací, včetně vědeckých monografií, kartografických atlasů a ucelené řady učebnic pro základní školy a nižší gymnázia. Aktivně působí v Mezinárodní kartografické asociaci, České kartografické společnosti, České asociaci pro geoinformace a České geografické společnosti.

V současnosti analogové topografické ortofotomapy nemají ambice zobrazovat (v standardizovaném kladu listů) obrovská území. Jedná se spíše o lokální zakázky (požadavky) nejčastěji v podobě nástěnných map většího formátu. Uplatnění ortofotomap vidím v jejich elektronické verzi, kdy nad bežešvou mozaikou leteckých/satelitních snímků jsou vykreslovány symbolizované vrstvy nadstavby, které je podle potřeby možné aktivovat. Ve vojenství je tato služba využívána k velení a řízení. Vybrané objekty (jednotky, technika) se v digitální topografické ortofotomapě zobrazují v reálném čase jako jedna z vrstev. Dynamické vykreslování ortofotomap je dalším námětem pro možná navazující díla.

z posudku Ing. Stanislava Roháčka

V obsahu map je hlavní přínos prototypů obou map. Ortofotomapy jsou velmi slibnou technologií s velkou budoucností. Je skutečností, že tvorba a aktualizace soudobých topografických map středních měřítek se již téměř nikde neprovádí měřením v terénu, ale zásadně pomocí leteckých a satelitních snímků. Brožura o rozsahu 20 stran je velmi podrobná a skládá se z výukového textu o ortofotomapách zpracování vlastního projektu. Je sepsána kvalifikovaně, text je názorný a působivý. Mapy doporučuji k tisku a jejich šíření pro výukové, výzkumné a presentační účely.

z posudku prof. Ing. Bohuslava Veverky, DrSc.